

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO

Para el cambio de uso de suelo en terrenos
forestales

UBICACIÓN: Supermanzana 336, Manzana 01, Lote 04, Av. Durango,
Ciudad de Cancún, Municipio de Benito Juárez, Quintana Roo.

PROYECTO:



ARBOLADA II

MAYO, 2016



ÍNDICE

I	DATOS GENERALES DEL PROYECTO Y DEL PROMOVENTE	I-1
I.1	NOMBRE DEL PROYECTO	I-1
I.2	NOMBRE O RAZÓN SOCIAL DEL PROMOVENTE.....	I-1
I.3	UBICACIÓN (DIRECCIÓN) DEL PROMOVENTE	I-1
I.4	SUPERFICIE SOLICITADA DE CAMBIO DE USO DE SUELO Y TIPO DE VEGETACIÓN FORESTAL	I-1
I.5	DURACIÓN DEL PROYECTO	I-1
II	USOS QUE SE PRETENDAN DAR AL TERRENO	II-1
II.1	OBJETIVO DEL PROYECTO	II-1
II.2	NATURALEZA DEL PROYECTO.....	II-2
II.3	JUSTIFICAR POR QUÉ LOS TERRENOS SON APROPIADOS AL NUEVO USO	II-7
II.4	PROGRAMA DE TRABAJO	II-8
III	UBICACIÓN Y SUPERFICIE DEL PREDIO Y DELIMITACIÓN DEL CAMBIO DE USOS DE SUELO	III-1
III.1	UBICACIÓN DEL PREDIO O CONJUNTO DE PREDIOS DONDE SE UBICA EL PROYECTO	III-1
III.2	REPRESENTACIÓN GRÁFICA DE LA UBICACIÓN GEOGRÁFICA Y GEOPOLÍTICA	III-2
III.3	UBICACIÓN Y DELIMITACIÓN FÍSICA DE LA SUPERFICIE DEL PROYECTO.....	III-3
III.4	INDICAR SI EL PROYECTO SE UBICA DENTRO DE ALGUNA MODALIDAD DE ÁREA NATURAL PROTEGIDA (ANP).....	III-5
IV	DESCRIPCIÓN DE LOS ELEMENTOS FÍSICOS Y BIOLÓGICOS DE LA CUENCA HIDROLÓGICO-FORESTAL EN DONDE SE UBIQUE EL PREDIO	IV-1
IV.1	DELIMITACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO DONDE PRETENDE ESTABLECERSE EL PROYECTO	IV-1
IV.2	CARACTERIZACIÓN Y ANÁLISIS DE LA CUENCA HIDROLÓGICO-FORESTAL	IV-4
IV.2.1	<i>Caracterización y análisis retrospectivo de la calidad ambiental del sistema ambiental de la cuenca</i>	<i>IV-4</i>
IV.3	MEDIO FÍSICO	IV-6
IV.3.1	<i>Clima</i>	<i>IV-6</i>
IV.3.2	<i>Geomorfología</i>	<i>IV-8</i>
IV.3.3	<i>Geología</i>	<i>IV-11</i>
IV.3.4	<i>Suelos</i>	<i>IV-14</i>
IV.4	MEDIO BIOLÓGICO.....	IV-18
IV.4.1	<i>Tipos de vegetación</i>	<i>IV-18</i>
IV.4.2	<i>Fauna</i>	<i>IV-81</i>
V	DESCRIPCIÓN DE LAS CONDICIONES DEL PREDIO QUE INCLUYA LAS FINES A QUE ESTE DESTINADO, CLIMA, TIPO DE SUELO, PENDIENTE MEDIA, RELIEVE, HIDROGRAFÍA Y TIPOS DE VEGETACIÓN Y FAUNA .	V-1
V.1	CLIMA	V-1
V.2	SUELO	V-2
V.3	PENDIENTE MEDIA	V-3
V.4	HIDROGRAFÍA	V-4
V.5	TIPOS DE VEGETACIÓN	V-6
V.5.1	<i>Metodología</i>	<i>V-6</i>
V.5.2	<i>Resultados</i>	<i>V-8</i>
V.5.3	<i>Estado de conservación del predio</i>	<i>V-31</i>

V.5.4	<i>Análisis comparativo con la microcuenca</i>	V-32
V.6	FAUNA	V-35
V.6.1	<i>Caracterización faunística al interior del predio</i>	V-35
VI	ESTIMACIÓN DEL VOLUMEN POR ESPECIE DE LAS MATERIAS PRIMAS FORESTALES DERIVADAS DEL CAMBIO DE USO DE SUELO	VI-1
VI.1	METODOLOGÍA	VI-1
VI.2	RESULTADOS	VI-7
VI.2.1	<i>Estimación del tamaño de muestra</i>	VI-7
VI.2.2	<i>Diversidad arbórea</i>	VI-7
VI.2.3	<i>Variables dasométricas</i>	VI-9
VII	PLAZO Y FORMA DE EJECUCIÓN DEL CAMBIO DE USO DE SUELO	VII-1
VIII	VEGETACIÓN QUE DEBA RESPETARSE O ESTABLECERSE PARA PROTEGER LAS TIERRAS FRÁGILES VIII-1	
IX	IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES	IX-1
IX.1	IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS.....	IX-1
IX.1.1	<i>Identificación de las acciones que pueden causar impactos al ambiente</i>	IX-2
IX.1.2	<i>Identificación de los factores ambientales del entorno susceptibles a recibir impactos</i>	IX-5
IX.1.3	<i>Identificación de impactos</i>	IX-6
IX.2	CARACTERIZACIÓN DE LOS IMPACTOS	IX-8
IX.3	VALORACIÓN DE LOS IMPACTOS	IX-43
IX.4	CONCLUSIONES	IX-46
X	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	X-1
X.1	DESCRIPCIÓN DE LAS MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN	X-1
X.1.1	<i>Medida: Verificación y mantenimiento de maquinaria y equipo de transporte</i>	X-2
X.1.2	<i>Medida: Evitar el uso de fuego como método de desmonte</i>	X-3
X.1.3	<i>Medida: Rescate de Flora</i>	X-4
X.1.4	<i>Medida: Rescate y protección de Fauna</i>	X-5
X.1.5	<i>Medida: Establecimiento de una zona permeable</i>	X-7
X.1.6	<i>Medida: Evitar el uso de químicos como método de desmonte</i>	X-8
X.1.7	<i>Medida: Manejo adecuado de residuos</i>	X-9
X.1.8	<i>Medida: Aprovechamiento del material de desmonte y despalme</i>	X-13
X.1.9	<i>Medida: Establecimiento de un drenaje pluvial separado del drenaje sanitario</i>	X-14
X.1.10	<i>Medida: Conexión al drenaje municipal</i>	X-15
X.1.11	<i>Medida: Uso de letrinas portátiles</i>	X-16
X.2	VALORACIÓN DE LAS MEDIDAS DE PREVENCIÓN, MITIGACIÓN Y/O CORRECCIÓN.....	X-17
X.3	IMPACTOS RESIDUALES	X-21
X.4	DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DEL ESCENARIO SIN PROYECTO.....	X-24
X.5	DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DEL ESCENARIO CON PROYECTO	X-25
X.6	DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DEL ESCENARIO CONSIDERANDO LAS MEDIDAS DE MITIGACIÓN.....	X-26
X.7	PRONÓSTICO AMBIENTAL	X-26
X.8	PROGRAMA DE MANEJO AMBIENTAL	X-27

X.9	SEGUIMIENTO Y CONTROL	X-29
XI	SERVICIOS AMBIENTALES QUE PUDIERAN PONERSE EN RIESGO POR EL CAMBIO DE USO DE SUELO	
	PROPUESTO	XI-1
XI.1	PROVISIÓN DE AGUA EN CALIDAD Y CANTIDAD	XI-1
XI.2	CAPTURA DE CARBONO	XI-4
XI.3	GENERACIÓN DE OXIGENO.....	XI-6
XI.4	AMORTIGUAMIENTO DEL IMPACTO DE FENÓMENOS NATURALES	XI-8
XI.5	MODULACIÓN O REGULACIÓN CLIMÁTICA.....	XI-9
XI.6	PROTECCIÓN DE LA BIODIVERSIDAD ECOSISTEMAS Y FORMAS DE VIDA.....	XI-11
XI.7	PROTECCIÓN Y RECUPERACIÓN DE SUELOS	XI-12
XI.8	PAISAJE Y RECREACIÓN	XI-13
XII	JUSTIFICACIÓN TÉCNICA, ECONÓMICA Y SOCIAL QUE MOTIVE LA AUTORIZACIÓN EXCEPCIONAL DEL	
	CAMBIO DE USO DE SUELO	XII-1
XII.1	JUSTIFICACIÓN TÉCNICA	XII-1
	<i>XII.1.1 No se compromete la biodiversidad.....</i>	<i>XII-1</i>
	<i>XII.1.2 No se provoca la erosión de los suelos.....</i>	<i>XII-2</i>
	<i>XII.1.3 No se provocará deterioro de la calidad del agua o la disminución en su captación</i>	<i>XII-2</i>
	<i>XII.1.4 El uso alternativo de suelo es más productivo a largo plazo</i>	<i>XII-3</i>
XII.2	JUSTIFICACIÓN ECONÓMICA.....	XII-4
XII.3	JUSTIFICACIÓN SOCIAL	XII-6
XIII	DATOS DE INSCRIPCIÓN EN EL REGISTRO DE LA PERSONA QUE HAYA FORMULADO EL ESTUDIO Y	
	EN SU CASO DEL RESPONSABLE DE DIRIGIR LA EJECUCIÓN	XIII-1
XIII.1	RESPONSABLE TÉCNICO.....	XIII-1
XIII.2	REGISTRO FEDERAL DE CAUSANTE, CURP Y CÉDULA PROFESIONAL DEL RESPONSABLE TÉCNICO.	XIII-1
XIII.3	NÚMERO DE INSCRIPCIÓN EN EL REGISTRO FORESTAL NACIONAL.....	XIII-1
XIII.4	DOMICILIO PARA OÍR Y RECIBIR NOTIFICACIONES	XIII-1
XIV	VINCULACIÓN Y APLICACIÓN CON LOS ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES EN MATERIA	
	AMBIENTAL Y, EN SU CASO, CON LA REGULACIÓN SOBRE USO DEL SUELO.....	XIV-1
XIV.1	PLANES DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO DEL TERRITORIO (POET).....	XIV-1
	<i>XIV.1.1 Criterios generales</i>	<i>XIV-3</i>
	<i>XIV.1.2 Criterios específicos.....</i>	<i>XIV-20</i>
	<i>Criterios específicos para el recurso agua.....</i>	<i>XIV-20</i>
	<i>Criterios específicos para el recurso suelo y subsuelo</i>	<i>XIV-26</i>
	<i>Criterios específicos para los recursos flora y fauna</i>	<i>XIV-29</i>
	<i>Criterios específicos para el recurso paisaje</i>	<i>XIV-33</i>
XIV.2	DECRETOS Y PROGRAMAS DE CONSERVACIÓN Y MANEJO DE LAS ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS	XIV-39
XIV.3	REGIONES PRIORITARIAS	XIV-40
	<i>XIV.3.1 Región Hidrológica Prioritaria 105 Corredor Cancún-Tulum.....</i>	<i>XIV-40</i>
	<i>XIV.3.2 Región terrestre prioritaria 146 Dzilam – Ría Lagartos – Yum Balam</i>	<i>XIV-42</i>
	<i>XIV.3.3 Región marina prioritaria Dzilam - Contoy</i>	<i>XIV-43</i>
XIV.4	NORMAS OFICIALES MEXICANAS	XIV-45
	<i>XIV.4.1 Norma Oficial Mexicana NOM-045-SEMARNAT-2006.....</i>	<i>XIV-45</i>
	<i>XIV.4.2 NORMA Oficial Mexicana NOM-041-SEMARNAT-2015.....</i>	<i>XIV-45</i>

XIV.4.3	<i>Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010</i>	XIV-45
XIV.4.4	<i>Norma Oficial Mexicana NOM-080-SEMARNAT-1994</i>	XIV-46
XIV.4.5	<i>Norma Oficial Mexicana NOM-161-SEMARNAT-2011</i>	XIV-46
XIV.5	PLANES O PROGRAMAS DE DESARROLLO URBANO (PDU).....	XIV-48
XIV.5.1	<i>Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población Cancún 2014-2030</i>	XIV-48
XIV.6	OTROS INSTRUMENTOS A CONSIDERAR	XIV-51
XIV.6.1	<i>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</i>	XIV-51
XV	ESTIMACIÓN ECONÓMICA DE LOS RECURSOS BIOLÓGICOS FORESTALES DEL ÁREA SUJETA AL CAMBIO DE USO DE SUELO	XV-1
XVI	ESTIMACIÓN DEL COSTO DE LAS ACTIVIDADES DE RESTAURACIÓN CON MOTIVO DEL CAMBIO DE USO DE SUELO	XVI-1
XVII	IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LA INFORMACIÓN SEÑALADA EN LAS FRACCIONES ANTERIORES	XVII-1
XVII.1	BIBLIOGRAFÍA	XVII-1
XVII.2	FOTOGRAFÍAS	XVII-8
XVII.3	METODOLOGÍA PARA LA EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES.....	XVII-10
XVII.3.1	<i>Metodología propuesta</i>	XVII-11
XVII.3.2	<i>Identificación de las acciones del proyecto que pueden causar impactos</i>	XVII-12
XVII.3.3	<i>Identificación de los factores ambientales del entorno susceptibles a recibir impactos</i> ..	XVII-13
XVII.3.4	<i>Identificación, descripción y valoración de impactos potenciales</i>	XVII-15
XVII.3.5	<i>Medidas de prevención y/o corrección de impactos potenciales</i>	XVII-19
XVII.3.6	<i>Valoración cualitativa de las acciones impactantes y de los factores ambientales impactados</i> XVII-21	

I DATOS GENERALES DEL PROYECTO Y DEL PROMOVENTE

I.1 NOMBRE DEL PROYECTO

El proyecto para el cual se solicita el cambio de uso de suelo en terrenos forestales tiene por nombre Arbolada II.

I.2 NOMBRE O RAZÓN SOCIAL DEL PROMOVENTE

Banca MIFEL S. A. Fideicomiso 642/2005

I.3 UBICACIÓN (DIRECCIÓN) DEL PROMOVENTE

Av. Bonampak con Nichupté Lote. 4, Mz. 1, SM 8, Loc. 3 y 4, Cancún, Benito Juárez, Quintana Roo, C.P. 77500.

Teléfono de oficina: (998) 889 97 30, e-mail: construccion@residencialcumbres.com y

I.4 SUPERFICIE SOLICITADA DE CAMBIO DE USO DE SUELO Y TIPO DE VEGETACIÓN FORESTAL

La superficie solicitada para el cambio de uso de suelo es de 18.02 ha equivalentes al 100% de la superficie total del predio.

I.5 DURACIÓN DEL PROYECTO

Se estima que la vida útil del proyecto será de 80 años

II USOS QUE SE PRETENDAN DAR AL TERRENO

II.1 OBJETIVO DEL PROYECTO

El objetivo principal del proyecto Arbolada II es consolidar un desarrollo habitacional de alta calidad y plusvalía, de manera particular se pretende:

- La urbanización y lotificación de un predio con una superficie total de 18.02 ha, con el fin de poner a la venta lotes habitacionales y comerciales que contarán con todos los servicios.
- Contribuir al desarrollo del Centro Urbano Sur de Cancún, ya que de acuerdo con el PDU el predio ha sido destinado para el desarrollo urbano, y los usos que se le pretenden dar a los lotes que integran el proyecto son coherentes con lo señalado en este instrumento de planeación, situación que contribuirá a disminuir asentamientos irregulares en la ciudad y propiciará un desarrollo ordenado de la mancha urbana.
- Identificar y evaluar los impactos ambientales que deriven de cambio de uso de suelo forestal a urbano, con el fin de que el proyecto pueda generar medidas para la mitigación de los mismos contribuyendo a la generación de un proyecto sustentable.

La superficie de aprovechamiento estará destinada al uso de suelo urbano, y en particular al uso habitacional y comercial, de acuerdo con el Programa de Desarrollo Urbano aplicable. Sin embargo, es importante aclarar que el proyecto, sólo implica el cambio de uso de suelo en terrenos forestales, a través de la remoción de vegetación forestal, misma que debe ser evaluada por la Federación, a través de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales; por lo tanto, lo concerniente a la etapa constructiva del proyecto, o en su caso, al desarrollo del conjunto habitacional con la construcción de viviendas, será sometido a evaluación ante la autoridad competente, que para tal efecto, corresponde al Gobierno Estatal a través del Instituto de Impacto y Riesgo Ambiental (INIRA).

II.2 NATURALEZA DEL PROYECTO

El desarrollo Arbolada II consiste en la urbanización para la posterior venta de lotes con servicios, de tal manera que el propósito del proyecto es comercializar lotes con servicios y que cada adquiriente diseñe y construya su vivienda acorde con la normatividad interna, así como lo establecido para el uso del suelo correspondiente, por parte del Municipio. Los lotes serán destinados para uso unifamiliar, uso multifamiliar y uso comercial, cada uno de los cuales se describe a continuación.

- Lotes unifamiliares

El desarrollo Arbolada II contempla el uso Habitacional Unifamiliar de Densidad Alta Popular (H4UP), el cual se encuentra distribuido en 33 Manzanas donde los contarán con un frente promedio de 7.2 m por un fondo promedio de 16.5 m, lo cual da origen a una superficie media de lotes de 120.45 m², los cuales en conjunto integran una superficie de 9.05 ha equivalentes al 55.22% de la superficie total del predio. En la **Figura II:1** se presenta la distribución del uso unifamiliar contemplado por el proyecto.



Figura II:1. Lotes unifamiliares (H4UP).

- Lotes multifamiliares

El desarrollo contempla cuatro lotes multifamiliares con una superficie total de 1 ha, equivalente al 5.55% de la superficie total del predio. En dichos lotes el diseño contemplado permite hasta un total de 128 viviendas. En la **Figura II:2** se presenta la distribución de los 4 lotes multifamiliares contemplados por el proyecto (3 en la manzana 50 y 1 en la manzana 54).

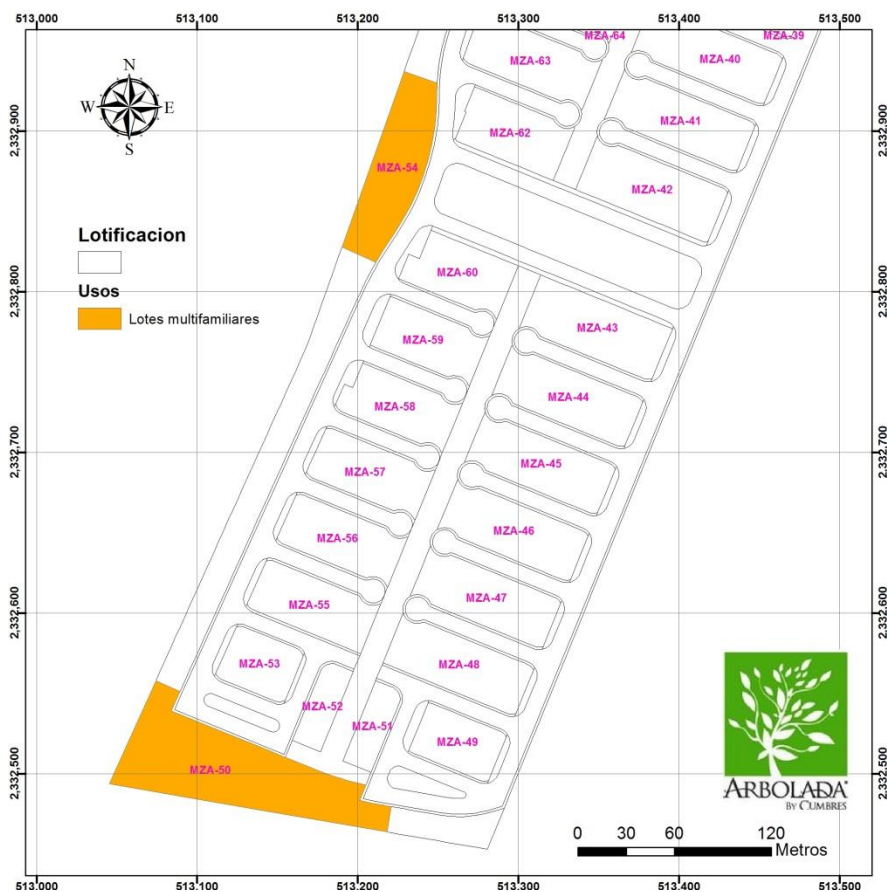


Figura II:2. Lotes multifamiliares (H3M4).

- Lote comercial

El desarrollo Arbolada II contempla el establecimiento de un lote con uso de comercial de subcentro urbano (SCU), el cual se encuentra ubicado al centro del límite norte del predio y posee una superficie de 0.02 ha, equivalentes al 0.11% de la superficie total de predio.

- Vialidades

La estructura vial dentro del desarrollo Arbolada II ocupará una superficie de 5.72 ha lo que representa el 31.74% del total del predio, ésta a su vez se compone por un circuito de acceso con una sección de vialidad de 10 metros de ancho, mediante el cual se derivaran calles tipo retorno y cerradas principalmente para dar privacidad a los lotes habitacionales de uso unifamiliar.

Las vialidades principales serán conformadas con material de banco autorizado y pavimentadas con concreto hidráulico estampado de gran resistencia y durabilidad (MR 39 aproximadamente 380 Kg/cm²), parte de las vialidades tipo retornos serán construidos con material permeable, tipo adocreto o similar.

Las guarniciones de concreto se construirán, con su color natural y acabado escobillado, para contrastar con el color del pavimento estampado. En la **Figura II:3** se presenta la distribución de las vialidades contempladas por el proyecto.

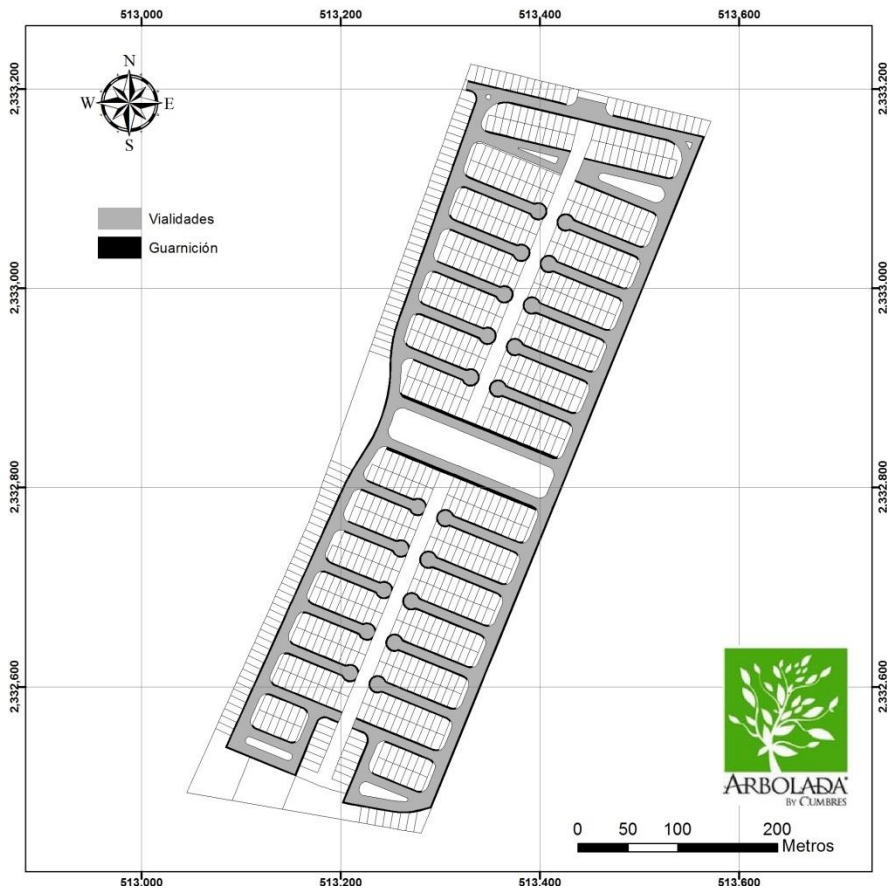


Figura II:3. Distribución de las vialidades.

- Áreas verdes

En cuanto a las áreas verdes del desarrollo se proyectaron principalmente en dos ejes perpendiculares:

En el eje oriente-poniente del fraccionamiento, se tendrá un área verde en la cual se conservará la vegetación nativa teniendo senderos permeables y mobiliario para juegos infantiles en una superficie de 0.2 ha (menos del 30% de la superficie de las áreas verdes).

En el otro sentido norte-sur, se desarrollará un parque lineal que por su ubicación tendrá acceso, desde todas las calles del fraccionamiento facilitando su uso y servicio a los residentes, en estas áreas se habilitarán andadores y espejos de agua ornamentales.

Las demás áreas verdes, se ubican en las cabeceras de las manzanas, cercanas a la vialidad perimetral para una mejor imagen del conjunto en general. La totalidad de la superficie en este rubro es de 2.23 ha siendo el equivalente al 12.38% del área total.

En la **Figura II:4** se presenta la distribución de las áreas verdes contempladas por el proyecto.



Figura II:4. Distribución de las áreas verdes.

Todas las áreas verdes contarán con red de riego y aspersores para un correcto mantenimiento y se establecerán en dos formas: se mantendrá la vegetación nativa en

parques, jardines y aéreas verdes menores, mientras que las áreas ocupadas por las terracerías serán reforestadas con la vegetación producto del rescate de flora, además se mejorará su aspecto con pasto tipo San Agustín, en la colindancia con las vialidades, con un ancho de 1 a 1.50 m.

- Servicios

La urbanización se llevará a cabo de manera integral, con base en la normatividad de la CAPA en el caso de la infraestructura hidráulica y de alcantarillado sanitario, así como lo correspondiente con la CFE para el caso de la electrificación y alumbrado público; todas las instalaciones serán subterráneas y se construirán las canalizaciones hasta la acometida de cada lote.

- Otros

En cuanto a la urbanización pretendida posterior al cambio de uso de suelo, es pertinente señalar que el predio donde se pretende llevar a cabo el proyecto se encuentra inmerso en el Centro de Población de la Ciudad de Cancún, por lo cual se considera como zona de crecimiento urbano en el programa de desarrollo urbano aplicable, por lo que si bien aún no se cuenta con servicios en el predio, está previsto el suministro de todos los servicios básicos y de equipamiento que normalmente provee el Municipio de Benito Juárez cuando se crean nuevos fraccionamientos.

Es necesario señalar que para el adecuado desarrollo del proyecto con respecto a los instrumentos de regulación en materia urbana y ambiental, para la etapa de operación con se tiene considerado la definición de un reglamento interno de imagen arquitectónica que regule tanto las construcciones, en alturas y capacidad de construcción así como sus acabados exteriores, colores, mantenimiento y conservación de áreas verdes y permeables al interior de los lotes. En razón de lo anterior el propósito del Fraccionamiento es comercializar lotes con servicios y que cada adquiriente diseñe y construya su vivienda acorde con la normatividad interna, así como lo establecido para el uso del suelo correspondiente y demás dependencias por parte del Municipio.

Por último, en la totalidad del fraccionamiento contará con el perímetro bardeado con un muro de block de concreto con una altura de 3 m.

En el **Cuadro II:1** se presentan de forma concentrada y resumida cada uno de los usos contemplados por el proyecto así como la superficie que ocupan con su respectivo porcentaje con respecto a la superficie total del predio y el número de viviendas potenciales derivadas del diseño del mismo.

Cuadro II.1. Usos de suelo. número de lotes y viviendas del proyecto.

Usos	N° de lotes	Viviendas	Área (ha)	%
Unifamiliar H4UP	733	733	9.05	50.22
Multifamiliares H3M4	4	160	1.00	5.55
Comercial	1		0.02	0.11
Áreas verdes de donación	42		2.23	12.38
Vialidades	-		5.72	31.74
Total	781	893	18.02	100.00

II.3 JUSTIFICAR POR QUÉ LOS TERRENOS SON APROPIADOS AL NUEVO USO

Existen diversos criterios que permiten sustentar el hecho de que el nuevo uso de suelo propuesto para el predio donde se pretende llevar a cabo el cambio de uso de suelo es el adecuado, estos criterios son:

- Criterios técnicos

Uso de suelo coherente con los instrumentos de política ambiental. El nuevo uso de suelo que se pretende establecer con el proyecto Arbolada II se encuentra acorde con el Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Benito Juárez vigente, puesto que se ubica dentro de la Unidad de Gestión Ambiental N° 21 “Zona Urbana de Cancún”, la cual tiene una política de ambiental de aprovechamiento sustentable y fue delimitada con base a la poligonal del Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población Cancún y por consiguiente los usos compatibles e incompatibles se encuentran en correspondencia con el mismo.

Uso de suelo coherente con el plan de desarrollo urbano. Al igual que el criterio anterior, el nuevo uso de suelo propuesto con el proyecto se encuentra en coherencia con el Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población Cancún al encontrarse en la zona definida por la zonificación del mismo como Zona de Crecimiento Urbano, dentro del cual se encuentra contemplado el uso habitacional y comercial.

Ubicación. El predio se localiza cercano a la Av. Guayacán, en una zona que recientemente ha tenido un crecimiento urbano y por su colindancia con zonas residenciales, escuelas, relativa cercanía con el centro de la ciudad (10 min.) y cercanía al aeropuerto (10 min.) ha tenido una creciente plusvalía.

Accesibilidad. Se tiene acceso desde la Av. Guayacán, la cual colinda con la Av. Rojo Gómez (Kabah) y la Av. de los Colegios, la cual a su vez conecta con la Av. principal Luis

Donaldo Colosio. Esta condición permite un acceso fácil y rápido desde cualquier punto de la ciudad o desde el Ejido Alfredo V. Bonfil.

Disponibilidad de servicios. Actualmente la zona circundante al sitio donde se desarrollará el fraccionamiento ya dispone de todos los servicios, por lo que la instalación de los mismos en el predio no será una limitante o impedimento.

- Criterios ambientales

Tipo de vegetación presente en el predio. El predio en donde se pretende llevar a cabo el proyecto Arbolada II, posee una vegetación secundaria derivada de selva mediana subperennifolia, y por lo tanto se encuentra fuera de ecosistemas costeros, humedales o vegetación de manglar, los cuales poseen una regulación ambiental particular dado que en diversas ocasiones se les considera sistemas frágiles.

Entorno urbano. El predio se encuentra en un entorno netamente urbano, de tal manera que ya se tienen un ambiente previamente fragmentado y fuera de lo que se puede considerar como corredor biológico para especies bandera como el jaguar.

Bajo riesgo de inundación. Si bien la mayor parte de la microcuenca posee un relieve relativamente plano, el predio se encuentra fuera de la zona más baja de la microcuenca, razón por la cual el riesgo de inundación es considerablemente menor en comparación con otras zonas dentro del municipio.

Estado actual del predio. El predio presenta evidencias claras de afectación ambiental derivadas de actividades humanas previas como saqueo de material vegetal y suelo, tiradero de basura, entre otros. En cuanto al efecto de los eventos climáticos que periódicamente inciden en la zona, se tiene el estado “secundario” que presenta la vegetación. En resumen, la cobertura vegetal dista mucho de considerarse como un ecosistema excepcional, más bien se trata, de un estado secundario con evidencias de afectación severa, que se identifican por el reducido número de árboles adultos, entre otros aspectos.

II.4 PROGRAMA DE TRABAJO

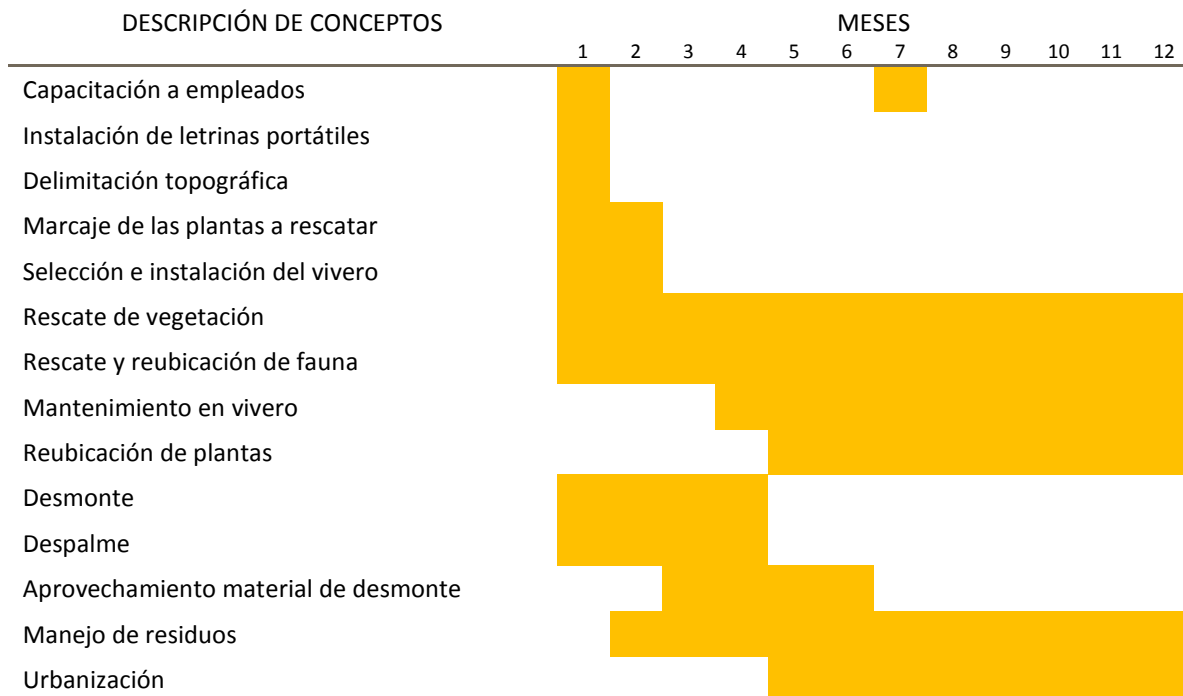
Dado que Arbolada II es un proyecto de urbanización cuyo fin es la venta de lotes con acceso a servicios básicos, el retiro de la cobertura vegetal será realizado en dos fases, cada una de las cuales contempla periodos de ejecución distintos tal y como se describe a continuación:

- Primera fase (desmote para urbanización)

La primera fase tendrá una duración de cuatro meses, plazo que corresponde al tiempo requerido para la remoción de la cobertura vegetal en la superficie que estará ocupada por las áreas verdes, el espejo de agua, el área de equipamiento y las vialidades. Las actividades en esta fase serán llevadas a cabo por el promovente y comprenden la delimitación topográfica, marcaje de las plantas a rescatar, selección del sitio para vivero y su construcción, preparación del sustrato para las plantas a rescatar, el rescate de vegetación, rescate y reubicación de la fauna silvestre, mantenimiento de plantas en vivero, reubicación de plantas rescatadas, desmote, despalde y urbanización.

Posterior a los primeros cuatro meses en los que se llevará a cabo el cambio de uso de suelo para la superficie señalada, se ejecutarán las actividades relacionadas con la urbanización del predio, las cuales implican la construcción de las vialidades, construcción de banquetas, obras para la instalación de servicios de agua y luz, instalación de luminarias, entre otros. En dicho periodo no se llevará a cabo remoción de vegetación y tendrán una duración de 8 meses, posterior a los cuales dará inicio la segunda fase (**Cuadro II:2**).

Cuadro II:2. Cronograma de actividades de la fase 1: urbanización.



III UBICACIÓN Y SUPERFICIE DEL PREDIO Y DELIMITACIÓN DEL CAMBIO DE USOS DE SUELO

III.1 UBICACIÓN DEL PREDIO O CONJUNTO DE PREDIOS DONDE SE UBICA EL PROYECTO

El predio forestal donde se pretende llevar a cabo el cambio de uso de suelo corresponde al Lote 4, Manzana 01, Supermanzana 336, Avenida Villa Mallorca, antes Alfredo V. Bonfil, Ciudad de Cancún, Municipio de Benito Juárez, en el Estado de Quintana Roo, mismo que cuenta con una superficie de 18.02 ha.

Asimismo, en términos de la cuenca hidrológico-forestal, el proyecto Arbolada II pertenece a la Región Hidrológica número 32, denominada Yucatán Norte; Región que cuenta con una superficie total de 56,443 km², dicha Región está comprendida por una parte del Estado de Yucatán y Campeche además de la porción Norte del Estado de Quintana Roo; que cubre un área equivalente al 31.77 % estatal, sus límites en la entidad son: al Norte con el Golfo de México, al Este con el Mar Caribe, al Sur con la Región Hidrológica 33 y al Oeste con el Este de Yucatán donde continua.

Dicha región hidrológica está formada por dos cuencas: la Cuenca Yucatán y la Cuenca Quintana Roo, siendo ésta última donde se ubica el predio donde se pretende la construcción del proyecto Arbolada II. De acuerdo con la delimitación nacional de microcuencas SAGARPA-FIRCO, esta cuenca se encuentra dividida en diez microcuencas las cuales son: Punta Sam, Cancún, San Ángel, Kantunilkin, Joaquín Zetina Gasca, Playa del Carmen, Cobá, Ciudad Chemuyil, Tulum y Tihosuco. Encontrándose el predio de interés dentro de la microcuenca 33-131-01-002 Cancún, la cual se ubica en el extremo Noreste del Estado de Quintana Roo y cuenta con una superficie estimada de 265,875.25 ha. En la **Figura III:1** se muestra el mapa de localización del proyecto Arbolada II en el contexto de cuencas hidrológicas.

III.2 REPRESENTACIÓN GRÁFICA DE LA UBICACIÓN GEOGRÁFICA Y GEOPOLÍTICA

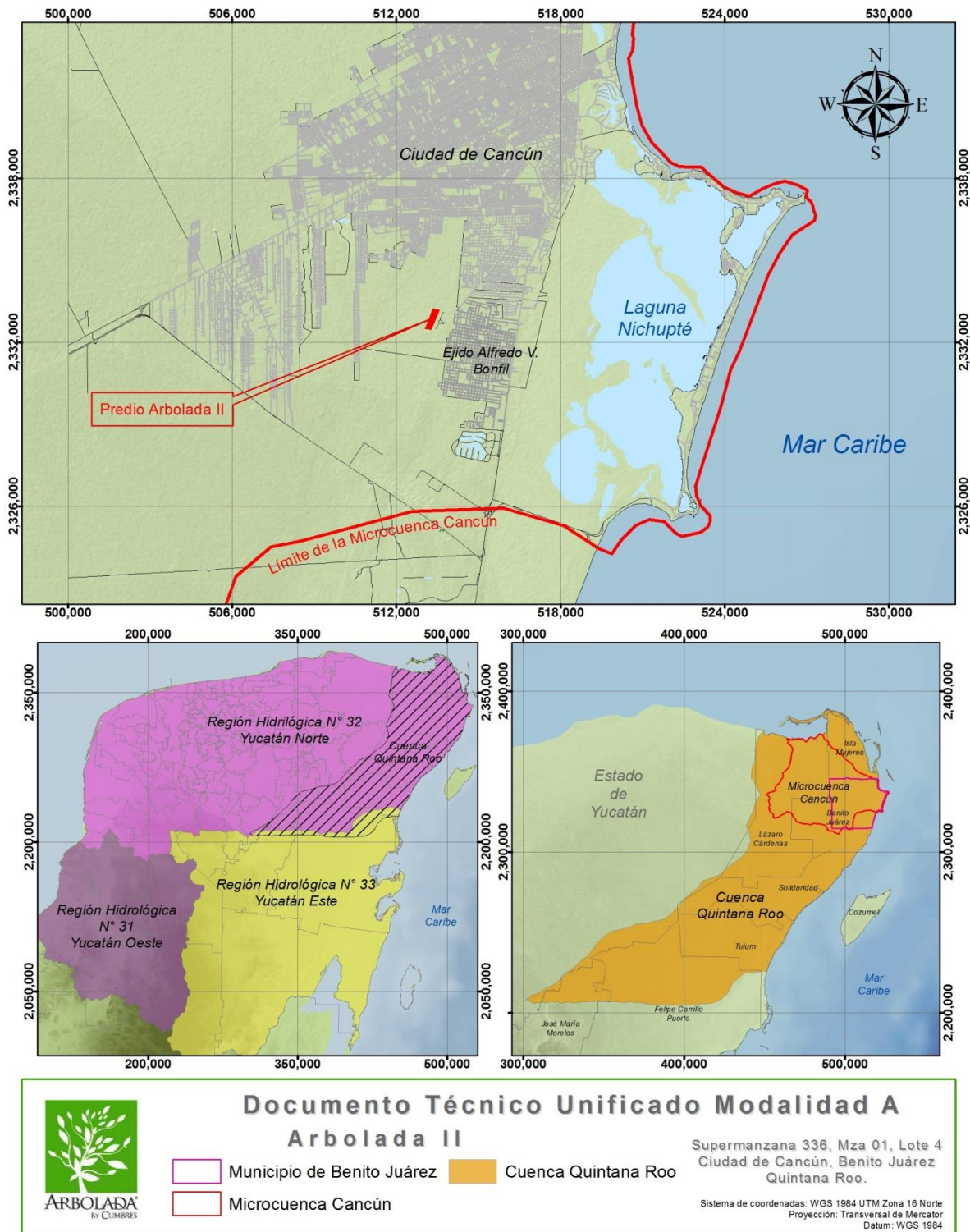


Figura III:1. Localización Geográfica y Geopolítica del proyecto Arbolada II. Fuente: Elaboración propia a partir del Marco Geoestadístico Nacional y la Red Hidrológica Nacional INEGI.

III.3 UBICACIÓN Y DELIMITACIÓN FÍSICA DE LA SUPERFICIE DEL PROYECTO

El proyecto por desarrollar se ubica en el área denominada Complejo Urbano Sur, antes Ejido Alfredo V. Bonfil, de la ciudad de Cancún, estado de Quintana Roo, particularmente en el Lote 4, Manzana 01, Supermanzana 336 y se desarrolla en una superficie de 18.02 ha; colinda con la Primera Fase del Fraccionamiento del mismo nombre y su acceso será por la Av. Durango en el límite norte del predio.

De acuerdo con el certificado de medidas y colindancias N° DCM/1787/2015, el predio donde se pretende llevar a cabo el proyecto Arbolada II, presenta las medidas y colindancias señaladas en el **Cuadro III:1**.

Cuadro III:1. Medidas y colindancias del predio donde se ubica el proyecto Arbolada II

Dirección	Distancia	Unidad	Colinda con:
Norte	247.68	Metros	Av. Durango
Sur	338.90	Metros	Av. Arbolada
Este	771.57	Metros	Fracc. Arbolada Mza 19-34
Oeste	298.33+487.30	Metros	SM-336 MZ-01 LT-03
Superficie	180,235.22 m ²	Clave catastral	601 8 336 001 004 00 000

El cuadro de construcción del predio en coordenadas UTM Zona 16 Norte y Datum WGS84 se presenta en el **Cuadro III:2**, y su representación gráfica en la **Figura III:2**.

Cuadro III:2 Cuadro de construcción del predio donde se ubica el proyecto Arbolada II.

Vértice	Coordenada X	Coordenada Y
1	513,571.6517	2,333,167.6821
2	513,330.6897	2,333,224.9829
3	513,168.0111	2,332,765.6385
4	513,045.2632	2,332,493.7362
5	513,280.6811	2,332,453.0743

Fuente: Elaboración propia a partir del plano topográfico proporcionado por el promovente.





Documento Técnico Unificado Modalidad A

Arbolada II

Supermanzana 336, Mza 01, Lote 4
Avenida Durango, Ciudad de Cancún,
Benito Juárez, Quintana Roo.

Cuadro de construcción

V	X	Y
1	513,571.6517	2,333,167.6821
2	513,330.6897	2,333,224.9829
3	513,168.0111	2,332,765.6385
4	513,045.2632	2,332,493.7362
5	513,280.6811	2,332,453.0743

Sistema de coordenadas: WGS 1984 UTM Zona 16 Norte
Proyección: Transversal de Mercator
Datum: WGS 1984

Simbología

- Vertices_predio
- Polígono del predio

Figura III:2. Localización del proyecto Arbolada II. Fuente: Elaboración propia a partir del plano topográfico proporcionado por el promovente.

III.4 INDICAR SI EL PROYECTO SE UBICA DENTRO DE ALGUNA MODALIDAD DE ÁREA NATURAL PROTEGIDA (ANP)

Si bien la cartografía generada por la CONANP¹ y CONABIO² señala que dentro de la Microcuenca 33-131-01-002 convergen los límites de tres áreas naturales protegidas federales y tres áreas naturales protegidas de competencia estatal (**Cuadro III:3**), el proyecto Arbolada II no se encuentra dentro ni colindante a ningún Área Natural Protegida. El ANP más cercana al proyecto es el Área de Protección de Flora y Fauna Manglares de Nichupté, el cual se encuentra a una distancia lineal de 3.77 km al este del predio (**Figura III:3**).

Cuadro III:3. Áreas Naturales Protegidas dentro de la microcuenca de estudio.

Nombre del ANP	Categoría de decreto	Competencia	Área (ha)
Costa Occidental de Isla Mujeres, Punta Cancún y Punta Nizuc	Parque Marino Nacional	Federal	8,673.06
Manglares de Nichupté	Área de Protección de Flora y Fauna	Federal	4,257.00
Yum Balam	Área de Protección de Flora y Fauna	Federal	313,014.00
Parque Urbano Kabah	Parque Urbano	Estatal	41.48
Refugio de Flora y Fauna Laguna Manatí	Zona sujeta a conservación ecológica	Estatal	202.99
Refugio Estatal de Flora y Fauna Sistema Lagunar Chacmochuch	Zona sujeta a conservación ecológica	Estatal	1,914.52

Fuente: Elaboración propia a partir de Prezas H., B. 2011³

¹ CONANP, 2014. Datos espaciales de las Áreas Naturales Protegidas Federales de México construidos con apego a decretos de creación publicados en el Diario Oficial de la Federación 1917-2013. Manejo de datos espaciales con herramientas de los sistemas de información geográfica de la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. Diciembre 2014.

² Bezaury-Creel J.E., J. Fco. Torres, L. M. Ochoa. 2007. Base de Datos Geográfica de Áreas Naturales Protegidas Estatales del Distrito Federal y Municipales de México - Versión 1.0, Agosto 30, 2007. The Nature Conservancy / PRONATURA A.C / Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad / Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas

³ Prezas H., B. 2011. Áreas Naturales Protegidas de Quintana Roo. En: Pozo, C., Armijo Canto, N. y Calmé, S. (editoras). 2011. Riqueza Biológica de Quintana Roo. Un análisis para su conservación, Tomo I. El Colegio de la Frontera Sur (Ecosur), Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), Gobierno del Estado de Quintana Roo y Programa de Pequeñas Donaciones (ppd). México, D. F.

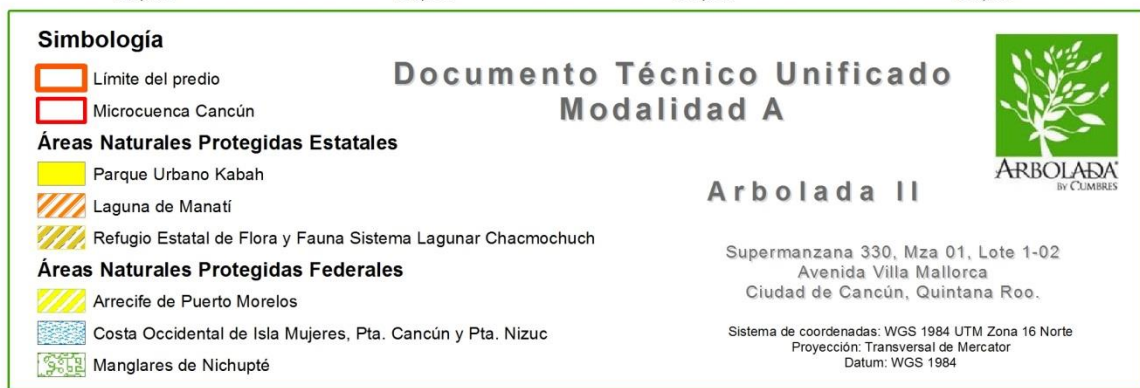
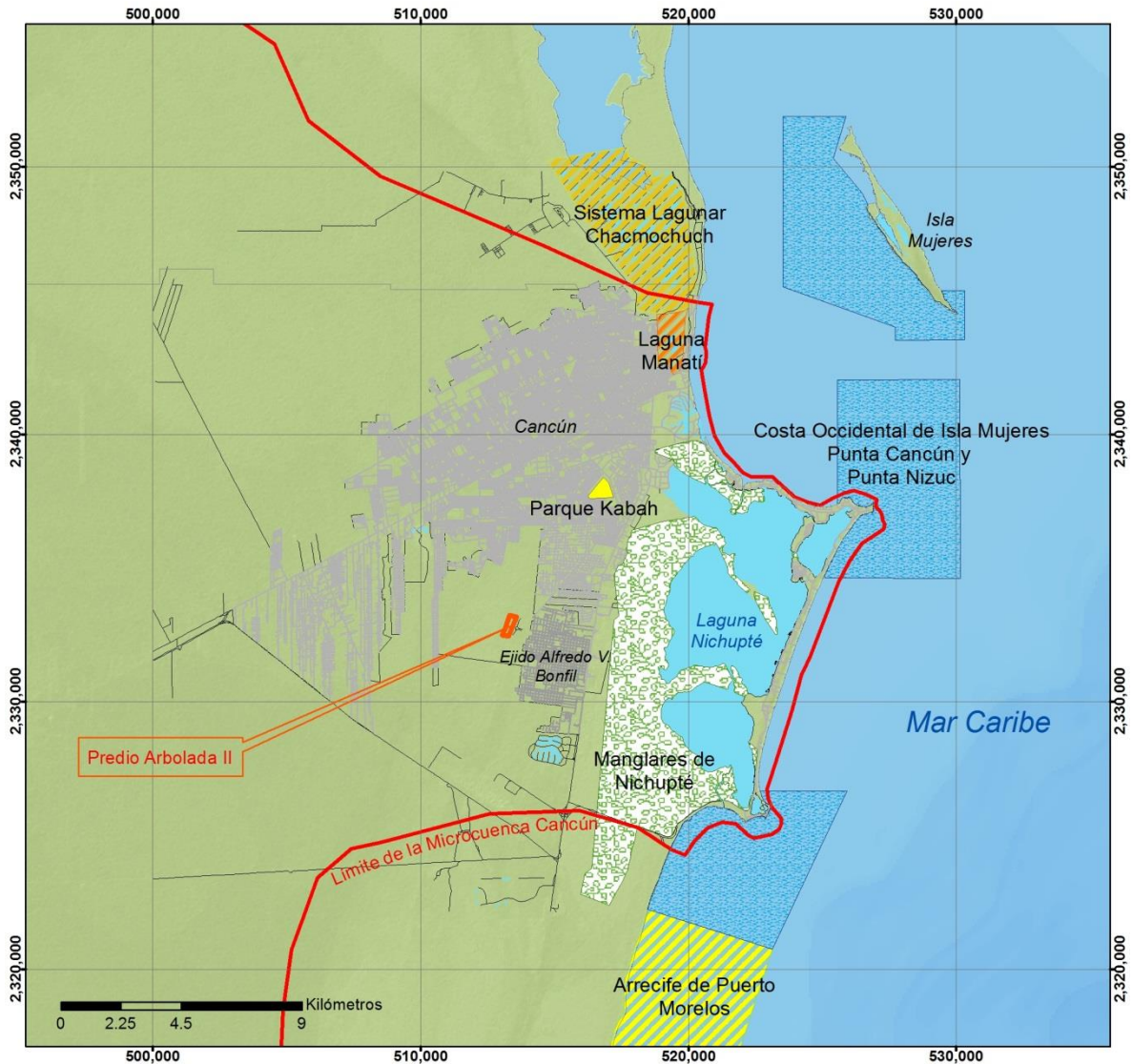


Figura III:3. Áreas naturales protegidas dentro de la microcuenca Cancún. Fuente: Elaboración propia a partir de la cartografía de la CONANP (Óp. Cit.).

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

IV.1 DELIMITACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO DONDE PRETENDE ESTABLECERSE EL PROYECTO

Para fines de la evaluación de impactos ambientales derivados de las actividades del cambio de uso de suelo que se llevará a cabo por el proyecto, se ha delimitado como área de estudio la extensión de la microcuenca, esto debido, en principio por la importancia del agua como elemento vital, interrelacionado con todos los demás recursos (bosque, suelo, fauna) ya que desde las partes altas hasta los ríos interacciona con otros elementos (Cruz, 2003)⁴. Además, de acuerdo a diversos autores (Sarabia, 1985⁵; World Visión, 2004⁶; Moreno y Renner, 2007⁷), el enfoque sistémico puede ser aplicado a las cuencas hidrográficas debido a que estos territorios cumplen con las siguientes condiciones:

- Tienen entradas que son los insumos o flujos que ingresan para ser procesados en el sistema. como la precipitación, la radiación solar, los agroquímicos, la mano de obra de los agricultores, la energía de la maquinaria, las semillas que se siembran, tecnologías e información, entre otros.
- Existen componentes en su interior que le dan una estructura y función, tales como: las áreas con cultivos, la ganadería, los bosques y selvas, los centros de población, las agroindustrias, hidroeléctricas, tomas de agua, los caminos y puentes, las áreas naturales protegidas, las escuelas, los hospitales, entre otros.
- Se producen interacciones entre sus componentes, por ejemplo: si se deforesta irracionalmente en la parte alta, es posible que en épocas lluviosas se produzcan inundaciones en las partes bajas. Si el ganado consume todo el rastrojo de la cosecha de maíz es posible que el suelo se erosione con las lluvias.
- También existen interrelaciones, por ejemplo: la degradación ambiental se relaciona con la falta de educación ambiental, baja presencia institucional, deficiente organización y participación comunitaria, condiciones

⁴ Cruz G. B., 2003. La cuenca como unidad de planeación ambiental. En: 4° Seminario sobre instrumentos económicos para cuencas ambientales. 2003. Dirección general de Investigación de Política y Economía Ambiental. Instituto Nacional de Ecología-SEMARNAT.

⁵ Sarabia, A. 1985. Un enfoque de sistemas para el desarrollo agrícola. IICA. Serie Desarrollo Institucional. San José, Costa Rica. 265 p.

⁶ World Vision. 2004. Manual de manejo de cuencas. El Salvador. 154 p

⁷ Moreno-D. A.; Renner-I. 2007. Gestión integral de cuencas. La experiencia del proyecto regional de cuencas andinas. Centro Internacional de la Papa y Gobierno de Alemania. Lima, Perú. 234

medioambientales adversas, falta de aplicación de leyes, tecnologías inapropiadas, entre otros.

- Existen salidas que pueden ser positivas o negativas. Las positivas son por ejemplo: agua para varios fines (consumo humano, riego, generar electricidad), producción de alimentos (agrícolas y pecuarios), producción de madera y carbón, recreación, servicios ambientales, entre otros. Las negativas son por ejemplo: contaminación de aguas, evaporación de aguas, inundaciones por alteración de los escurrimientos, escasez de agua en la época seca, daños a la infraestructura económica, pérdida de biodiversidad, entre otras.

La Cuenca Hidrográfica concebida como un volumen territorial dinámico presenta permanentemente flujos de entrada y salida que determinan sus debilidades, oportunidades, fortalezas y amenazas. Por tanto, la delimitación del área de estudio desde la visión de la cuenca o microcuenca, facilita la aplicación un análisis ambiental con enfoque sistémico, pues ello permite analizar y evaluar factores involucrados dentro de contextos mayores o menores desde diversos escenarios (administrativos, económicos, naturales, socioculturales, etc.).

A razón de lo anterior y considerando la escala de influencia del proyecto y los elementos bióticos y abióticos que lo circundan se determinó que el análisis y caracterización fuese realizado a nivel de Microcuenca. Para su delimitación se recurrió a la cartografía de microcuencas generada por la SAGARPA para gestión de los programas operativos del Fideicomiso de Riesgo Compartido (FIRCO) y considerado por la SEMARNAT en el Sistema de Información Geográfica para la Evaluación del Impacto Ambiental (SIGEIA)⁸. La microcuenca utilizada para la delimitación del área de estudio corresponde al número 33-131-01-002 Cancún (**Figura IV:1**).

⁸ <http://www.semarnat.gob.mx/sigeia>

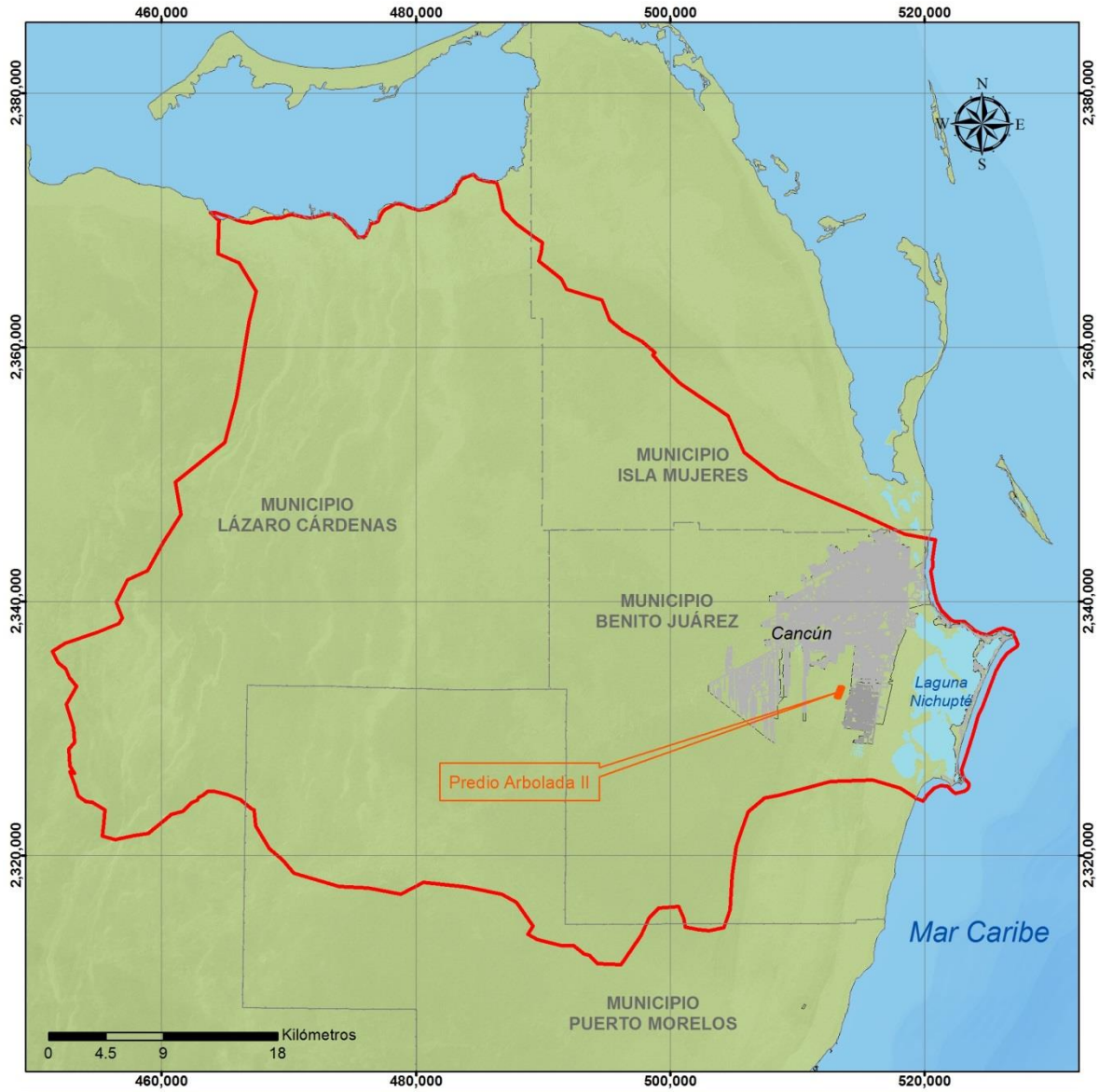


Figura IV:1. Delimitación del Área de Estudio, Microcuenca 33-131-01-002 CANCÚN.

IV.2 CARACTERIZACIÓN Y ANÁLISIS DE LA CUENCA HIDROLÓGICO-FORESTAL

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

En la Microcuenca 33-131-01-002 Cancún se ha presentado una intensa dinámica demográfica, ya que la zona norte del estado de Quintana Roo es una de las regiones con mayor crecimiento demográfico y urbano de la entidad (Moncada, 2007)⁹, de tal manera que la calidad ambiental del área de estudio se ha visto influenciada por dicha dinámica y como resultado de ello la vegetación primaria ha sido sustituida por vegetación secundaria en las áreas circundantes a la conurbación. Gracias a los mapas de uso de suelo y vegetación del INEGI es posible hacer un reconocimiento de la magnitud de este cambio, pues comparando los mapas de 1976 con la cartografía más reciente se observa que una importante superficie de vegetación primaria ha sido sustituida por vegetación secundaria (Figura IV:2)

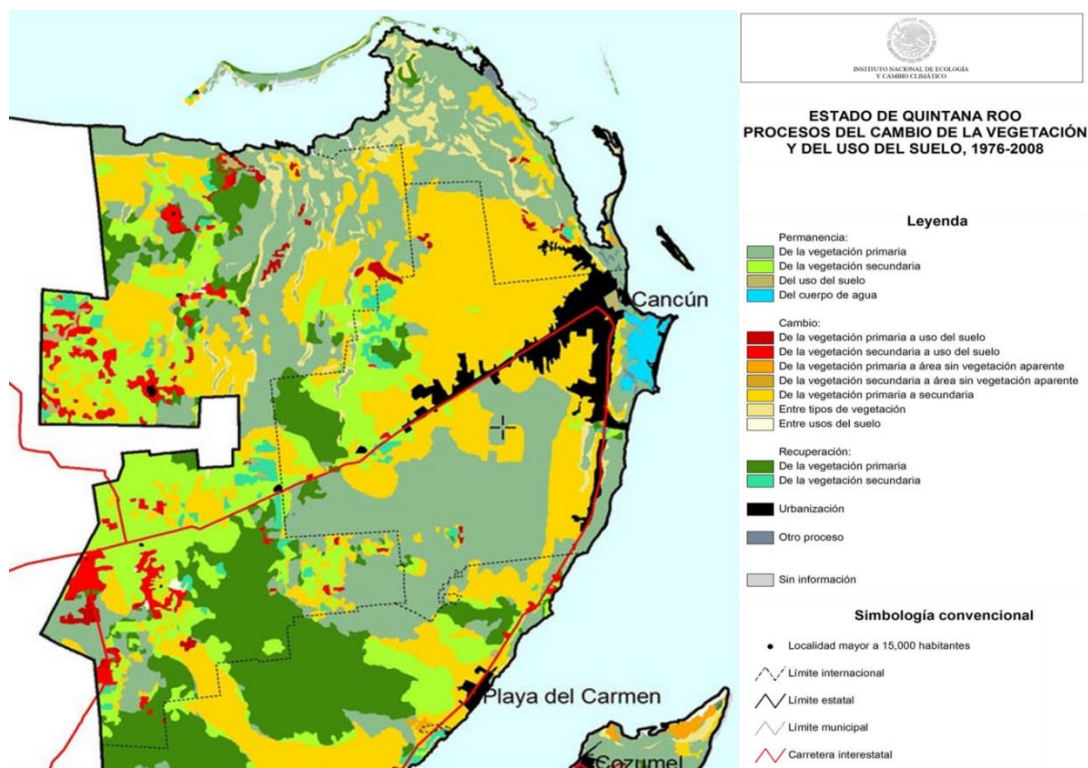


Figura IV:2. Procesos del cambio de la vegetación 1976-2008. Fuente: Pérez (2011)¹⁰

⁹ Moncada J., P. 2007. Evaluación y perspectivas del crecimiento turístico en el caribe mexicano (Quintana Roo, México). Tesis de Doctorado. Universidad Antonio de Nebrija.

¹⁰ Pérez D. J., Villalobos D.M., Rosete V. F., Salinas C. E., Remond N. y Navarro S. E. 2011. Proyecto N° INE/ADA-016/2011: Elaboración de la cartografía del uso del suelo y de la vegetación en México, del período 1976-2008, Escala 1:250,000. Instituto Nacional de Ecología, SEMARNAT (www.ine.gob.mx/emapas/).

Considerando la figura anterior, es posible asegurar que buena parte de la superficie de la Microcuenca de estudio se encuentra perturbada o intervenida. Cabe señalar que esto no es sólo se debe al crecimiento urbano sino al efecto sinérgico entre la incidencia de fenómenos naturales como los huracanes y la presencia de actividades humanas, sinergia que deriva principalmente en incendios forestales. Durante los recorridos previos para la planeación del trabajo de campo, se pudieron observar rasgos particulares de deterioro, ya que fueron encontrados en diversos puntos de la zona de estudio donde existe vegetación con cierto deterioro a causa de la incidencia de fenómenos naturales e inducidos como son la manifestación del huracán Gilberto (1988) y Wilma (2005), así como incendios severos (1989). La afectación inicial que sufrió el área de estudio aconteció a mediados del mes de Septiembre de 1988, cuando toco tierra el Huracán Gilberto en la Península de Yucatán, dicho fenómeno meteorológico generó un gran volumen de biomasa seca a su paso, lo cual dio pie para que en Marzo de 1989 se produjera un incendio que consumió gran parte de selva en el Municipio Benito Juárez, abarcando el área donde se pretende llevar a cabo el proyecto Arbolada II como se puede apreciar en la **Figura IV:3**, la cual corresponde a una foto área tomada por el INEGI en 1991.

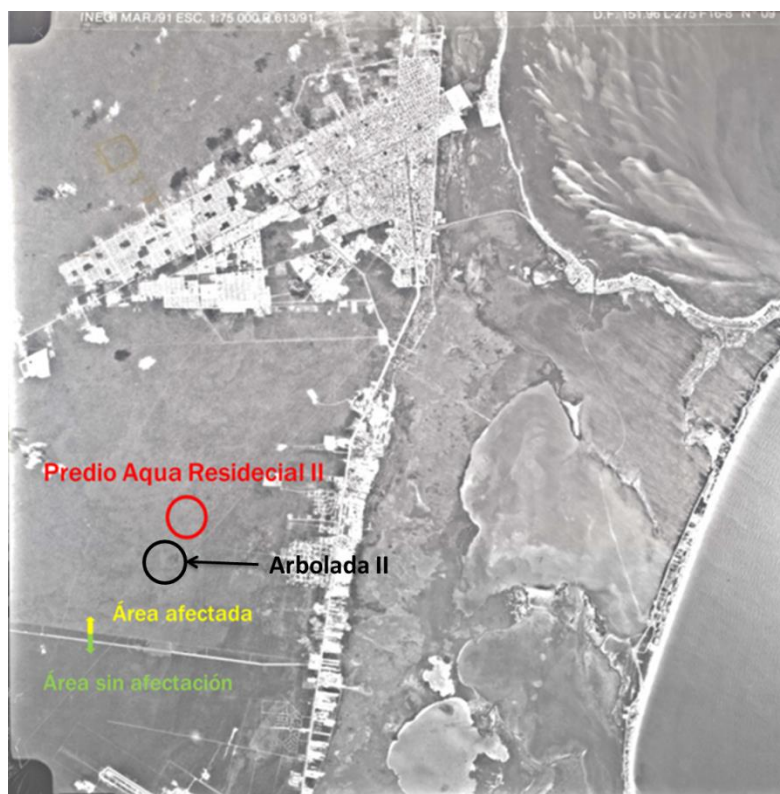


Figura IV:3. Áreas afectadas por el incendio de 1989 y los que no sufrieron afectación. FUENTE: INEGI. Fotografía área, 1991. Esc. 1:75 000.

IV.3 MEDIO FÍSICO

IV.3.1 Clima

De acuerdo con Vidal (2005)¹¹, en la república mexicana se pueden identificar 11 regiones climáticas, definidas a partir de su situación geográfica, por la orientación general de los accidentes que dominan, los sistemas de vientos y la latitud a la que se encuentran, lo cual genera cierta analogía en los subtipos de climas que se encuentran en una misma región. De acuerdo a lo anterior, la microcuenca de estudio se localiza en la región número 11, denominada Península de Yucatán. El comportamiento climático en dicha región se debe principalmente a la fisiografía de escaso relieve y la disposición de los vientos. Dicha región se encuentra altamente influenciada por la manifestación de los vientos alisios con una fuerte componente del Este, estos vientos se intensifican en la estación caliente por el desplazamiento que, en esta época, sufre hacia el Norte la celda de alta presión Bermuda-Azores, provocando una mayor distancia recorrida por los vientos sobre el Océano Atlántico del Norte, lo cual conlleva al acarreo de abundante humedad. Por otro lado, la región en comento se encuentra influenciada también por procesos de tipo conectivo, además de la presencia de tormentas tropicales y huracanes, así como, frentes fríos que generan humedad. De acuerdo con el mapa de climas de INEGI (escala 1:1,000,000), el cual se basa en la clasificación de Köppen modificada por García, la microcuenca Cancún está influenciada por dos zonas climáticas, ambas del Grupo A, del tipo Aw, el cual se define como cálido subhúmedo, presentando los subtipos Aw0(x') y Aw1(x') (**Figura IV:4**). Sobre el extremo Noroeste de la microcuenca Cancún, se manifiesta un clima de tipo Aw0(x'), éste se define como cálido subhúmedo, siendo el menos húmedo de los climas subhúmedos, presentando un régimen de lluvias de verano, porcentaje de lluvia invernal mayor de 10.2%, con una precipitación del mes más seco inferior a 60 mm y una temperatura media anual mayor a 22°C. Así mismo, sobre el extremo Suroeste de la microcuenca de interés se manifiesta el subtipo climático Aw1(x'), el cual se define como un clima cálido subhúmedo, siendo de humedad media dentro de los subhúmedos, presentando un régimen de lluvias de verano, porcentaje de lluvia invernal mayor de 10.2%, con una precipitación del mes más seco inferior a 60 mm y una temperatura media anual mayor a 22°C.

De acuerdo con García (2003)¹², a pesar de tener un régimen de lluvias de verano, ambos subtipos climáticos poseen un porcentaje de lluvia invernal considerable que los hace

¹¹ Vidal Z. R. 2005. Regiones Climáticas de México. Universidad Autónoma de México. México. D.F.

¹² García E. 2003. Distribución de la precipitación en la República Mexicana. Investigaciones Geográficas (Mx) [en línea] abril de 2003.

ligeramente similares a las condiciones encontradas en climas con lluvias distribuidas a lo largo de todo el año.

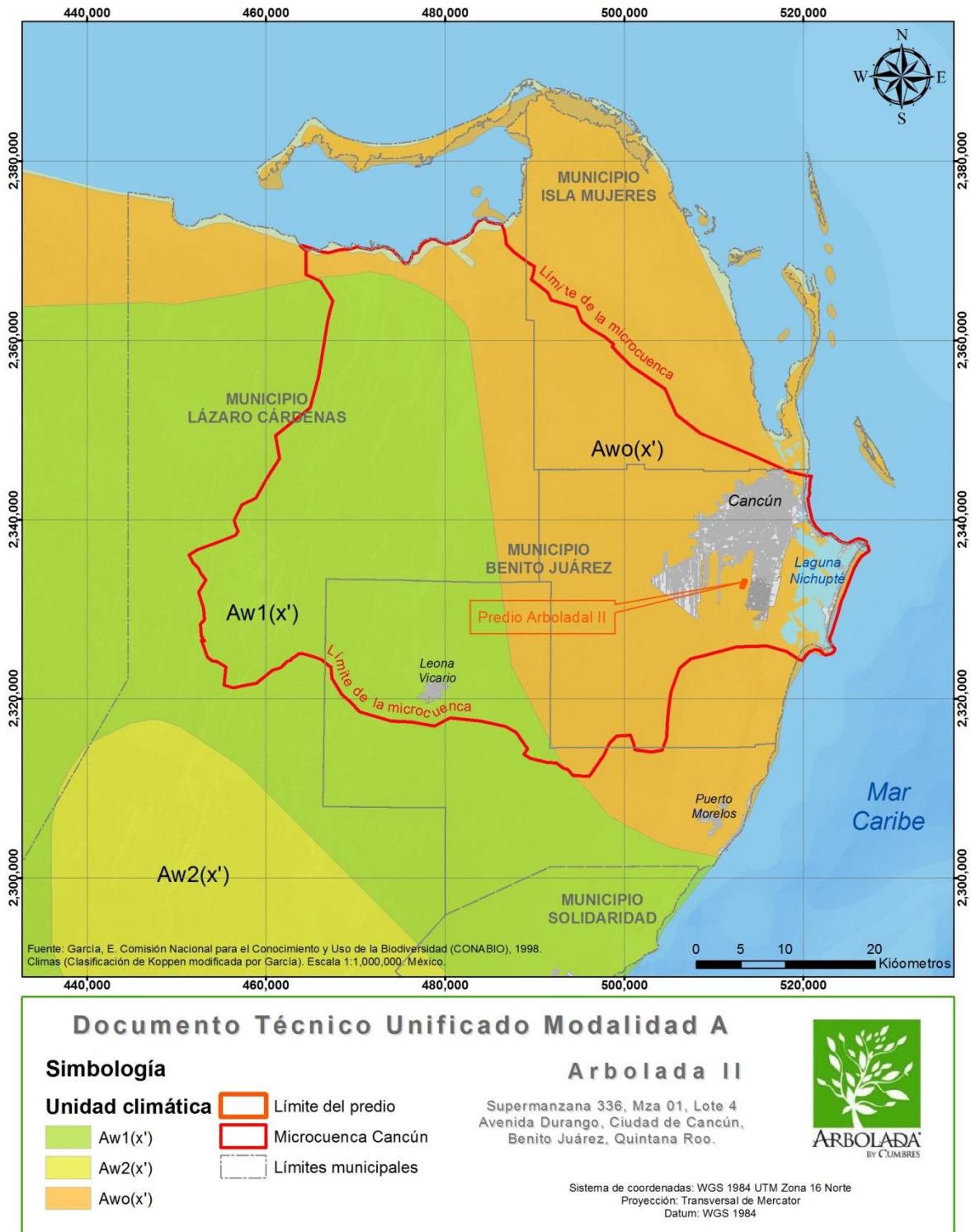


Figura IV:4. Tipos de climas presentes en la microcuenca Cancún.

IV.3.2 Geomorfología

De acuerdo con Bautista *et al.*, (2005)¹³, la microcuenca de estudio se encuentra en el sistema denominado Carso-tectónico, cuyo relieve se debe a la actividad de la disolución por aguas subsuperficiales y subterráneas de rocas solubles como la caliza, dolomita, yeso y sal. Este sistema es el más representativo de la Península de Yucatán y es posible diferenciar dos grandes subregiones en el mismo, una al norte y otra al sur, siendo la subregión norte en la cual se encuentra la microcuenca Cancún, y en la que predominan superficies niveladas durante el Cuaternario (Lugo *et al.*, 1992)¹⁴ resultado de transgresiones y regresiones desde el Pleistoceno por lo cual el relieve cárstico es reciente, predominando planicies estructurales denudativas y de disolución. Por otra parte, dentro de la microcuenca es posible distinguir tres tipos de paisajes, a los cuales Bautista, (*Op. cit.*), denominó Planicie estructural baja fitoestable, Planicies residuales acumulativas susceptibles de inundación controladas estructuralmente y Planicie palustre costera de inundación marina.

- Planicie estructural baja fitoestable

Esta planicie se encuentra, en términos evolutivos, en etapa de pedogénesis y fitoestabilidad, esto debido a las condiciones climáticas sin variaciones extremas de la temperatura y con humedad relativa permanentemente alta, lo que ha permitido el desarrollo de selva mediana subperennifolia y el rápido restablecimiento de las áreas perturbadas hacia selvas secundarias. Se presentan como unidades aisladas con mayores tiempos de evolución kárstica (madurez).

- Planicies residuales acumulativas susceptibles de inundación controladas estructuralmente

Este paisaje se encuentra definido por morfoalineamientos que originan depresiones alargadas irregulares orientadas sensiblemente en dirección norte sur a lo largo de noreste de la Península de Yucatán. Este control estructural se debe a una fractura tectónica regional que se extiende por más de 150 km de longitud con 30 a 40 km de ancho, a la cual se le denomina “Fractura de Holbox” y cruza el plano territorio carsificado

¹³ Bautista, F., E. Batilori-Sampedro, G. Palacio, M. Ortiz-Pérez y M. Castillo-González. 2005. Integración del conocimiento actual sobre los paisajes geomorfológicos de la Península de Yucatán, p. 33-58. En F. Bautista y G. Palacio (Eds). Caracterización y Manejo de los Suelos de la Península de Yucatán: Implicaciones agropecuarias, forestales y ambientales. Universidad Autónoma de Campeche, Universidad Autónoma de Yucatán. 282 p.

¹⁴ Lugo Hubp, J., J. F. Acevedo Quesada, R. Espinaza Pereña, 1992. Rasgos geomorfológicos mayores de la Península de Yucatán. Revista del Instituto de Geología, 9:2: 143-150.

del noreste peninsular, controlando el desarrollo de grandes y elongados canales de pisos planos. (Tulczyk *et al.*, 1993¹⁵ y Southworth 1984¹⁶).

- Planicie palustre costera de inundación marina

Se ubica prácticamente en la franja costera de la microcuenca, por lo cual es una planicie sujeta a inundaciones constantes y periódicas de régimen intermareal. En esta planicie, primordialmente cárstica, se forman entrantes y canales regulados por los ascensos relativos del nivel del mar. Están colonizados por manglar con estructuras variables dependiendo si los emplazamientos ambientales sobre sustratos son rígidos o blandos. En la **Figura IV:5** se presenta el modelo de elevación digital sobre el cual es posible diferenciar los paisajes señalados anteriormente.

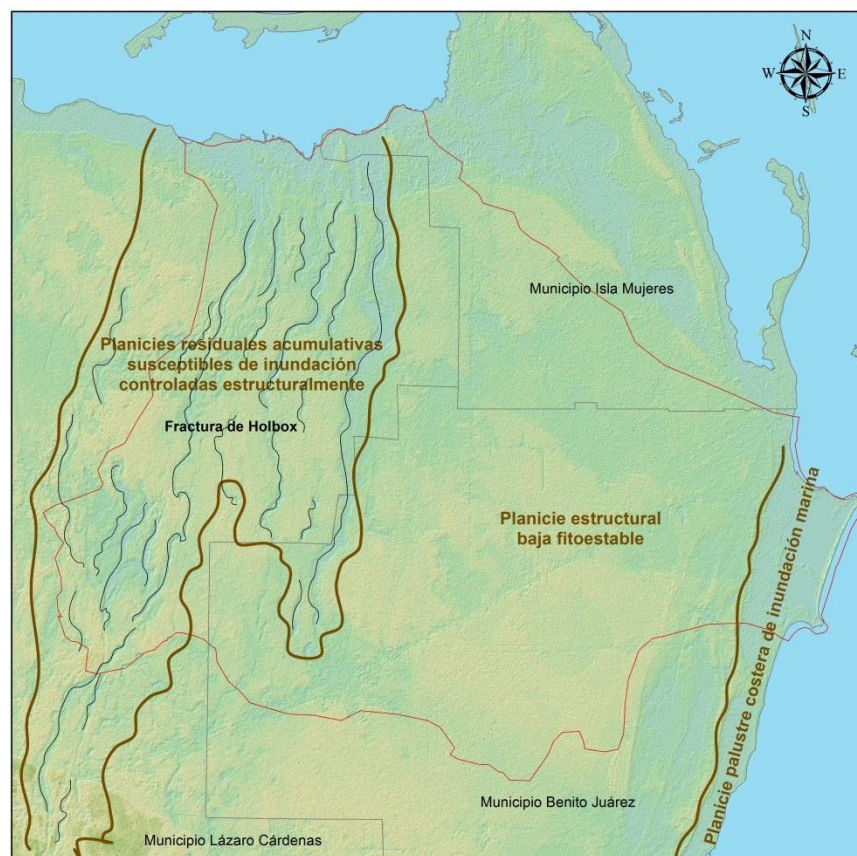
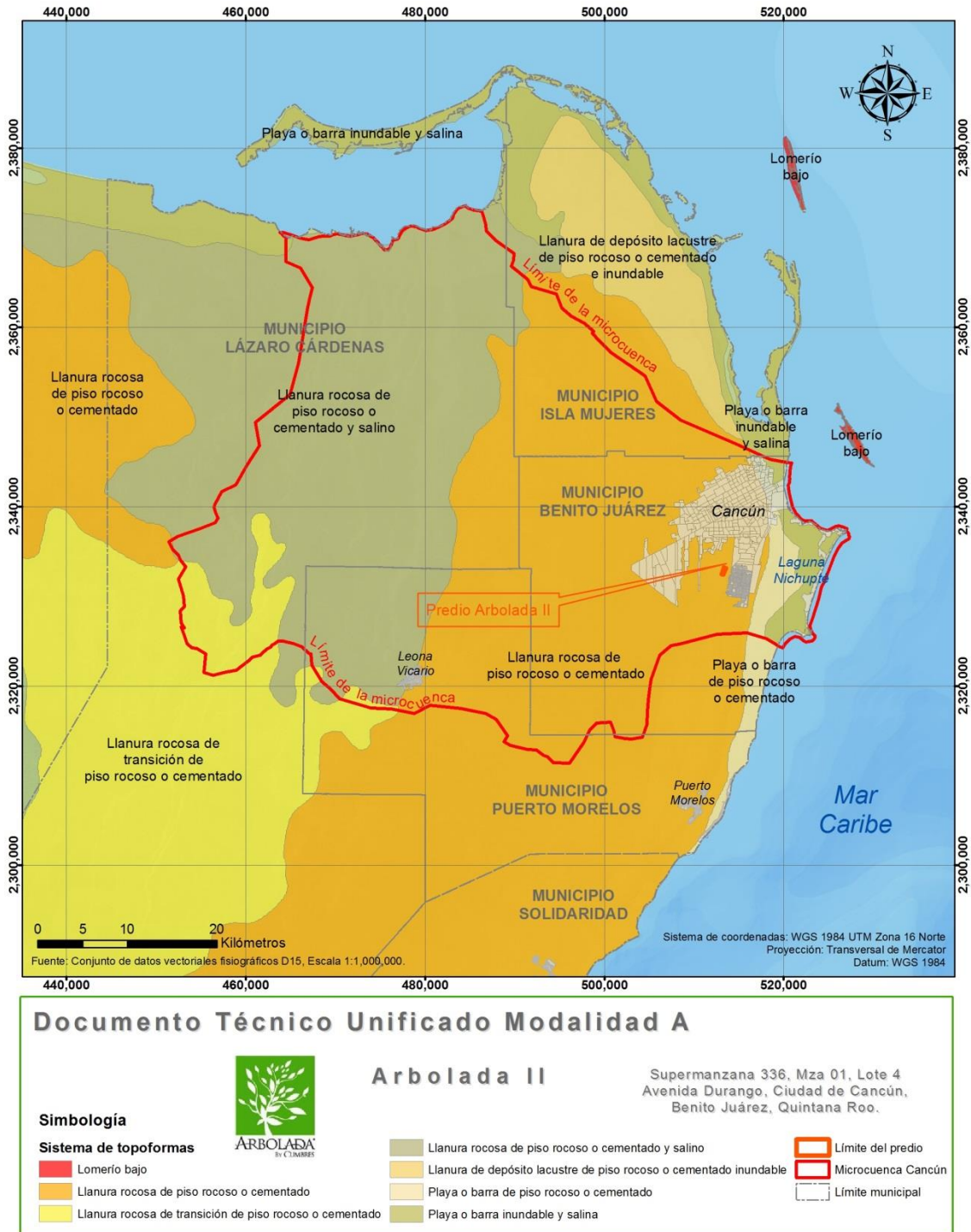


Figura IV:5. Paisajes geomorfológicos de la zona de estudio.

¹⁵ Tulczyk, M. S., E. Perry, Ch. E. Duller y M. Villasuso, 1993. Influence of the Holbox fracture on the karst geomorphology and hydrogeology of northern Quintana Roo, Yucatan Peninsula, Mexico. Applied Karst Geology, Beck (ed). Balkema, Rotterdam. Proceedings of the fourth Multidisciplinary Conference on Sinkholes and the Engineering and Environmental Impact of Karst Panama City/ Florida. 25-27 January 1993.

¹⁶ Southworth, C. S., 1994. Structural and hydrologic applications of remote sensing data, Eastern Yucatan Peninsula, México. Proceedings of the first multidisciplinary Conference on Sinkholes/Orlando, Florida. 15-17 oct 1984.

El mapa de unidades fisiográficas y topoformas generado por el INEGI¹⁷, al igual que el trabajo realizado por Bautista (*Op. Cit.*), diferencia tres topoformas de semejante distribución dentro de la microcuenca de estudio (**Figura IV:6**).



¹⁷ Conjunto de datos vectoriales fisiográficos de Quintana Roo, escala 1;1,000,000, Serie I.

IV.3.3 Geología

La Península de Yucatán es una plataforma parcialmente emergida, constituida por rocas carbonatadas y evaporíticas de edad Mesozoico Tardío y Cenozoico. La zona está constituida por sedimentos carbonatados marinos pertenecientes al Terciario y Cuaternario, las rocas más antiguas son calizas dolomitizadas, silicificadas y recristalizadas de coloración clara y con delgadas intercalaciones de margas y yesos. Localmente, estos materiales están constituidos por carbonatos de calcio de edad cuaternaria. Se presentan en forma de arenas finas retrabajadas por la acción del oleaje, parte de ellas son transportadas tierra adentro y dan lugar a la formación de eolianitas. Interdigitados con las eolianitas se encuentran arcillas calcáreas y lodo de manglar que, en conjunto, forman un paquete que se extiende prácticamente a todo lo largo de la costa, con un espesor medio de 10m. Estas rocas y materiales se encuentran descansando sobre calizas karstificadas de La Formación Carrillo Puerto del Terciario (**Figura IV:7**). Dicha formación se encuentra cubierta por una capa de sedimentos calcáreo-arcillosos, suaves, deleznales, que incluyen fragmentos de conchas y corales, y cuyo origen no ha sido claramente identificado. Este horizonte es característico de toda la Península de Yucatán.

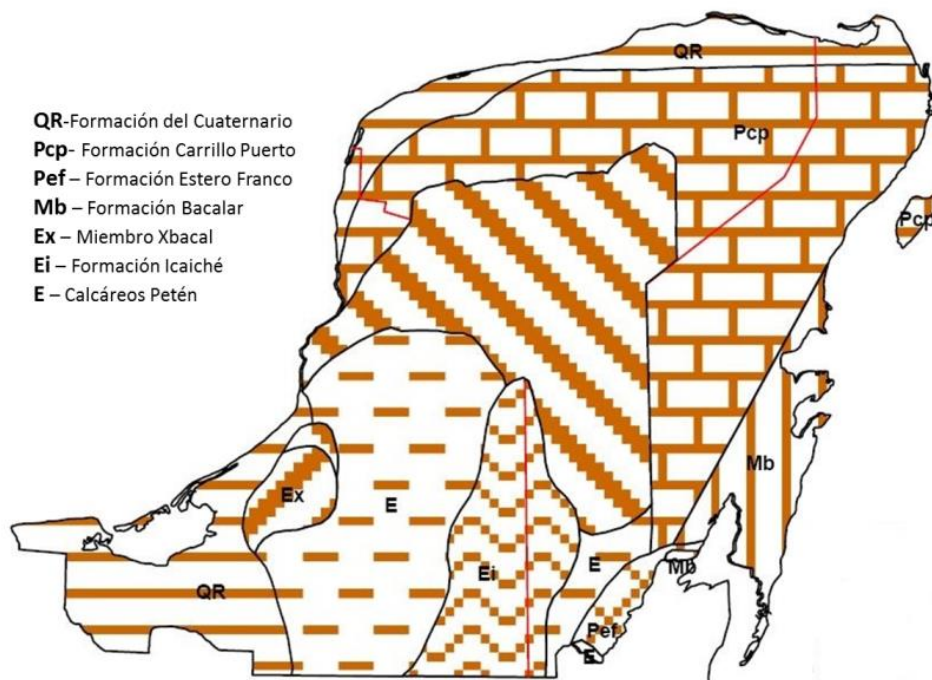


Figura IV:7. Formaciones Geológicas de la Península de Yucatán. Fuente: Butterlin J., y F. Bonet. (1963)¹⁸ En CONAGUA (2002)¹⁹.

¹⁸ Butterlin, J. y F. Bonet. 1963. Carta Geológica de la Península de Yucatán. Ingeniería Hidráulica en México. En Morán C. D., 1984. Geología de la República Mexicana

La mayor parte de la superficie de la Microcuenca Cancún pertenece a la formación Carrillo Puerto, mientras que las zonas costeras norte y este dentro de la misma son, desde el punto de vista geológico, una de las zonas más jóvenes (Terciario-Cuaternario), cuya génesis se finca en depósitos post arrecifales a base de dunas litorales y eolianitas que subyacen a la Formación Carrillo Puerto (CONAGUA óp. cit.).

De acuerdo con la cartografía del INEGI, en la Microcuenca Cancún únicamente se presentan rocas sedimentarias de tipo caliza, las cuales son las rocas constituidas por carbonato de calcio (>80% CaCO₃), pudiendo estar acompañada de: aragonito, sílice, dolomita, siderita y con frecuencia la presencia de fósiles, por lo que son de gran importancia estratigráfica. Por su contenido orgánico, arreglo mineral y textura existe en gran cantidad de clasificaciones en calizas. Sin embargo en ninguna se considera la presencia de material clástico. En los casos donde es considerable o relevante la presencia de clásticos se clasifica la caliza y el tamaño de la partícula determina el nombre secundario: caliza arcillosa, caliza arenosa y caliza conglomerada (INEGI, 2005)²⁰.

Cabe mencionar que las rocas presentes en la microcuenca de estudio son de periodos o sistemas diferentes, ya que se manifiestan rocas calizas del periodo cuaternario “Q(cz)”, rocas calizas del Plioceno “Tpl(cz)” y rocas calizas del Neógeno “Ts(cz). Asimismo existen zonas que se encuentran en etapa de pedogénesis en las que únicamente se manifiesta una acumulación de material granular suelto como producto de los procesos de erosión e intemperismo, a los cuales se les denomina en función de los lugares en que se depositan, de tal forma que estos son: suelos de tipo aluvial (al), suelo lacustre (la), suelo palustre (pa), suelo litoral (li) y suelo eólico (eo) cuya distribución se muestra en la **Figura IV:8**.

- Suelo aluvial. Suelo formado por el depósito de materiales sueltos (gravas y arenas) provenientes de rocas preexistentes, que han sido transportados por corrientes superficiales de agua. Este nombre incluye a los depósitos que ocurren en las llanuras de inundación y los valles de los ríos.
- Suelo lacustre. Es un suelo integrado por depósitos recientes que ocurre en lagos. Generalmente está formado por arcillas y sales.
- Suelo palustre. Está formado por materiales no consolidados, ricos en materia orgánica, que se han depositado en zonas pantanosas.
- Suelo litoral. Está formado por materiales sueltos que se acumulan en zonas costeras por la acción de las olas y las corrientes marinas (arenas de playa).
- Suelo eólico. Es un suelo integrado por la acumulación de material derivado de rocas preexistentes, que ha sido transportado por la acción del viento (forma un relieve conocido como dunas).

¹⁹ CONAGUA, 2002. Determinación de la disponibilidad de agua en el acuífero Cerros y Valles, Estado de Quintana Roo, Comisión Nacional del Agua, Subgerencia Técnica.

²⁰ INEGI, 2005. Guía para la interpretación de Cartografía Geológica.

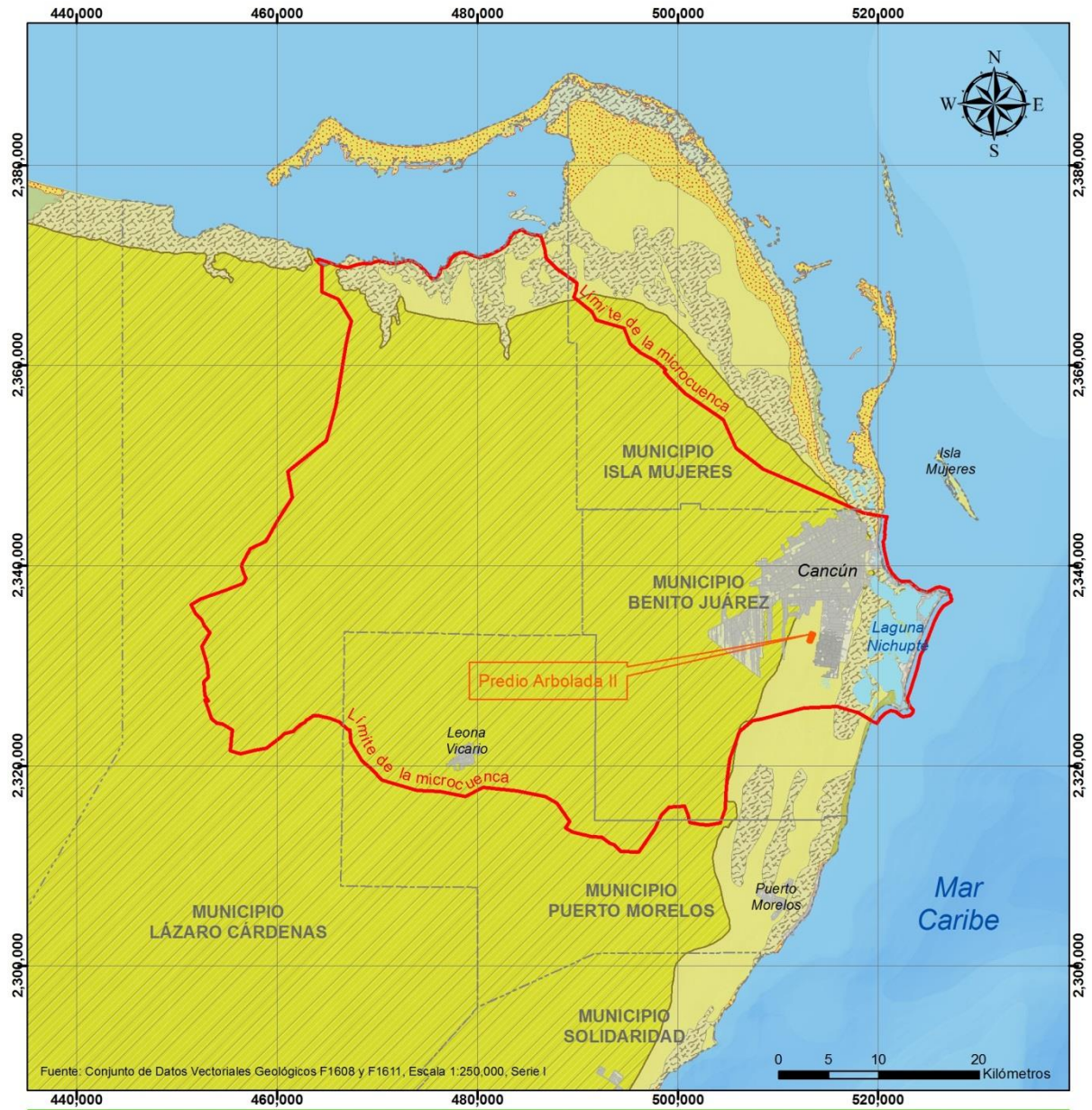


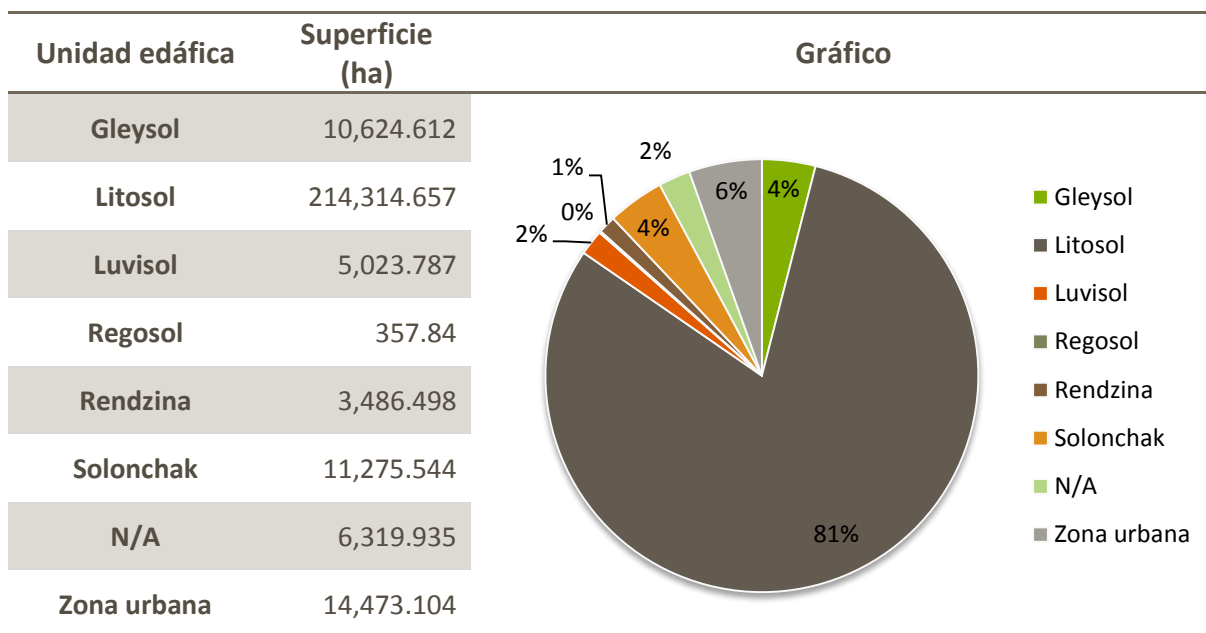
Figura IV:8. Paisajes geomorfológicos de la zona de estudio.

IV.3.4 Suelos

Al igual que en gran parte de la Península de Yucatán, el material geológico que dio origen a los suelos presentes en la microcuenca Cancún es de tipo sedimentario. Por otra parte Pope *et al.*, (1996)²¹ han correlacionado mapas de suelo y geología de la Península de Yucatán y reportaron una clara relación entre el tipo de suelo y la edad de la roca madre, en concordancia con la persistencia de suelo residual que es, en algunos casos, tan antiguo como el Eoceno, por lo cual concluye que existe una relación estrecha entre la distribución de los tipos de rocas madre y los grupos de suelo.

De acuerdo con la cartografía de INEGI En la microcuenca Cancún existen 5 grupos de suelo dominantes: Gleysol, Litosol (Leptosol), Luvisol, Rendzina y Solonchak, los cuales dan origen a 16 unidades edafológicas con características de diagnóstico únicas. El grupo de suelo que mayor superficie ocupa dentro de la microcuenca es Litosol (**Cuadro IV:1**).

Cuadro IV:1. Superficie ocupada por los grupos de suelo en la Microcuenca Cancún.



Fuente: Elaboración propia a partir geoprocesamiento de conjunto de datos vectoriales edafológicos del INEGI Serie I, escala 1:250,000.

A continuación se describen a detalle los grupos de suelo dominantes presentes en la microcuenca Cancún, que a diferencia de los descritos en la sección anterior, se encuentran definidos por sus características físico-químicas.

²¹ Pope, K. O., A. C. Ocampo, G. L. Kinsland, and R. Smith. 1996. Surface expression of the Chicxulub Crater. *Geology* 24:527-530.

- Gleysol mólico

Del ruso *gley*: pantano. Literalmente, suelo pantanoso. Estos suelos se encuentran en zonas donde se acumula y estanca el agua la mayor parte del año dentro de los 50 cm de profundidad. Se caracterizan por presentar, en la parte donde se saturan con agua, colores grises, azulosos o verdosos, que muchas veces al secarse y exponerse al aire se manchan de rojo. La vegetación natural que presentan generalmente es de pastizal y tular. En general son muy variables en su textura pero en la microcuenca predominan los arcillosos (textura fina), esto trae como consecuencia que presenten serios problemas de inundación durante épocas de intensa precipitación.

- Litosol (Leptosoles)

Del griego *lithos*: piedra. Literalmente, suelo de piedra. Al igual que en gran parte del país estos suelos son de los más abundantes en la Península de Yucatán y lo de mayor presencia en la microcuenca de estudio. Son suelos muy someros sobre roca continua y suelos extremadamente gravillosos y/o pedregosos. Se caracterizan por su profundidad menor de 10 centímetros, limitada por la presencia de roca, tepetate o caliche endurecido. Su fertilidad natural y la susceptibilidad a la erosión son muy variables dependiendo de otros factores ambientales, aunque los litosoles presentes en zonas llanas presentan menor fertilidad que los presentes en pendientes de colinas.

- Luvisol crómico

Del latín *lumi*, *luo*: lavar. Suelos con una diferenciación pedogenética de arcilla (especialmente migración de arcilla) entre un suelo superficial con menor y un subsuelo con mayor contenido de arcilla, arcilla de alta actividad y una alta saturación con bases a alguna profundidad, en la Microcuenca Cancún derivan de material parental no consolidado, principalmente depósitos aluviales. Se distribuyen algunas zonas bajas de la porción oeste de la microcuenca. Son suelos que se caracterizan por tener un enriquecimiento de arcilla en el subsuelo y son frecuentemente rojos o amarillentos, aunque también presentan tonos pardos, que no llegan a ser oscuros. De acuerdo con la FAO²², la mayoría de los Luvisoles son suelos fértiles y apropiados para un rango amplio de usos agrícolas, aunque los Luvisoles con alto contenido de limo son susceptibles al deterioro de la estructura lo cual los hace altamente susceptibles a la erosión. El calificador crómico hace referencia a que tiene dentro de 150 cm de la superficie, una capa subsuperficial, de 30 cm o más de espesor, con un hue Munsell más rojo que 7.5 YR o ambos, un hue de 7.5 YR y un croma, húmedo, de más de 4.

²² IUSS Grupo de Trabajo WRB. 2007. Base Referencial Mundial del Recurso Suelo. Primera actualización 2007. Informes sobre Recursos Mundiales de Suelos No. 103. FAO, Roma.

- Regosol calcárico

Del griego *reghos*: manto, cobija o capa de material suelto que cubre a la roca. 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. Se incluyen en este grupo los suelos arenosos costeros, siendo las zonas costeras el único lugar donde se distribuyen dentro de la microcuenca.

De acuerdo a la FAO *Op. Cit.*, los Regosoles forman un grupo remanente taxonómico que contiene todos los suelos que no pudieron acomodarse en alguno de los otros GSR. En la práctica, los Regosoles son suelos minerales muy débilmente desarrollados en materiales no consolidados que no tienen un horizonte mólico o úmbrico, no son muy someros ni muy ricos en gravas (Leptosoles), arenosos (Arenosoles) o con materiales flúvicos (Fluvisoles). El calificativo calcárico deriva del latín *calcareum*: calcáreo, haciendo referencia a que son suelos que tienen material calcárico entre 20 y 50 cm de la superficie o entre 20 cm y roca continua o una capa cementada o endurecida, dicho atributo los hace ricos en cal y nutrientes para las plantas (INEGI, 2004)²³.

- Rendzina

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, no tienen subunidades.

- Solonchak gléyico y Solonchak órtico

Del ruso *sol*: sal. Son suelos que tienen alta concentración de sales solubles en algún momento del año. Los Solonchaks están ampliamente confinados a zonas costeras en todos los climas (FAO, *op. cit.*). Al igual que los gleysoles su distribución dentro de la microcuenca se encuentra definida por las depresiones lineales paralelas originadas por la Fractura de Holbox, pero en este caso, en las secciones más cercanas a las zonas costeras del norte de la microcuenca.

²³ INEGI, 2004. Guía para la interpretación de cartografía edafológica.

En la **Figura IV:9** se muestra la distribución de cada uno de los grupos de suelos descritos dentro de la Microcuenca Cancún.



Figura IV:9. Paisajes geomorfológicos de la zona de estudio.

IV.4 MEDIO BIOLÓGICO

IV.4.1 Tipos de vegetación

De acuerdo con la Carta de uso de suelo y vegetación Serie IV del INEGI, en la microcuenca Cancún se presentan cinco principales tipos de vegetación: selva mediana subperennifolia, selva mediana subcaducifolia, selva mediana caducifolia, manglar y tular, cada uno de los cuales se presenta en diferentes estados de sucesión que dan origen a tipos de vegetación secundarios (**Cuadro IV:2 y Figura IV:10**).

Cuadro IV:2. Usos de suelo y vegetación presentes en la microcuenca Cancún

Clave INEGI	Uso de suelo	Superficie (ha)	% de la Microcuenca
ADV	Área desprovista de vegetación	11.05	0.004
AH	Asentamiento humano	14,877.89	5.60
H ₂ O	Cuerpo de agua	6,365.77	2.39
PC	Pastizal cultivado	3,244.38	1.22
SMQ	Selva mediana subperennifolia	63,996.50	24.07
SMS	Selva mediana subcaducifolia	18,230.87	6.86
TA	Agricultura de temporal de ciclo anual	114.92	0.04
VM	Vegetación de manglar	9,048.69	3.40
VSa/VM	Vegetación secundaria arbustiva de manglar	990.84	0.37
VSA/SMS	Vegetación secundaria arbórea derivada de selva mediana subcaducifolia	107.53	0.04
VSA/SMQ	Vegetación secundaria arbórea derivada de selva mediana subperennifolia	48,765.15	18.34
VSa/SMQ	Vegetación secundaria arbustiva de selva mediana subperennifolia	84,101.45	31.63
VSh/SMQ	Vegetación secundaria herbácea de selva mediana subperennifolia	2,583.48	0.97
VT	Vegetación de tular	9,093.49	3.42
ZU	Zona urbana	4,342.71	1.63
Total		265,874.72	100

Fuente: Elaboración propia a partir geoprocesamiento de conjunto de datos vectoriales de uso de suelo y vegetación del INEGI Serie IV, escala 1:250,000.

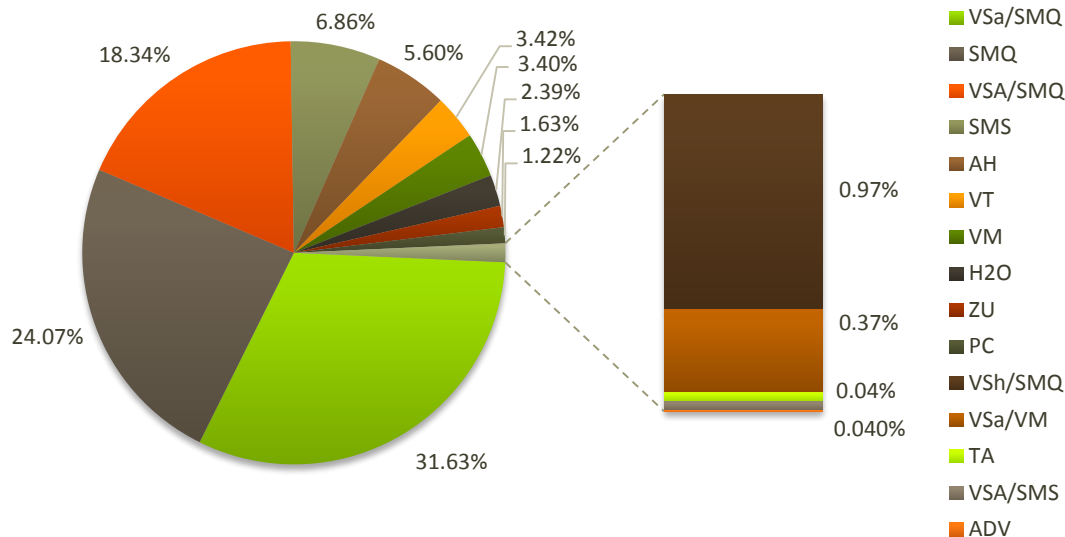


Figura IV:10. Usos de suelo y vegetación dentro de la microcuenca Cancún. Fuente: Elaboración propia a partir del geoprocesamiento (clipping) del conjunto de datos vectoriales de uso de suelo y vegetación Escala 1:250,000 Serie IV del INEGI.

- Selva mediana subperennifolia (SMQ)

Se caracteriza porque algunos árboles que la forman (alrededor de 25-50%) pierden sus hojas en lo más acentuado de la época seca. Este tipo de selva cubren áreas extensas con clima cálido (temperatura media anual superior a 20°C.) y subhúmedo (precipitación anual media superior a 1,200 mm.) con algunas lluvias en la temporada seca que es más marcada que en las zonas de selva perennifolia (Miranda y Hernández, 1963)²⁴. La selva mediana subperennifolia es el tipo de vegetación más extenso en el estado de Quintana Roo. Se distribuye de norte a sur y de este a oeste, en la porción oeste extrema colinda con la selva mediana subcaducifolia. En la microcuenca Cancún la SMQ, ocupa el 24.07%, distribuyéndose principalmente al suroeste (**Figura IV:11**).

Los árboles de esta comunidad tienen contrafuertes y poseen gran cantidad de epífitas y bejucos. Los árboles tienen una altura de entre 15 y 25 m, con troncos menos gruesos que los de la selva alta

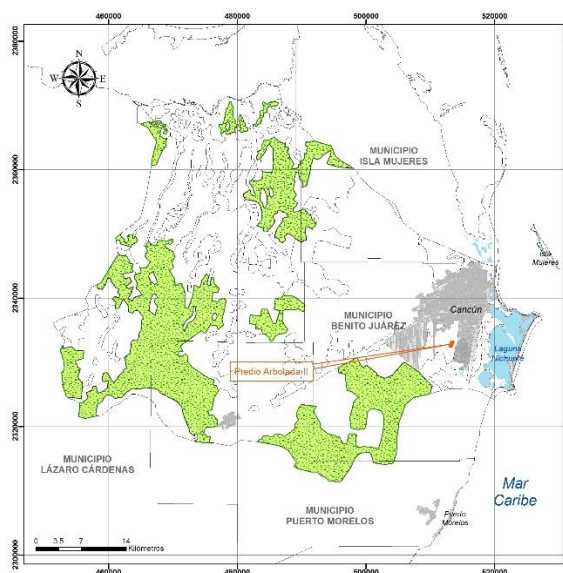


Figura IV:11. Distribución de la selva mediana subperennifolia en la microcuenca Cancún.

²⁴ Miranda F. y Hernández X. E. 1963. *Los tipos de vegetación de México y su clasificación*. UNAM-ENA. México, D.F.

perennifolia, aun cuando se trata prácticamente de las mismas especies. También presenta tres rangos de altura (árboles de 4 a 12 m, de 12 a 22 m y de 20 a 30 m). Las palmas forman parte de los estratos, especialmente del bajo y del medio. Las especies representativas para este tipo de vegetación son: *Lysiloma latisiliquum*, *Brosimum alicastrum* (ox, ramón, capomo), *Bursera simaruba* (chaka', palo mulato, jote, copal), *Manilkara zapota* (ya', zapote, chicozapote), *Vitex gaumeri* (ya'axnik), *Bucida buceras* (pukte'), *Alseis yucatanensis* (Ua'asché), *Carpodiptera floribunda*, entre otras. Las epífitas más comunes son algunos helechos y musgos, abundantes orquídeas, bromeliáceas y aráceas (INEGI, 2005)²⁵.

- Selva mediana subcaducifolia (SMS)

Esta comunidad vegetal se caracteriza porque entre el 50 y 75% de los árboles altos pierden sus hojas durante lo más álgido de la época seca (Miranda y Hernández, Op. Cit.). Esta selva se localiza al norte del estado de Quintana Roo y en el centro oeste, en el límite con Yucatán, franja donde alcanza su máximo desarrollo. En la microcuenca, la SMS ocupa el 6.86 %, distribuyéndose en el extremo noroeste (**Figura IV:12**). La altura promedio de los árboles es de entre 25 y 30 m. La densidad de los árboles y de la cobertura vegetal es

menor que la observada en las selvas perennifolias y subperennifolias.

El suelo que sustenta a este tipo de vegetación es particularmente rocoso, con afloramientos de yeso, así como calizas que dan origen a suelos oscuros, muy someros y pedregosos, con una pequeña capa de materia orgánica, formada por la gran cantidad de hojas que dejan caer los árboles (Miranda, 1959)²⁶. De acuerdo con la actualización del Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Benito Juárez las especies que se presentan en este tipo de vegetación son: *Bravaisia berlandieriana*, *Metopium brownei*,

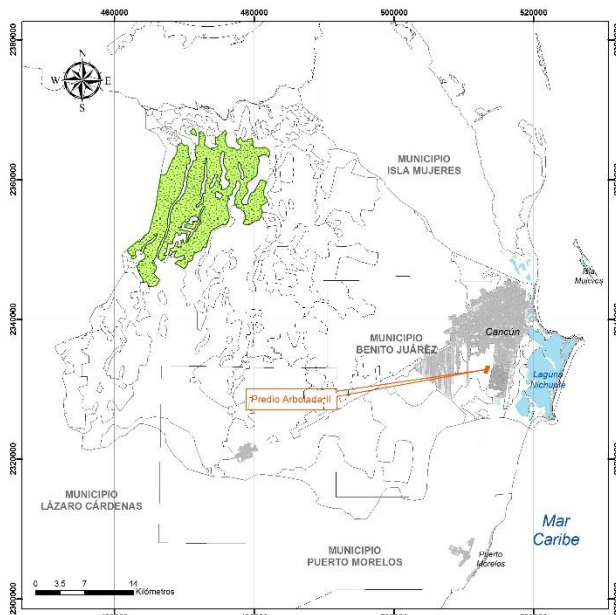


Figura IV:12. Distribución de las selvas medianas subcaducifolia en la microcuenca Cancún.

²⁵ INEGI. 2005. Guía para la interpretación cartográfica de uso del suelo y vegetación Serie III. INEGI, México, D.F.

²⁶ Miranda F. 1959. La vegetación de la Península de Yucatán, En: Beltrán E. Ed. *Los recursos naturales del sureste y su aprovechamiento*, pp. 215-271, Instituto Mexicano de Recursos Naturales Renovables, México.

Cameraria latifolia, *Plumeria obtusa*, *Crescentia cujete*, *Bursera simaruba*, *Tillandsia bulbosa*, *Acacia pennatula*, *Caesalpinia yucatanensis*, entre otras.

- Manglar (VT)

Esta comunidad se distribuye principalmente en la zona costera de la microcuenca, encontrándose colindante en algunas ocasiones con la duna costera, los tulares y las

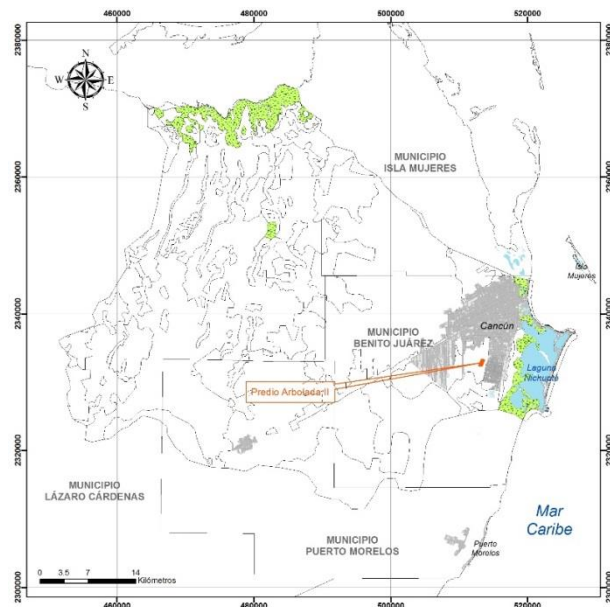


Figura IV:13. Distribución del manglar en la microcuenca Cancún

(*Conocarpus erectus*). A lo largo de la microcuenca se pueden diferenciar tres tipos de mangles descritos por Olmsted *et al.* (1983)²⁷ como manglar de franja, manglar mixto y manglar chaparro; los cuales se describen a continuación:

Manglar de franja: Se denomina así al pantano situado a lo largo del litoral, tanto en sitios expuestos a mar abierto como en torno a bahías y lagunas costeras. La altura de los mangles rojo, blanco y negro llega a ser en el municipio de hasta 12 m. Las características y composición de especies están determinadas por las perturbaciones del área, la profundidad del agua y la salinidad del suelo y agua. La especie que de manera característica se sitúa en las partes más elevadas es el mangle botoncillo. El manglar de franja marino está expuesto a la salinidad, el oleaje y las mareas, dominado principalmente por el mangle rojo y el negro. El manglar de franja lagunar se encuentra bordeando los litorales de las lagunas costeras o ríos a lo largo de toda la costa de la península, como ocurre en la laguna Nichupté.

²⁷ Olmsted C. I., López A. y Durán R. 1983. Vegetación de Sian Ka'an. En: CIQROO. Ed. *Sian Ka'an, estudios preliminares de una zona en Quintana Roo propuesta como Reserva de la Biosfera*, pp. 63-83, Centro de Investigaciones Científicas de Quintana Roo A.C., Quintana Roo.

Manglar mixto: Dependiendo de su localización y características, se considera como manglar mixto aquellos que pueden incluirse dentro de la clasificación de manglar de ciénaga baja y al manglar de las lagunas fósiles. El primer tipo suele formar islotes arbóreos en las ciénagas, que se inundan o se secan según el régimen hidrológico de éstas. Permanece inundado la mayor parte del año, sobre todo en época lluviosa. Los valores de salinidad pueden ser muy elevados, sobre todo en la época de sequía cuando disminuyen los niveles de inundación. La principal especie en esta comunidad es el mangle negro, seguido en importancia por el mangle rojo.

Manglar chaparro: Esta comunidad vegetal se establece en suelos margosos (marga: roca sedimentaria de dureza moderada, formada por carbonato de calcio y arcilla), con alto contenido de carbonato de calcio, producto en gran medida de la precipitación provocada por la acción de las algas verde azules del periphyton, son extremadamente pobres en nutrientes, lo cual determina su estructura ya que no alcanzan más de 1 a 2 m de altura, con manchones que miden hasta 3 m en lugares donde se acumula materia orgánica, siendo que las especies que lo componen ya sea mangle rojo, blanco, negro o botoncillo, normalmente crecen como grandes árboles. Esta es una vegetación que puede ser sumamente densa e infranqueable donde las ramas de los individuos se entrelazan, o por el contrario, puede encontrarse en densidades bajas con una dispersión de individuos de hasta 3 m.

- Comunidades secundarias

Son aquellas originadas por la destrucción de la vegetación primaria, que puede encontrarse en recuperación tendiendo al estado original; en otros casos presenta un aspecto y composición florística diferente. Se desarrollan en zonas desmontadas para diferentes usos y en áreas agrícolas abandonadas. En un principio se forman matorrales perennifolios, pero con el tiempo pasan a selvas secundarias, que cuando son suficientemente altas, se confunden con selvas primarias a las que sustituyen. Por lo general estas selvas secundarias se distinguen por las especies arbóreas que las forman, que son árboles de crecimiento muy rápido y de maderas blandas, como los guarumbos o chancarros (*Cecropia* sp.) majahuas (*Heliocarpus* sp.), sangregado (*Croton*

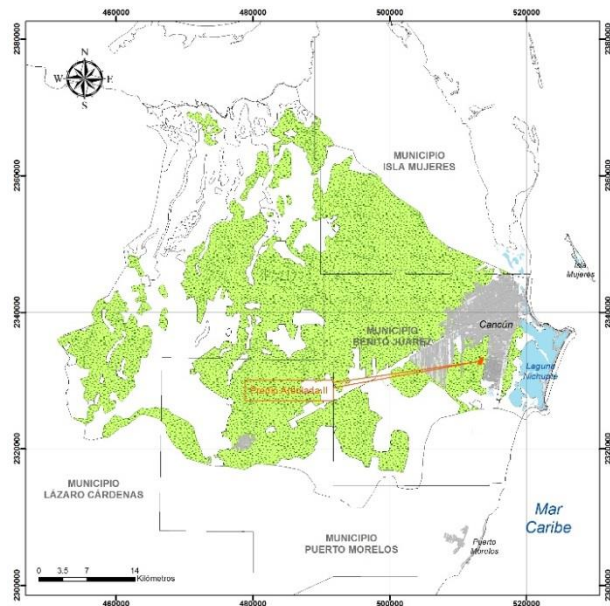


Figura IV:14. Distribución de la vegetación secundaria en la microcuenca Cancún

draco), Guanacaste (*Schizolobium parahybum*), entre otros. La reversión a la selva primaria puede realizarse con suficiente tiempo si la alteración no ha sido muy profunda y si las causas de destrucción dejan de actuar.

En la microcuenca Cancún se registra vegetación secundaria de manglar en estado sucesional arbustiva, selva mediana subperennifolia herbácea, arbustiva y arbórea, y vegetación secundaria arbórea derivada de selva mediana subcaducifolia; en conjunto ocupan el 51% de la superficie total de la microcuenca (**Figura IV:14**). La mejor representada es la vegetación secundaria arbustiva derivada de selva mediana subperennifolia con el 31%, distribuyéndose principalmente en el centro de la microcuenca.

- **Tular (VT)**

El tular está constituido por agrupaciones densas de plantas herbáceas, pero cuyas hojas largas y angostas, o bien buena parte de los tallos (cuando carecen de hojas), sobresalen

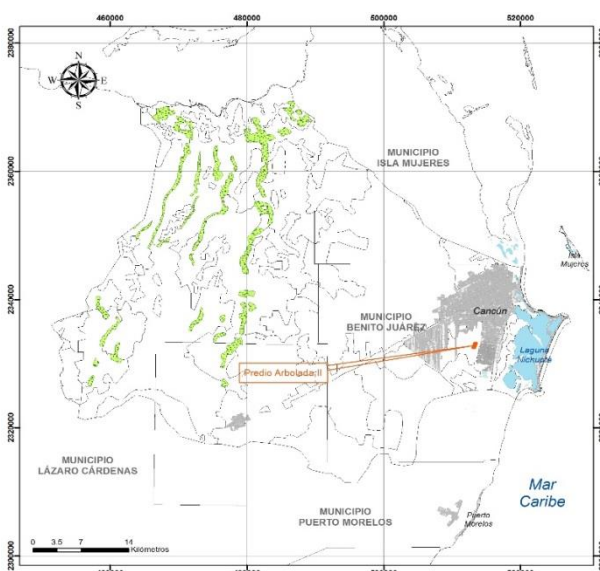


Figura IV:15. Distribución de la selva mediana subcaducifolia en la microcuenca Cancún

de la superficie del agua (helófitos). En esta comunidad se incluyen también las agrupaciones de plantas herbáceas adaptadas a inundaciones temporales constituidas principalmente por monocotiledóneas de 20 cm hasta 2.5 m de altura de hojas alargadas y angostas (gramíneas y cyperáceas). Se desarrolla en zonas inundadas con agua dulce o salobre, en terrenos bajos, por lo general con humedad permanente.

En la Microcuenca Cancún el tular se distribuye al norte de la microcuenca, en franjas de norte a sur (**Figura IV:15**); este tipo de vegetación está constituido básicamente por plantas de tule (*Typha domingensis*), aunque también se pueden encontrar manchones de carrizales con dominancia de *Phragmites australis*, y *Cladium jamaicense*.

Finalmente, en la **Figura IV:16** se representan cada uno de los tipos de vegetación presenten en la microcuenca Cancún, de acuerdo con la carta de Uso de Suelo y Vegetación Serie IV INEGI.

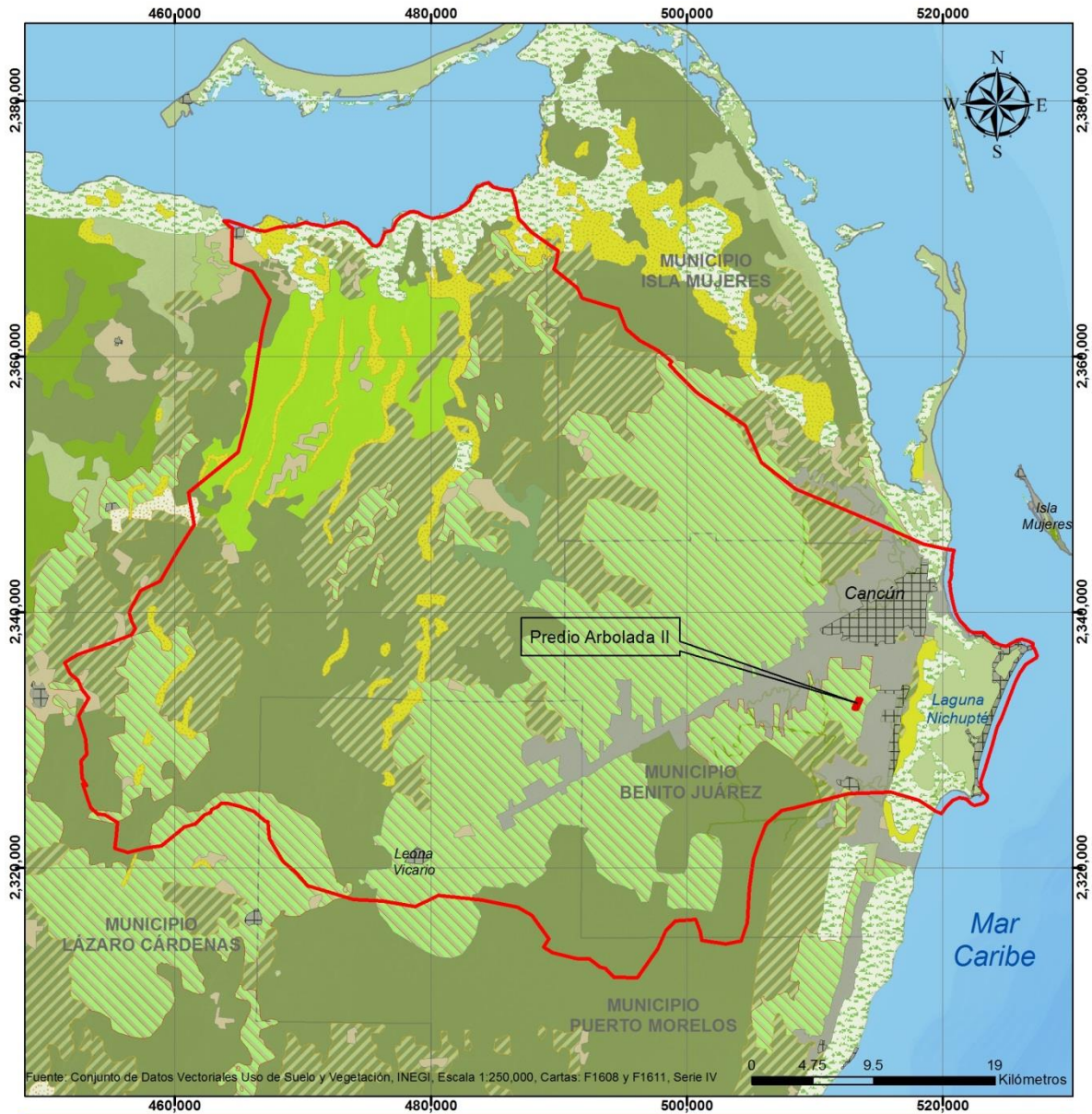


Figura IV:16. Mapa de uso de suelo y vegetación. Fuente: Elaboración propia a partir de las Cartas de Uso de Suelo y Vegetación F16-08 y F16-11 escala 1:250,000 INEGI, Serie IV.

IV.4.1.1 Metodología

- Sitios de muestreo

Con el fin de estimar índices de importancia y diversidad de los ecosistemas forestales presentes en la microcuenca se llevó a cabo un muestreo considerando diversos sitios testigo dentro de la misma. Dichos sitios fueron establecidos en vegetación secundaria y primaria de selva mediana subperennifolia, y dada la extensión de la misma, en total fueron establecidos 42 sitios cuyas coordenadas de ubicación se presentan en el **Cuadro IV:3**.

Cuadro IV:3. Coordenadas de los sitios testigos dentro de la Microcuenca Cancún.

SITIO	Número	X	Y
Parque Kabah	1	516,727	2,337,873
Parque Kabah	2	516,645	2,337,872
Parque Kabah	3	517,017	2,338,221
Norte Cancún	4	501,043	2,341,847
Norte Cancún	5	504,508	2,336,816
Norte Cancún	6	502,206	2,339,451
Norte Cancún	7	502,232	2,335,131
Este Cancún	8	511,672	2,334,609
Este Cancún	9	511,661	2,334,484
Este Cancún	10	511,646	2,334,335
Este Cancún	11	511,717	2,334,555
Este Cancún	12	511,729	2,334,404
Este Cancún	13	511,786	2,334,498
Este Cancún	14	511,818	2,334,570
Este Cancún	15	511,796	2,334,322
Este Cancún	16	511,855	2,334,416
Este Cancún	17	511,914	2,334,512
Este Cancún	18	511,898	2,334,338
Este Cancún	19	511,982	2,334,431
Este Cancún	20	512,014	2,334,503
Este Cancún	21	512,001	2,334,357
Este Cancún	22	511,968	2,334,282
Noroeste Cancún	23	496,534	2,342,655
Noroeste Cancún	24	496,335	2,343,049
Noroeste Cancún	25	497,738	2,342,651

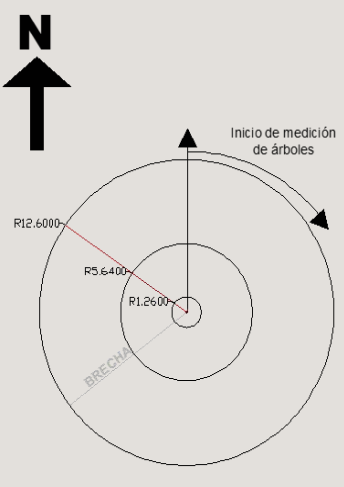
SITIO	Número	X	Y
Noroeste Cancún	26	497,455	2,343,476
Noroeste Cancún	27	497,471	2,343,654
Noroeste Cancún	28	498,291	2,344,177
Noroeste Cancún	29	498,282	2,343,438
Noroeste Cancún	30	498,266	2,342,086
Noroeste Cancún	31	496,326	2,344,235
Noroeste Cancún	32	496,289	2,342,064
Noroeste Cancún	33	496,340	2,342,172
Noroeste Cancún	34	496,392	2,342,315
Sur Cancún	35	514,801	2,320,932
Sur Cancún	36	514,825	2,320,943
Sur Cancún	37	514,838	2,320,971
Sur Cancún	38	514,847	2,321,016
Sur Cancún	39	514,853	2,321,050
Sur Cancún	40	506,849	2,323,663
Sur Cancún	41	491,063	2,309,126
Sur Cancún	42	491,129	2,309,051

- Levantamiento de vegetación

El levantamiento de vegetación consistió en la identificación de un punto de muestreo, este punto sirvió como centro de tres sitios circulares. El punto inicial se ubicó con dirección al norte, a partir de éste se marcaron los individuos a favor de las manecillas del reloj, del mismo modo para el resto de los sitios.

El primer sitio tuvo como objetivo registrar las características dasométricas del arbolado con diámetro normal mayor o igual a 10 cm, en una radio de 12.6 m, por tanto superficie de 500 m². Mientras, el segundo sitio, con superficie de 100 m² y radio de 5.64 m, el objetivo principal fue registrar los individuos presentes en el estrato arbustivo; es decir, los individuos con diámetro normal mayor o igual a 5 y menores a 10 cm. Finalmente, el tercer sitio contó con una superficie de 5 m² y radio de 1.26 m, el objetivo fue registrar las especies dentro del estrato herbáceo con diámetros menor o igual a 5 cm (**Cuadro IV:4**).

Cuadro IV:4. Síntesis de las características de muestreo para el levantamiento forestal en los sitios de muestreo.

DINAMICA DE MUESTREO	SUPERFICIE DEL SITIO	PARÁMETROS PARA LA TOMA DE DATOS	VARIABLES REGISTRADAS
	500 m ² Radio de 12.6 m	Diámetro normal ≥ 10 cm.	<ul style="list-style-type: none"> • Altura total • Altura al fuste limpio • Plantas epífitas • Forma de fuste • Estado o condición
	100 m ² Radio de 5.64 m	Diámetro normal ≥ 5 cm y <10	<ul style="list-style-type: none"> • Altura total • Altura al fuste limpio • Forma de fuste • Estado o condición
	5 m ² Radio de 1.26 m	Diámetro normal < 5 cm.	<ul style="list-style-type: none"> • Cobertura • Altura total

En cada uno de los sitios se registró el número de especies, el número de individuos y la cobertura. Luego, se calcularon por estrato los atributos que definen la estructura biológica de una comunidad (Riqueza de especies, abundancia, densidad, dominancia y frecuencia). Posteriormente, se obtuvo el índice de riqueza específica de Margalef; el índice de diversidad de Simpson, el índice de equidad y diversidad de Shannon-Wiener y el Índice de Valor de Importancia (IVI) de cada especie.

- Estimación de los índices

El índice de Margalef es una forma sencilla de medir la biodiversidad ya que proporciona datos de riqueza de especies de la vegetación. Mide el número de especies por número de individuos especificados o la cantidad de especies por área en una muestra (Magurran, 1998)²⁸. La expresión matemática es la siguiente:

$$D_{Mg} = \frac{S-1}{\ln N}$$

Donde:

S=Número de especies

N=Número total de individuos

Por ende, el valor mínimo de este índice es 0, y ocurre cuando solo existe una especie en el sitio. Por otra parte, el índice de Simpson considera la probabilidad de que dos individuos de la población seleccionados al azar sean de la misma especie (Smith y Smith,

²⁸ Magurran A. E. 2013. *Measuring biological diversity*. Blackwell Science, Oxford.

2007)²⁹. Indica la relación existente entre riqueza o número de especies y la abundancia o número de individuos por especie. El índice de dominancia de Simpson se estima mediante la siguiente expresión:

$$D = \frac{\sum ni(ni-1)}{N(N-1)}$$

Donde:

D=Dominancia

ni=Número de individuos por especie

N=Número total de individuos

Lo anterior, parte de que un sistema es más diverso cuanto menos dominancia de especies hay, y por ende la distribución es más equitativa. A través de este índice, el valor de 0 corresponde a una diversidad infinita y 1 sin diversidad; es decir, a mayor valor de dominancia (D), menor diversidad. Para mejor interpretación numérica, a menudo se emplea sustraer de 1 el valor de D. Por tanto, el índice de diversidad de Simpson, se expresa mediante la siguiente ecuación:

$$S = 1 - D$$

De este modo, los valores del índice varían entre 0 y 1, donde 1 es el máximo.

Además del índice de diversidad de Simpson, se calculó el **índice de Shannon** (Shannon y Weaver 1964)³⁰ el cual evalúa el grado de incertidumbre respecto a que dos individuos de la muestra pertenezcan a la misma especie, por lo que su valor es proporcional al grado de equidad entre las especies, y se calcula con la siguiente expresión:

$$H' = - \sum_{i=1}^S (p_i * \ln p_i)$$

Donde:

S=Número de especies

p_i=Proporción de individuos de la especie i respecto al total de individuos (es decir la abundancia relativa de la especie i: n_i/N)

n_i=Número de individuos de la especie i

N=Número de todos los individuos de todas las especies

Ln=Logaritmo natural

²⁹ Smith T.M. y Smith R.L. 2007. *Ecología Sexta edición*. Editorial Pearson. Madrid, España.

³⁰ Shannon C. E. y Weaver W. 1964. *The Mathematical Theory of Communication*. University of Illinois Press, Urbana.

Este índice se expresa con un número positivo, que en la mayoría de los ecosistemas naturales varía entre 0,5 y 5, aunque su valor normal está entre 2 y 3; valores inferiores a 2 se consideran bajos y superiores a 3 son altos (Pla, 2006)³¹.

Derivado de este índice, se puede determinar la equitatividad de Shannon, mediante la siguiente expresión matemática:

$$E = H / \ln S$$

Donde:

H=Índice de Shannon

Ln=Logaritmo natural

S= Riqueza

Este varía entre 0 y 1, donde 0 significa una equidad baja y 1 significa la máxima equidad, es decir, que todas las especies son igualmente abundantes (Pielou, 1966)³².

Finalmente, el Índice de Valor de Importancia (I.V.I) define cuáles de las especies presentes contribuyen en el carácter y estructura de un ecosistema (Curtis y McIntoch, 1951)³³. El I.V.I se calcula mediante la sumatoria de la densidad, frecuencia y dominancia relativa.

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

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

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

Cabe destacar que en una comunidad vegetal los árboles pequeños o sotobosques pueden ser superiores numéricamente, aunque la mayor parte de la biomasa pertenece a unos pocos árboles grandes que ensombrecen a los más pequeños. Por tal razón, se busca

³¹ Pla, L. 2006. Biodiversidad: inferencia basada en el índice de Shannon y la riqueza. *Interciencia*, **31**:583-590.

³² Pielou, E. C. 1966. The measurement of diversity in different types of biological collections. *Journal of theoretical biology*, **13**:131-144.

³³ Curtis J.T. y McIntosh R.P. 1951. An upland forest continuum in the Prairie-Forest border region of Wisconsin. *Ecology*, **32**:476-496.

definir la dominancia según alguna combinación de características que incluyan tanto al número como al tamaño de los individuos (Smith y Smith, Op. Cit.)³⁴. Razón por la cual, para el cálculo de la dominancia absoluta del estrato arbóreo y arbustivo se utilizó el área basal y para el estrato herbáceo la cobertura de copa.

IV.4.1.2 RESULTADOS

IV.4.1.2.1 Riqueza florística

De acuerdo con los inventarios de flora presentados en las fases de caracterización del Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Benito Juárez tanto del 2005 como su actualización en 2014³⁵, en dicho municipio existen 266 especies de plantas vasculares.

Sin embargo, dado que dicho municipio representa una fracción de la extensión total de la microcuenca Cancún el listado fue complementado con los resultados preliminares reportados en el plan de manejo para el Área de Protección de Flora y Fauna Sistema Lagunar Nichupté y el Área de Protección de Flora y Fauna Yum Balam, así como los datos preliminares reportados en el Inventario Nacional Forestal y de Suelos 2004-2009, utilizando, de este último, únicamente los conglomerados que se ubicaron dentro de los límites de la microcuenca (**Figura IV:17**).

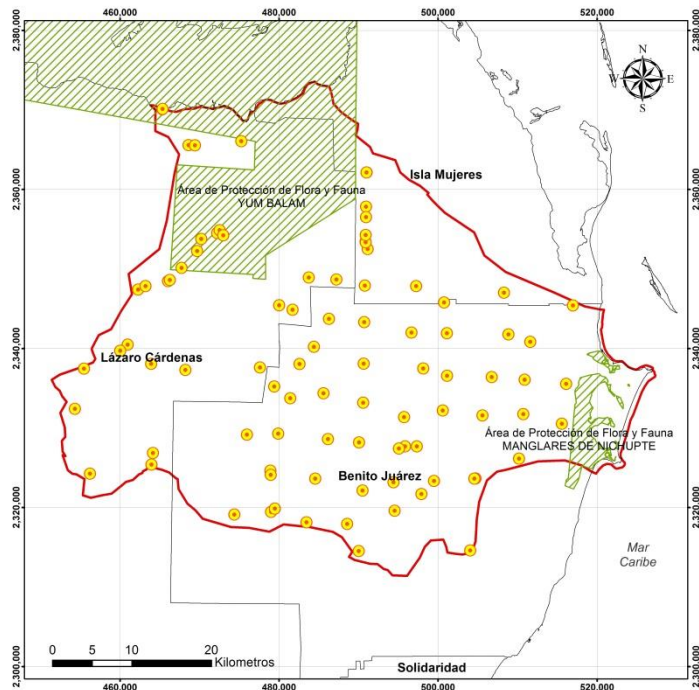


Figura IV:17. Conglomerados del Inventario Nacional Forestal y de Suelos 2004-2009. Fuente: Elaboración propia a partir del listado de especies reportadas en el Inventario Nacional Forestal consultado en www.cnf.gob.mx/infys (consultado en Junio de 2011).

³⁴ Smith T.M. y Smith R.L. 2007. *Ecología Sexta edición*. Editorial Pearson. Madrid, España.

³⁵ Periódico Oficial del estado de Quintana Roo. 2014. Modificación del Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Benito Juárez, Quintana Roo. <<http://sema.groo.gob.mx/bitacora/index.php/descargas-de-ordenamientos-y-plaes-de-manejo/programa-de-ordenamiento-ecologico-local-del-municipio-de-benito-juarez#>> (Consultado abril 2016)

De tal forma que, el listado florístico de la microcuenca Cancún fue enriquecido, encontrándose una riqueza total de 459 especies, 313 géneros y 97 familias, cuyo listado se presenta en el **Cuadro IV:5**.

Cuadro IV:5. Listado de especies vegetales reportadas por diversas fuentes dentro de la Microcuenca Cancún.

FAMILIA	ESPECIE	INFyS	POEL-05	POEL-14
Acanthaceae	<i>Avicennia germinans</i>			X
Acanthaceae	<i>Bravaisia berlandieriana</i>			X
Acanthaceae	<i>Bravaisia tubiflora</i>		X	
Acanthaceae	<i>Elytraria sp.</i>	X		
Acanthaceae	<i>Ruellia nudiflora</i>			X
Acanthaceae	<i>Tetramerium nervosum</i>	X		X
Agavaceae	<i>Agave angustifolia</i>		X	
Aizoaceae	<i>Sesuvium portulacastrum</i>			X
Amaranthaceae	<i>Iresine diffusa</i>		X	
Amaryllidaceae	<i>Hymenocallis littoralis</i>			X
Anacardiaceae	<i>Astronium graveolens</i>	X	X	
Anacardiaceae	<i>Metopium brownei</i>	X	X	
Anacardiaceae	<i>Spondias mombin</i>	X	X	
Annonaceae	<i>Annona glabra</i>		X	
Annonaceae	<i>Annona squamosa</i>		X	
Annonaceae	<i>Malmea depressa</i>	X	X	
Annonaceae	<i>Mosannonna depressa</i>			X
Annonaceae	<i>Oxandra lanceolata</i>			X
Annonaceae	<i>Sapranthus campechianus</i>			X
Asclepiadaceae	<i>Asclepias curassavica</i>			X
Apocynaceae	<i>Cameraria latifolia</i>		X	
Apocynaceae	<i>Cascabela gaumeri</i>			X
Apocynaceae	<i>Echites umbellata</i>		X	
Apocynaceae	<i>Echites yucatanensis</i>		X	
Apocynaceae	<i>Mandevilla subsagittata</i>			X
Apocynaceae	<i>Plumeria obtusa</i>		X	
Apocynaceae	<i>Plumeria rubra</i>	X		X
Apocynaceae	<i>Rhabdadenia biflora</i>			X
Apocynaceae	<i>Stemmadenia donnell-smithii</i>	X		X
Apocynaceae	<i>Tabernaemontana alba</i>	X		X
Apocynaceae	<i>Thevetia gaumeri</i>	X	X	
Apocynaceae	<i>Thevetia peruviana</i>	X		X
Araceae	<i>Anthurium schlechtendalii</i>		X	
Araceae	<i>Syngonium schlechtendalii</i>			X
Araliaceae	<i>Dendropanax arboreus</i>	X	X	
Areaceae	<i>Acoelorrhaphe wrightii</i>			X

FAMILIA	ESPECIE	INFyS	POEL-05	POEL-14
Arecaceae	<i>Chamaedorea seifrizii</i>	X	X	
Arecaceae	<i>Coccothrinax readii</i>		X	
Arecaceae	<i>Cocos nucifera</i>			X
Arecaceae	<i>Pseudophoenix sargentii</i>			X
Arecaceae	<i>Roystonea regia</i>			X
Arecaceae	<i>Sabal yapa</i>	X		
Arecaceae	<i>Thrinax radiata</i>	X	X	
Aristolochiaceae	<i>Aristolochia grandiflora</i>		X	
Aristolochiaceae	<i>Aristolochia trilobata</i>		X	
Asclepiadaceae	<i>Aasclepias curassavica</i>		X	
Asclepiadaceae	<i>Sarcostemma clausum</i>		X	
Asteraceae	<i>Ageratum maritimum</i>			X
Asteraceae	<i>Ambrosia hispida</i>			X
Asteraceae	<i>Bidens pilosa</i>		X	
Asteraceae	<i>Calea sp.</i>	X	X	
Asteraceae	<i>Conyza bonariensi</i>		X	
Asteraceae	<i>Critonia daleoides</i>			X
Asteraceae	<i>Eupatorium albicaules</i>	X	X	
Asteraceae	<i>Flaveria linearis</i>			X
Asteraceae	<i>Melanthera nivea</i>		X	
Asteraceae	<i>Montanoa atriplicifolia</i>		X	
Asteraceae	<i>Parthenium hysterophorus</i>		X	
Asteraceae	<i>Pluchea odorata</i>		X	
Asteraceae	<i>Pluchea symphytifolia</i>		X	
Asteraceae	<i>Porophyllum punctatum</i>		X	
Asteraceae	<i>Sonchus oleraceus</i>		X	
Asteraceae	<i>Tridax procumbens</i>		X	
Asteraceae	<i>Viguiera dentata</i>		X	
Bataceae	<i>Batis maritima</i>			X
Bignoniaceae	<i>Amphilophium paniculatum</i>		X	
Bignoniaceae	<i>Arrabidaea floribunda</i>			X
Bignoniaceae	<i>Arrabidaea podopogon</i>			X
Bignoniaceae	<i>Crescentia cujete</i>		X	
Bignoniaceae	<i>Cydista diversifolia</i>		X	
Bignoniaceae	<i>Cydista potosina</i>		X	
Bignoniaceae	<i>Stizophyllum riparium</i>			X
Bignoniaceae	<i>Tabebuia chrysantha</i>			X
Bignoniaceae	<i>Tabebuia rosea</i>			X
Bignoniaceae	<i>Tecoma stans</i>	X		X
Bombacaceae	<i>Ceiba aesculifolia</i>	X	X	
Bombacaceae	<i>Ceiba pentandra</i>		X	
Boraginaceae	<i>Bourreria ovata</i>		X	

FAMILIA	ESPECIE	INFYS	POEL-05	POEL-14
Boraginaceae	<i>Cordia alliodora</i>	X	X	
Boraginaceae	<i>Cordia dodecandra</i>		X	
Boraginaceae	<i>Cordia gerascanthus</i>			X
Boraginaceae	<i>Cordia sebestena</i>			X
Boraginaceae	<i>Heliotropium angispermum</i>		X	
Boraginaceae	<i>Heliotropium curassavicum</i>		X	
Boraginaceae	<i>Tournefortia gnaphalodes</i>			X
Brassicaceae	<i>Cakile edentula</i>			X
Bromeliaceae	<i>Aechmea bracteata</i>		X	
Bromeliaceae	<i>Bromelia aisodes</i>		X	
Bromeliaceae	<i>Bromelia karatas</i>		X	
Bromeliaceae	<i>Bromelia pinguin</i>			X
Bromeliaceae	<i>Tillandsia bulbosa</i>		X	
Bromeliaceae	<i>Tillandsia dasyliriifolia</i>		X	
Bromeliaceae	<i>Tillandsia fasciculata</i>		X	
Bromeliaceae	<i>Tillandsia streptophylla</i>			X
Burseraceae	<i>Bursera simaruba</i>	X	X	
Burseraceae	<i>Bursera trifoliolata</i>	X		X
Burseraceae	<i>Protium copal</i>	X	X	
Cactaceae	<i>Acanthocereus tetragonus</i>			X
Cactaceae	<i>Nopalea gaumeri</i>		X	
Cactaceae	<i>Rhipslis baccifera</i>		X	
Cactaceae	<i>Selenicereus grandiflorus</i>			X
Cactaceae	<i>Selenicereus testudo</i>		X	
Cactaceae	<i>Selenicereus denkearii</i>		X	
Cactaceae	<i>Strophocactus testudo</i>			X
Canellaceae	<i>Canella winterana</i>			X
Capparaceae	<i>Forchhammeria trifoliata</i>	X		X
Capparidaceae	<i>Capparis cynophallophora</i>		X	
Capparidaceae	<i>Capparis flexuosa</i>		X	
Capparidaceae	<i>Capparis incana</i>		X	
Caricaceae	<i>Carica papaya</i>		X	
Casuarinaceae	<i>Casuarina equisetifolia</i>			X
Cecropiaceae	<i>Cecropia obtusifolia</i>		X	
Cecropiaceae	<i>Cecropia peltata</i>	X	X	
Celastraceae	<i>Crossopetalum gaumeri</i>			X
Celastraceae	<i>Hippocratea voluvilis</i>			X
Celastraceae	<i>Maytenus guatemalensis</i>			X
Chrysobalanaceae	<i>Chrysobalanus icaco</i>	X		X
Clusiaceae	<i>Clusia salvinii</i>		X	
Clusiaceae	<i>Garcinia intermedia</i>			X
Combretaceae	<i>Conocarpus erectus</i>			X

FAMILIA	ESPECIE	INFyS	POEL-05	POEL-14
Combretaceae	<i>Laguncularia racemosa</i>			X
Combretaceae	<i>Terminalia cattapa</i>			X
Combretaceae	<i>Terminalia molinetti</i>			X
Commelinaceae	<i>Commelina elegans</i>		X	
Commelinaceae	<i>Commelina erecta</i>			X
Commelinaceae	<i>Rhoeo discolor</i>		X	
Commelinaceae	<i>Tradescantia spathacea</i>			X
Connaraceae	<i>Rourea glabra</i>		X	
Convolvulaceae	<i>Convolvulus nodiflora</i>			X
Convolvulaceae	<i>Ipomea alba</i>			X
Convolvulaceae	<i>Ipomea imperati</i>			X
Convolvulaceae	<i>Ipomea indica</i>		X	X
Convolvulaceae	<i>Ipomea pes-caprae</i>			X
Convolvulaceae	<i>Ipomea stolonifera</i>		X	
Convolvulaceae	<i>Ipomea steerei</i>		X	
Convolvulaceae	<i>Jacquemontia pentantha</i>		X	
Convolvulaceae	<i>Jacquemontia verticillata</i>		X	
Cruciferae	<i>Lepidium virginicum</i>		X	
Cucurbitaceae	<i>Cionosicyos exicisus</i>			X
Cyperaceae	<i>Cladium jamaicense</i>			X
Cyperaceae	<i>Cyperus ligularis</i>		X	
Cyperaceae	<i>Eleocharis cellulosa</i>			X
Cyperaceae	<i>Fimbristylis sp</i>			X
Dioscoreaceae	<i>Dioscorea sp</i>			X
Ebenaceae	<i>Diospyros anisandra</i>	X		X
Ebenaceae	<i>Diospyros cuneata</i>	X	X	
Ebenaceae	<i>Diospyros latifolia</i>	X		X
Ebenaceae	<i>Diospyros tetrasperma</i>			X
Ebenaceae	<i>Diospyros verae-crucis</i>	X	X	
Ebenaceae	<i>Diospyros yucatanensis</i>			X
Elaeocarpaceae	<i>Muntingia calabura</i>	X	X	
Erythroxylaceae	<i>Erythroxylum confusum</i>			X
Erythroxylaceae	<i>Erythroxylum rotundifolium</i>	X		X
Euphorbiaceae	<i>Acalipha diversifolia</i>		X	
Euphorbiaceae	<i>Astrocasia tremula</i>		X	
Euphorbiaceae	<i>Chamaesyce blodgettii</i>		X	
Euphorbiaceae	<i>Chamaesyce buxifolia</i>		X	
Euphorbiaceae	<i>Chamaesyce dioica</i>		X	
Euphorbiaceae	<i>Chamaesyce hypericifolia</i>		X	
Euphorbiaceae	<i>Cnidoscolus aconitifolius</i>		X	
Euphorbiaceae	<i>Cnidoscolus souzae</i>		X	
Euphorbiaceae	<i>Croton glandulosepalus</i>		X	

FAMILIA	ESPECIE	INFYS	POEL-05	POEL-14
Euphorbiaceae	<i>Croton niveus</i>		X	
Euphorbiaceae	<i>Croton reflexifolius</i>	X	X	
Euphorbiaceae	<i>Drypetes brownii</i>	X		
Euphorbiaceae	<i>Drypetes lateriflora</i>	X	X	
Euphorbiaceae	<i>Enriquebeltrania crenatifolia</i>		X	
Euphorbiaceae	<i>Gymnanthes lucida</i>	X	X	
Euphorbiaceae	<i>Jatropha gaumeri</i>	X	X	
Euphorbiaceae	<i>Manihot aesculifolia</i>	X		X
Euphorbiaceae	<i>Ricinus comunis</i>			X
Euphorbiaceae	<i>Sapium caribaeum</i>		X	
Euphorbiaceae	<i>Sebastiania adenophora</i>		X	X
Leguminosae	<i>Acacia collinsii</i>			X
Leguminosae	<i>Acacia cornigera</i>	X		X
Leguminosae	<i>Acacia dolycostachya</i>		X	
Leguminosae	<i>Acacia farnesiana</i>	X		X
Leguminosae	<i>Acacia gaumeri</i>	X	X	
Leguminosae	<i>Acacia glomerosa</i>	X		X
Leguminosae	<i>Acacia milleriana</i>	X	X	
Leguminosae	<i>Acacia pennatula</i>	X		X
Leguminosae	<i>Albizia tomentosa</i>	X		X
Leguminosae	<i>Apoplanesia paniculata</i>	X		X
Leguminosae	<i>Bauhinia divaricata</i>	X		X
Leguminosae	<i>Bauhinia herrerae</i>	X		X
Leguminosae	<i>Bauhinia jenningsii</i>		X	
Leguminosae	<i>Bauhinia unguolata</i>	X		X
Leguminosae	<i>Caesalpinia bonduc</i>			X
Leguminosae	<i>Caesalpinia gaumeri</i>	X	X	
Leguminosae	<i>Caesalpinia mollis</i>			X
Leguminosae	<i>Caesalpinia platyloba</i>	X	X	
Leguminosae	<i>Caesalpinia violacea</i>	X		X
Leguminosae	<i>Caesalpinia yucatanensis</i>	X		X
Leguminosae	<i>Canavalia rosea</i>			X
Leguminosae	<i>Centrosema virginianum</i>		X	
Leguminosae	<i>Chloroleucon mangense</i>			X
Leguminosae	<i>Dalbergia brownei</i>		X	
Leguminosae	<i>Dalbergia glabra</i>		X	
Leguminosae	<i>Delonix regia</i>			X
Leguminosae	<i>Diphysa carthagenensis</i>	X	X	
Leguminosae	<i>Diphysa yucatanensis</i>			X
Leguminosae	<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	X		X
Leguminosae	<i>Erythrina standleyana</i>			X
Leguminosae	<i>Gliricidia maculata</i>			X

FAMILIA	ESPECIE	INFyS	POEL-05	POEL-14
Leguminosae	<i>Gliricidia sepium</i>	X	X	
Leguminosae	<i>Haematoxylum campechianum</i>	X		X
Leguminosae	<i>Harpalyce arborescens</i>	X		X
Leguminosae	<i>Harpalyce rupicola</i>	X		X
Leguminosae	<i>Leucaena leucocephala</i>		X	
Leguminosae	<i>Lonchocarpus rugosus</i>	X	X	
Leguminosae	<i>Lonchocarpus xuul</i>	X	X	X
Leguminosae	<i>Lonchocarpus yucatanensis</i>	X	X	
Leguminosae	<i>Lysiloma latisiliquum</i>	X	X	
Leguminosae	<i>Mariosousa dolichostachya</i>			X
Leguminosae	<i>Mimosa bahamensis</i>	X		X
Leguminosae	<i>Piscidia piscipula</i>	X	X	
Leguminosae	<i>Pithecellobium albicans</i>	X		X
Leguminosae	<i>Pithecellobium dulce</i>			X
Leguminosae	<i>Pithecellobium keyense</i>			X
Leguminosae	<i>Pithecellobium leucospermum</i>	X		X
Leguminosae	<i>Pithecellobium mangense</i>		X	
Leguminosae	<i>Pithecellobium platylobum</i>		X	
Leguminosae	<i>Pithecellobium stevensonii</i>		X	
Leguminosae	<i>Platymiscium yucatanum</i>	X	X	
Leguminosae	<i>Rhynchosia minima</i>		X	
Leguminosae	<i>Senegalia gaumeri</i>			X
Leguminosae	<i>Senna racemosa</i>		X	
Leguminosae	<i>Swartzia cubensis</i>	X	X	
Leguminosae	<i>Tamarindus indica</i>			X
Leguminosae	<i>Vigna elegans</i>		X	
Leguminosae	<i>Zygia stevensonii</i>			X
Goodeniaceae	<i>Scaevola plumieri</i>			X
Guttiferae	<i>Clusia flava</i>		X	
Guttiferae	<i>Rheedia edulis</i>		X	
Hippocrateaceae	<i>Hemiangium excelsum</i>		X	
Hippocrateaceae	<i>Hippocratea celastroides</i>		X	
Hippocrateaceae	<i>Hippocratea excelsa</i>	X		X
Hippocrateaceae	<i>Hippocratea floribunda</i>		X	
Hydrocharitaceae	<i>Egeria densa</i>			X
Icacinaceae	<i>Ottoschultzia pallida</i>			X
Lauraceae	<i>Cassytha filiformis</i>		X	
Lauraceae	<i>Licaria peckii</i>		X	
Lauraceae	<i>Nectandra coriacea</i>		X	
Lauraceae	<i>Nectandra salicifolia</i>	X	X	
Malpighiaceae	<i>Bunchosia swartziana</i>			X
Malpighiaceae	<i>Byrsonima bucidaefolia</i>	X		X

FAMILIA	ESPECIE	INFYS	POEL-05	POEL-14
Malpighiaceae	<i>Byrsonima crassifolia</i>		X	
Malpighiaceae	<i>Hiraea reclinata</i>			X
Malpighiaceae	<i>Malpighia emarginata</i>		X	
Malpighiaceae	<i>Malpighia glabra</i>		X	
Malpighiaceae	<i>Malpighia lundelli</i>	X		X
Malpighiaceae	<i>Stigmaphyllon ellipticum</i>		X	
Malpighiaceae	<i>Tetrapteris schiedeana</i>		X	
Malvaceae	<i>Gossypium hirsutum</i>			X
Malvaceae	<i>Hampea trilobata</i>	X	X	
Malvaceae	<i>Hibiscus tiliaceus</i>		X	
Malvaceae	<i>Malvaviscus arboreus</i>	X	X	
Malvaceae	<i>Sida acuta</i>		X	
Malvaceae	<i>Sida rhombifolia</i>		X	
Meliaceae	<i>Cedrela odorata</i>	X		X
Meliaceae	<i>Trichilia cuneata</i>	X		X
Meliaceae	<i>Trichilia glabra</i>			X
Meliaceae	<i>Trichilia hirta</i>	X		X
Meliaceae	<i>Trichilia minutiflora</i>	X		X
Menispermaceae	<i>Cissampelos pareira</i>			X
Moraceae	<i>Brosimum alicastrum</i>	X	X	
Moraceae	<i>Chlorophora tinctoria</i>	X		X
Moraceae	<i>Ficus carica</i>	X		X
Moraceae	<i>Ficus cotinifolia</i>	X	X	
Moraceae	<i>Ficus maxima</i>			X
Moraceae	<i>Ficus obtusifolia</i>			X
Moraceae	<i>Ficus padifolia</i>	X	X	
Moraceae	<i>Ficus tecolutensis</i>		X	
Moraceae	<i>Maclura tinctoria</i>		X	
Myricaceae	<i>Morella cerifera</i>			X
Myrsinaceae	<i>Ardisia escallonioides</i>	X		X
Myrtaceae	<i>Calyptanthes pallens</i>		X	
Myrtaceae	<i>Clyptanthes millspaughii</i>		X	
Myrtaceae	<i>Eugenia axillaris</i>		X	
Myrtaceae	<i>Eugenia foetida</i>			X
Myrtaceae	<i>Eugenia laevis</i>		X	
Myrtaceae	<i>Eugenia mayana</i>	X	X	
Myrtaceae	<i>Eugenia trikii</i>		X	
Myrtaceae	<i>Myrcianthes fragrans</i>		X	
Myrtaceae	<i>Psidium guajava</i>			X
Myrtaceae	<i>Psidium sartorianum</i>	X		X
Nolinaceae	<i>Beaucarnea ameliae</i>	X	X	
Nolinaceae	<i>Beaucarnea pliabilis</i>			X

FAMILIA	ESPECIE	INFyS	POEL-05	POEL-14
Nyctaginaceae	<i>Boerhavia erecta</i>		X	
Nyctaginaceae	<i>Bougainvillea sp</i>			X
Nyctaginaceae	<i>Neea psychotrioides</i>	X	X	
Nyctaginaceae	<i>Neea tenuis</i>		X	
Nyctaginaceae	<i>Pisonia aculeata</i>		X	
Nyctaginaceae	<i>Torrubia linearibracteata</i>		X	
Nymphaeaceae	<i>Nymphaea sp</i>			X
Orchidaceae	<i>Bletia purpurea</i>		X	
Orchidaceae	<i>Brassavola cucullata</i>		X	
Orchidaceae	<i>Brassavola grandiflora</i>			X
Orchidaceae	<i>Brassavola nodosa</i>		X	
Orchidaceae	<i>Catasetum integerrimum</i>		X	
Orchidaceae	<i>Cohniella ascendens</i>			X
Orchidaceae	<i>Cyrtopodium macrobulbon</i>			X
Orchidaceae	<i>Encyclia alata</i>		X	
Orchidaceae	<i>Encyclia belizensis</i>		X	
Orchidaceae	<i>Encyclia sp</i>			X
Orchidaceae	<i>Epidendrum nocturnum</i>		X	
Orchidaceae	<i>Myrmecophila tibicinis</i>			X
Orchidaceae	<i>Oncidium ascendens</i>		X	
Orchidaceae	<i>Oncidium cebolleta</i>		X	
Orchidaceae	<i>Rhyncholaelia digbyana</i>		X	
Orchidaceae	<i>Vanilla planifolia</i>		X	
Papaveraceae	<i>Argemone mexicana</i>		X	
Passifloraceae	<i>Passiflora foetida</i>			X
Passifloraceae	<i>Passiflora ovobata</i>		X	
Passifloraceae	<i>Passiflora palmeri</i>		X	
Passifloraceae	<i>Passiflora pilosa</i>		X	
Passifloraceae	<i>Passiflora suberosa</i>		X	
Simaroubaceae	<i>Alvaradoa amorphoides</i>	X		X
Picramniaceae	<i>Picramnia antidesma</i>	X		X
Piperaceae	<i>Peperomia crassiuscula</i>		X	
Piperaceae	<i>Peperomia obtusifolia</i>			X
Piperaceae	<i>Peperomia pereskiiifolia</i>			X
Piperaceae	<i>Piper patulum</i>	X		X
Piperaceae	<i>Piper psilorhachis</i>			X
Piperaceae	<i>Piper sp</i>		X	
Poaceae	<i>Andropogon glomeratus</i>		X	
Poaceae	<i>Brachiaria fasciculata</i>		X	
Poaceae	<i>Cenchrus echinatus</i>			X
Poaceae	<i>Cenchrus incertus</i>		X	
Poaceae	<i>Dactyloctenium aegyptium</i>		X	

FAMILIA	ESPECIE	INFYS	POEL-05	POEL-14
Poaceae	<i>Eustachys petraea</i>		X	
Poaceae	<i>Ichnanthus lanceolatus</i>		X	
Poaceae	<i>Lasiacis divaricata</i>		X	
Poaceae	<i>Lasiacis ruscifolia</i>		X	
Poaceae	<i>Panicum ichnantioides</i>		X	
Poaceae	<i>Panicum maximum</i>		X	
Poaceae	<i>Paspalum sp</i>		X	
Poaceae	<i>Phragmites australis</i>			X
Poaceae	<i>Rhynchelitrum repens</i>		X	
Poaceae	<i>Urochloa maxima</i>			X
Polygonaceae	<i>Coccoloba acapulcensis</i>	X		X
Polygonaceae	<i>Coccoloba barbadensis</i>	X		
Polygonaceae	<i>Coccoloba cozumelensis</i>	X	X	X
Polygonaceae	<i>Coccoloba diversifolia</i>		X	
Polygonaceae	<i>Coccoloba spicata</i>	X	X	
Polygonaceae	<i>Coccoloba uvifera</i>			X
Polygonaceae	<i>Gymnopodium floribundum</i>	X	X	
Polygonaceae	<i>Neomillspaughia emarginata</i>			X
Polypodiaceae	<i>Pteridium aquilinum</i>	X	X	
Dennstaedtiaceae	<i>Pteridium caudatum</i>			X
Primulaceae	<i>Bonellia macrocarpa</i>			X
Primulaceae	<i>Parathesis cubana</i>			X
Pteridaceae	<i>Acrostichum danaeifolium</i>			X
Pteridaceae	<i>Adiantum tricholepis</i>		X	
Pteridaceae	<i>Microgramma nitida</i>			X
Ranunculaceae	<i>Clematis dioica</i>			X
Rhamnaceae	<i>Colubrina arborescens</i>		X	
Rhamnaceae	<i>Colubrina asiatica</i>		X	
Rhamnaceae	<i>Colubrina greggii</i>	X		X
Rhamnaceae	<i>Krugiodendron ferreum</i>	X	X	
Rhizophoraceae	<i>Rhizophora mangle</i>	X	X	X
Rubiaceae	<i>Alseis yucatanensis</i>		X	
Rubiaceae	<i>Boufferea verticiliata</i>		X	
Rubiaceae	<i>Chiococca alba</i>		X	
Rubiaceae	<i>Cosmocalix sp</i>		X	
Rubiaceae	<i>Coutarea latiflora</i>	X		X
Rubiaceae	<i>Ernodea litoralis</i>			X
Rubiaceae	<i>Erythalis fruticosa</i>			X
Rubiaceae	<i>Exostema caribaeum</i>	X		X
Rubiaceae	<i>Guettarda combsii</i>	X	X	
Rubiaceae	<i>Guettarda elliptica</i>	X	X	
Rubiaceae	<i>Guettarda gaumeri</i>	X		X

FAMILIA	ESPECIE	INFyS	POEL-05	POEL-14
Rubiaceae	<i>Hamelia patens</i>		X	
Rubiaceae	<i>Hintonia octomera</i>	X		X
Rubiaceae	<i>Machonia lindeniana</i>		X	
Rubiaceae	<i>Morinda panamensis</i>		X	
Rubiaceae	<i>Morinda royoc</i>		X	
Rubiaceae	<i>Psychotria nervosa</i>		X	
Rubiaceae	<i>Psychotria pubescens</i>	X		X
Rubiaceae	<i>Randia aculeata</i>		X	
Rubiaceae	<i>Randia longiloba</i>	X		
Rubiaceae	<i>Sickingia salvadorensis</i>	X		X
Rubiaceae	<i>Strumphia maritima</i>			X
Rutaceae	<i>Amyris sylvatica</i>	X	X	
Rutaceae	<i>Casimiroa edulis</i>	X		X
Rutaceae	<i>Casimiroa tetrameria</i>	X	X	
Rutaceae	<i>Esembeckia berlandieril</i>		X	
Rutaceae	<i>Esembeckia pentaphylla</i>	X		X
Rutaceae	<i>Murraya paniculata</i>	X		X
Rutaceae	<i>Pilocarpus racemosus</i>		X	
Rutaceae	<i>Zanthoxylum caribaeum</i>			X
Rutaceae	<i>Zanthoxylum fagara</i>	X	X	
Salicaceae	<i>Casearia corymbosa</i>		X	
Flacourtiaceae	<i>Casearia nitida</i>	X	X	X
Salicaceae	<i>Laetia thaminia</i>			X
Salicaceae	<i>Samyda yucatanensis</i>			X
Salicaceae	<i>Zuelania guidonia</i>	X	X	
Sapindaceae	<i>Allophylus cominia</i>	X		X
Sapindaceae	<i>Cardiospermum halicacabum</i>			X
Sapindaceae	<i>Cupania dentata</i>			X
Sapindaceae	<i>Cupania glabra</i>		X	
Sapindaceae	<i>Exothea diphylla</i>	X	X	
Sapindaceae	<i>Exothea paniculata</i>	X		X
Sapindaceae	<i>Melicocus oliviformis</i>			X
Sapindaceae	<i>Paullinia pinnata</i>		X	
Sapindaceae	<i>Serjania yucatanensis</i>		X	
Sapindaceae	<i>Talisia floresii</i>	X		X
Sapindaceae	<i>Talisia olivaeformis</i>	X	X	
Sapindaceae	<i>Thouinia paucidentata</i>	X	X	X
Sapotaceae	<i>Bumelia celastrina</i>		X	
Sapotaceae	<i>Bumelia obtusifolia</i>		X	
Sapotaceae	<i>Bumelia retusa</i>	X		X
Sapotaceae	<i>Bunchosia glandulosa</i>	X		X
Sapotaceae	<i>Chrysophyllum mexicanum</i>	X	X	

FAMILIA	ESPECIE	INFYS	POEL-05	POEL-14
Sapotaceae	<i>Dipholis salicifolia</i>	X	X	
Sapotaceae	<i>Manilkara zapota</i>	X	X	
Sapotaceae	<i>Pouteria campechiana</i>	X	X	
Sapotaceae	<i>Pouteria reticulata</i>			X
Sapotaceae	<i>Pouteria unilocularis</i>	X	X	
Sapotaceae	<i>Sideroxylon americanum</i>			X
Sapotaceae	<i>Sideroxylon capiri</i>			X
Sapotaceae	<i>Sideroxylon foetidissimum</i>			X
Sapotaceae	<i>Sideroxylon gaumeri</i>	X	X	
Sapotaceae	<i>Sideroxylon salicifolium</i>			X
Scrophulariaceae	<i>Capraria biflora</i>		X	
Simaroubaceae	<i>Simarouba glauca</i>	X		
Simaroubaceae	<i>Simarouba amara</i>			X
Smilacaceae	<i>Smilax mollis</i>		X	
Smilacaceae	<i>Smilax spinosa</i>		X	
Solanaceae	<i>Physalis sp</i>		X	
Solanaceae	<i>Solanum americanum</i>		X	
Solanaceae	<i>Solanum erianthum</i>		X	
Solanaceae	<i>Solanum umbellatum</i>	X		X
Solanaceae	<i>Solanum verbascifolium</i>		X	
Sterculiaceae	<i>Byttneria aculeata</i>		X	
Sterculiaceae	<i>Guazuma ulmifolia</i>	X	X	
Sterculiaceae	<i>Helicteres baruensis</i>		X	
Sterculiaceae	<i>Melochia tomentosa</i>		X	
Sterculiaceae	<i>Walteria americana</i>		X	
Surianaceae	<i>Suriana maritima</i>			X
Theophrastaceae	<i>Jacquinia aurentiaca</i>	X		X
Tiliaceae	<i>Belotia campbellii</i>	X		X
Tiliaceae	<i>Heliocarpus donnell-smithii</i>	X		X
Tiliaceae	<i>Luehea speciosa</i>	X	X	
Turneraceae	<i>Turnera ulmifolia</i>		X	
Typhaceae	<i>Typha domingensis</i>			X
Ulmaceae	<i>Celtis iguanea</i>		X	
Ulmaceae	<i>Trema micrantha</i>		X	
Verbenaceae	<i>Callicarpa acuminata</i>	X	X	
Verbenaceae	<i>Lantana camara</i>		X	
Verbenaceae	<i>Lantana involucrata</i>			X
Lamiaceae	<i>Vitex gaumeri</i>	X	X	
Vitaceae	<i>Cissus gossypiifolia</i>			X
Vitaceae	<i>Cissus microcarpa</i>			X
Vitaceae	<i>Cissus sicyoides</i>			X
Vitaceae	<i>Vitis tiliifolia</i>	X		X

FAMILIA	ESPECIE	INFyS	POEL-05	POEL-14
Zamiaceae	<i>Zamia polymorpha</i>			X
Zamiaceae	<i>Zamia loddigesii</i>			X
Zygophyllaceae	<i>Guaiacum sanctum</i>			X

INFyS= Inventario Nacional Forestal y de Suelos 2004-2009. POEL-05= Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Benito Juárez 2005. POEL-14= Actualización del Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Benito Juárez 2014.

Las familias con mayor número de géneros y especies son Leguminosae (31 géneros-58 especies), Rubiaceae (17-22) y Euphorbiaceae (13-20) (**Figura IV:18**). De acuerdo con Duno de Stedano³⁶, la familia Leguminosae es un elemento representativo del paisaje yucateco y se pueden observar en abundancia en casi todos los ecosistemas, en especial, en la selva baja caducifolia y en áreas perturbadas.

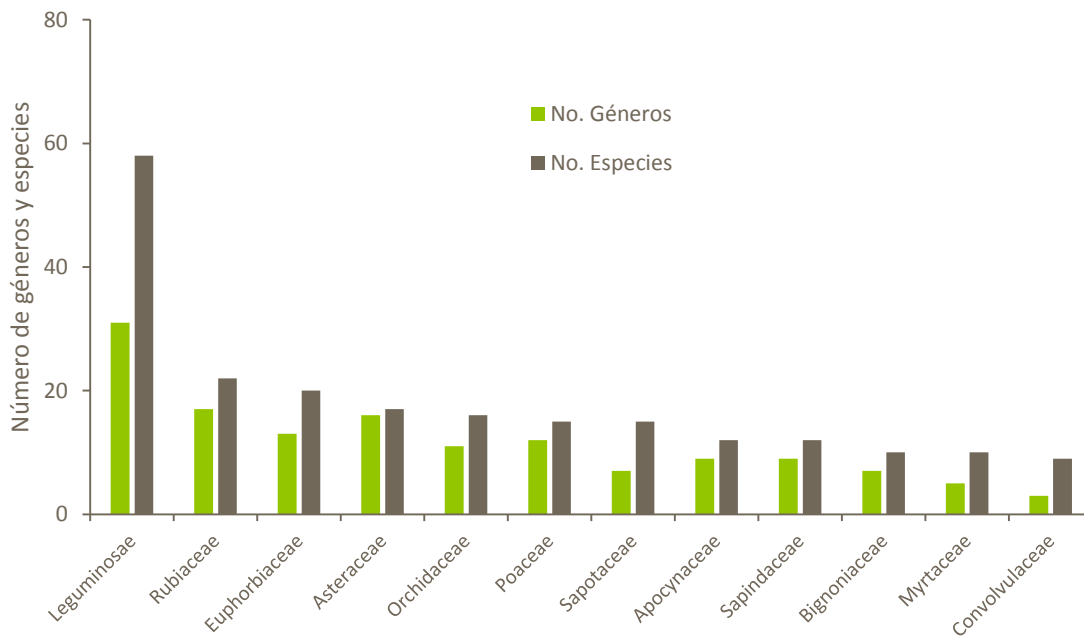


Figura IV:19. Familias con mayor número de especies y géneros en la microcuenca Cancún

En relación con los géneros, los mejor representados son *Acacia* y *Pithecellobium* con 8 y 7 especies, siguiéndole *Coccoloba*, *Ficus*, *Caesalpinia* y *Diospyros* con seis cada una (**Figura IV:19**).

³⁶ Duno de Stedano R. 2010. Leguminosas. En: Durán R. y Méndez M. Eds. Biodiversidad y Desarrollo Humano en Yucatán, p. 188, CICY, CONABIO, SEDUMA, Yucatán.

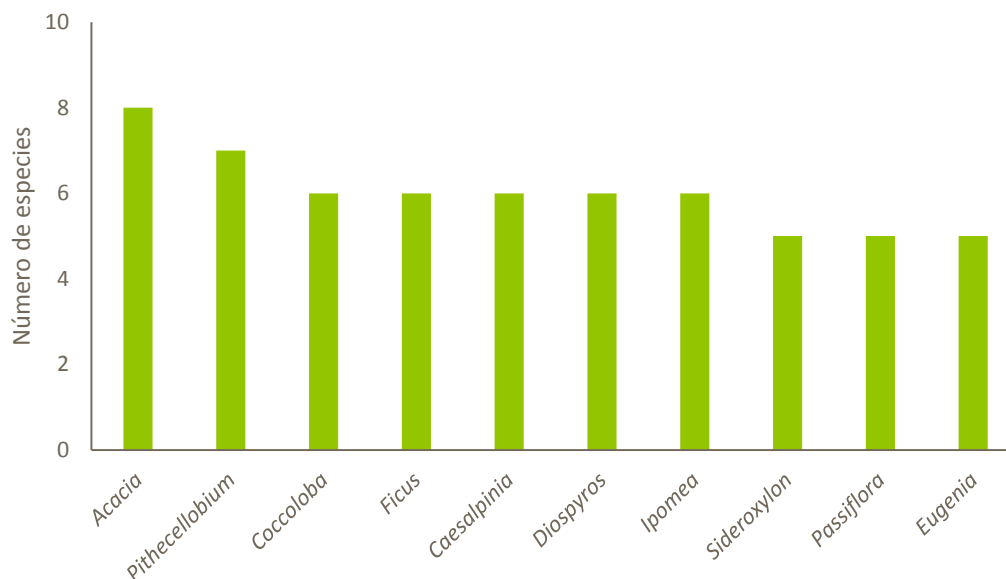


Figura IV:19. Géneros con mayor número de especies en la microcuenca Cancún

Por otra parte, en la microcuenca se registraron 16 especies protegidas bajo la NOM,-059-SEMARNAT-2010, solo tres se encontraron bajo la categoría protección especial y el resto en la categoría amenazada (**Cuadro IV:6**).

De las 16 especies protegidas, cuatro son endémicas, *Beaucarnea pliabilis*, *Coccothrinax readii*, *Rhizophora mangle* y *Vanilla planifolia*. Cabe mencionar que la Península de Yucatán, cuenta con 119 plantas endémicas, representando el 5.17% de las especies endémicas de país (Fernánadez-Carnevali *et al.*, 2012)³⁷.

Cuadro IV:6. Listado de especies vegetales registradas en la NOM-059-SEMARNAT-2010

FAMILIA	ESPECIE	INFyS 2004-2009	POEL-05	POEL-14	DISTRIBUCIÓN	CATEGORÍA
Anacardiaceae	<i>Astronium graveolens</i>	X	X		No endémica	A
Acanthaceae	<i>Avicennia germinans</i>			X	No endémica	A
Nolinaceae	<i>Beaucarnea pliabilis</i>			X	Endémica	A
Meliaceae	<i>Cedrela odorata</i>	X		X	No endémica	Pr
Areaceae	<i>Coccothrinax readii</i>		X		Endémica	A
Combretaceae	<i>Conocarpus erectus</i>			X	No endémica	A
Zygophyllaceae	<i>Guaicum sanctum</i>			X	No endémica	A
Combretaceae	<i>Laguncularia racemosa</i>			X	No endémica	A
Areaceae	<i>Pseudophoenix sargentii</i>			X	No endémica	A

³⁷ Fernánadez-Carnevali G.C., Tapia-Muñoz J.L., Duno de Stefano R., Ramírez-Morillo I.M., Can Itza L., Hernández-Aguilar S. y Castillo A. 2012. La flora de la Península de Yucatán Mexicana: 250 años de conocimiento florístico. *Biodiversitas*, **101**:6-10.

FAMILIA	ESPECIE	INFyS 2004-2009	POEL-05	POEL-14	DISTRIBUCIÓN	CATEGORÍA
Rhizophoraceae	<i>Rhizophora mangle</i>	X	X	X	Endémica	A
Arecaceae	<i>Roystonea regia</i>			X	No endémica	Pr
Bignoniaceae	<i>Tabebuia chrysantha</i>			X	No endémica	A
Arecaceae	<i>Thrinax radiata</i>	X	X		No endémica	A
Orchidaceae	<i>Vanilla planifolia</i>		X		Endémica	Pr
Zamiaceae	<i>Zamia loddigesii</i>			X	No endémica	A
Zamiaceae	<i>Zamia polymorpha</i>			X	No endémica	Pr

A=Amenazadas, Pr= Protección especial

- Sitios testigo

En los sitios testigo se registraron 64 familias, 120 géneros y 167 especies, distribuidas en 3,388 individuos. La familia Leguminosae es la mejor representada con 32 especies y 24 géneros, siguiéndole principalmente Sapindaceae y Sapotaceae; lo anterior es coherente con las principales familias encontradas en la literatura y reportadas en la sección anterior (Figura IV:20).

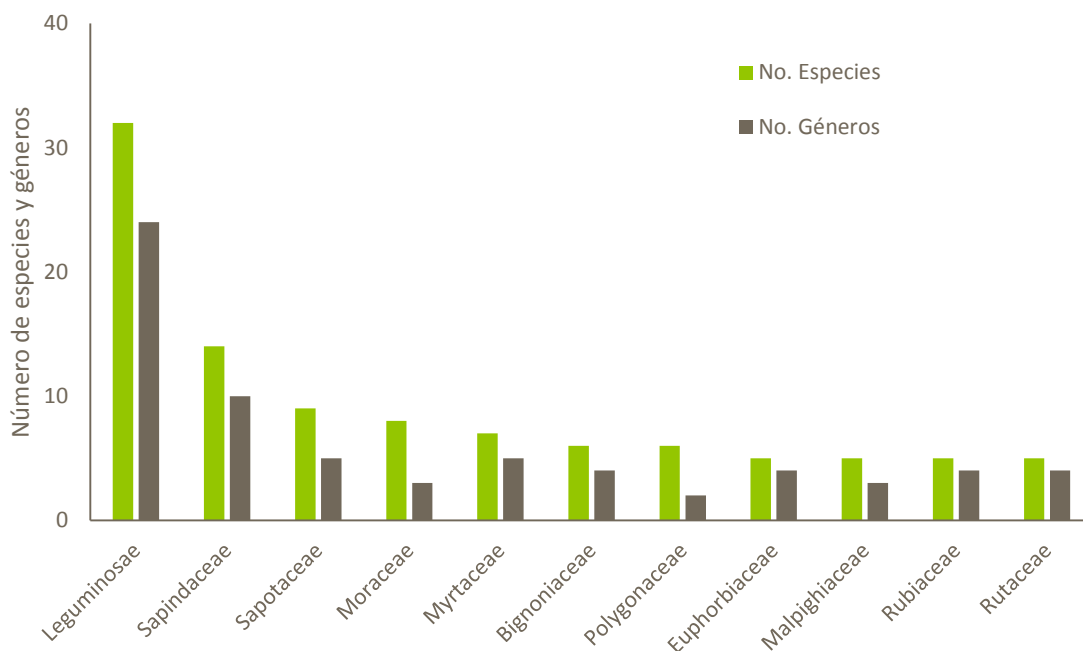


Figura IV:20. Familias con mayor número de especies y géneros en la microcuenca Cancún

Los individuos se encontraron en las categorías de altura 2.5 a 20. La categoría 2.5 fue la mejor representada con 1,603 individuos (Figura IV:21), mientras en la categoría 20 solo se registran dos individuos, siendo la especie *Vitex gaumeri* la que registra la altura máxima con 20 metros.

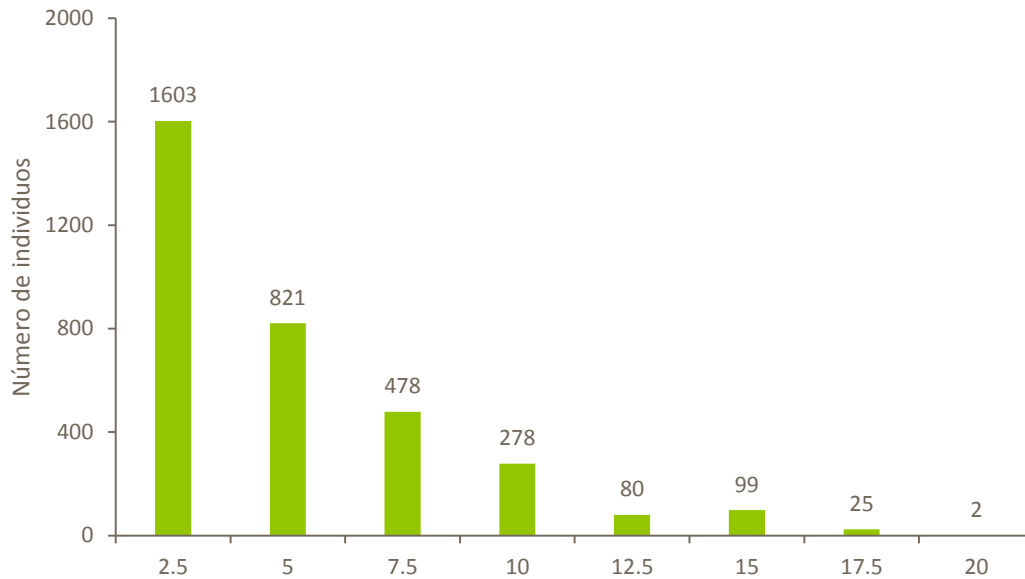


Figura IV:21. Categorías de altura registradas en la microcuenca

Por otra parte, los individuos van de la categoría diamétrica 5 a 105 centímetros. Sin embargo, la categoría 5 es la mejor representada con 1,811 individuos (**Figura IV:22**). Mientras, a partir de la categoría 65 se registra solo un individuo. El árbol con el diámetro máximo registrado en la es *Manilkara zapota*, conocido comúnmente como Chicozapote.

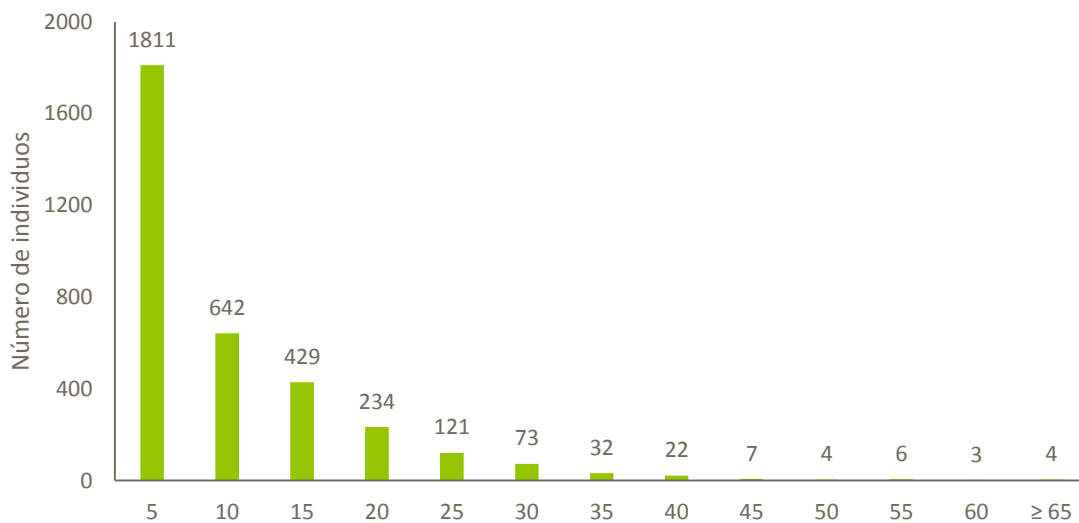


Figura IV:22. Categorías de altura registradas en la microcuenca

Finalmente, cabe mencionar que los parámetros abundancia, densidad, índices de diversidad y valor de importancia se obtienen mediante el levantamiento de vegetación de los sitios testigo; es decir, con los individuos descritos anteriormente.

IV.4.1.2.2 Abundancia y densidad

- **Estrato arbóreo**

El estrato arbóreo registra 89 especies distintas de las cuales, las más abundantes son *Lysiloma latisiliquum*, *Manilkara zapota*, *Bursera simaruba*, *Acacia dolichostachya* y *Vitex gaumeri*, en conjunto representan el 54 %; sin embargo la primera es la mejor representada con 25% (**Figura IV:23**).

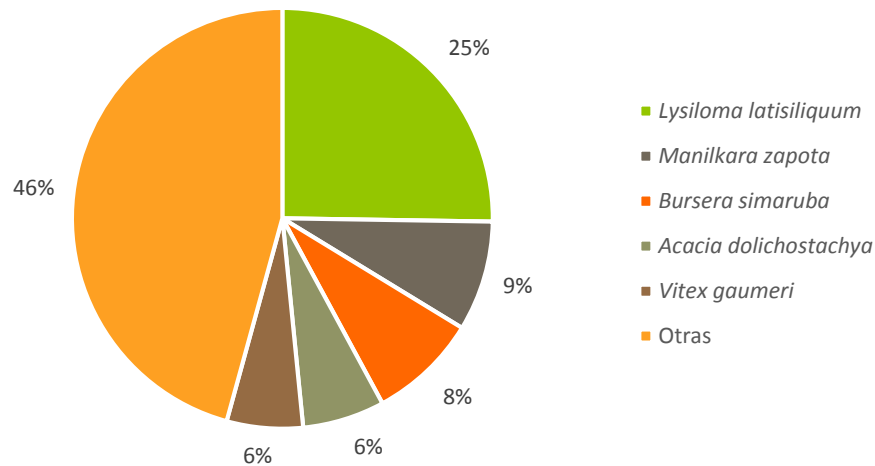


Figura IV:23. Especies más abundantes del estrato arbóreo en la microcuenca Cancún

- **Estrato arbustivo**

Por su parte, el estrato arbustivo registra 112 especies, en este caso *Bursera simaruba* y *Nectandra salicifolia* son las más abundantes con solo el 7%; análogamente *Guettarda spicata*, *Coccoloba spicata* y *Ficus tecolutensis* son las siguientes representando el 5% cada una. Sin embargo, cabe notar que en conjunto solo ocupan el 29%, contrario al estrato arbóreo donde cinco especies ocupan más del 50% (**Figura IV:24**). Por tanto, en el estrato arbustivo la abundancia está distribuida en distintas especies.

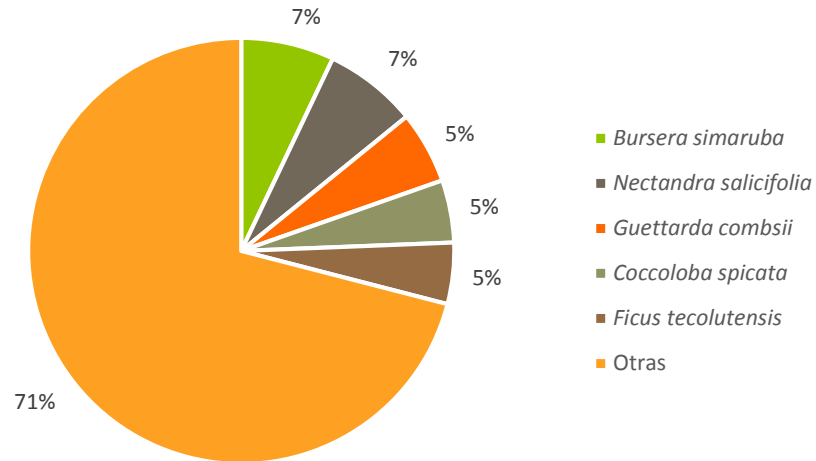


Figura IV:24. Especies más abundantes del estrato arbustivo en la microcuenca Cancún

- Estrato herbáceo

Con respecto al estrato herbáceo, registra 104 especies con una densidad de 21 individuos por hectárea. Al igual que el estrato arbustivo solo alrededor del 30% está representado por cinco especies, *Nectandra coriacea*, *Oplismenus hirtellus*, *Smilax mollis*, *Nectandra salicifolia* y *Dendropanax arboreus* (**Figura IV:25**). Sin embargo, cabe destacar que son especies que no registradas como abundantes en el estrato arbóreo y arbustivo, por lo que este estrato aumenta la diversidad en la microcuenca.

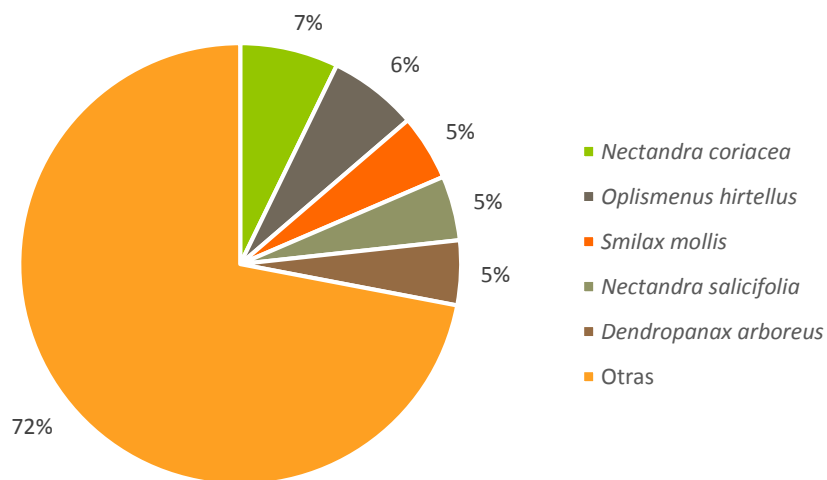


Figura IV:25. Especies más abundantes del estrato herbáceo en la microcuenca Cancún

Por último, cabe destacar que el estrato arbóreo es el que presenta la mayor densidad y abundancia. Respecto a las especies más abundantes, el estrato arbóreo y arbustivo coincide en *Bursera simaruba* dentro de las más importantes, ocupando el tercer y primer lugar. Mientras el estrato arbustivo y herbáceo coinciden en la presencia de *Nectandra salicifolia* (**Cuadro IV:7**).

Cuadro IV:7. Abundancia y densidad por estratos en la microcuenca Cancún

Especie	DENSIDAD			ABUNDANCIA		
	Arbóreo	Arbustivo	Herbáceo	Arbóreo	Arbustivo	Herbáceo
<i>Acacia angustissima</i>	6.30	1.26	-	0.23	0.28	-
<i>Acacia cornigera</i>	-	2.10	0.04	-	0.47	0.2
<i>Acacia dolichostachya</i>	172.20	2.52	0.02	6.31	0.56	0.1
<i>Albizia tomentosa</i>	-	2.94	-	-	0.65	-
<i>Allophylus campostachys</i>	2.10	-	-	0.08	-	-
<i>Allophylus cominia</i>	-	0.42	0.06	-	0.09	0.3
<i>Amyris sylvatica</i>	2.10	-	-	0.08	-	-
<i>Annona glabra</i>	4.20	-	-	0.15	-	-
<i>Annona primigenia</i>	-	0.84	-	-	0.19	-
<i>Antirhea lucida</i>	-	0.42	-	-	0.09	-
<i>Ardisia cubana</i>	2.10	-	-	0.08	-	-
<i>Ardisia escallonioides</i>	-	-	0.15	-	-	0.69
<i>Arrabidaea floribunda</i>	-	-	0.04	-	-	0.2
<i>Astrocasia tremula</i>	-	1.26	0.02	-	0.28	0.1
<i>Astronium graveolens</i>	-	1.68	-	-	0.37	-
<i>Bauhinia divaricata</i>	4.20	13.02	0.06	0.15	2.88	0.3
<i>Bauhinia jenningsii</i>	2.10	-	0.27	0.08	-	1.28
<i>Blomia prisca</i>	12.60	-	-	0.46	-	-
<i>Brosimum alicastrum</i>	21.00	0.42	-	0.77	0.09	-
<i>Bunchosia glandulosa</i>	-	0.84	-	-	0.19	-
<i>Bunchosia swartziana</i>	-	-	0.06	-	-	0.3
<i>Bursera simaruba</i>	228.90	31.92	0.27	8.39	7.07	1.28
<i>Byrsonima bucidaefolia</i>	14.70	-	0.04	0.54	-	0.2
<i>Byrsonima crassifolia</i>	-	-	0.04	-	-	0.2
<i>Caesalpinia gaumeri</i>	29.40	4.20	0.06	1.08	0.93	0.3
<i>Caesalpinia yucatanensis</i>	4.20	2.10	0.06	0.15	0.47	0.3
<i>Callicarpa acuminata</i>	-	2.10	-	-	0.47	-
<i>Calypttranthes pallens</i>	-	0.42	-	-	0.09	-
<i>Cameraria latifolia</i>	2.10	-	-	0.08	-	-
<i>Canella winterana</i>	-	-	0.06	-	-	0.3
<i>Cardiospermum corindum</i>	-	-	0.02	-	-	0.1
<i>Casearia nitida</i>	4.20	0.84	-	0.15	0.19	-

Especie	DENSIDAD			ABUNDANCIA		
	Arbóreo	Arbustivo	Herbáceo	Arbóreo	Arbustivo	Herbáceo
<i>Casimiroa sapota</i>	2.10	-	-	0.08	-	-
<i>Casimiroa tetrameria</i>	-	3.36	0.02	-	0.74	0.1
<i>Cecropia obtusifolia</i>	12.60	2.52	-	0.46	0.56	-
<i>Cecropia peltata</i>	2.10	1.68	-	0.08	0.37	-
<i>Cedrela odorata</i>	-	0.42	0.02	-	0.09	0.1
<i>Ceiba aesculifolia</i>	6.30	-	-	0.23	-	-
<i>Celtis iguanaea</i>	-	-	0.02	-	-	0.1
<i>Chrysophyllum cainito</i>	2.10	2.94	0.04	0.08	0.65	0.2
<i>Chrysophyllum mexicanum</i>	-	-	0.02	-	-	0.1
<i>Cissus cacuminis</i>	-	-	0.02	-	-	0.1
<i>Cissus sicyoides</i>	-	-	0.29	-	-	1.38
<i>Coccoloba acapulcensis</i>	4.20	0.84	0.08	0.15	0.19	0.39
<i>Coccoloba barbadensis</i>	2.10	2.52	0.02	0.08	0.56	0.1
<i>Coccoloba cozumelensis</i>	-	-	0.04	-	-	0.2
<i>Coccoloba diversifolia</i>	2.10	1.68	0.02	0.08	0.37	0.1
<i>Coccoloba spicata</i>	12.60	21.42	0.21	0.46	4.74	0.99
<i>Coccothrinax readii</i>	-	5.46	0.27	-	1.21	1.28
<i>Cordia alliodora</i>	2.10	1.26	-	0.08	0.28	-
<i>Cordia dodecandra</i>	-	0.42	-	-	0.09	-
<i>Cordia gerascanthus</i>	14.70	0.84	-	0.54	0.19	-
<i>Crossopetalum parviflorum</i>	2.10	2.10	-	0.08	0.47	-
<i>Croton glabellus</i>	4.20	0.42	0.06	0.15	0.09	0.3
<i>Croton reflexifolius</i>	4.20	0.84	0.25	0.15	0.19	1.18
<i>Cupania dentata</i>	2.10	-	-	0.08	-	-
<i>Cupania glabra</i>	-	3.78	0.02	-	0.84	0.1
<i>Cydista aequinoctalis</i>	-	-	0.38	-	-	1.78
<i>Cydista potosina</i>	-	-	0.04	-	-	0.2
<i>Cyrtopodium macrobulbon</i>	-	-	0.08	-	-	0.39
<i>Dalbergia glabra</i>	-	-	0.02	-	-	0.1
<i>Dendropanax arboreus</i>	54.60	12.18	1.01	2	2.7	4.73
<i>Dialium guianense</i>	-	1.26	-	-	0.28	-
<i>Diospyros cuneata</i>	2.10	0.84	-	0.08	0.19	-
<i>Diospyros tetrasperma</i>	-	0.42	0.08	-	0.09	0.39
<i>Diospyros yucatanensis</i>	-	1.68	0.06	-	0.37	0.3
<i>Dipholis salicifolia</i>	6.30	5.04	0.02	0.23	1.12	0.1
<i>Diphysa carthagenensis</i>	14.70	3.36	0.02	0.54	0.74	0.1
<i>Drypetes lateriflora</i>	6.30	1.68	-	0.23	0.37	-
<i>Elaeodendron xylocarpum</i>	-	0.84	-	-	0.19	-
<i>Esenbeckia pentaphylla</i>	-	2.52	0.19	-	0.56	0.89
<i>Eugenia axillaris</i>	-	1.26	0.02	-	0.28	0.1
<i>Eugenia buxifolia</i>	-	0.84	-	-	0.19	-

Especie	DENSIDAD			ABUNDANCIA		
	Arbóreo	Arbustivo	Herbáceo	Arbóreo	Arbustivo	Herbáceo
<i>Eugenia trikii</i>	-	5.46	0.04	-	1.21	0.2
<i>Eupatorium albicaule</i>	-	0.42	0.32	-	0.09	1.48
<i>Exothea diphylla</i>	4.20	0.42	-	0.15	0.09	-
<i>Exothea paniculata</i>	2.10	0.42	0.08	0.08	0.09	0.39
<i>Ficus citrifolia</i>	10.50	-	-	0.38	-	-
<i>Ficus cotinifolia</i>	128.10	8.40	0.06	4.7	1.86	0.3
<i>Ficus crassinervia</i>	2.10	-	-	0.08	-	-
<i>Ficus maxima</i>	12.60	2.10	0.13	0.46	0.47	0.59
<i>Ficus padifolia</i>	4.20	8.82	-	0.15	1.95	-
<i>Ficus pertusa</i>	6.30	0.42	0.27	0.23	0.09	1.28
<i>Ficus tecolutensis</i>	44.10	21.00	0.04	1.62	4.65	0.2
<i>Gliricidia sepium</i>	2.10	-	-	0.08	-	-
<i>Guaiacum sanctum</i>	4.20	-	0.08	0.15	-	0.39
<i>Guazuma ulmifolia</i>	-	0.42	-	-	0.09	-
<i>Guettarda combsii</i>	2.10	24.78	0.11	0.08	5.49	0.49
<i>Gymnanthes lucida</i>	16.80	0.42	0.17	0.62	0.09	0.79
<i>Gymnopodium floribundum</i>	-	2.52	0.13	-	0.56	0.59
<i>Hampea trilobata</i>	4.20	12.18	0.29	0.15	2.7	1.38
<i>Helicteres baruensis</i>	-	-	0.02	-	-	0.1
<i>Jatropha gaumeri</i>	2.10	2.94	0.02	0.08	0.65	0.1
<i>Laetia thamnina</i>	-	0.42	-	-	0.09	-
<i>Lasiacis divaricata</i>	-	-	0.27	-	-	1.28
<i>Lonchocarpus guatemalensis</i>	39.90	1.26	-	1.46	0.28	-
<i>Lonchocarpus rugosus</i>	35.70	13.02	0.61	1.31	2.88	2.86
<i>Lonchocarpus xuul</i>	4.20	-	-	0.15	-	-
<i>Lysiloma latisiliquum</i>	688.80	10.08	0.29	25.25	2.23	1.38
<i>Malmea depressa</i>	4.20	3.36	-	0.15	0.74	-
<i>Malpighia glabra</i>	-	2.10	0.13	-	0.47	0.59
<i>Malpighia punicifolia</i>	-	0.42	-	-	0.09	-
<i>Malvaviscus arboreus</i>	-	4.20	0.46	-	0.93	2.17
<i>Manilkara zapota</i>	231.00	7.98	0.36	8.47	1.77	1.68
<i>Melicoccus oliviformis</i>	2.10	-	0.04	0.08	-	0.2
<i>Metopium brownei</i>	153.30	2.94	0.86	5.62	0.65	4.04
<i>Muntingia calabura</i>	-	4.20	-	-	0.93	-
<i>Myrcianthes fragrans</i>	6.30	2.10	0.02	0.23	0.47	0.1
<i>Nectandra coriacea</i>	27.30	5.04	1.53	1	1.12	7.2
<i>Nectandra salicifolia</i>	25.20	31.92	1.01	0.92	7.07	4.73
<i>Nectandra sanguinea</i>	-	-	0.04	-	-	0.2
<i>Neea psychotrioides</i>	23.10	2.10	0.04	0.85	0.47	0.2
<i>Ocotea veraguensis</i>	-	0.42	-	-	0.09	-
<i>Oplismenus hirtellus</i>	-	-	1.39	-	-	6.51

Especie	DENSIDAD			ABUNDANCIA		
	Arbóreo	Arbustivo	Herbáceo	Arbóreo	Arbustivo	Herbáceo
<i>Otopappus curviflorus</i>	-	-	0.02	-	-	0.1
<i>Ottoschulzia pallida</i>	6.30	-	-	0.23	-	-
<i>Paspalum paniculatum</i>	-	-	0.08	-	-	0.39
<i>Paullinia cururu</i>	-	1.68	0.44	-	0.37	2.07
<i>Phyllanthus graveolens</i>	-	0.84	0.02	-	0.19	0.1
<i>Pilocarpus racemosus</i>	4.20	2.10	-	0.15	0.47	-
<i>Piper amalago</i>	-	-	0.06	-	-	0.3
<i>Piscidia piscipula</i>	113.40	5.88	0.02	4.16	1.3	0.1
<i>Pisonia aculeata</i>	-	0.84	-	-	0.19	-
<i>Pithecellobium mangense</i>	4.20	-	-	0.15	-	-
<i>Pithecellobium stevensonii</i>	2.10	10.08	0.40	0.08	2.23	1.87
<i>Pithecoctenium crucigerum</i>	-	-	0.08	-	-	0.39
<i>Platymiscium yucatanum</i>	-	1.68	-	-	0.37	-
<i>Pluchea symphytifolia</i>	-	0.42	-	-	0.09	-
<i>Pouteria campechiana</i>	6.30	5.04	0.02	0.23	1.12	0.1
<i>Pouteria glomerata</i>	2.10	-	-	0.08	-	-
<i>Pouteria reticulata</i>	6.30	0.84	-	0.23	0.19	-
<i>Protium copal</i>	-	0.42	0.04	-	0.09	0.2
<i>Pseudobombax ellipticum</i>	-	1.26	-	-	0.28	-
<i>Psidium sartorianum</i>	-	1.68	0.17	-	0.37	0.79
<i>Psychotria nervosa</i>	-	1.26	1.01	-	0.28	4.73
<i>Psychotria pubescens</i>	-	-	0.48	-	-	2.27
<i>Pteridium aquilinum</i>	-	0.42	0.15	-	0.09	0.69
<i>Randia aculeata</i>	4.20	4.62	0.61	0.15	1.02	2.86
<i>Sabal yapa</i>	14.70	0.84	0.02	0.54	0.19	0.1
<i>Sapranthus campechianus</i>	-	1.68	-	-	0.37	-
<i>Semialarium mexicanum</i>	-	1.68	-	-	0.37	-
<i>Senna atomaria</i>	-	6.30	0.04	-	1.4	0.2
<i>Senna pallida</i>	2.10	1.26	-	0.08	0.28	-
<i>Serjania adiantoides</i>	-	-	0.46	-	-	2.17
<i>Serjania goniocarpa</i>	-	-	0.59	-	-	2.76
<i>Sideroxylon foetidissimum</i>	23.10	-	-	0.85	-	-
<i>Sideroxylon salicifolium</i>	23.10	4.20	0.11	0.85	0.93	0.49
<i>Simarouba amara</i>	6.30	-	-	0.23	-	-
<i>Simarouba glauca</i>	2.10	7.98	-	0.08	1.77	-
<i>Smilax mollis</i>	-	-	1.03	-	-	4.83
<i>Solanum erianthum</i>	-	-	0.02	-	-	0.1
<i>Spondias mombin</i>	8.40	-	-	0.31	-	-
<i>Swartzia cubensis</i>	18.90	6.72	0.02	0.69	1.49	0.1
<i>Tabebuia chrysantha</i>	-	1.26	-	-	0.28	-
<i>Tabebuia rosea</i>	2.10	-	-	0.08	-	-

Especie	DENSIDAD			ABUNDANCIA		
	Arbóreo	Arbustivo	Herbáceo	Arbóreo	Arbustivo	Herbáceo
<i>Talisia olivaeformis</i>	10.50	0.42	0.11	0.38	0.09	0.49
<i>Tetracera volubilis</i>	-	-	0.02	-	-	0.1
<i>Thevetia gaumeri</i>	16.80	17.22	0.46	0.62	3.81	2.17
<i>Thouinia paucidentata</i>	44.10	2.94	0.11	1.62	0.65	0.49
<i>Thrinax radiata</i>	37.80	2.52	0.65	1.39	0.56	3.06
<i>Trema micrantha</i>	27.30	1.26	0.04	1	0.28	0.2
<i>Trophis racemosa</i>	2.10	-	-	0.08	-	-
<i>Urvillea ulmacea</i>	-	-	0.27	-	-	1.28
<i>Vitex gaumeri</i>	159.60	11.76	0.04	5.85	2.6	0.2
<i>Wimmeria obtusifolia</i>	-	1.26	0.02	-	0.28	0.1
<i>Ziziphus mauritiana</i>	-	0.84	-	-	0.19	-
<i>Zuelania guidonia</i>	21.00	6.30	0.19	0.77	1.4	0.89
Total	2727.90	451.50	21.29	100.02	100.02	100.06

IV.4.1.2.3 Índice de Valor de Importancia

- Estrato arbóreo

En el estrato arbóreo destaca la presencia de *Lysiloma latisiliquum* (50%), *Manilkara zapota* (31%) y *Bursera simaruba* (22%). En el caso de *Lysiloma latisiliquum* la densidad relativa es que contribuye en mayor medida al I.V.I en la especie, mientras la frecuencia solo aporta el 5%. En contraste, para *Bursera simaruba* y *Manilkara zapota* la dominancia es la de mayor peso para el IVI; en otras palabras, estas especies a pesar de no contar con densidades altas, tiene individuos de grandes dimensiones. Lo que es coherente con los individuos encontrados con las alturas y diámetros máximos (**Figura IV:26 y Cuadro IV:8**).

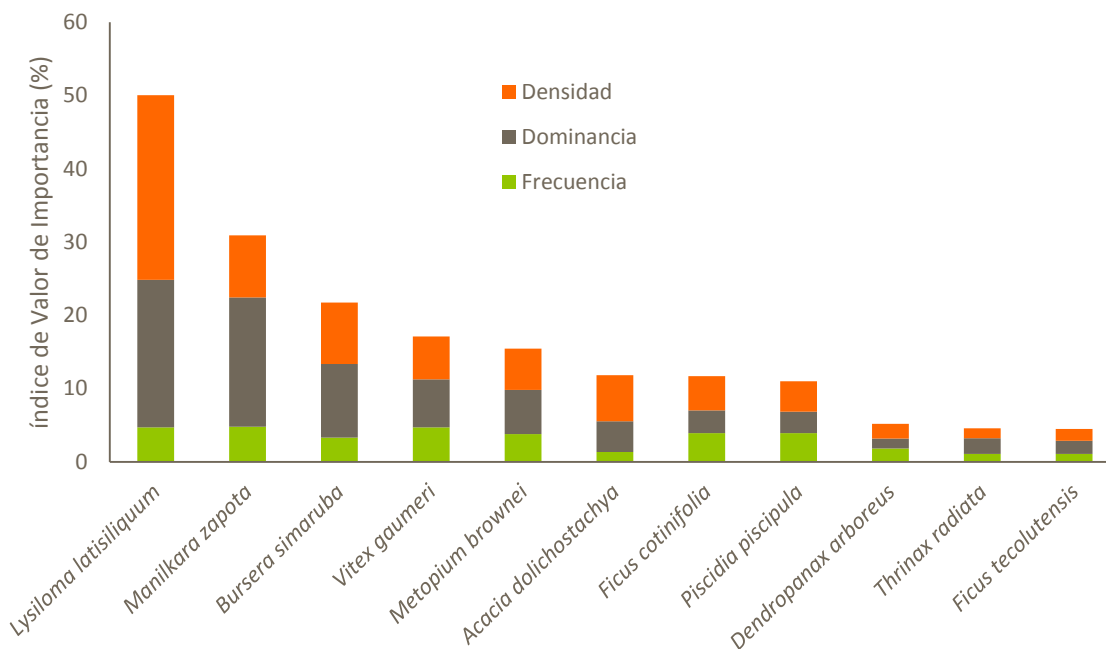


Figura IV:26. Especies más alto I.V.I en el estrato arbóreo

Cuadro IV:8. Índice de Valor de Importancia por especie

Especie	Frecuencia		Dominancia		Densidad		IVI
	absoluta	relativa	absoluta	relativa	absoluta	relativa	
<i>Acacia angustissima</i>	12	0.76	0.0000005	0.03	0.00014	0.23	1.02
<i>Acacia dolichostachya</i>	21	1.33	0.0000832	4.22	0.0039	6.29	11.84
<i>Allophylus campostachys</i>	10	0.63	0.0000009	0.05	0.00005	0.08	0.76
<i>Amyris sylvatica</i>	10	0.63	0.0000015	0.08	0.00005	0.08	0.79
<i>Annona glabra</i>	10	0.63	0.0000022	0.11	0.0001	0.16	0.9
<i>Ardisia cubana</i>	10	0.63	0.0000025	0.13	0.00005	0.08	0.84
<i>Bauhinia divaricata</i>	12	0.76	0.0000028	0.14	0.0001	0.16	1.06
<i>Bauhinia jenningsii</i>	10	0.63	0.0000015	0.08	0.00005	0.08	0.79
<i>Blomia prisca</i>	10	0.63	0.0000054	0.27	0.00029	0.47	1.37
<i>Brosimum alicastrum</i>	17	1.08	0.0000284	1.44	0.00048	0.77	3.29
<i>Bursera simaruba</i>	52	3.29	0.0001985	10.07	0.00519	8.38	21.74
<i>Byrsonima bucidaefolia</i>	12	0.76	0.000004	0.2	0.00033	0.53	1.49
<i>Caesalpinia gaumeri</i>	31	1.96	0.0000132	0.67	0.00067	1.08	3.71
<i>Caesalpinia yucatanensis</i>	10	0.63	0.000001	0.05	0.0001	0.16	0.84
<i>Cameraria latifolia</i>	10	0.63	0.0000006	0.03	0.00005	0.08	0.74
<i>Casearia nitida</i>	12	0.76	0.0000027	0.14	0.0001	0.16	1.06
<i>Casimiroa sapota</i>	10	0.63	0.0000007	0.04	0.00005	0.08	0.75
<i>Cecropia obtusifolia</i>	14	0.89	0.0000099	0.5	0.00029	0.47	1.86
<i>Cecropia peltata</i>	10	0.63	0.0000004	0.02	0.00005	0.08	0.73
<i>Ceiba aesculifolia</i>	10	0.63	0.0000065	0.33	0.00014	0.23	1.19

Especie	Frecuencia		Dominancia		Densidad		IVI
	absoluta	relativa	absoluta	relativa	absoluta	relativa	
<i>Chrysophyllum cainito</i>	10	0.63	0.0000029	0.15	0.00005	0.08	0.86
<i>Coccoloba acapulcensis</i>	12	0.76	0.0000021	0.11	0.0001	0.16	1.03
<i>Coccoloba barbadensis</i>	10	0.63	0.0000005	0.03	0.00005	0.08	0.74
<i>Coccoloba diversifolia</i>	10	0.63	0.0000009	0.05	0.00005	0.08	0.76
<i>Coccoloba spicata</i>	19	1.2	0.0000125	0.63	0.00029	0.47	2.3
<i>Cordia alliodora</i>	10	0.63	0.0000029	0.15	0.00005	0.08	0.86
<i>Cordia gerascanthus</i>	19	1.2	0.0000081	0.41	0.00033	0.53	2.14
<i>Crossopetalum parviflorum</i>	10	0.63	0.0000007	0.04	0.00005	0.08	0.75
<i>Croton glabellus</i>	10	0.63	0.0000029	0.15	0.0001	0.16	0.94
<i>Croton reflexifolius</i>	10	0.63	0.0000009	0.05	0.0001	0.16	0.84
<i>Cupania dentata</i>	10	0.63	0.0000008	0.04	0.00005	0.08	0.75
<i>Dendropanax arboreus</i>	29	1.84	0.0000264	1.34	0.00124	2	5.18
<i>Diospyros cuneata</i>	10	0.63	0.0000005	0.03	0.00005	0.08	0.74
<i>Dipholis salicifolia</i>	12	0.76	0.0000014	0.07	0.00014	0.23	1.06
<i>Diphysa carthagenensis</i>	17	1.08	0.0000121	0.61	0.00033	0.53	2.22
<i>Drypetes lateriflora</i>	14	0.89	0.000002	0.1	0.00014	0.23	1.22
<i>Exothea diphylla</i>	12	0.76	0.0000066	0.33	0.0001	0.16	1.25
<i>Exothea paniculata</i>	10	0.63	0.0000006	0.03	0.00005	0.08	0.74
<i>Ficus citrifolia</i>	10	0.63	0.0000059	0.3	0.00024	0.39	1.32
<i>Ficus cotinifolia</i>	62	3.93	0.0000608	3.09	0.0029	4.68	11.7
<i>Ficus crassinervia</i>	10	0.63	0.0000007	0.04	0.00005	0.08	0.75
<i>Ficus maxima</i>	19	1.2	0.0000102	0.52	0.00029	0.47	2.19
<i>Ficus padifolia</i>	12	0.76	0.0000047	0.24	0.0001	0.16	1.16
<i>Ficus pertusa</i>	12	0.76	0.0000032	0.16	0.00014	0.23	1.15
<i>Ficus tecolutensis</i>	17	1.08	0.0000352	1.79	0.001	1.61	4.48
<i>Gliricidia sepium</i>	10	0.63	0.0000101	0.51	0.00005	0.08	1.22
<i>Guaiacum sanctum</i>	10	0.63	0.0000066	0.33	0.0001	0.16	1.12
<i>Guettarda combsii</i>	10	0.63	0.0000006	0.03	0.00005	0.08	0.74
<i>Gymnanthes lucida</i>	21	1.33	0.0000118	0.6	0.00038	0.61	2.54
<i>Hampea trilobata</i>	12	0.76	0.0000024	0.12	0.0001	0.16	1.04
<i>Jatropha gaumeri</i>	10	0.63	0.0000022	0.11	0.00005	0.08	0.82
<i>Lonchocarpus guatemalensis</i>	19	1.2	0.0000159	0.81	0.0009	1.45	3.46
<i>Lonchocarpus rugosus</i>	26	1.65	0.0000169	0.86	0.00081	1.31	3.82
<i>Lonchocarpus xuul</i>	12	0.76	0.0000059	0.3	0.0001	0.16	1.22
<i>Lysiloma latisiliquum</i>	74	4.69	0.0003969	20.14	0.01562	25.21	50.04
<i>Malmea depressa</i>	10	0.63	0.0000066	0.33	0.0001	0.16	1.12
<i>Manilkara zapota</i>	76	4.81	0.0003479	17.65	0.00524	8.46	30.92
<i>Melicoccus oliviformis</i>	10	0.63	0.0000006	0.03	0.00005	0.08	0.74
<i>Metopium brownei</i>	60	3.8	0.0001184	6.01	0.00348	5.62	15.43
<i>Myrcianthes fragrans</i>	12	0.76	0.0000003	0.15	0.00014	0.23	1.14
<i>Nectandra coriacea</i>	24	1.52	0.0000084	0.43	0.00062	1	2.95

Especie	Frecuencia		Dominancia		Densidad		IVI
	absoluta	relativa	absoluta	relativa	absoluta	relativa	
<i>Nectandra salicifolia</i>	14	0.89	0.0000181	0.92	0.00057	0.92	2.73
<i>Neea psychotrioides</i>	21	1.33	0.0000086	0.44	0.00052	0.84	2.61
<i>Ottoschulzia pallida</i>	12	0.76	0.0000019	0.1	0.00014	0.23	1.09
<i>Pilocarpus racemosus</i>	12	0.76	0.0000028	0.14	0.0001	0.16	1.06
<i>Piscidia piscipula</i>	62	3.93	0.0000577	2.93	0.00257	4.15	11.01
<i>Pithecellobium mangense</i>	12	0.76	0.0000014	0.07	0.0001	0.16	0.99
<i>Pithecellobium stevensonii</i>	10	0.63	0.000001	0.05	0.00005	0.08	0.76
<i>Pouteria campechiana</i>	14	0.89	0.0000058	0.29	0.00014	0.23	1.41
<i>Pouteria glomerata</i>	10	0.63	0.0000005	0.03	0.00005	0.08	0.74
<i>Pouteria reticulata</i>	10	0.63	0.0000108	0.55	0.00014	0.23	1.41
<i>Randia aculeata</i>	10	0.63	0.0000065	0.33	0.0001	0.16	1.12
<i>Sabal yapa</i>	21	1.33	0.0000198	1	0.00033	0.53	2.86
<i>Senna pallida</i>	10	0.63	0.0000079	0.4	0.00005	0.08	1.11
<i>Sideroxylon foetidissimum</i>	17	1.08	0.0000176	0.89	0.00052	0.84	2.81
<i>Sideroxylon salicifolium</i>	24	1.52	0.0000061	0.31	0.00052	0.84	2.67
<i>Simarouba amara</i>	12	0.76	0.0000033	0.17	0.00014	0.23	1.16
<i>Simarouba glauca</i>	10	0.63	0.0000158	0.8	0.00005	0.08	1.51
<i>Spondias mombin</i>	10	0.63	0.0000031	0.16	0.00019	0.31	1.1
<i>Swartzia cubensis</i>	24	1.52	0.000013	0.66	0.00043	0.69	2.87
<i>Tabebuia rosea</i>	10	0.63	0.000002	0.1	0.00005	0.08	0.81
<i>Talisia olivaeformis</i>	10	0.63	0.0000113	0.57	0.00024	0.39	1.59
<i>Thevetia gaumeri</i>	24	1.52	0.0000092	0.47	0.00038	0.61	2.6
<i>Thouinia paucidentata</i>	21	1.33	0.0000184	0.93	0.001	1.61	3.87
<i>Thrinax radiata</i>	17	1.08	0.0000418	2.12	0.00086	1.39	4.59
<i>Trema micrantha</i>	14	0.89	0.0000188	0.95	0.00062	1	2.84
<i>Trophis racemosa</i>	10	0.63	0.0000024	0.12	0.00005	0.08	0.83
<i>Vitex gaumeri</i>	74	4.69	0.0001293	6.56	0.00362	5.84	17.09
<i>Zuelania guidonia</i>	19	1.2	0.0000097	0.49	0.00048	0.77	2.46
Total	1,579	99.9	0.0019707	100.02	0.06197	100	299.92

- *Estrato arbustivo*

Con respecto al estrato arbustivo, *Bursera simaruba* y *Nectandra salicifolia* con 17 y 15 % respectivamente son las mejor representada. En este caso, el I.V.I no se concentra en un pequeño grupo de especies, como en el estrato arbóreo, mientras la dominancia y la densidad son los parámetros que más contribuyen al IVI por especie (**Figura IV:27 y Cuadro IV:9**).

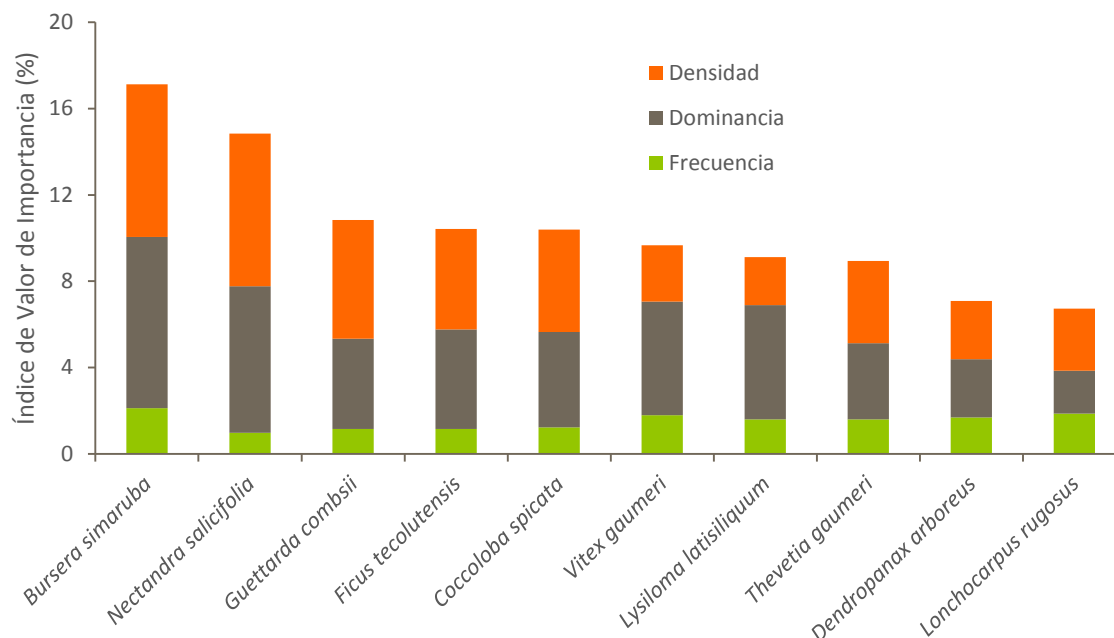


Figura IV:27. Especies más alto I.V.I en el estrato arbustivo

Cuadro IV:9. Índice de Valor de Importancia por especie en el estrato arbustivo

Especie	Frecuencia		Dominancia		Densidad		I.V.I
	absoluta	relativa	absoluta	relativa	absoluta	relativa	
<i>Acacia angustissima</i>	19	0.71	0.0000011	0.12	0.00279	0.28	1.11
<i>Acacia cornigera</i>	19	0.71	0.0000017	0.18	0.00465	0.47	1.36
<i>Acacia dolichostachya</i>	24	0.89	0.000006	0.64	0.00558	0.56	2.09
<i>Albizia tomentosa</i>	21	0.78	0.0000022	0.24	0.00651	0.65	1.67
<i>Allophylus cominia</i>	19	0.71	0.0000007	0.07	0.00093	0.09	0.87
<i>Annona primigenia</i>	19	0.71	0.0000009	0.1	0.00186	0.19	1
<i>Antirhea lucida</i>	19	0.71	0.0000005	0.05	0.00093	0.09	0.85
<i>Astrocasia tremula</i>	19	0.71	0.0000024	0.26	0.00279	0.28	1.25
<i>Astronium graveolens</i>	19	0.71	0.0000021	0.22	0.00372	0.37	1.3
<i>Bauhinia divaricata</i>	31	1.16	0.0000203	2.17	0.02884	2.88	6.21
<i>Brosimum alicastrum</i>	19	0.71	0.0000013	0.14	0.00093	0.09	0.94
<i>Bunchosia glandulosa</i>	19	0.71	0.0000006	0.06	0.00186	0.19	0.96
<i>Bursera simaruba</i>	57	2.12	0.000074	7.93	0.0707	7.07	17.12
<i>Caesalpinia gaumeri</i>	24	0.89	0.0000057	0.61	0.0093	0.93	2.43
<i>Caesalpinia yucatanensis</i>	24	0.89	0.0000078	0.84	0.00465	0.47	2.2
<i>Callicarpa acuminata</i>	21	0.78	0.0000044	0.47	0.00465	0.47	1.72
<i>Calyptanthus pallens</i>	19	0.71	0.0000005	0.05	0.00093	0.09	0.85
<i>Casearia nitida</i>	21	0.78	0.0000035	0.37	0.00186	0.19	1.34

Especie	Frecuencia		Dominancia		Densidad		I.V.I
	absoluta	relativa	absoluta	relativa	absoluta	relativa	
<i>Casimiroa tetrameria</i>	21	0.78	0.0000039	0.42	0.00744	0.74	1.94
<i>Cecropia obtusifolia</i>	26	0.97	0.0000067	0.72	0.00558	0.56	2.25
<i>Cecropia peltata</i>	21	0.78	0.0000026	0.28	0.00372	0.37	1.43
<i>Cedrela odorata</i>	19	0.71	0.0000054	0.58	0.00093	0.09	1.38
<i>Chrysophyllum cainito</i>	29	1.08	0.0000057	0.61	0.00651	0.65	2.34
<i>Coccoloba acapulcensis</i>	21	0.78	0.0000009	0.1	0.00186	0.19	1.07
<i>Coccoloba barbadensis</i>	19	0.71	0.0000068	0.73	0.00558	0.56	2
<i>Coccoloba diversifolia</i>	21	0.78	0.0000003	0.32	0.00372	0.37	1.47
<i>Coccoloba spicata</i>	33	1.23	0.0000413	4.42	0.04744	4.74	10.39
<i>Coccothrinax readii</i>	26	0.97	0.0000111	1.19	0.01209	1.21	3.37
<i>Cordia alliodora</i>	21	0.78	0.0000014	0.15	0.00279	0.28	1.21
<i>Cordia dodecandra</i>	19	0.71	0.0000019	0.2	0.00093	0.09	1
<i>Cordia gerascanthus</i>	19	0.71	0.0000019	0.2	0.00186	0.19	1.1
<i>Crossopetalum parviflorum</i>	19	0.71	0.0000061	0.65	0.00465	0.47	1.83
<i>Croton glabellus</i>	19	0.71	0.0000042	0.45	0.00093	0.09	1.25
<i>Croton reflexifolius</i>	21	0.78	0.0000031	0.33	0.00186	0.19	1.3
<i>Cupania glabra</i>	24	0.89	0.0000074	0.79	0.00837	0.84	2.52
<i>Dendropanax arboreus</i>	45	1.68	0.0000252	2.7	0.02698	2.7	7.08
<i>Dialium guianense</i>	24	0.89	0.0000015	0.16	0.00279	0.28	1.33
<i>Diospyros cuneata</i>	19	0.71	0.0000026	0.28	0.00186	0.19	1.18
<i>Diospyros tetrasperma</i>	19	0.71	0.0000005	0.05	0.00093	0.09	0.85
<i>Diospyros yucatanensis</i>	21	0.78	0.0000035	0.37	0.00372	0.37	1.52
<i>Dipholis salicifolia</i>	24	0.89	0.0000103	1.1	0.01116	1.12	3.11
<i>Diphysa carthagenensis</i>	21	0.78	0.0000153	1.64	0.00744	0.74	3.16
<i>Drypetes lateriflora</i>	24	0.89	0.0000034	0.36	0.00372	0.37	1.62
<i>Elaeodendron xylocarpum</i>	19	0.71	0.0000017	0.18	0.00186	0.19	1.08
<i>Esenbeckia pentaphylla</i>	24	0.89	0.0000087	0.93	0.00558	0.56	2.38
<i>Eugenia axillaris</i>	19	0.71	0.0000003	0.32	0.00279	0.28	1.31
<i>Eugenia buxifolia</i>	19	0.71	0.0000012	0.13	0.00186	0.19	1.03
<i>Eugenia trikkii</i>	24	0.89	0.0000225	2.41	0.01209	1.21	4.51
<i>Eupatorium albicaule</i>	19	0.71	0.0000007	0.07	0.00093	0.09	0.87
<i>Exothea diphylla</i>	19	0.71	0.0000015	0.16	0.00093	0.09	0.96
<i>Exothea paniculata</i>	19	0.71	0.0000012	0.13	0.00093	0.09	0.93
<i>Ficus cotinifolia</i>	40	1.49	0.0000163	1.75	0.0186	1.86	5.1
<i>Ficus maxima</i>	24	0.89	0.0000005	0.54	0.00465	0.47	1.9

Especie	Frecuencia		Dominancia		Densidad		I.V.I
	absoluta	relativa	absoluta	relativa	absoluta	relativa	
<i>Ficus padifolia</i>	26	0.97	0.0000154	1.65	0.01953	1.95	4.57
<i>Ficus pertusa</i>	19	0.71	0.0000009	0.1	0.00093	0.09	0.9
<i>Ficus tecolutensis</i>	31	1.16	0.000043	4.61	0.04651	4.65	10.42
<i>Guazuma ulmifolia</i>	19	0.71	0.0000003	0.03	0.00093	0.09	0.83
<i>Guettarda combsii</i>	31	1.16	0.000039	4.18	0.05488	5.49	10.83
<i>Gymnanthes lucida</i>	19	0.71	0.0000005	0.05	0.00093	0.09	0.85
<i>Gymnopodium floribundum</i>	21	0.78	0.0000061	0.65	0.00558	0.56	1.99
<i>Hampea trilobata</i>	36	1.34	0.0000192	2.06	0.02698	2.7	6.1
<i>Jatropha gaumeri</i>	21	0.78	0.0000072	0.77	0.00651	0.65	2.2
<i>Laetia thamnia</i>	19	0.71	0.0000005	0.05	0.00093	0.09	0.85
<i>Lonchocarpus guatemalensis</i>	21	0.78	0.0000024	0.26	0.00279	0.28	1.32
<i>Lonchocarpus rugosus</i>	50	1.86	0.0000186	1.99	0.02884	2.88	6.73
<i>Lysiloma latisiliquum</i>	43	1.6	0.0000494	5.29	0.02233	2.23	9.12
<i>Malmea depressa</i>	19	0.71	0.0000109	1.17	0.00744	0.74	2.62
<i>Malpighia glabra</i>	19	0.71	0.0000036	0.39	0.00465	0.47	1.57
<i>Malpighia puniceifolia</i>	19	0.71	0.0000005	0.05	0.00093	0.09	0.85
<i>Malvaviscus arboreus</i>	24	0.89	0.0000045	0.48	0.0093	0.93	2.3
<i>Manilkara zapota</i>	33	1.23	0.0000152	1.63	0.01767	1.77	4.63
<i>Metopium brownei</i>	29	1.08	0.0000063	0.67	0.00651	0.65	2.4
<i>Muntingia calabura</i>	31	1.16	0.0000099	1.06	0.0093	0.93	3.15
<i>Myrcianthes fragrans</i>	24	0.89	0.000002	0.21	0.00465	0.47	1.57
<i>Nectandra coriacea</i>	36	1.34	0.0000098	1.05	0.01116	1.12	3.51
<i>Nectandra salicifolia</i>	26	0.97	0.0000635	6.8	0.0707	7.07	14.84
<i>Neea psychotrioides</i>	21	0.78	0.0000051	0.55	0.00465	0.47	1.8
<i>Ocotea veraguensis</i>	19	0.71	0.0000008	0.09	0.00093	0.09	0.89
<i>Paullinia cururu</i>	19	0.71	0.0000026	0.28	0.00372	0.37	1.36
<i>Phyllanthus graveolens</i>	19	0.71	0.0000016	0.17	0.00186	0.19	1.07
<i>Pilocarpus racemosus</i>	21	0.78	0.0000044	0.47	0.00465	0.47	1.72
<i>Piscidia piscipula</i>	33	1.23	0.0000144	1.54	0.01302	1.3	4.07
<i>Pisonia aculeata</i>	21	0.78	0.0000013	0.14	0.00186	0.19	1.11
<i>Pithecellobium stevensonii</i>	26	0.97	0.000011	1.18	0.02233	2.23	4.38
<i>Platymiscium yucatanum</i>	21	0.78	0.0000024	0.26	0.00372	0.37	1.41
<i>Pluchea symphytifolia</i>	19	0.71	0.0000007	0.07	0.00093	0.09	0.87
<i>Pouteria campechiana</i>	29	1.08	0.0000132	1.41	0.01116	1.12	3.61

Especie	Frecuencia		Dominancia		Densidad		I.V.I
	absoluta	relativa	absoluta	relativa	absoluta	relativa	
<i>Pouteria reticulata</i>	19	0.71	0.0000016	0.17	0.00186	0.19	1.07
<i>Protium copal</i>	19	0.71	0.0000004	0.04	0.00093	0.09	0.84
<i>Pseudobombax ellipticum</i>	19	0.71	0.0000002	0.02	0.00279	0.28	1.01
<i>Psidium sartorianum</i>	21	0.78	0.0000036	0.39	0.00372	0.37	1.54
<i>Psychotria nervosa</i>	21	0.78	0.0000008	0.09	0.00279	0.28	1.15
<i>Pteridium aquilinum</i>	19	0.71	0.0000001	0.01	0.00093	0.09	0.81
<i>Randia aculeata</i>	19	0.71	0.0000052	0.56	0.01023	1.02	2.29
<i>Sabal yapa</i>	21	0.78	0.0000016	0.17	0.00186	0.19	1.14
<i>Sapranthus campechianus</i>	21	0.78	0.0000031	0.33	0.00372	0.37	1.48
<i>Semialarium mexicanum</i>	24	0.89	0.0000023	0.25	0.00372	0.37	1.51
<i>Senna atomaria</i>	21	0.78	0.0000066	0.71	0.01395	1.4	2.89
<i>Senna pallida</i>	19	0.71	0.0000021	0.22	0.00279	0.28	1.21
<i>Sideroxylon salicifolium</i>	36	1.34	0.0000086	0.92	0.0093	0.93	3.19
<i>Simarouba glauca</i>	26	0.97	0.0000095	1.02	0.01767	1.77	3.76
<i>Swartzia cubensis</i>	26	0.97	0.0000122	1.31	0.01488	1.49	3.77
<i>Tabebuia chrysantha</i>	19	0.71	0.0000014	0.15	0.00279	0.28	1.14
<i>Talisia olivaeformis</i>	19	0.71	0.0000002	0.02	0.00093	0.09	0.82
<i>Thevetia gaumeri</i>	43	1.6	0.000033	3.53	0.03814	3.81	8.94
<i>Thouinia paucidentata</i>	24	0.89	0.0000049	0.52	0.00651	0.65	2.06
<i>Thrinax radiata</i>	24	0.89	0.0000068	0.73	0.00558	0.56	2.18
<i>Trema micrantha</i>	21	0.78	0.0000015	0.16	0.00279	0.28	1.22
<i>Vitex gaumeri</i>	48	1.79	0.0000491	5.26	0.02605	2.61	9.66
<i>Wimmeria obtusifolia</i>	19	0.71	0.0000021	0.22	0.00279	0.28	1.21
<i>Ziziphus mauritiana</i>	19	0.71	0.0000015	0.16	0.00186	0.19	1.06
<i>Zuelania guidonia</i>	38	1.42	0.0000158	1.69	0.01395	1.4	4.51
Total	2683	99.96	0.0009336	99.95	0.9999	100.03	299.94

- *Estrato herbáceo*

Nectandra coriacea es la especie con el I.V.I más alto en el estrato herbáceo con 15%; siguiéndole *Opismenus hirtellus*, *Psychotria nervosa* y *Dendropanax arboreus* ocupan el 11% cada una (**Figura IV:28 y Cuadro IV:10**). Del mismo modo que en el estrato arbustivo, el IVI se encuentra distribuido en diversas especies, mientras la dominancia y frecuencia también son los parámetros que más contribuyen en la sumatoria.

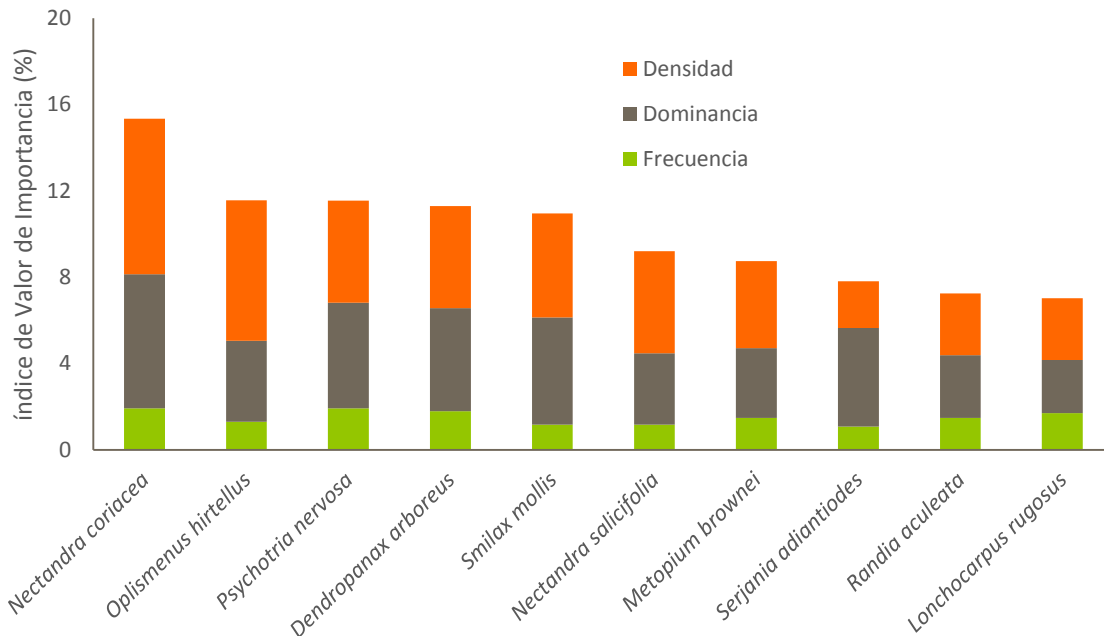


Figura IV:28. Especies más alto I.V.I en el estrato herbáceo

Cuadro IV:10. Índice de Valor de Importancia por especie en el estrato herbáceo

Especie	Frecuencia		Dominancia		Densidad		IVI
	absoluta	relativa	absoluta	relativa	absoluta	relativa	
<i>Acacia cornigera</i>	17	0.76	0.00219	0.12	0.00197	0.2	1.08
<i>Acacia dolichostachya</i>	17	0.76	0.01667	0.93	0.00099	0.1	1.79
<i>Allophylus cominia</i>	19	0.85	0.00652	0.36	0.00296	0.3	1.51
<i>Ardisia escallonioides</i>	19	0.85	0.00681	0.38	0.0069	0.69	1.92
<i>Arrabidaea floribunda</i>	17	0.76	0.00514	0.29	0.00197	0.2	1.25
<i>Astrocasia tremula</i>	17	0.76	0.00286	0.16	0.00099	0.1	1.02
<i>Bauhinia divaricata</i>	17	0.76	0.00543	0.3	0.00296	0.3	1.36
<i>Bauhinia jenningsii</i>	31	1.39	0.01229	0.69	0.01282	1.28	3.36
<i>Bunchosia swartziana</i>	17	0.76	0.00433	0.24	0.00296	0.3	1.3
<i>Bursera simaruba</i>	33	1.48	0.01957	1.09	0.01282	1.28	3.85
<i>Byrsonima bucidaefolia</i>	19	0.85	0.00495	0.28	0.00197	0.2	1.33
<i>Byrsonima crassifolia</i>	17	0.76	0.00333	0.19	0.00197	0.2	1.15
<i>Caesalpinia gaumeri</i>	17	0.76	0.00405	0.23	0.00296	0.3	1.29
<i>Caesalpinia yucatanensis</i>	17	0.76	0.00329	0.18	0.00296	0.3	1.24
<i>Canella winterana</i>	17	0.76	0.00586	0.33	0.00296	0.3	1.39
<i>Cardiospermum corindum</i>	17	0.76	0.00143	0.08	0.00099	0.1	0.94
<i>Casimiroa tetrameria</i>	17	0.76	0.00081	0.05	0.00099	0.1	0.91
<i>Cedrela odorata</i>	17	0.76	0.00219	0.12	0.00099	0.1	0.98
<i>Celtis iguanaea</i>	17	0.76	0.00043	0.02	0.00099	0.1	0.88
<i>Chrysophyllum cainito</i>	17	0.76	0.0039	0.22	0.00197	0.2	1.18

Especie	Frecuencia		Dominancia		Densidad		IVI
	absoluta	relativa	absoluta	relativa	absoluta	relativa	
<i>Chrysophyllum mexicanum</i>	17	0.76	0.00095	0.05	0.00099	0.1	0.91
<i>Cissus cacuminis</i>	17	0.76	0.00124	0.07	0.00099	0.1	0.93
<i>Cissus sicyoides</i>	24	1.08	0.01952	1.09	0.01381	1.38	3.55
<i>Coccoloba acapulcensis</i>	21	0.94	0.01481	0.83	0.00394	0.39	2.16
<i>Coccoloba barbadensis</i>	17	0.76	0.00167	0.09	0.00099	0.1	0.95
<i>Coccoloba cozumelensis</i>	19	0.85	0.02886	1.61	0.00197	0.2	2.66
<i>Coccoloba diversifolia</i>	17	0.76	0.00167	0.09	0.00099	0.1	0.95
<i>Coccoloba spicata</i>	33	1.48	0.01071	0.6	0.00986	0.99	3.07
<i>Coccoloba readii</i>	21	0.94	0.03105	1.74	0.01282	1.28	3.96
<i>Croton glabellus</i>	17	0.76	0.00333	0.19	0.00296	0.3	1.25
<i>Croton reflexifolius</i>	24	1.08	0.01562	0.87	0.01183	1.18	3.13
<i>Cupania glabra</i>	17	0.76	0.00143	0.08	0.00099	0.1	0.94
<i>Cydista aequinoctalis</i>	26	1.17	0.02876	1.61	0.01775	1.77	4.55
<i>Cydista potosina</i>	17	0.76	0.00333	0.19	0.00197	0.2	1.15
<i>Cyrtopodium macrobulbon</i>	19	0.85	0.00319	0.18	0.00394	0.39	1.42
<i>Dalbergia glabra</i>	17	0.76	0.00952	0.53	0.00099	0.1	1.39
<i>Dendropanax arboreus</i>	40	1.79	0.08519	4.77	0.04734	4.73	11.29
<i>Diospyros tetrasperma</i>	19	0.85	0.00443	0.25	0.00394	0.39	1.49
<i>Diospyros yucatanensis</i>	19	0.85	0.00271	0.15	0.00296	0.3	1.3
<i>Dipholis salicifolia</i>	17	0.76	0.00381	0.21	0.00099	0.1	1.07
<i>Diphyssa carthagenensis</i>	17	0.76	0.00071	0.04	0.00099	0.1	0.9
<i>Esenbeckia pentaphylla</i>	24	1.08	0.01671	0.93	0.00888	0.89	2.9
<i>Eugenia axillaris</i>	17	0.76	0.00381	0.21	0.00099	0.1	1.07
<i>Eugenia trikkii</i>	17	0.76	0.00148	0.08	0.00197	0.2	1.04
<i>Eupatorium albicaule</i>	31	1.39	0.02576	1.44	0.01479	1.48	4.31
<i>Exothea paniculata</i>	17	0.76	0.00557	0.31	0.00394	0.39	1.46
<i>Ficus cotinifolia</i>	19	0.85	0.00538	0.3	0.00296	0.3	1.45
<i>Ficus maxima</i>	21	0.94	0.01314	0.74	0.00592	0.59	2.27
<i>Ficus pertusa</i>	24	1.08	0.01471	0.82	0.01282	1.28	3.18
<i>Ficus tecolutensis</i>	17	0.76	0.00571	0.32	0.00197	0.2	1.28
<i>Guaiacum sanctum</i>	19	0.85	0.00905	0.51	0.00394	0.39	1.75
<i>Guettarda combsii</i>	21	0.94	0.00762	0.43	0.00493	0.49	1.86
<i>Gymnanthes lucida</i>	21	0.94	0.01781	1	0.00789	0.79	2.73
<i>Gymnopodium floribundum</i>	17	0.76	0.00567	0.32	0.00592	0.59	1.67
<i>Hampea trilobata</i>	31	1.39	0.02343	1.31	0.01381	1.38	4.08
<i>Helicteres baruensis</i>	17	0.76	0.01429	0.8	0.00099	0.1	1.66
<i>Jatropha gaumeri</i>	17	0.76	0.00167	0.09	0.00099	0.1	0.95
<i>Lasiacis divaricata</i>	21	0.94	0.01557	0.87	0.01282	1.28	3.09
<i>Lonchocarpus rugosus</i>	38	1.7	0.0441	2.47	0.0286	2.86	7.03
<i>Lysiloma latisiliquum</i>	21	0.94	0.02229	1.25	0.01381	1.38	3.57
<i>Malpighia glabra</i>	24	1.08	0.02238	1.25	0.00592	0.59	2.92

Especie	Frecuencia		Dominancia		Densidad		IVI
	absoluta	relativa	absoluta	relativa	absoluta	relativa	
<i>Malvaviscus arboreus</i>	31	1.39	0.03624	2.03	0.0217	2.17	5.59
<i>Manilkara zapota</i>	29	1.3	0.02852	1.6	0.01677	1.68	4.58
<i>Melicoccus oliviformis</i>	17	0.76	0.00252	0.14	0.00197	0.2	1.1
<i>Metopium brownei</i>	33	1.48	0.05771	3.23	0.04043	4.04	8.75
<i>Myrcianthes fragrans</i>	17	0.76	0.00381	0.21	0.00099	0.1	1.07
<i>Nectandra coriacea</i>	43	1.93	0.11095	6.21	0.07199	7.2	15.34
<i>Nectandra salicifolia</i>	26	1.17	0.05919	3.31	0.04734	4.73	9.21
<i>Nectandra sanguinea</i>	17	0.76	0.00429	0.24	0.00197	0.2	1.2
<i>Neea psychotrioides</i>	17	0.76	0.0021	0.12	0.00197	0.2	1.08
<i>Oplismenus hirtellus</i>	29	1.3	0.067	3.75	0.06509	6.51	11.56
<i>Otopappus curviflorus</i>	17	0.76	0.00952	0.53	0.00099	0.1	1.39
<i>Paspalum paniculatum</i>	17	0.76	0.00419	0.23	0.00394	0.39	1.38
<i>Paullinia cururu</i>	36	1.62	0.04686	2.62	0.02071	2.07	6.31
<i>Phyllanthus graveolens</i>	17	0.76	0.00038	0.02	0.00099	0.1	0.88
<i>Piper amalago</i>	17	0.76	0.01333	0.75	0.00296	0.3	1.81
<i>Piscidia piscipula</i>	17	0.76	0.00062	0.03	0.00099	0.1	0.89
<i>Pithecellobium stevensonii</i>	26	1.17	0.02367	1.32	0.01874	1.87	4.36
<i>Pithecoctenium crucigerum</i>	17	0.76	0.00567	0.32	0.00394	0.39	1.47
<i>Pouteria campechiana</i>	17	0.76	0.00476	0.27	0.00099	0.1	1.13
<i>Protium copal</i>	19	0.85	0.01143	0.64	0.00197	0.2	1.69
<i>Psidium sartorianum</i>	21	0.94	0.01452	0.81	0.00789	0.79	2.54
<i>Psychotria nervosa</i>	43	1.93	0.08743	4.89	0.04734	4.73	11.55
<i>Psychotria pubescens</i>	21	0.94	0.06095	3.41	0.02268	2.27	6.62
<i>Pteridium aquilinum</i>	19	0.85	0.03019	1.69	0.0069	0.69	3.23
<i>Randia aculeata</i>	33	1.48	0.05205	2.91	0.0286	2.86	7.25
<i>Sabal yapa</i>	17	0.76	0.01429	0.8	0.00099	0.1	1.66
<i>Senna atomaria</i>	17	0.76	0.00214	0.12	0.00197	0.2	1.08
<i>Serjania adiantoides</i>	24	1.08	0.08157	4.56	0.0217	2.17	7.81
<i>Serjania goniocarpa</i>	26	1.17	0.04624	2.59	0.02761	2.76	6.52
<i>Sideroxylon salicifolium</i>	19	0.85	0.00614	0.34	0.00493	0.49	1.68
<i>Smilax mollis</i>	26	1.17	0.08871	4.96	0.04832	4.83	10.96
<i>Solanum erianthum</i>	17	0.76	0.00286	0.16	0.00099	0.1	1.02
<i>Swartzia cubensis</i>	17	0.76	0.00157	0.09	0.00099	0.1	0.95
<i>Talisia olivaeformis</i>	24	1.08	0.01224	0.68	0.00493	0.49	2.25
<i>Tetracera volubilis</i>	17	0.76	0.00095	0.05	0.00099	0.1	0.91
<i>Thevetia gaumeri</i>	31	1.39	0.04181	2.34	0.0217	2.17	5.9
<i>Thouinia paucidentata</i>	24	1.08	0.00867	0.49	0.00493	0.49	2.06
<i>Thrinax radiata</i>	31	1.39	0.03648	2.04	0.03057	3.06	6.49
<i>Trema micrantha</i>	17	0.76	0.00205	0.11	0.00197	0.2	1.07
<i>Urvillea ulmacea</i>	21	0.94	0.01895	1.06	0.01282	1.28	3.28
<i>Vitex gaumeri</i>	19	0.85	0.00248	0.14	0.00197	0.2	1.19

Especie	Frecuencia		Dominancia		Densidad		IVI
	absoluta	relativa	absoluta	relativa	absoluta	relativa	
<i>Wimmeria obtusifolia</i>	17	0.76	0.00286	0.16	0.00099	0.1	1.02
<i>Zuelania guidonia</i>	24	1.08	0.01881	1.05	0.00888	0.89	3.02
Total	2229	99.85	1.78743	99.97	1.00006	100.05	299.87

IV.4.1.2.4 Índice de diversidad

- Estrato arbóreo

El estrato arbóreo tiene 112 especies en 1,299 individuos; lo que indica un valor de 15.48 con el índice de riqueza Margalef, diversidad de Shannon de 3.12 y por consiguiente un valor de índice de equidad de 0.66. Lo valores anteriores, indican alta riqueza y diversidad de especies en el estrato arbóreo (**Cuadro IV:11**).

Cuadro IV:11. Índice de diversidad Shannon para el estrato arbóreo en la microcuenca Cancún

Especie	ni	pi	ln pi	pi * ln pi
<i>Acacia angustissima</i>	3	0.0023	-6.0748	-0.014
<i>Acacia dolichostachya</i>	82	0.0631	-2.763	-0.1743
<i>Allophylus campostachys</i>	1	0.0008	-7.1309	-0.0057
<i>Amyris sylvatica</i>	1	0.0008	-7.1309	-0.0057
<i>Annona glabra</i>	2	0.0015	-6.5023	-0.0098
<i>Ardisia cubana</i>	1	0.0008	-7.1309	-0.0057
<i>Bauhinia divaricata</i>	2	0.0015	-6.5023	-0.0098
<i>Bauhinia jenningsii</i>	1	0.0008	-7.1309	-0.0057
<i>Blomia prisca</i>	6	0.0046	-5.3817	-0.0248
<i>Brosimum alicastrum</i>	10	0.0077	-4.8665	-0.0375
<i>Bursera simaruba</i>	109	0.0839	-2.4781	-0.2079
<i>Byrsonima bucidaefolia</i>	7	0.0054	-5.2214	-0.0282
<i>Caesalpinia gaumeri</i>	14	0.0108	-4.5282	-0.0489
<i>Caesalpinia yucatanensis</i>	2	0.0015	-6.5023	-0.0098
<i>Cameraria latifolia</i>	1	0.0008	-7.1309	-0.0057
<i>Casearia nitida</i>	2	0.0015	-6.5023	-0.0098
<i>Casimiroa sapota</i>	1	0.0008	-7.1309	-0.0057
<i>Cecropia obtusifolia</i>	6	0.0046	-5.3817	-0.0248
<i>Cecropia peltata</i>	1	0.0008	-7.1309	-0.0057
<i>Ceiba aesculifolia</i>	3	0.0023	-6.0748	-0.014
<i>Chrysophyllum cainito</i>	1	0.0008	-7.1309	-0.0057
<i>Coccoloba acapulcensis</i>	2	0.0015	-6.5023	-0.0098
<i>Coccoloba barbadensis</i>	1	0.0008	-7.1309	-0.0057

Especie	ni	pi	ln pi	pi * ln pi
<i>Coccoloba diversifolia</i>	1	0.0008	-7.1309	-0.0057
<i>Coccoloba spicata</i>	6	0.0046	-5.3817	-0.0248
<i>Cordia alliodora</i>	1	0.0008	-7.1309	-0.0057
<i>Cordia gerascanthus</i>	7	0.0054	-5.2214	-0.0282
<i>Crossopetalum parviflorum</i>	1	0.0008	-7.1309	-0.0057
<i>Croton glabellus</i>	2	0.0015	-6.5023	-0.0098
<i>Croton reflexifolius</i>	2	0.0015	-6.5023	-0.0098
<i>Cupania dentata</i>	1	0.0008	-7.1309	-0.0057
<i>Dendropanax arboreus</i>	26	0.02	-3.912	-0.0782
<i>Diospyros cuneata</i>	1	0.0008	-7.1309	-0.0057
<i>Dipholis salicifolia</i>	3	0.0023	-6.0748	-0.014
<i>Diphyssa carthagenensis</i>	7	0.0054	-5.2214	-0.0282
<i>Drypetes lateriflora</i>	3	0.0023	-6.0748	-0.014
<i>Exothea diphylla</i>	2	0.0015	-6.5023	-0.0098
<i>Exothea paniculata</i>	1	0.0008	-7.1309	-0.0057
<i>Ficus citrifolia</i>	5	0.0038	-5.5728	-0.0212
<i>Ficus cotinifolia</i>	61	0.047	-3.0576	-0.1437
<i>Ficus crassinervia</i>	1	0.0008	-7.1309	-0.0057
<i>Ficus maxima</i>	6	0.0046	-5.3817	-0.0248
<i>Ficus padifolia</i>	2	0.0015	-6.5023	-0.0098
<i>Ficus pertusa</i>	3	0.0023	-6.0748	-0.014
<i>Ficus tecolutensis</i>	21	0.0162	-4.1227	-0.0668
<i>Gliricidia sepium</i>	1	0.0008	-7.1309	-0.0057
<i>Guaiacum sanctum</i>	2	0.0015	-6.5023	-0.0098
<i>Guettarda combsii</i>	1	0.0008	-7.1309	-0.0057
<i>Gymnanthes lucida</i>	8	0.0062	-5.0832	-0.0315
<i>Hampea trilobata</i>	2	0.0015	-6.5023	-0.0098
<i>Jatropha gaumeri</i>	1	0.0008	-7.1309	-0.0057
<i>Lonchocarpus guatemalensis</i>	19	0.0146	-4.2267	-0.0617
<i>Lonchocarpus rugosus</i>	17	0.0131	-4.3351	-0.0568
<i>Lonchocarpus xuul</i>	2	0.0015	-6.5023	-0.0098
<i>Lysiloma latisiliquum</i>	328	0.2525	-1.3763	-0.3475
<i>Malmea depressa</i>	2	0.0015	-6.5023	-0.0098
<i>Manilkara zapota</i>	110	0.0847	-2.4686	-0.2091
<i>Melicoccus oliviformis</i>	1	0.0008	-7.1309	-0.0057
<i>Metopium brownei</i>	73	0.0562	-2.8788	-0.1618
<i>Myrcianthes fragrans</i>	3	0.0023	-6.0748	-0.014

Especie	ni	pi	ln pi	pi * ln pi
<i>Nectandra coriacea</i>	13	0.01	-4.6052	-0.0461
<i>Nectandra salicifolia</i>	12	0.0092	-4.6886	-0.0431
<i>Neea psychotrioides</i>	11	0.0085	-4.7677	-0.0405
<i>Ottoschulzia pallida</i>	3	0.0023	-6.0748	-0.014
<i>Pilocarpus racemosus</i>	2	0.0015	-6.5023	-0.0098
<i>Piscidia piscipula</i>	54	0.0416	-3.1797	-0.1323
<i>Pithecellobium mangense</i>	2	0.0015	-6.5023	-0.0098
<i>Pithecellobium stevensonii</i>	1	0.0008	-7.1309	-0.0057
<i>Pouteria campechiana</i>	3	0.0023	-6.0748	-0.014
<i>Pouteria glomerata</i>	1	0.0008	-7.1309	-0.0057
<i>Pouteria reticulata</i>	3	0.0023	-6.0748	-0.014
<i>Randia aculeata</i>	2	0.0015	-6.5023	-0.0098
<i>Sabal yapa</i>	7	0.0054	-5.2214	-0.0282
<i>Senna pallida</i>	1	0.0008	-7.1309	-0.0057
<i>Sideroxylon foetidissimum</i>	11	0.0085	-4.7677	-0.0405
<i>Sideroxylon salicifolium</i>	11	0.0085	-4.7677	-0.0405
<i>Simarouba amara</i>	3	0.0023	-6.0748	-0.014
<i>Simarouba glauca</i>	1	0.0008	-7.1309	-0.0057
<i>Spondias mombin</i>	4	0.0031	-5.7764	-0.0179
<i>Swartzia cubensis</i>	9	0.0069	-4.9762	-0.0343
<i>Tabebuia rosea</i>	1	0.0008	-7.1309	-0.0057
<i>Talisia olivaeformis</i>	5	0.0038	-5.5728	-0.0212
<i>Thevetia gaumeri</i>	8	0.0062	-5.0832	-0.0315
<i>Thouinia paucidentata</i>	21	0.0162	-4.1227	-0.0668
<i>Thrinax radiata</i>	18	0.0139	-4.2759	-0.0594
<i>Trema micrantha</i>	13	0.01	-4.6052	-0.0461
<i>Trophis racemosa</i>	1	0.0008	-7.1309	-0.0057
<i>Vitex gaumeri</i>	76	0.0585	-2.8387	-0.1661
<i>Zuelania guidonia</i>	10	0.0077	-4.8665	-0.0375
Total	1299	1.0002	-513.164	3.1277

Además del índice de diversidad Shannon, se calculó el índice de diversidad Simpson, con la finalidad de obtener mayor certeza en la estimación de la diversidad. Con el índice de Simpson se obtuvo un valor de dominancia de 0.09 y por consiguiente una valor de diversidad de 0.90; este valor indica alta diversidad, debido a su cercanía a 1, lo que es coherente con lo obtenido con el índice de Shannon (**Cuadro IV:12**).

Cuadro IV:12. Índice de diversidad de Shannon para el estrato arbóreo en la microcuenca Cancún

Especie	ni	pi	(pi ²)
<i>Acacia angustissima</i>	3	0.0023	0.000005
<i>Acacia dolichostachya</i>	82	0.0631	0.003982
<i>Allophylus campostachys</i>	1	0.0008	0.000001
<i>Amyris sylvatica</i>	1	0.0008	0.000001
<i>Annona glabra</i>	2	0.0015	0.000002
<i>Ardisia cubana</i>	1	0.0008	0.000001
<i>Bauhinia divaricata</i>	2	0.0015	0.000002
<i>Bauhinia jenningsii</i>	1	0.0008	0.000001
<i>Blomia prisca</i>	6	0.0046	0.000021
<i>Brosimum alicastrum</i>	10	0.0077	0.000059
<i>Bursera simaruba</i>	109	0.0839	0.007039
<i>Byrsonima bucidaefolia</i>	7	0.0054	0.000029
<i>Caesalpinia gaumeri</i>	14	0.0108	0.000117
<i>Caesalpinia yucatanensis</i>	2	0.0015	0.000002
<i>Cameraria latifolia</i>	1	0.0008	0.000001
<i>Casearia nitida</i>	2	0.0015	0.000002
<i>Casimiroa sapota</i>	1	0.0008	0.000001
<i>Cecropia obtusifolia</i>	6	0.0046	0.000021
<i>Cecropia peltata</i>	1	0.0008	0.000001
<i>Ceiba aesculifolia</i>	3	0.0023	0.000005
<i>Chrysophyllum cainito</i>	1	0.0008	0.000001
<i>Coccoloba acapulcensis</i>	2	0.0015	0.000002
<i>Coccoloba barbadensis</i>	1	0.0008	0.000001
<i>Coccoloba diversifolia</i>	1	0.0008	0.000001
<i>Coccoloba spicata</i>	6	0.0046	0.000021
<i>Cordia alliodora</i>	1	0.0008	0.000001
<i>Cordia gerascanthus</i>	7	0.0054	0.000029
<i>Crossopetalum parviflorum</i>	1	0.0008	0.000001
<i>Croton glabellus</i>	2	0.0015	0.000002
<i>Croton reflexifolius</i>	2	0.0015	0.000002
<i>Cupania dentata</i>	1	0.0008	0.000001
<i>Dendropanax arboreus</i>	26	0.02	0.0004
<i>Diospyros cuneata</i>	1	0.0008	0.000001
<i>Dipholis salicifolia</i>	3	0.0023	0.000005
<i>Diphysa carthagenensis</i>	7	0.0054	0.000029
<i>Drypetes lateriflora</i>	3	0.0023	0.000005
<i>Exothea diphylla</i>	2	0.0015	0.000002
<i>Exothea paniculata</i>	1	0.0008	0.000001
<i>Ficus citrifolia</i>	5	0.0038	0.000014
<i>Ficus cotinifolia</i>	61	0.047	0.002209
<i>Ficus crassinervia</i>	1	0.0008	0.000001

Especie	ni	pi	(pi ²)
<i>Ficus maxima</i>	6	0.0046	0.000021
<i>Ficus padifolia</i>	2	0.0015	0.000002
<i>Ficus pertusa</i>	3	0.0023	0.000005
<i>Ficus tecolutensis</i>	21	0.0162	0.000262
<i>Gliricidia sepium</i>	1	0.0008	0.000001
<i>Guaiacum sanctum</i>	2	0.0015	0.000002
<i>Guettarda combsii</i>	1	0.0008	0.000001
<i>Gymnanthes lucida</i>	8	0.0062	0.000038
<i>Hampea trilobata</i>	2	0.0015	0.000002
<i>Jatropha gaumeri</i>	1	0.0008	0.000001
<i>Lonchocarpus guatemalensis</i>	19	0.0146	0.000213
<i>Lonchocarpus rugosus</i>	17	0.0131	0.000172
<i>Lonchocarpus xuul</i>	2	0.0015	0.000002
<i>Lysiloma latisiliquum</i>	328	0.2525	0.063756
<i>Malmea depressa</i>	2	0.0015	0.000002
<i>Manilkara zapota</i>	110	0.0847	0.007174
<i>Melicoccus oliviformis</i>	1	0.0008	0.000001
<i>Metopium brownei</i>	73	0.0562	0.003158
<i>Myrcianthes fragrans</i>	3	0.0023	0.000005
<i>Nectandra coriacea</i>	13	0.01	0.0001
<i>Nectandra salicifolia</i>	12	0.0092	0.000085
<i>Neea psychotrioides</i>	11	0.0085	0.000072
<i>Ottoschulzia pallida</i>	3	0.0023	0.000005
<i>Pilocarpus racemosus</i>	2	0.0015	0.000002
<i>Piscidia piscipula</i>	54	0.0416	0.001731
<i>Pithecellobium mangense</i>	2	0.0015	0.000002
<i>Pithecellobium stevensonii</i>	1	0.0008	0.000001
<i>Pouteria campechiana</i>	3	0.0023	0.000005
<i>Pouteria glomerata</i>	1	0.0008	0.000001
<i>Pouteria reticulata</i>	3	0.0023	0.000005
<i>Randia aculeata</i>	2	0.0015	0.000002
<i>Sabal yapa</i>	7	0.0054	0.000029
<i>Senna pallida</i>	1	0.0008	0.000001
<i>Sideroxylon foetidissimum</i>	11	0.0085	0.000072
<i>Sideroxylon salicifolium</i>	11	0.0085	0.000072
<i>Simarouba amara</i>	3	0.0023	0.000005
<i>Simarouba glauca</i>	1	0.0008	0.000001
<i>Spondias mombin</i>	4	0.0031	0.00001
<i>Swartzia cubensis</i>	9	0.0069	0.000048
<i>Tabebuia rosea</i>	1	0.0008	0.000001
<i>Talisia olivaeformis</i>	5	0.0038	0.000014
<i>Thevetia gaumeri</i>	8	0.0062	0.000038

Especie	ni	pi	(pi ²)
<i>Thouinia paucidentata</i>	21	0.0162	0.000262
<i>Thrinax radiata</i>	18	0.0139	0.000193
<i>Trema micrantha</i>	13	0.01	0.0001
<i>Trophis racemosa</i>	1	0.0008	0.000001
<i>Vitex gaumeri</i>	76	0.0585	0.003422
<i>Zuelania guidonia</i>	10	0.0077	0.000059
D	1299	1.0002	0.095179
S			0.904821

- Estrato arbustivo

En relación con el estrato arbustivo, el índice de diversidad Shannon obtuvo un valor de 4.04, riqueza de especies de 12.61 mediante el índice de Margalef; estos valores fueron obtenidos a partir de 89 especies y 1,075 individuos. Cabe destacar que el estrato presenta valores más altos de diversidad y más bajos en riqueza en comparación al estrato arbóreo (Cuadro IV:13).

Cuadro IV:13. Índice de diversidad Shannon para el estrato arbustivo en la microcuenca Cancún

Especie	ni	pi	ln pi	pi * ln pi
<i>Acacia angustissima</i>	3	0.0028	-5.8781	-0.0165
<i>Acacia cornigera</i>	5	0.0047	-5.3602	-0.0252
<i>Acacia dolichostachya</i>	6	0.0056	-5.185	-0.029
<i>Albizia tomentosa</i>	7	0.0065	-5.036	-0.0327
<i>Allophylus cominia</i>	1	0.0009	-7.0131	-0.0063
<i>Annona primigenia</i>	2	0.0019	-6.2659	-0.0119
<i>Antirhea lucida</i>	1	0.0009	-7.0131	-0.0063
<i>Astrocasia tremula</i>	3	0.0028	-5.8781	-0.0165
<i>Astronium graveolens</i>	4	0.0037	-5.5994	-0.0207
<i>Bauhinia divaricata</i>	31	0.0288	-3.5474	-0.1022
<i>Brosimum alicastrum</i>	1	0.0009	-7.0131	-0.0063
<i>Bunchosia glandulosa</i>	2	0.0019	-6.2659	-0.0119
<i>Bursera simaruba</i>	76	0.0707	-2.6493	-0.1873
<i>Caesalpinia gaumeri</i>	10	0.0093	-4.6777	-0.0435
<i>Caesalpinia yucatanensis</i>	5	0.0047	-5.3602	-0.0252
<i>Callicarpa acuminata</i>	5	0.0047	-5.3602	-0.0252
<i>Calyptanthus pallens</i>	1	0.0009	-7.0131	-0.0063
<i>Casearia nitida</i>	2	0.0019	-6.2659	-0.0119
<i>Casimiroa tetrameria</i>	8	0.0074	-4.9063	-0.0363
<i>Cecropia obtusifolia</i>	6	0.0056	-5.185	-0.029
<i>Cecropia peltata</i>	4	0.0037	-5.5994	-0.0207
<i>Cedrela odorata</i>	1	0.0009	-7.0131	-0.0063

Especie	ni	pi	ln pi	pi * ln pi
<i>Chrysophyllum cainito</i>	7	0.0065	-5.036	-0.0327
<i>Coccoloba acapulcensis</i>	2	0.0019	-6.2659	-0.0119
<i>Coccoloba barbadensis</i>	6	0.0056	-5.185	-0.029
<i>Coccoloba diversifolia</i>	4	0.0037	-5.5994	-0.0207
<i>Coccoloba spicata</i>	51	0.0474	-3.0491	-0.1445
<i>Coccothrinax readii</i>	13	0.0121	-4.4145	-0.0534
<i>Cordia alliodora</i>	3	0.0028	-5.8781	-0.0165
<i>Cordia dodecandra</i>	1	0.0009	-7.0131	-0.0063
<i>Cordia gerascanthus</i>	2	0.0019	-6.2659	-0.0119
<i>Crossopetalum parviflorum</i>	5	0.0047	-5.3602	-0.0252
<i>Croton glabellus</i>	1	0.0009	-7.0131	-0.0063
<i>Croton reflexifolius</i>	2	0.0019	-6.2659	-0.0119
<i>Cupania glabra</i>	9	0.0084	-4.7795	-0.0401
<i>Dendropanax arboreus</i>	29	0.027	-3.6119	-0.0975
<i>Dialium guianense</i>	3	0.0028	-5.8781	-0.0165
<i>Diospyros cuneata</i>	2	0.0019	-6.2659	-0.0119
<i>Diospyros tetrasperma</i>	1	0.0009	-7.0131	-0.0063
<i>Diospyros yucatanensis</i>	4	0.0037	-5.5994	-0.0207
<i>Dipholis salicifolia</i>	12	0.0112	-4.4918	-0.0503
<i>Diphysa carthagenensis</i>	8	0.0074	-4.9063	-0.0363
<i>Drypetes lateriflora</i>	4	0.0037	-5.5994	-0.0207
<i>Elaeodendron xylocarpum</i>	2	0.0019	-6.2659	-0.0119
<i>Esenbeckia pentaphylla</i>	6	0.0056	-5.185	-0.029
<i>Eugenia axillaris</i>	3	0.0028	-5.8781	-0.0165
<i>Eugenia buxifolia</i>	2	0.0019	-6.2659	-0.0119
<i>Eugenia trikkii</i>	13	0.0121	-4.4145	-0.0534
<i>Eupatorium albicaule</i>	1	0.0009	-7.0131	-0.0063
<i>Exothea diphylla</i>	1	0.0009	-7.0131	-0.0063
<i>Exothea paniculata</i>	1	0.0009	-7.0131	-0.0063
<i>Ficus cotinifolia</i>	20	0.0186	-3.9846	-0.0741
<i>Ficus maxima</i>	5	0.0047	-5.3602	-0.0252
<i>Ficus padifolia</i>	21	0.0195	-3.9373	-0.0768
<i>Ficus pertusa</i>	1	0.0009	-7.0131	-0.0063
<i>Ficus tecolutensis</i>	50	0.0465	-3.0683	-0.1427
<i>Guazuma ulmifolia</i>	1	0.0009	-7.0131	-0.0063
<i>Guettarda combsii</i>	59	0.0549	-2.9022	-0.1593
<i>Gymnanthes lucida</i>	1	0.0009	-7.0131	-0.0063
<i>Gymnopodium floribundum</i>	6	0.0056	-5.185	-0.029
<i>Hampea trilobata</i>	29	0.027	-3.6119	-0.0975
<i>Jatropha gaumeri</i>	7	0.0065	-5.036	-0.0327
<i>Laetia thannia</i>	1	0.0009	-7.0131	-0.0063
<i>Lonchocarpus guatemalensis</i>	3	0.0028	-5.8781	-0.0165

Especie	ni	pi	ln pi	pi * ln pi
<i>Lonchocarpus rugosus</i>	31	0.0288	-3.5474	-0.1022
<i>Lysiloma latisiliquum</i>	24	0.0223	-3.8032	-0.0848
<i>Malmea depressa</i>	8	0.0074	-4.9063	-0.0363
<i>Malpighia glabra</i>	5	0.0047	-5.3602	-0.0252
<i>Malpighia puniceifolia</i>	1	0.0009	-7.0131	-0.0063
<i>Malvaviscus arboreus</i>	10	0.0093	-4.6777	-0.0435
<i>Manilkara zapota</i>	19	0.0177	-4.0342	-0.0714
<i>Metopium brownei</i>	7	0.0065	-5.036	-0.0327
<i>Muntingia calabura</i>	10	0.0093	-4.6777	-0.0435
<i>Myrcianthes fragrans</i>	5	0.0047	-5.3602	-0.0252
<i>Nectandra coriacea</i>	12	0.0112	-4.4918	-0.0503
<i>Nectandra salicifolia</i>	76	0.0707	-2.6493	-0.1873
<i>Neea psychotrioides</i>	5	0.0047	-5.3602	-0.0252
<i>Ocotea veraguensis</i>	1	0.0009	-7.0131	-0.0063
<i>Paullinia cururu</i>	4	0.0037	-5.5994	-0.0207
<i>Phyllanthus graveolens</i>	2	0.0019	-6.2659	-0.0119
<i>Pilocarpus racemosus</i>	5	0.0047	-5.3602	-0.0252
<i>Piscidia piscipula</i>	14	0.013	-4.3428	-0.0565
<i>Pisonia aculeata</i>	2	0.0019	-6.2659	-0.0119
<i>Pithecellobium stevensonii</i>	24	0.0223	-3.8032	-0.0848
<i>Platymiscium yucatanum</i>	4	0.0037	-5.5994	-0.0207
<i>Pluchea symphytifolia</i>	1	0.0009	-7.0131	-0.0063
<i>Pouteria campechiana</i>	12	0.0112	-4.4918	-0.0503
<i>Pouteria reticulata</i>	2	0.0019	-6.2659	-0.0119
<i>Protium copal</i>	1	0.0009	-7.0131	-0.0063
<i>Pseudobombax ellipticum</i>	3	0.0028	-5.8781	-0.0165
<i>Psidium sartorianum</i>	4	0.0037	-5.5994	-0.0207
<i>Psychotria nervosa</i>	3	0.0028	-5.8781	-0.0165
<i>Pteridium aquilinum</i>	1	0.0009	-7.0131	-0.0063
<i>Randia aculeata</i>	11	0.0102	-4.5854	-0.0468
<i>Sabal yapa</i>	2	0.0019	-6.2659	-0.0119
<i>Sapranthus campechianus</i>	4	0.0037	-5.5994	-0.0207
<i>Semialarium mexicanum</i>	4	0.0037	-5.5994	-0.0207
<i>Senna atomaria</i>	15	0.014	-4.2687	-0.0598
<i>Senna pallida</i>	3	0.0028	-5.8781	-0.0165
<i>Sideroxylon salicifolium</i>	10	0.0093	-4.6777	-0.0435
<i>Simarouba glauca</i>	19	0.0177	-4.0342	-0.0714
<i>Swartzia cubensis</i>	16	0.0149	-4.2064	-0.0627
<i>Tabebuia chrysantha</i>	3	0.0028	-5.8781	-0.0165
<i>Talisia olivaeformis</i>	1	0.0009	-7.0131	-0.0063
<i>Thevetia gaumeri</i>	41	0.0381	-3.2675	-0.1245
<i>Thouinia paucidentata</i>	7	0.0065	-5.036	-0.0327

Especie	ni	pi	ln pi	pi * ln pi
<i>Thrinax radiata</i>	6	0.0056	-5.185	-0.029
<i>Trema micrantha</i>	3	0.0028	-5.8781	-0.0165
<i>Vitex gaumeri</i>	28	0.026	-3.6497	-0.0949
<i>Wimmeria obtusifolia</i>	3	0.0028	-5.8781	-0.0165
<i>Ziziphus mauritiana</i>	2	0.0019	-6.2659	-0.0119
<i>Zuelania guidonia</i>	15	0.014	-4.2687	-0.0598
Total	1075	1.0002	-607.397	4.0377

Con base en el índice de diversidad Shannon, se concluye que el estrato presenta alta diversidad. Además la conclusión anterior se confirma con el valor resultante mediante el índice de Simpson, 0.97, el cual indica alta diversidad (**Cuadro IV:14**).

Cuadro IV:14. Índice de diversidad de Simpson para el estrato arbustivo en la microcuenca Cancún

Especie	ni	pi	(pi ²)
<i>Acacia angustissima</i>	3	0.0028	0.000008
<i>Acacia cornigera</i>	5	0.0047	0.000022
<i>Acacia dolichostachya</i>	6	0.0056	0.000031
<i>Albizia tomentosa</i>	7	0.0065	0.000042
<i>Allophylus cominia</i>	1	0.0009	0.000001
<i>Annona primigenia</i>	2	0.0019	0.000004
<i>Antirhea lucida</i>	1	0.0009	0.000001
<i>Astrocasia tremula</i>	3	0.0028	0.000008
<i>Astronium graveolens</i>	4	0.0037	0.000014
<i>Bauhinia divaricata</i>	31	0.0288	0.000829
<i>Brosimum alicastrum</i>	1	0.0009	0.000001
<i>Bunchosia glandulosa</i>	2	0.0019	0.000004
<i>Bursera simaruba</i>	76	0.0707	0.004998
<i>Caesalpinia gaumeri</i>	10	0.0093	0.000086
<i>Caesalpinia yucatanensis</i>	5	0.0047	0.000022
<i>Callicarpa acuminata</i>	5	0.0047	0.000022
<i>Calyptanthes pallens</i>	1	0.0009	0.000001
<i>Casearia nitida</i>	2	0.0019	0.000004
<i>Casimiroa tetrameria</i>	8	0.0074	0.000055
<i>Cecropia obtusifolia</i>	6	0.0056	0.000031
<i>Cecropia peltata</i>	4	0.0037	0.000014
<i>Cedrela odorata</i>	1	0.0009	0.000001
<i>Chrysophyllum cainito</i>	7	0.0065	0.000042
<i>Coccoloba acapulcensis</i>	2	0.0019	0.000004
<i>Coccoloba barbadensis</i>	6	0.0056	0.000031
<i>Coccoloba diversifolia</i>	4	0.0037	0.000014
<i>Coccoloba spicata</i>	51	0.0474	0.002247

Especie	ni	pi	(pi ²)
<i>Coccothrinax readii</i>	13	0.0121	0.000146
<i>Cordia alliodora</i>	3	0.0028	0.000008
<i>Cordia dodecandra</i>	1	0.0009	0.000001
<i>Cordia gerascanthus</i>	2	0.0019	0.000004
<i>Crossopetalum parviflorum</i>	5	0.0047	0.000022
<i>Croton glabellus</i>	1	0.0009	0.000001
<i>Croton reflexifolius</i>	2	0.0019	0.000004
<i>Cupania glabra</i>	9	0.0084	0.000071
<i>Dendropanax arboreus</i>	29	0.027	0.000729
<i>Dialium guianense</i>	3	0.0028	0.000008
<i>Diospyros cuneata</i>	2	0.0019	0.000004
<i>Diospyros tetrasperma</i>	1	0.0009	0.000001
<i>Diospyros yucatanensis</i>	4	0.0037	0.000014
<i>Dipholis salicifolia</i>	12	0.0112	0.000125
<i>Diphysa carthagenensis</i>	8	0.0074	0.000055
<i>Drypetes lateriflora</i>	4	0.0037	0.000014
<i>Elaeodendron xylocarpum</i>	2	0.0019	0.000004
<i>Esenbeckia pentaphylla</i>	6	0.0056	0.000031
<i>Eugenia axillaris</i>	3	0.0028	0.000008
<i>Eugenia buxifolia</i>	2	0.0019	0.000004
<i>Eugenia trikkii</i>	13	0.0121	0.000146
<i>Eupatorium albicaule</i>	1	0.0009	0.000001
<i>Exothea diphylla</i>	1	0.0009	0.000001
<i>Exothea paniculata</i>	1	0.0009	0.000001
<i>Ficus cotinifolia</i>	20	0.0186	0.000346
<i>Ficus maxima</i>	5	0.0047	0.000022
<i>Ficus padifolia</i>	21	0.0195	0.00038
<i>Ficus pertusa</i>	1	0.0009	0.000001
<i>Ficus tecolutensis</i>	50	0.0465	0.002162
<i>Guazuma ulmifolia</i>	1	0.0009	0.000001
<i>Guettarda combsii</i>	59	0.0549	0.003014
<i>Gymnanthes lucida</i>	1	0.0009	0.000001
<i>Gymnopodium floribundum</i>	6	0.0056	0.000031
<i>Hampea trilobata</i>	29	0.027	0.000729
<i>Jatropha gaumeri</i>	7	0.0065	0.000042
<i>Laetia thamnina</i>	1	0.0009	0.000001
<i>Lonchocarpus guatemalensis</i>	3	0.0028	0.000008
<i>Lonchocarpus rugosus</i>	31	0.0288	0.000829
<i>Lysiloma latisiliquum</i>	24	0.0223	0.000497
<i>Malmea depressa</i>	8	0.0074	0.000055
<i>Malpighia glabra</i>	5	0.0047	0.000022
<i>Malpighia puniceifolia</i>	1	0.0009	0.000001

Especie	ni	pi	(pi ²)
<i>Malvaviscus arboreus</i>	10	0.0093	0.000086
<i>Manilkara zapota</i>	19	0.0177	0.000313
<i>Metopium brownei</i>	7	0.0065	0.000042
<i>Muntingia calabura</i>	10	0.0093	0.000086
<i>Myrcianthes fragrans</i>	5	0.0047	0.000022
<i>Nectandra coriacea</i>	12	0.0112	0.000125
<i>Nectandra salicifolia</i>	76	0.0707	0.004998
<i>Neea psychotrioides</i>	5	0.0047	0.000022
<i>Ocotea veraguensis</i>	1	0.0009	0.000001
<i>Paullinia cururu</i>	4	0.0037	0.000014
<i>Phyllanthus graveolens</i>	2	0.0019	0.000004
<i>Pilocarpus racemosus</i>	5	0.0047	0.000022
<i>Piscidia piscipula</i>	14	0.013	0.000169
<i>Pisonia aculeata</i>	2	0.0019	0.000004
<i>Pithecellobium stevensonii</i>	24	0.0223	0.000497
<i>Platymiscium yucatanum</i>	4	0.0037	0.000014
<i>Pluchea symphytifolia</i>	1	0.0009	0.000001
<i>Pouteria campechiana</i>	12	0.0112	0.000125
<i>Pouteria reticulata</i>	2	0.0019	0.000004
<i>Protium copal</i>	1	0.0009	0.000001
<i>Pseudobombax ellipticum</i>	3	0.0028	0.000008
<i>Psidium sartorianum</i>	4	0.0037	0.000014
<i>Psychotria nervosa</i>	3	0.0028	0.000008
<i>Pteridium aquilinum</i>	1	0.0009	0.000001
<i>Randia aculeata</i>	11	0.0102	0.000104
<i>Sabal yapa</i>	2	0.0019	0.000004
<i>Sapranthus campechianus</i>	4	0.0037	0.000014
<i>Semialarium mexicanum</i>	4	0.0037	0.000014
<i>Senna atomaria</i>	15	0.014	0.000196
<i>Senna pallida</i>	3	0.0028	0.000008
<i>Sideroxylon salicifolium</i>	10	0.0093	0.000086
<i>Simarouba glauca</i>	19	0.0177	0.000313
<i>Swartzia cubensis</i>	16	0.0149	0.000222
<i>Tabebuia chrysantha</i>	3	0.0028	0.000008
<i>Talisia olivaeformis</i>	1	0.0009	0.000001
<i>Thevetia gaumeri</i>	41	0.0381	0.001452
<i>Thouinia paucidentata</i>	7	0.0065	0.000042
<i>Thrinax radiata</i>	6	0.0056	0.000031
<i>Trema micrantha</i>	3	0.0028	0.000008
<i>Vitex gaumeri</i>	28	0.026	0.000676
<i>Wimmeria obtusifolia</i>	3	0.0028	0.000008
<i>Ziziphus mauritiana</i>	2	0.0019	0.000004

Especie	ni	pi	(pi ²)
<i>Zuelania guidonia</i>	15	0.014	0.000196
D	1075	1.0002	0.02805
S			0.97195

- **Estrato herbáceo**

El estrato está representado por 104 especies, distribuidas en 1,014 individuos, por consiguiente un valor de 14.88 con el índice de riqueza Margalef y un valor de 3.92 con el índice de Shannon. Lo anterior indica alta diversidad y riqueza de especies (**Cuadro IV:15**).

Cuadro IV:15. Índice de diversidad de Shannon para el estrato arbustivo en la microcuenca Cancún

Especie	ni	pi	ln pi	pi * ln pi
<i>Acacia cornigera</i>	2	0.002	-6.2146	-0.0124
<i>Acacia dolichostachya</i>	1	0.001	-6.9078	-0.0069
<i>Allophylus cominia</i>	3	0.003	-5.8091	-0.0174
<i>Ardisia escallonioides</i>	7	0.0069	-4.9762	-0.0343
<i>Arrabidaea floribunda</i>	2	0.002	-6.2146	-0.0124
<i>Astrocasia tremula</i>	1	0.001	-6.9078	-0.0069
<i>Bauhinia divaricata</i>	3	0.003	-5.8091	-0.0174
<i>Bauhinia jenningsii</i>	13	0.0128	-4.3583	-0.0558
<i>Bunchosia swartziana</i>	3	0.003	-5.8091	-0.0174
<i>Bursera simaruba</i>	13	0.0128	-4.3583	-0.0558
<i>Byrsonima bucidaefolia</i>	2	0.002	-6.2146	-0.0124
<i>Byrsonima crassifolia</i>	2	0.002	-6.2146	-0.0124
<i>Caesalpinia gaumeri</i>	3	0.003	-5.8091	-0.0174
<i>Caesalpinia yucatanensis</i>	3	0.003	-5.8091	-0.0174
<i>Canella winterana</i>	3	0.003	-5.8091	-0.0174
<i>Cardiospermum corindum</i>	1	0.001	-6.9078	-0.0069
<i>Casimiroa tetrameria</i>	1	0.001	-6.9078	-0.0069
<i>Cedrela odorata</i>	1	0.001	-6.9078	-0.0069
<i>Celtis iguanaea</i>	1	0.001	-6.9078	-0.0069
<i>Chrysophyllum cainito</i>	2	0.002	-6.2146	-0.0124
<i>Chrysophyllum mexicanum</i>	1	0.001	-6.9078	-0.0069
<i>Cissus cacuminis</i>	1	0.001	-6.9078	-0.0069
<i>Cissus sicyoides</i>	14	0.0138	-4.2831	-0.0591
<i>Coccoloba acapulcensis</i>	4	0.0039	-5.5468	-0.0216
<i>Coccoloba barbadensis</i>	1	0.001	-6.9078	-0.0069
<i>Coccoloba cozumelensis</i>	2	0.002	-6.2146	-0.0124
<i>Coccoloba diversifolia</i>	1	0.001	-6.9078	-0.0069
<i>Coccoloba spicata</i>	10	0.0099	-4.6152	-0.0457
<i>Coccothrinax readii</i>	13	0.0128	-4.3583	-0.0558

Especie	ni	pi	ln pi	pi * ln pi
<i>Croton glabellus</i>	3	0.003	-5.8091	-0.0174
<i>Croton reflexifolius</i>	12	0.0118	-4.4397	-0.0524
<i>Cupania glabra</i>	1	0.001	-6.9078	-0.0069
<i>Cydista aequinoctalis</i>	18	0.0178	-4.0286	-0.0717
<i>Cydista potosina</i>	2	0.002	-6.2146	-0.0124
<i>Cyrtopodium macrobulbon</i>	4	0.0039	-5.5468	-0.0216
<i>Dalbergia glabra</i>	1	0.001	-6.9078	-0.0069
<i>Dendropanax arboreus</i>	48	0.0473	-3.0512	-0.1443
<i>Diospyros tetrasperma</i>	4	0.0039	-5.5468	-0.0216
<i>Diospyros yucatanensis</i>	3	0.003	-5.8091	-0.0174
<i>Dipholis salicifolia</i>	1	0.001	-6.9078	-0.0069
<i>Diphysa carthagenensis</i>	1	0.001	-6.9078	-0.0069
<i>Esenbeckia pentaphylla</i>	9	0.0089	-4.7217	-0.042
<i>Eugenia axillaris</i>	1	0.001	-6.9078	-0.0069
<i>Eugenia trikkii</i>	2	0.002	-6.2146	-0.0124
<i>Eupatorium albicaule</i>	15	0.0148	-4.2131	-0.0624
<i>Exothea paniculata</i>	4	0.0039	-5.5468	-0.0216
<i>Ficus cotinifolia</i>	3	0.003	-5.8091	-0.0174
<i>Ficus maxima</i>	6	0.0059	-5.1328	-0.0303
<i>Ficus pertusa</i>	13	0.0128	-4.3583	-0.0558
<i>Ficus tecolutensis</i>	2	0.002	-6.2146	-0.0124
<i>Guaiacum sanctum</i>	4	0.0039	-5.5468	-0.0216
<i>Guettarda combsii</i>	5	0.0049	-5.3185	-0.0261
<i>Gymnanthes lucida</i>	8	0.0079	-4.8409	-0.0382
<i>Gymnopodium floribundum</i>	6	0.0059	-5.1328	-0.0303
<i>Hampea trilobata</i>	14	0.0138	-4.2831	-0.0591
<i>Helicteres baruensis</i>	1	0.001	-6.9078	-0.0069
<i>Jatropha gaumeri</i>	1	0.001	-6.9078	-0.0069
<i>Lasiacis divaricata</i>	13	0.0128	-4.3583	-0.0558
<i>Lonchocarpus rugosus</i>	29	0.0286	-3.5543	-0.1017
<i>Lysiloma latisiliquum</i>	14	0.0138	-4.2831	-0.0591
<i>Malpighia glabra</i>	6	0.0059	-5.1328	-0.0303
<i>Malvaviscus arboreus</i>	22	0.0217	-3.8304	-0.0831
<i>Manilkara zapota</i>	17	0.0168	-4.0864	-0.0687
<i>Melicoccus oliviformis</i>	2	0.002	-6.2146	-0.0124
<i>Metopium brownei</i>	41	0.0404	-3.2089	-0.1296
<i>Myrcianthes fragrans</i>	1	0.001	-6.9078	-0.0069
<i>Nectandra coriacea</i>	73	0.072	-2.6311	-0.1894
<i>Nectandra salicifolia</i>	48	0.0473	-3.0512	-0.1443
<i>Nectandra sanguinea</i>	2	0.002	-6.2146	-0.0124
<i>Neea psychotrioides</i>	2	0.002	-6.2146	-0.0124
<i>Oplismenus hirtellus</i>	66	0.0651	-2.7318	-0.1778

Especie	ni	pi	ln pi	pi * ln pi
<i>Otopappus curviflorus</i>	1	0.001	-6.9078	-0.0069
<i>Paspalum paniculatum</i>	4	0.0039	-5.5468	-0.0216
<i>Paullinia cururu</i>	21	0.0207	-3.8776	-0.0803
<i>Phyllanthus graveolens</i>	1	0.001	-6.9078	-0.0069
<i>Piper amalago</i>	3	0.003	-5.8091	-0.0174
<i>Piscidia piscipula</i>	1	0.001	-6.9078	-0.0069
<i>Pithecellobium stevensonii</i>	19	0.0187	-3.9792	-0.0744
<i>Pithecoctenium crucigerum</i>	4	0.0039	-5.5468	-0.0216
<i>Pouteria campechiana</i>	1	0.001	-6.9078	-0.0069
<i>Protium copal</i>	2	0.002	-6.2146	-0.0124
<i>Psidium sartorianum</i>	8	0.0079	-4.8409	-0.0382
<i>Psychotria nervosa</i>	48	0.0473	-3.0512	-0.1443
<i>Psychotria pubescens</i>	23	0.0227	-3.7854	-0.0859
<i>Pteridium aquilinum</i>	7	0.0069	-4.9762	-0.0343
<i>Randia aculeata</i>	29	0.0286	-3.5543	-0.1017
<i>Sabal yapa</i>	1	0.001	-6.9078	-0.0069
<i>Senna atomaria</i>	2	0.002	-6.2146	-0.0124
<i>Serjania adiantoides</i>	22	0.0217	-3.8304	-0.0831
<i>Serjania goniocarpa</i>	28	0.0276	-3.5899	-0.0991
<i>Sideroxylon salicifolium</i>	5	0.0049	-5.3185	-0.0261
<i>Smilax mollis</i>	49	0.0483	-3.0303	-0.1464
<i>Solanum erianthum</i>	1	0.001	-6.9078	-0.0069
<i>Swartzia cubensis</i>	1	0.001	-6.9078	-0.0069
<i>Talisia olivaeformis</i>	5	0.0049	-5.3185	-0.0261
<i>Tetracera volubilis</i>	1	0.001	-6.9078	-0.0069
<i>Thevetia gaumeri</i>	22	0.0217	-3.8304	-0.0831
<i>Thouinia paucidentata</i>	5	0.0049	-5.3185	-0.0261
<i>Thrinax radiata</i>	31	0.0306	-3.4868	-0.1067
<i>Trema micrantha</i>	2	0.002	-6.2146	-0.0124
<i>Urvillea ulmacea</i>	13	0.0128	-4.3583	-0.0558
<i>Vitex gaumeri</i>	2	0.002	-6.2146	-0.0124
<i>Wimmeria obtusifolia</i>	1	0.001	-6.9078	-0.0069
<i>Zuelania guidonia</i>	9	0.0089	-4.7217	-0.042
Total	1,014	1.0006	-567.0693	3.9224

Por otra parte, el índice de Simpson presenta un valor de dominancia de 0.30; por tanto 0.97 de diversidad; lo que indica alta diversidad en el estrato, coherente con el índice de Shannon (**Cuadro IV:16**).

Cuadro IV:16. Índice de diversidad Simpson para el estrato herbáceo en la microcuenca Cancún

Especie	ni	pi	(pi ²)
<i>Acacia cornigera</i>	2	0.002	0.000004
<i>Acacia dolichostachya</i>	1	0.001	0.000001
<i>Allophylus cominia</i>	3	0.003	0.000009
<i>Ardisia escallonioides</i>	7	0.0069	0.000048
<i>Arrabidaea floribunda</i>	2	0.002	0.000004
<i>Astrocasia tremula</i>	1	0.001	0.000001
<i>Bauhinia divaricata</i>	3	0.003	0.000009
<i>Bauhinia jenningsii</i>	13	0.0128	0.000164
<i>Bunchosia swartziana</i>	3	0.003	0.000009
<i>Bursera simaruba</i>	13	0.0128	0.000164
<i>Byrsonima bucidaefolia</i>	2	0.002	0.000004
<i>Byrsonima crassifolia</i>	2	0.002	0.000004
<i>Caesalpinia gaumeri</i>	3	0.003	0.000009
<i>Caesalpinia yucatanensis</i>	3	0.003	0.000009
<i>Canella winterana</i>	3	0.003	0.000009
<i>Cardiospermum corindum</i>	1	0.001	0.000001
<i>Casimiroa tetrameria</i>	1	0.001	0.000001
<i>Cedrela odorata</i>	1	0.001	0.000001
<i>Celtis iguanaea</i>	1	0.001	0.000001
<i>Chrysophyllum cainito</i>	2	0.002	0.000004
<i>Chrysophyllum mexicanum</i>	1	0.001	0.000001
<i>Cissus cacuminis</i>	1	0.001	0.000001
<i>Cissus sicyoides</i>	14	0.0138	0.00019
<i>Coccoloba acapulcensis</i>	4	0.0039	0.000015
<i>Coccoloba barbadensis</i>	1	0.001	0.000001
<i>Coccoloba cozumelensis</i>	2	0.002	0.000004
<i>Coccoloba diversifolia</i>	1	0.001	0.000001
<i>Coccoloba spicata</i>	10	0.0099	0.000098
<i>Coccothrinax readii</i>	13	0.0128	0.000164
<i>Croton glabellus</i>	3	0.003	0.000009
<i>Croton reflexifolius</i>	12	0.0118	0.000139
<i>Cupania glabra</i>	1	0.001	0.000001
<i>Cydista aequinoctalis</i>	18	0.0178	0.000317
<i>Cydista potosina</i>	2	0.002	0.000004
<i>Cyrtopodium macrobulbon</i>	4	0.0039	0.000015
<i>Dalbergia glabra</i>	1	0.001	0.000001
<i>Dendropanax arboreus</i>	48	0.0473	0.002237
<i>Diospyros tetrasperma</i>	4	0.0039	0.000015
<i>Diospyros yucatanensis</i>	3	0.003	0.000009
<i>Dipholis salicifolia</i>	1	0.001	0.000001
<i>Diphysa carthagensis</i>	1	0.001	0.000001

Especie	ni	pi	(pi ²)
<i>Esenbeckia pentaphylla</i>	9	0.0089	0.000079
<i>Eugenia axillaris</i>	1	0.001	0.000001
<i>Eugenia trikii</i>	2	0.002	0.000004
<i>Eupatorium albicaule</i>	15	0.0148	0.000219
<i>Exothea paniculata</i>	4	0.0039	0.000015
<i>Ficus cotinifolia</i>	3	0.003	0.000009
<i>Ficus maxima</i>	6	0.0059	0.000035
<i>Ficus pertusa</i>	13	0.0128	0.000164
<i>Ficus tecolutensis</i>	2	0.002	0.000004
<i>Guaiacum sanctum</i>	4	0.0039	0.000015
<i>Guettarda combsii</i>	5	0.0049	0.000024
<i>Gymnanthes lucida</i>	8	0.0079	0.000062
<i>Gymnopodium floribundum</i>	6	0.0059	0.000035
<i>Hampea trilobata</i>	14	0.0138	0.00019
<i>Helicteres baruensis</i>	1	0.001	0.000001
<i>Jatropha gaumeri</i>	1	0.001	0.000001
<i>Lasiacis divaricata</i>	13	0.0128	0.000164
<i>Lonchocarpus rugosus</i>	29	0.0286	0.000818
<i>Lysiloma latisiliquum</i>	14	0.0138	0.00019
<i>Malpighia glabra</i>	6	0.0059	0.000035
<i>Malvaviscus arboreus</i>	22	0.0217	0.000471
<i>Manilkara zapota</i>	17	0.0168	0.000282
<i>Melicoccus oliviformis</i>	2	0.002	0.000004
<i>Metopium brownei</i>	41	0.0404	0.001632
<i>Myrcianthes fragrans</i>	1	0.001	0.000001
<i>Nectandra coriacea</i>	73	0.072	0.005184
<i>Nectandra salicifolia</i>	48	0.0473	0.002237
<i>Nectandra sanguinea</i>	2	0.002	0.000004
<i>Neea psychotrioides</i>	2	0.002	0.000004
<i>Oplismenus hirtellus</i>	66	0.0651	0.004238
<i>Otopappus curviflorus</i>	1	0.001	0.000001
<i>Paspalum paniculatum</i>	4	0.0039	0.000015
<i>Paullinia cururu</i>	21	0.0207	0.000428
<i>Phyllanthus graveolens</i>	1	0.001	0.000001
<i>Piper amalago</i>	3	0.003	0.000009
<i>Piscidia piscipula</i>	1	0.001	0.000001
<i>Pithecellobium stevensonii</i>	19	0.0187	0.00035
<i>Pithecoctenium crucigerum</i>	4	0.0039	0.000015
<i>Pouteria campechiana</i>	1	0.001	0.000001
<i>Protium copal</i>	2	0.002	0.000004
<i>Psidium sartorianum</i>	8	0.0079	0.000062
<i>Psychotria nervosa</i>	48	0.0473	0.002237

Especie	ni	pi	(pi ²)
<i>Psychotria pubescens</i>	23	0.0227	0.000515
<i>Pteridium aquilinum</i>	7	0.0069	0.000048
<i>Randia aculeata</i>	29	0.0286	0.000818
<i>Sabal yapa</i>	1	0.001	0.000001
<i>Senna atomaria</i>	2	0.002	0.000004
<i>Serjania adiantoides</i>	22	0.0217	0.000471
<i>Serjania goniocarpa</i>	28	0.0276	0.000762
<i>Sideroxylon salicifolium</i>	5	0.0049	0.000024
<i>Smilax mollis</i>	49	0.0483	0.002333
<i>Solanum erianthum</i>	1	0.001	0.000001
<i>Swartzia cubensis</i>	1	0.001	0.000001
<i>Talisia olivaeformis</i>	5	0.0049	0.000024
<i>Tetracera volubilis</i>	1	0.001	0.000001
<i>Thevetia gaumeri</i>	22	0.0217	0.000471
<i>Thouinia paucidentata</i>	5	0.0049	0.000024
<i>Thrinax radiata</i>	31	0.0306	0.000936
<i>Trema micrantha</i>	2	0.002	0.000004
<i>Urvillea ulmacea</i>	13	0.0128	0.000164
<i>Vitex gaumeri</i>	2	0.002	0.000004
<i>Wimmeria obtusifolia</i>	1	0.001	0.000001
<i>Zuelania guidonia</i>	9	0.0089	0.000079
D	1,014	1.0006	0.029612
S			0.970388

IV.4.1.3 Estado de conservación de la microcuenca

A nivel estratos, el arbóreo a pesar de presentar el mayor número de individuos y especies, no presenta la mayor diversidad; sin embargo, se ve reflejado en la riqueza de especies, donde presenta el valor más alto de los tres estratos. Mientras, el estrato arbustivo es el más diverso de los tres, de acuerdo con el índice de Shannon y Simpson (**Cuadro IV:17**). Por otra parte, la microcuenca Cancún contribuye con cuatro especies a la riqueza de especies endémicas del país.

Con base en los resultados, se concluye que la microcuenca presenta alta riqueza y diversidad en los tres estratos. La riqueza se ve reflejada en la diversidad de especies registradas como abundantes en los tres estratos, donde las especies con los valores más altos difieren en cada uno de los estratos.

Cuadro IV:17. Índice de diversidad por estrato en la microcuenca Cancún

INDICADOR	ARBÓREO	ARBUSTIVO	HERBÁCEO
Densidad	1299	1075	1014
No. especies	112	89	104
Índice de diversidad Shannon	3.13	4.04	3.92
Índice de diversidad Simpson	0.90	0.97	0.930
Índice de dominancia Simpson	0.09	0.03	0.03
Índice de Riqueza Margaleft	15.48	12.61	14.88
Índice de equidad de Shannon	0.66	0.90	0.84

De acuerdo con Smith y Smith (Op. Cit.), en diversos estudios de sucesión ecológica se ha demostrado que la diversidad de especies aumenta en los estratos herbáceos y después disminuye en los estratos arbustivos. Luego la diversidad de especies aumenta de nuevo en una comunidad joven, y sólo disminuye mientras el bosque envejece. Sin embargo, el punto en la diversidad más alto ocurre durante el periodo de transición, después de la llegada de especies más tardías en la sucesión pero antes de la reducción de especies tempranas.

Sin embargo, si la frecuencia de perturbaciones es alta, entonces las especies más tardías de la sucesión nunca tendrán la oportunidad de colonizar el lugar. Bajo este escenario la diversidad permanecerá baja. En cambio, en ausencia de perturbación las especies más tardías de la sucesión finalmente desplazarán a las especies más tempranas de la sucesión y la diversidad de especies se reducirá. Por otra parte, con frecuencia intermedia de perturbación, todas las especies coexisten y la diversidad está en su punto máximo.

De acuerdo con Carreón y Valdez³⁸, en las vegetación secundaria de las selvas medianas subperennifolias de Quintana Roo, las especies de condición intermedia (aparecen entre la etapa temprana y tardía) son *Pouteria reticulata*, *Manilkara zapota*, *Metopium brownei*, *Psidium sartorianum*, *Alseis yucatanensis*, *Gymnanthes lucida* y *Drypetes laterifolia*. Mientras, algunas de las especies de la condición tardía son *Lysiloma latisiliquum*, *Coccoloba spicata*, *Nectandra salicifolia*, *Bursera simaruba*, *Piscidia piscipula*, *Gymnanthes lucida* y *Vitex gaumeri*. Lo cual es coherente con las especies encontradas como más abundantes en la microcuenca (*Lysiloma latisiliquum*, *Manilkara zapota*, *Vitex gaumeri* y *Bursera simaruba*) y en el estrato arbustivo (*Bursera simaruba*, *Nectandra salicifolia* y *Coccoloba spicata*).

Por otra parte, Carreón y Valdez (Op. Cit.) registran la mayor riqueza en las categorías brinzales y latizales, presentando grado de perturbación intermedia; en concordancia con

³⁸ Carreón-Santos R.J. y Valdez-Hernández J. I. 2014. Estructura y diversidad arbórea de vegetación secundaria derivada de una selva mediana subperennifolia en Quintana Roo. *Revista Chapingo Serie Ciencias Forestales y del Ambiente*, **20**:119-130.

las hipótesis de perturbación intermedia sugerida para explicar la diversidad de árboles en las zonas tropicales. En cuanto a la diversidad de Shannon los fustales presentan los valores más alto (alrededor de 3), valores muy parecido a los obtenidos en los diferentes estratos de la microcuenca.

Con base en lo anterior se infiere que la microcuenca presenta un grado de perturbación intermedia, sin embargo la presencia de especies de condición tardía en el estrato herbáceo y arbustivo se denota una tendencia hacia esta condición; es decir, la condición tardía.

IV.4.2 Fauna

IV.4.2.1 Descripción general de la comunidad faunística

Para determinar el número de especies y abundancia de la fauna en la microcuenca se llevó a cabo una revisión de la base de datos “Catalog of life” (Roskov et al. 2015)³⁹, en donde fueron seleccionados todos aquellos registros de fauna geográficamente localizados dentro de la microcuenca. En este sentido se obtuvieron 5143 registros (**Figura IV:29**) de 434 especies, donde las aves fueron el grupo más representado con 330 especies, seguidas de los mamíferos con 56, los reptiles con 37 y los anfibios con 11 (**Cuadro IV:18**).

³⁹ Roskov Y., Abucay L., Orrell T., Nicolson D., Kunze T., Culham A., Bailly N., Kirk P., Bourgoin T., DeWalt R.E., Decock W., De Wever A., eds. (2015). Species 2000 & ITIS Catalogue of Life, 2015 Annual Checklist. Digital resource at www.catalogueoflife.org/annual-checklist/2015. Species 2000: Naturalis, Leiden, the Netherlands.

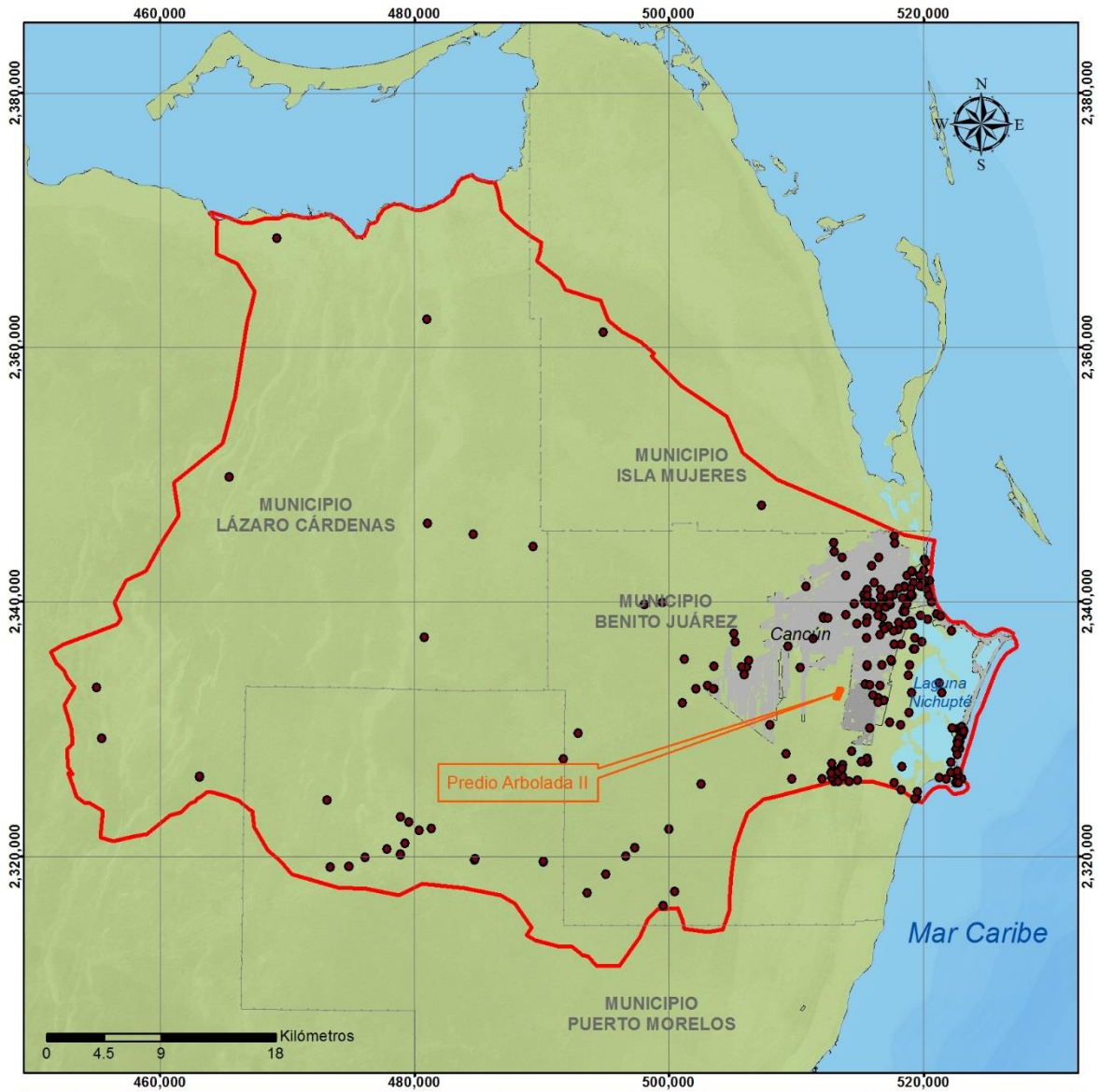


Figura IV:30 Sitios de registro de fauna dentro de la microcuenca. Fuente: Elaboración propia a partir de Roskov et al. 2015.

Cuadro IV:18. Listado faunístico de las especies dentro de la microcuenca.

Grupo	Orden	Familia	Especie	Nombre común	No. Ind.
Anfibios	Anura	Hylidae	<i>Agalychnis callidryas</i>	Rana verde	3
Anfibios	Caudata	Plethodontidae	<i>Bolitoglossa yucatanana</i>	Salamandra yucateca	1
Anfibios	Anura	Hylidae	<i>Hyla loquax</i>	Rana arborea	3
Anfibios	Anura	Hylidae	<i>Hyla microcephala</i>	Ranita	4
Anfibios	Anura	Hylidae	<i>Hyla picta</i>	Rana	4
Anfibios	Anura	bufonidae	<i>Incilius marinus</i>	Sapo marino	1
Anfibios	Anura	bufonidae	<i>Incilius valliceps</i>	Sapo costero	3
Anfibios	Anura	Leptodactylidae	<i>Leptodactylus melanonotus</i>	Rana de sabinal	3
Anfibios	Anura	Hylidae	<i>Phrynohyas venulosa</i>	Rana lechera común	2
Anfibios	Anura	Ranidae	<i>Lithobates berlandieri</i>	Rana leopardo	4
Anfibios	Anura	Hylidae	<i>Smilisca baudinii</i>	Rana	10
Aves	Accipitriformes	Accipitridae	<i>Accipiter bicolor</i>	Gavilan bicolor	2
Aves	Charadriiformes	Scolopacidae	<i>Actitis macularius</i>	Playero manchado	21
Aves	Pelecaniformes	Ardeidae	<i>Agamia agami</i>	Garza agamí	1
Aves	Passeriformes	Icteridae	<i>Agelaius phoeniceus</i>	Tordo sargento	2
Aves	Apodiformes	Trochilidae	<i>Amazilia candida</i>	Colibrí cándido	14
Aves	Apodiformes	Trochilidae	<i>Amazilia rutila</i>	Colibrí canelo	48
Aves	Apodiformes	Trochilidae	<i>Amazilia tzacatl</i>	Colibrí tzacatl	2
Aves	Apodiformes	Trochilidae	<i>Amazilia yucatanensis</i>	Colibrí del golfo	17
Aves	Psittaciformes	Psittacidae	<i>Amazona albifrons</i>	Loro frentiblanco	13
Aves	Psittaciformes	Psittacidae	<i>Amazona autumnalis</i>	Loro cariamarillo	1
Aves	Psittaciformes	Psittacidae	<i>Amazona xantholora</i>	Loro yucateco	11
Aves	Passeriformes	Icteridae	<i>Amblycercus holosericeus</i>	Casique pico claro	12
Aves	Passeriformes	Emberizidae	<i>Ammodramus savannarum</i>	Gorrión chapulín	1
Aves	Anseriformes	Anatidae	<i>Anas discors</i>	Cerceta aliazul	4
Aves	Suliformes	Anhingidae	<i>Anhinga anhinga</i>	Anhinga americana	18
Aves	Charadriiformes	Laridae	<i>Anous stolidus</i>	Golondrina marina	1
Aves	Apodiformes	Trochilidae	<i>Anthracothorax prevostii</i>	Colibrí garganta negra	18
Aves	Passeriformes	Motacillidae	<i>Anthus rubescens</i>	Bisbita norteamericano	3
Aves	Gruiformes	Rallidae	<i>Aramides axillaris</i>	Rascón Cuello Rufo	1
Aves	Gruiformes	Rallidae	<i>Aramides cajaneus</i>	Rascón de cuello gris	2
Aves	Gruiformes	Aramidae	<i>Aramus guarauna</i>	Carao	2
Aves	Psittaciformes	Psittacidae	<i>Aratinga nana</i>	Perico pecho sucio	26
Aves	Apodiformes	Trochilidae	<i>Archilochus colubris</i>	Colibrí garganta rubí	11
Aves	Pelecaniformes	Ardeidae	<i>Ardea alba</i>	Garza blanca	41

Grupo	Orden	Familia	Especie	Nombre común	No. Ind.
Aves	Pelecaniformes	Ardeidae	<i>Ardea herodias</i>	Garza azul	24
Aves	Charadriiformes	Scolopacidae	<i>Arenaria interpres</i>	Vuelve piedras común	28
Aves	Passeriformes	Emberizidae	<i>Arremonops chloronotus</i>	Rascador dorsoverde	5
Aves	Passeriformes	Emberizidae	<i>Arremonops rufivirgatus</i>	Rascador oliváceo	13
Aves	Passeriformes	Tyrannidae	<i>Attila spadiceus</i>	Atila lomiamarilla	9
Aves	Anseriformes	Anatidae	<i>Aythya affinis</i>	Pato boludo menor	1
Aves	Anseriformes	Anatidae	<i>Aythya collaris</i>	Pato pico anillado	1
Aves	Charadriiformes	Scolopacidae	<i>Bartramia longicauda</i>	Bartramia longicauda	1
Aves	Passeriformes	Parulidae	<i>Basileuterus culicivorus</i>	Chipe Corona Dorada.	2
Aves	Passeriformes	Bombycillidae	<i>Bombycilla cedrorum</i>	Ampelis americano	3
Aves	Pelecaniformes	Ardeidae	<i>Bubulcus ibis</i>	Garcilla bueyera	32
Aves	Accipitriformes	Accipitridae	<i>Buteo albonotatus</i>	Aguililla Aura.	3
Aves	Accipitriformes	Accipitridae	<i>Buteo brachyurus</i>	Aguililla cola corta	12
Aves	Accipitriformes	Accipitridae	<i>Buteo jamaicensis</i>	Aguililla cola roja	1
Aves	Accipitriformes	Accipitridae	<i>Buteo magnirostris</i>	Aguililla caminera	25
Aves	Accipitriformes	Accipitridae	<i>Buteo nitidus</i>	Aguililla gris	3
Aves	Accipitriformes	Accipitridae	<i>Buteo plagiatus</i>	Aguililla gris	14
Aves	Accipitriformes	Accipitridae	<i>Buteogallus anthracinus</i>	Aguililla negra menosr	16
Aves	Accipitriformes	Accipitridae	<i>Buteogallus urubitinga</i>	Gavilán cangrejero grande	7
Aves	Pelecaniformes	Ardeidae	<i>Butorides virescens</i>	Garcita verde	30
Aves	Charadriiformes	Scolopacidae	<i>Calidris alba</i>	Playero blanco	9
Aves	Charadriiformes	Scolopacidae	<i>Calidris alpina</i>	Playero común	1
Aves	Charadriiformes	Scolopacidae	<i>Calidris canutus</i>	Playero rojizo	1
Aves	Charadriiformes	Scolopacidae	<i>Calidris mauri</i>	Playero occidental	1
Aves	Charadriiformes	Scolopacidae	<i>Calidris minutilla</i>	Playero chichicuilotte	9
Aves	Charadriiformes	Scolopacidae	<i>Calidris pugnax</i>	Playero combatiente	1
Aves	Charadriiformes	Scolopacidae	<i>Calidris pusilla</i>	Playero semipalmeado	4
Aves	Piciformes	Picidae	<i>Campephilus guatemalensis</i>	Carpintero picoplata	8
Aves	Passeriformes	Tyrannidae	<i>Camptostoma imberbe</i>	Mosquero lampiño	5
Aves	Apodiformes	Trochilidae	<i>Campylopterus curvipennis</i>	Colibrí colicuña	15
Aves	Passeriformes	Troglodytidae	<i>Campylorhynchus yucatanicus</i>	Matraca yucateca	3
Aves	Caprimulgiformes	Caprimulgidae	<i>Caprimulgus badius</i>	Chotacabras guatemalteco	2
Aves	Passeriformes	Cardinalidae	<i>Cardinalis cardinalis</i>	Cardenal norteño	16
Aves	Ciconiiformes	Ardeidae	<i>Casmerodius albus</i>	Garza blanca	1
Aves	Accipitriformes	Cathartidae	<i>Cathartes aura</i>	Zopilote aura	96
Aves	Accipitriformes	Cathartidae	<i>Cathartes burrovianus</i>	Zopilote sabanero	11

Grupo	Orden	Familia	Especie	Nombre común	No. Ind.
Aves	Passeriformes	Turdidae	<i>Catharus ustulatus</i>	Zorzalito de Swainson	1
Aves	Piciformes	Picidae	<i>Celeus castaneus</i>	Carpintero castaño	1
Aves	Apodiformes	Apodidae	<i>Chaetura vauxi</i>	Vencejo alirrápido	20
Aves	Charadriiformes	Charadriidae	<i>Charadrius semipalmatus</i>	Chorlo semipalmeado	6
Aves	Charadriiformes	Charadriidae	<i>Charadrius vociferus</i>	Chorlo gritón	16
Aves	Charadriiformes	Charadriidae	<i>Charadrius wilsonia</i>	Chorlo pico grueso	4
Aves	Coraciiformes	Alcedinidae	<i>Chloroceryle americana</i>	Martín pescador verde	4
Aves	Apodiformes	Trochilidae	<i>Chlorostilbon canivetii</i>	Esmeralda tijereta	13
Aves	Accipitriformes	Accipitridae	<i>Chondrohierax uncinatus</i>	Gavilán pico gancho	1
Aves	Caprimulgiformes	Caprimulgidae	<i>Chordeiles acutipennis</i>	Chotacabras menor	12
Aves	Caprimulgiformes	Caprimulgidae	<i>Chordeiles minor</i>	Tapacaminos común	1
Aves	Strigiformes	Strigidae	<i>Ciccaba virgata</i>	Buho café	1
Aves	Accipitriformes	Accipitridae	<i>Circus cyaneus</i>	Gavilán rastrero	1
Aves	Columbiformes	Columbidae	<i>Claravis pretiosa</i>	Tortolita azulada	1
Aves	Cuculiformes	Cuculidae	<i>Coccyzus minor</i>	Cuculillo manglero	6
Aves	Pelecaniformes	Ardeidae	<i>Cochlearius cochlearius</i>	Garza pico de bota	4
Aves	Passeriformes	Thraupidae	<i>Coereba caboti</i>	Reinita de cozumel	1
Aves	Passeriformes	Thraupidae	<i>Coereba flaveola</i>	Reinita	11
Aves	Galliformes	Odontophoridae	<i>Colinus nigrogularis</i>	Codorniz yucateca	8
Aves	Columbiformes	Columbidae	<i>Columba flavirostris</i>	Paloma piquiroja	1
Aves	Columbiformes	Columbidae	<i>Columba livia</i>	Paloma doméstica	38
Aves	Columbiformes	Columbidae	<i>Columbina passerina</i>	Tortolita azul	21
Aves	Columbiformes	Columbidae	<i>Columbina talpacoti</i>	Tortola rojisa	43
Aves	Passeriformes	Tyrannidae	<i>Contopus cinereus</i>	Pibí tropical	11
Aves	Passeriformes	Tyrannidae	<i>Contopus cooperi</i>	Pibí boreal	1
Aves	Accipitriformes	Cathartidae	<i>Coragyps atratus</i>	Coragyps atratus	65
Aves	Galliformes	Cracidae	<i>Crax rubra</i>	Hocofaisán	3
Aves	Cuculiformes	Cuculidae	<i>Crotophaga ani</i>	Garrapatero aní	2
Aves	Cuculiformes	Cuculidae	<i>Crotophaga sulcirostris</i>	Garrapatero pijuy	29
Aves	Tinamiformes	Tinamidae	<i>Crypturellus cinnamomeus</i>	Tinamú canelo	10
Aves	Passeriformes	Thraupidae	<i>Cyanerpes cyaneus</i>	Mielero pataroja	19
Aves	Passeriformes	Cardinalidae	<i>Cyanocompsa parellina</i>	Colorín azulnegroo	10
Aves	Passeriformes	Corvidae	<i>Cyanocorax luxuosus</i>	Chara verde	1
Aves	Passeriformes	Corvidae	<i>Cyanocorax morio</i>	Chara pea	46
Aves	Passeriformes	Corvidae	<i>Cyanocorax yncas</i>	Chara verde	24
Aves	Passeriformes	Corvidae	<i>Cyanocorax yucatanicus</i>	Chara yucateca	51
Aves	Passeriformes	Vireonidae	<i>Cyclarhis gujanensis</i>	Vireón cejirrufo	17

Grupo	Orden	Familia	Especie	Nombre común	No. Ind.
Aves	Passeriformes	Dendrocolaptidae	<i>Dendrocincla anabatina</i>	Trepatroncos sepia	3
Aves	Passeriformes	Furnariidae	<i>Dendrocincla homochroa</i>	Trepatroncos rojizo	3
Aves	Passeriformes	Furnariidae	<i>Dendrocolaptes sanctithomae</i>	Trepatroncos barrado norteño	1
Aves	Anseriformes	Anatidae	<i>Dendrocygna autumnalis</i>	Pijije ala blanca	5
Aves	Anseriformes	Anatidae	<i>Dendrocygna bicolor</i>	Pijije canelo	1
Aves	Passeriformes	Icteridae	<i>Dives dives</i>	Tordo cantor	61
Aves	Apodiformes	Trochilidae	<i>Doricha eliza</i>	Colibrí cola hendida	1
Aves	Piciformes	Picidae	<i>Dryocopus lineatus</i>	Carpintero real	11
Aves	Passeriformes	Mimidae	<i>Dumetella carolinensis</i>	Mauillador gris	24
Aves	Pelecaniformes	Ardeidae	<i>Egretta caerulea</i>	Garceta azul	19
Aves	Pelecaniformes	Ardeidae	<i>Egretta rufescens</i>	Garceta rojiza	5
Aves	Pelecaniformes	Ardeidae	<i>Egretta thula</i>	Garcita blanca	33
Aves	Pelecaniformes	Ardeidae	<i>Egretta tricolor</i>	Garceta tricolor	22
Aves	Passeriformes	Tyrannidae	<i>Elaenia flavogaster</i>	Mosquero ventriamarillo	3
Aves	Passeriformes	Tyrannidae	<i>Elaenia martinica</i>	Mosquero caribeño	4
Aves	Accipitriformes	Accipitridae	<i>Elanoides forficatus</i>	Milano tijereta	1
Aves	Accipitriformes	Accipitridae	<i>Elanus leucurus</i>	Elanio maromero	2
Aves	Passeriformes	Tyrannidae	<i>Empidonax flaviventris</i>	Mosquerito oliva	5
Aves	Passeriformes	Tyrannidae	<i>Empidonax minimus</i>	Mosquerito mínimo	14
Aves	Passeriformes	Thraupidae	<i>Eucometis penicillata</i>	Tangara cabecigrís	5
Aves	Pelecaniformes	Threskiornithidae	<i>Eudocimus albus</i>	Ibis blanco	48
Aves	Coraciiformes	Momotidae	<i>Eumomota superciliosa</i>	Momoto cejiazul	19
Aves	Passeriformes	Fringillidae	<i>Euphonia affinis</i>	Eufonia garganta negra	9
Aves	Passeriformes	Fringillidae	<i>Euphonia hirundinacea</i>	Eufonia gorgiamarilla	18
Aves	Falconiformes	Falconidae	<i>Falco columbarius</i>	Halcón Esmerejón	4
Aves	Falconiformes	Falconidae	<i>Falco peregrinus</i>	Halcón peregrino	7
Aves	Falconiformes	Falconidae	<i>Falco rufigularis</i>	Halcón murcielaguero	11
Aves	Falconiformes	Falconidae	<i>Falco sparverius</i>	Cernícalo americano	9
Aves	Suliformes	Fregatidae	<i>Fregata magnificens</i>	Fragata real	111
Aves	Gruiformes	Rallidae	<i>Fulica americana</i>	Gallareta Americana	6
Aves	Charadriiformes	Scolopacidae	<i>Gallinago delicata</i>	Becasina	2
Aves	Gruiformes	Rallidae	<i>Gallinula galeata</i>	Tagüita del norte	5
Aves	Charadriiformes	Laridae	<i>Gelochelidon nilotica</i>	Pagaza piconegra	1
Aves	Passeriformes	Parulidae	<i>Geothlypis formosa</i>	Chipe patillado	4
Aves	Passeriformes	Parulidae	<i>Geothlypis poliocephala</i>	Chipe picogrueso	11
Aves	Passeriformes	Parulidae	<i>Geothlypis trichas</i>	Mascarita Común	29

Grupo	Orden	Familia	Especie	Nombre común	No. Ind.
Aves	Columbiformes	Columbidae	<i>Geotrygon montana</i>	Perdiz cara roja	1
Aves	Accipitriformes	Accipitridae	<i>Geranoaetus albicaudatus</i>	Gabilán coliblanco	5
Aves	Accipitriformes	Accipitridae	<i>Geranospiza caerulescens</i>	Gavilán Zancón	3
Aves	Strigiformes	Strigidae	<i>Glaucidium brasilianum</i>	Tecolote Bajeño	27
Aves	Passeriformes	Parulidae	<i>Granatellus sallaei</i>	Granatelo Yucateco	4
Aves	Gruiformes	Gruidae	<i>Grus canadensis</i>	Gruya gris	1
Aves	Passeriformes	Cardinalidae	<i>Habia fuscicauda</i>	Tangara hormiguera gorjirroja	17
Aves	Passeriformes	Cardinalidae	<i>Habia rubica</i>	Habia corniroja	5
Aves	Charadriiformes	Haematopodidae	<i>Haematopus palliatus</i>	Ostero común americano	4
Aves	Passeriformes	Parulidae	<i>Helmitheros vermivorum</i>	Chipe vermívoro	3
Aves	Falconiformes	Falconidae	<i>Herpetotheres cachinnans</i>	Halcón guaco	14
Aves	Charadriiformes	Recurvirostridae	<i>Himantopus mexicanus</i>	Cigüella cuello negro	13
Aves	Passeriformes	Hirundinidae	<i>Hirundo rustica</i>	Golondrina común	18
Aves	Charadriiformes	Laridae	<i>Hydroprogne caspia</i>	Charrá caspia	6
Aves	Passeriformes	Turdidae	<i>Hylocichla mustelina</i>	Zorzal maculado	6
Aves	Passeriformes	Vireonidae	<i>Hylophilus decurtatus</i>	Verdillo gris	6
Aves	Passeriformes	Parulidae	<i>Icteria virens</i>	Reinita grande	3
Aves	Passeriformes	Icteridae	<i>Icterus auratus</i>	Bolsero yucateco	36
Aves	Passeriformes	Icteridae	<i>Icterus chrysater</i>	Bolsero dorso dorado	18
Aves	Passeriformes	Icteridae	<i>Icterus cucullatus</i>	Bolsero encapuchado	57
Aves	Passeriformes	Icteridae	<i>Icterus galbula</i>	Bolsero norteño	1
Aves	Passeriformes	Icteridae	<i>Icterus gularis</i>	Bolsero de altamira	44
Aves	Passeriformes	Icteridae	<i>Icterus mesomelas</i>	Bolsero de cola amarilla	9
Aves	Passeriformes	Icteridae	<i>Icterus prothemelas</i>	Bolsero de capucha negra	21
Aves	Passeriformes	Icteridae	<i>Icterus spurius</i>	Bolsero castaño	10
Aves	Accipitriformes	Accipitridae	<i>Ictinia plumbea</i>	Milano plumizo	2
Aves	Charadriiformes	Jacanidae	<i>Jacana spinosa</i>	Jacana del norte	6
Aves	Charadriiformes	Laridae	<i>Larus argentatus</i>	Gaviota plateada	6
Aves	Charadriiformes	Laridae	<i>Larus delawarensis</i>	Gaviota pico anillado	5
Aves	Gruiformes	Rallidae	<i>Laterallus ruber</i>	Polluela rojiza	3
Aves	Columbiformes	Columbidae	<i>Leptotila jamaicensis</i>	Paloma montaraz jamaíquia	8
Aves	Columbiformes	Columbidae	<i>Leptotila verreauxi</i>	Paloma rabiblanca	22
Aves	Charadriiformes	Laridae	<i>Leucophaeus atricilla</i>	Gabviota reidora	70
Aves	Charadriiformes	Scolopacidae	<i>Limnodromus griseus</i>	Costurero Pico Corto	3
Aves	Passeriformes	Parulidae	<i>Limnothlypis swainsonii</i>	Chipe coronicafé	2
Aves	Coraciiformes	Alcedinidae	<i>Megaceryle alcyon</i>	Martín gigante norteamericano	11

Grupo	Orden	Familia	Especie	Nombre común	No. Ind.
Aves	Coraciiformes	Alcedinidae	<i>Megaceryle torquata</i>	Martín gigante neotropical	1
Aves	Passeriformes	Tyrannidae	<i>Megarhynchus pitangua</i>	Luis picogruoso	25
Aves	Piciformes	Picidae	<i>Melanerpes aurifrons</i>	Carpintero frentedorada	64
Aves	Piciformes	Picidae	<i>Melanerpes pygmaeus</i>	Carpintero yucateco	33
Aves	Passeriformes	Mimidae	<i>Melanoptila glabrirostris</i>	Mauillador negro	42
Aves	Galliformes	Phasianidae	<i>Meleagris ocellata</i>	Pavo ocelado	4
Aves	Falconiformes	Falconidae	<i>Micrastur semitorquatus</i>	Halcón montés collarejo	1
Aves	Passeriformes	Mimidae	<i>Mimus gilvus</i>	Centzontle neotropical	163
Aves	Passeriformes	Parulidae	<i>Mniotilta varia</i>	Chipe trepador	13
Aves	Passeriformes	Icteridae	<i>Molothrus aeneus</i>	Tordi ojo roco	21
Aves	Coraciiformes	Momotidae	<i>Momotus coeruliceps</i>	Momoto corona azul	6
Aves	Ciconiiformes	Ciconiidae	<i>Mycteria americana</i>	Cigüella americana	9
Aves	Passeriformes	Tyrannidae	<i>Myiarchus crinitus</i>	Copetón viejero	1
Aves	Passeriformes	Tyrannidae	<i>Myiarchus tuberculifer</i>	Papamoscas triste	21
Aves	Passeriformes	Tyrannidae	<i>Myiarchus tyrannulus</i>	Papamoscas trirano	7
Aves	Passeriformes	Tyrannidae	<i>Myiarchus yucatanensis</i>	Papamoscas yucateco	11
Aves	Passeriformes	Tyrannidae	<i>Myiodynastes luteiventris</i>	Papamoscas rayado cejiblanco	3
Aves	Passeriformes	Tyrannidae	<i>Myiodynastes maculatus</i>	Bienteveo rayado	3
Aves	Passeriformes	Tyrannidae	<i>Myiopagis viridicata</i>	Elenia verdosa	9
Aves	Passeriformes	Tyrannidae	<i>Myiozetetes similis</i>	Luis gregario	71
Aves	Charadriiformes	Scolopacidae	<i>Numenius americanus</i>	Zarapito americano	2
Aves	Charadriiformes	Scolopacidae	<i>Numenius phaeopus</i>	Zarapito trinado	1
Aves	Pelecaniformes	Ardeidae	<i>Nyctanassa violacea</i>	Pedrete Corona Clara	10
Aves	Caprimulgiformes	Nyctibiidae	<i>Nyctibius jamaicensis</i>	Pájaro estaca	2
Aves	Pelecaniformes	Ardeidae	<i>Nycticorax nycticorax</i>	Marinete común	4
Aves	Caprimulgiformes	Caprimulgidae	<i>Nyctidromus albicollis</i>	Tapacamino pucuyo	6
Aves	Caprimulgiformes	Caprimulgidae	<i>Nyctiphrynus yucatanicus</i>	Tapacamino yucateco	2
Aves	Passeriformes	Tyrannidae	<i>Oncostoma cinereigulare</i>	mosquero pico curvo	9
Aves	Charadriiformes	Laridae	<i>Onychoprion fuscatus</i>	Charrán sombrío	3
Aves	Passeriformes	Tyrannidae	<i>Onychorhynchus mexicanus</i>	Mosquero real norteño	1
Aves	Passeriformes	Parulidae	<i>Oreothlypis peregrina</i>	Chipe peregrino	4
Aves	Galliformes	Cracidae	<i>Ortalis vetula</i>	Chachalaca	65
Aves	Passeriformes	Tityridae	<i>Pachyramphus aglaiae</i>	Mosquero Cabezón Degollado	10
Aves	Passeriformes	Tityridae	<i>Pachyramphus major</i>	Mosquero cabezón mexicano	1
Aves	Accipitriformes	Pandionidae	<i>Pandion haliaetus</i>	Águila pescadora	40
Aves	Passeriformes	Parulidae	<i>Parkesia motacilla</i>	Chipe de agua sureño	4

Grupo	Orden	Familia	Especie	Nombre común	No. Ind.
Aves	Passeriformes	Parulidae	<i>Parkesia noveboracensis</i>	Chipe charquero	26
Aves	Passeriformes	Emberizidae	<i>Passerculus sandwichensis</i>	Gorreón sabanero	3
Aves	Passeriformes	Cardinalidae	<i>Passerina caerulea</i>	Picogrueso azul	11
Aves	Passeriformes	Cardinalidae	<i>Passerina ciris</i>	Colorín siete colores	23
Aves	Passeriformes	Cardinalidae	<i>Passerina cyanea</i>	Azulejo	31
Aves	Columbiformes	Columbidae	<i>Patagioenas cayennensis</i>	Paloma colorada	5
Aves	Columbiformes	Columbidae	<i>Patagioenas flavirostris</i>	Paloma morada	20
Aves	Columbiformes	Columbidae	<i>Patagioenas leucocephala</i>	Paloma coronita	3
Aves	Columbiformes	Columbidae	<i>Patagioenas speciosa</i>	Paloma escamosa	2
Aves	Pelecaniformes	Pelecanidae	<i>Pelecanus erythrorhynchos</i>	Pelícano blanco	2
Aves	Pelecaniformes	Pelecanidae	<i>Pelecanus occidentalis</i>	Pelícano café	86
Aves	Passeriformes	Hirundinidae	<i>Petrochelidon fulva</i>	Golondrina pueblera	12
Aves	Suliformes	Phalacrocoracidae	<i>Phalacrocorax auritus</i>	Cormorán orejudo	37
Aves	Suliformes	Phalacrocoracidae	<i>Phalacrocorax brasilianus</i>	Cormorán neotropical	25
Aves	Passeriformes	Cardinalidae	<i>Pheucticus ludovicianus</i>	Picogordo Pecho Rosa	6
Aves	Passeriformes	Troglodytidae	<i>Pheugopedius maculipectus</i>	Pheugopedius maculipectus	24
Aves	Phoenicopteriformes	Phoenicopteridae	<i>Phoenicopterus ruber</i>	Flamenco rosado	5
Aves	Cuculiformes	Cuculidae	<i>Piaya cayana</i>	Cuco ardilla	19
Aves	Piciformes	Picidae	<i>Picoides fumigatus</i>	Carpintero café	3
Aves	Piciformes	Picidae	<i>Picoides scalaris</i>	Pico mexicano	6
Aves	Psittaciformes	Psittacidae	<i>Pionus senilis</i>	Loro coroniblanco	1
Aves	Passeriformes	Pipridae	<i>Pipra mentalis</i>	Saltarín cabecirrojo	1
Aves	Passeriformes	Cardinalidae	<i>Piranga olivacea</i>	Tángara Escarlata	1
Aves	Passeriformes	Thraupidae	<i>Piranga roseogularis</i>	Tángara yucateca	22
Aves	Passeriformes	Cardinalidae	<i>Piranga rubra</i>	Tángara roja	29
Aves	Passeriformes	Tyrannidae	<i>Pitangus sulphuratus</i>	Luis bienteveo	81
Aves	Pelecaniformes	Threskiornithidae	<i>Platalea ajaja</i>	Espátula rosada	10
Aves	Passeriformes	Tyrannidae	<i>Platyrinchus canrominus</i>	Mosquero Pico Chato.	7
Aves	Pelecaniformes	Threskiornithidae	<i>Plegadis falcinellus</i>	Ibis cara oscura	3
Aves	Charadriiformes	Charadriidae	<i>Pluvialis squatarola</i>	Chorlito gris	13
Aves	Podicipediformes	Podicipedidae	<i>Podilymbus podiceps</i>	Zambullidor Pico Grueso	4
Aves	Passeriformes	Poliptilidae	<i>Poliptila caerulea</i>	Perlita azulgris	13
Aves	Passeriformes	Poliptilidae	<i>Poliptila plumbea</i>	Perlita tropical	7
Aves	Gruiformes	Rallidae	<i>Porphyrio martinicus</i>	Gallineta Morada	2
Aves	Gruiformes	Rallidae	<i>Porzana carolina</i>	Polluela sora	2
Aves	Passeriformes	Hirundinidae	<i>Progne chalybea</i>	Golondrina pechigrís	12

Grupo	Orden	Familia	Especie	Nombre común	No. Ind.
Aves	Passeriformes	Hirundinidae	<i>Progne subis</i>	Golondrina purpúrea	11
Aves	Passeriformes	Parulidae	<i>Protonotaria citrea</i>	Chipe Dorado	3
Aves	Piciformes	Ramphastidae	<i>Pteroglossus torquatus</i>	Tucancillo collarejo	4
Aves	Passeriformes	Tyrannidae	<i>Pyrocephalus rubinus</i>	Atrapamoscas sangretoro	3
Aves	Passeriformes	Icteridae	<i>Quiscalus mexicanus</i>	Zanate mexicano	197
Aves	Gruiformes	Rallidae	<i>Rallus longirostris</i>	Tingua	1
Aves	Piciformes	Ramphastidae	<i>Ramphastos sulfuratus</i>	Tucán pico iris	12
Aves	Passeriformes	Poliopitilidae	<i>Ramphocaenus melanurus</i>	Soterillo Picudo	6
Aves	Passeriformes	Thraupidae	<i>Ramphocelus sanguinolentus</i>	Tángara rojinegra	1
Aves	Passeriformes	Tyrannidae	<i>Rhynchocyclus brevirostris</i>	Picoplano de anteojos	1
Aves	Accipitriformes	Accipitridae	<i>Rostrhamus sociabilis</i>	Caracolero común	4
Aves	Charadriiformes	Laridae	<i>Rynchops niger</i>	Rayador Americano.	3
Aves	Passeriformes	Thraupidae	<i>Saltator atriceps</i>	Saltador de cabeza negra	14
Aves	Passeriformes	Thraupidae	<i>Saltator coerulescens</i>	Picurero Grisáceo.	17
Aves	Passeriformes	Thraupidae	<i>Saltator maximus</i>	Saltador de garganta canela	1
Aves	Accipitriformes	Cathartidae	<i>Sarcoramphus papa</i>	Zopilote rey	2
Aves	Passeriformes	Parulidae	<i>Seiurus aurocapilla</i>	reinita hornera	17
Aves	Passeriformes	Parulidae	<i>Setophaga americana</i>	Chipe azul	22
Aves	Passeriformes	Parulidae	<i>Setophaga caerulescens</i>	Chipe azul y negro	1
Aves	Passeriformes	Parulidae	<i>Setophaga castanea</i>	Chipe castaño	1
Aves	Passeriformes	Parulidae	<i>Setophaga citrina</i>	Chipe encapuchado	19
Aves	Passeriformes	Parulidae	<i>Setophaga coronata</i>	Chipe grupidorado	6
Aves	Passeriformes	Parulidae	<i>Setophaga discolor</i>	Chipe galán	8
Aves	Passeriformes	Parulidae	<i>Setophaga dominica</i>	Chipe dominico	51
Aves	Passeriformes	Parulidae	<i>Setophaga magnolia</i>	Chipe de magnolia	27
Aves	Passeriformes	Parulidae	<i>Setophaga palmarum</i>	Chipe playero	40
Aves	Passeriformes	Parulidae	<i>Setophaga petechia</i>	Chipe amarillo	56
Aves	Passeriformes	Parulidae	<i>Setophaga ruticilla</i>	Chipe Flameante	35
Aves	Passeriformes	Parulidae	<i>Setophaga virens</i>	Chipe dorsoverde	16
Aves	Passeriformes	Furnariidae	<i>Sittasomus griseicapillus</i>	Trepatroncos oliváceo	5
Aves	Piciformes	Picidae	<i>Sphyrapicus varius</i>	Chupasavia norteño	4
Aves	Passeriformes	Fringillidae	<i>Spinus psaltria</i>	Jilguero aliblanco	2
Aves	Accipitriformes	Accipitridae	<i>Spizaetus melanoleucus</i>	Águila blanquinegra	1
Aves	Accipitriformes	Accipitridae	<i>Spizaetus ornatus</i>	Águila crestuda real	1
Aves	Accipitriformes	Accipitridae	<i>Spizaetus tyrannus</i>	Águila azor negra	7
Aves	Passeriformes	Emberizidae	<i>Sporophila torqueola</i>	Semillerito collarejo	20

Grupo	Orden	Familia	Especie	Nombre común	No. Ind.
Aves	Passeriformes	Hirundinidae	<i>Stelgidopteryx serripennis</i>	Golondrina aserrada	19
Aves	Charadriiformes	Laridae	<i>Sterna forsteri</i>	Golondrina de mar	6
Aves	Charadriiformes	Laridae	<i>Sterna hirundo</i>	Charrán común	6
Aves	Charadriiformes	Laridae	<i>Sternula antillarum</i>	Charrancito americano	6
Aves	Columbiformes	Columbidae	<i>Streptopelia decaocto</i>	Tórtola turca	29
Aves	Suliformes	Sulidae	<i>Sula dactylatra</i>	Alcatraz patiazul	1
Aves	Suliformes	Sulidae	<i>Sula leucogaster</i>	Alcatraz pardo	2
Aves	Passeriformes	Furnariidae	<i>Synallaxis erythrothorax</i>	Pijúi centroamericano	3
Aves	Podicipediformes	Podicipedidae	<i>Tachybaptus dominicus</i>	Macá gris	3
Aves	Passeriformes	Hirundinidae	<i>Tachycineta albilinea</i>	Golondrina de manglar	18
Aves	Passeriformes	Hirundinidae	<i>Tachycineta bicolor</i>	Golondrina bicolor	2
Aves	Charadriiformes	Laridae	<i>Thalasseus maximus</i>	Charrán real	35
Aves	Charadriiformes	Laridae	<i>Thalasseus sandvicensis</i>	Charrán de Sandwich	20
Aves	Passeriformes	Thamnophilidae	<i>Thamnophilus doliatus</i>	Batará Barrado	11
Aves	Passeriformes	Thraupidae	<i>Thraupis abbas</i>	Tángara Ala Amarilla.	6
Aves	Passeriformes	Thraupidae	<i>Thraupis episcopus</i>	Tángara Azulgris	2
Aves	Passeriformes	Troglodytidae	<i>Thryothorus ludovicianus</i>	Chivirín de Carolina	10
Aves	Passeriformes	Troglodytidae	<i>Thryothorus maculipectus</i>	Chivirín Moteado.	4
Aves	Passeriformes	Thraupidae	<i>Tiaris olivaceus</i>	Semillero Oliváceo	12
Aves	Pelecaniformes	Ardeidae	<i>Tigrisoma mexicanum</i>	Garza Tigre Mexicana	10
Aves	Passeriformes	Tityridae	<i>Tityra inquisitor</i>	Titira Pico Negro	1
Aves	Passeriformes	Tityridae	<i>Tityra semifasciata</i>	Titira Enmascarada	12
Aves	Passeriformes	Tyrannidae	<i>Tolmomyias sulphurescens</i>	Picoplano sulfuroso	1
Aves	Charadriiformes	Scolopacidae	<i>Tringa flavipes</i>	Patamarilla Menor	4
Aves	Charadriiformes	Scolopacidae	<i>Tringa melanoleuca</i>	Chorlo mayor de patas amarillas	5
Aves	Charadriiformes	Scolopacidae	<i>Tringa semipalmata</i>	Playero aliblanco	6
Aves	Charadriiformes	Scolopacidae	<i>Tringa solitaria</i>	Playero Solitario	2
Aves	Passeriformes	Troglodytidae	<i>Troglodytes aedon</i>	Chivirín Saltapared	7
Aves	Trogoniformes	Trogonidae	<i>Trogon caligatus</i>	Trogón enligado	9
Aves	Trogoniformes	Trogonidae	<i>Trogon collaris</i>	Trogón de Collar	2
Aves	Trogoniformes	Trogonidae	<i>Trogon melanocephalus</i>	Trogón de cabeza negra	22
Aves	Passeriformes	Turdidae	<i>Turdus grayi</i>	Mirlo pardo	31
Aves	Passeriformes	Tyrannidae	<i>Tyrannus couchii</i>	Tirano Silbador	25
Aves	Passeriformes	Tyrannidae	<i>Tyrannus dominicensis</i>	Tirano Gris	2
Aves	Passeriformes	Tyrannidae	<i>Tyrannus forficatus</i>	Tijereta rosada	2
Aves	Passeriformes	Tyrannidae	<i>Tyrannus melancholicus</i>	Bienteveo real	107
Aves	Passeriformes	Tyrannidae	<i>Tyrannus savana</i>	Tijereta sabanera	1

Grupo	Orden	Familia	Especie	Nombre común	No. Ind.
Aves	Passeriformes	Tyrannidae	<i>Tyrannus tyrannus</i>	Tirano Dorso Negro	7
Aves	Passeriformes	Troglodytidae	<i>Uropsila leucogastra</i>	Chivirín vientre blanco	8
Aves	Passeriformes	Parulidae	<i>Vermivora cyanoptera</i>	Chipe aliazul	5
Aves	Passeriformes	Vireonidae	<i>Vireo flavifrons</i>	Vireo Garganta Amarilla.	1
Aves	Passeriformes	Vireonidae	<i>Vireo flavoviridis</i>	Vireo Verdeamarillo	7
Aves	Passeriformes	Vireonidae	<i>Vireo griseus</i>	Vireo Ojo Blanco	37
Aves	Passeriformes	Vireonidae	<i>Vireo magister</i>	Vireo Yucateco	29
Aves	Passeriformes	Vireonidae	<i>Vireo olivaceus</i>	Vireo Ojo Rojo	1
Aves	Passeriformes	Vireonidae	<i>Vireo pallens</i>	Vireo Manglero	23
Aves	Passeriformes	Vireonidae	<i>Vireo philadelphicus</i>	Vireo de Filadelfia	1
Aves	Passeriformes	Thraupidae	<i>Volatinia jacarina</i>	Semillero Brincador	11
Aves	Passeriformes	Furnariidae	<i>Xiphorhynchus flavigaster</i>	Trepatroncos picomarfil	6
Aves	Columbiformes	Columbidae	<i>Zenaida asiatica</i>	Paloma alablanca	78
Aves	Columbiformes	Columbidae	<i>Zenaida aurita</i>	Zenaida caribeña	6
Aves	Columbiformes	Columbidae	<i>Zenaida macroura</i>	Paloma huiতো	4
Mamíferos	Rodentia	Agoutidae	<i>Agouti paca</i>	Paca común	1
Mamíferos	Primates	Cebidae	<i>Alouatta pigra</i>	Mono ahullador	5
Mamíferos	Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Artibeus intermedius</i>	Murciélago frugívoro intermedio	6
Mamíferos	Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Artibeus jamaicensis</i>	Murciélago frutero	21
Mamíferos	Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Artibeus phaeotis</i>	Murciélago zapotero pardo	5
Mamíferos	Primates	Cebidae	<i>Ateles geoffroyi</i>	Mono araña	12
Mamíferos	Chiroptera	Vespertilionidae	<i>Bauerus dubiaquercus</i>	murciélago desértico sureño	1
Mamíferos	Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Carollia brevicauda</i>	Murciélago cola corta de Sebas	6
Mamíferos	Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Carollia perspicillata</i>	Murciélago frutero común	3
Mamíferos	Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Centurio senex</i>	Murciélago cara arrugada	2
Mamíferos	Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Chiroderma villosum</i>	Murciélago ojón peludo	2
Mamíferos	Carnivora	Mustelidae	<i>Conepatus semistriatus</i>	Mofeta bilistada	1
Mamíferos	Rodentia	Dasyproctidae	<i>Dasyprocta punctata</i>	Agutí centroamericano	2
Mamíferos	Xenarthra	Dasypodidae	<i>Dasybus novemcinctus</i>	Armadillo de nueve bandas	2
Mamíferos	Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Desmodus rotundus</i>	Vampiro común	3
Mamíferos	Didelphimorphia	Didelphidae	<i>Didelphis marsupialis</i>	Zarigüeya común	1
Mamíferos	Didelphimorphia	Didelphidae	<i>Didelphis virginiana</i>	Zarigüeya de virginia	2
Mamíferos	Carnivora	Mustelidae	<i>Eira barbara</i>	Hurón mayor	2
Mamíferos	Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Glossophaga soricina</i>	Murciélago-lengüetón de Pallas	3

Grupo	Orden	Familia	Especie	Nombre común	No. Ind.
Mamíferos	Carnivora	Felidae	<i>Herpailurus yagouaroundi</i>	Yaguarundi	1
Mamíferos	Rodentia	Heteromyidae	<i>Heteromys gaumeri</i>	Rata espinosa de abazones	3
Mamíferos	Chiroptera	Vespertilionidae	<i>Lasiurus blossevillii</i>	murciélago rojo del desierto	1
Mamíferos	Chiroptera	Vespertilionidae	<i>Lasiurus ega</i>	Murciélago cola peluda amarillo	2
Mamíferos	Carnivora	Felidae	<i>Leopardus pardalis</i>	Ocelote	1
Mamíferos	Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Lonchorhina aurita</i>	Murciélago nariz de espada	8
Mamíferos	Didelphimorphia	Marmosidae	<i>Marmosa mexicana</i>	Tlacuache	2
Mamíferos	Artiodactyla	Cervidae	<i>Mazama americana</i>	Venado temazate	2
Mamíferos	Carnivora	Mustelidae	<i>Mephitis macroura</i>	Mofeta encapuchada	1
Mamíferos	Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Micronycteris megalotis</i>	Murciélago orejón brasileño	1
Mamíferos	Chiroptera	Molossidae	<i>Molossus ater</i>	Murciélago-mastín negro	1
Mamíferos	Chiroptera	Molossidae	<i>Molossus pretiosus</i>	Murciélago mastín de Pallas	6
Mamíferos	Chiroptera	Mormoopidae	<i>Mormoops megalophylla</i>	Murciélago-barba arrugada norteño	2
Mamíferos	Carnivora	Procyonidae	<i>Nasua narica</i>	Tejón	7
Mamíferos	Artiodactyla	Cervidae	<i>Odocoileus virginianus</i>	Venado colablanca	5
Mamíferos	Rodentia	Geomyidae	<i>Orthogeomys hispidus</i>	Tuza	3
Mamíferos	Rodentia	Muridae	<i>Oryzomys couesi</i>	Rata arrocerá	1
Mamíferos	Rodentia	Muridae	<i>Oryzomys melanotis</i>	Rata arrocerá	1
Mamíferos	Rodentia	Muridae	<i>Otonyctomys hatti</i>	Ratón vespertino	2
Mamíferos	Rodentia	Muridae	<i>Otodylomys phyllotis</i>	Rata arborícola de orejas grandes	13
Mamíferos	Carnivora	Felidae	<i>Panthera onca</i>	Jaguar	4
Mamíferos	Artiodactyla	Tayassuidae	<i>Pecari tajacu</i>	Pecarí de collar	2
Mamíferos	Rodentia	Muridae	<i>Peromyscus leucopus</i>	Ratón de patas blancas	9
Mamíferos	Rodentia	Cricetidae	<i>Peromyscus yucatanicus</i>	Ratón venado de Yucatán	16
Mamíferos	Chiroptera	Mormoopidae	<i>Pteronotus davyi</i>	Murciélago lomo pelón menor	4
Mamíferos	Chiroptera	Mormoopidae	<i>Pteronotus parnellii</i>	Murciélago-bigotudo de Parnell	4
Mamíferos	Chiroptera	Mormoopidae	<i>Pteronotus personatus</i>	Murciélago-bigotudo de Warner	5
Mamíferos	Rodentia	Muridae	<i>Reithrodontomys spectabilis</i>	Ratón de la cosechas	4
Mamíferos	Chiroptera	Vespertilionidae	<i>Rhogeessa parvula</i>	Murciélago amarillo menor	2
Mamíferos	Rodentia	Sciuridae	<i>Sciurus deppei</i>	Ardilla tropical	3
Mamíferos	Rodentia	Sciuridae	<i>Sciurus yucatanensis</i>	Ardilla de Yucatán	5
Mamíferos	Rodentia	Muridae	<i>Sigmodon hispidus</i>	Rata algodónera	4

Grupo	Orden	Familia	Especie	Nombre común	No. Ind.
Mamíferos	Carnivora	Mustelidae	<i>Spilogale putorius</i>	Mofeta moteada oriental	2
Mamíferos	Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Sturnira lilium</i>	Murciélago de charreteras menor	1
Mamíferos	Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Tonatia evotis</i>	Murciélago oreja redonda mesoamericano	2
Mamíferos	Sirenia	Trichechidae	<i>Trichechus manatus</i>	Manatí	1
Mamíferos	Carnivora	Canidae	<i>Urocyon cinereoargenteus</i>	Zorra gris	3
Reptiles	Squamata	Teiidae	<i>Ameiva undulata</i>	Ameiva arcoiris	4
Reptiles	Squamata	Polychrotidae	<i>Anolis sagrei</i>	Anolis de las bahamas	7
Reptiles	Sauria	Polychridae	<i>Anolis sericeus</i>	Anolis cedoso	1
Reptiles	Sauria	Teiidae	<i>Aspiloscelis cozumela</i>	Lagartija	3
Reptiles	Sauria	Corytophanidae	<i>Basiliscus vittatus</i>	Basilisco	2
Reptiles	Squamata	Boidae	<i>Boa constrictor</i>	Boa constrictora	3
Reptiles	Squamata	VIPERIDAE	<i>Bothrops asper</i>	Nauyaca	1
Reptiles	Testudines	Cheloniidae	<i>Caretta caretta</i>	Tortuga caguama	3
Reptiles	Squamata	Teiidae	<i>Cnemidophorus angusticeps</i>	Huico yucateco	1
Reptiles	Squamata	Teiidae	<i>Cnemidophorus cozumelae</i>	Huico de cozumel	2
Reptiles	Squamata	Teiidae	<i>Cnemidophorus rodecki</i>	Huico de cancún	6
Reptiles	Squamata	Eublepharidae	<i>Coleonyx elegans</i>	Cuija yucateca	6
Reptiles	Serpentes	Colubridae	<i>Coniophanes imperialis</i>	Culebra de rayas negras	1
Reptiles	Squamata	Colubridae	<i>Conopsis lineatus</i>	Culebra guardacaminos lineada	1
Reptiles	Crocodylia	Crocodylidae	<i>Crocodylus moreleti</i>	Cocodrilo mexicano	1
Reptiles	Squamata	Iguanidae	<i>Ctenosaura similis</i>	Iguana rayada	11
Reptiles	Squamata	Colubridae	<i>Dipsas brevifacies</i>	Culebra caracolera chata	2
Reptiles	Serpentes	Colubridae	<i>Drymarchon corais</i>	Culebra arroyera	1
Reptiles	Serpentes	Colubridae	<i>Drymobius margaritifera</i>	Culebra corredora	4
Reptiles	Serpentes	Colubridae	<i>Elaphe flavirufa</i>	Culebra ratonera	2
Reptiles	Squamata	Colubridae	<i>Elaphe phaescens</i>	Culebra uatoaqua	1
Reptiles	Serpentes	Colubridae	<i>Imantodes cenchoa</i>	culebra cordelilla chata	1
Reptiles	Sauria	Corytophanidae	<i>Laemanctus serratus</i>	Lemanto cornonado	1
Reptiles	Squamata	Colubridae	<i>Lampropeltis triangulum</i>	Coral ratonera	2
Reptiles	Squamata	Colubridae	<i>Leptodeira frenata</i>	Culebra ojo de gato	2
Reptiles	Squamata	Colubridae	<i>Leptophis mexicanus</i>	Culebra perico mexicana	1
Reptiles	Sauria	Scincidae	<i>Mabuya brachypoda</i>	Eslizón centro americano	1
Reptiles	Squamata	Dactyloidae	<i>Norops rodriguezi</i>	Anolis jaspeado	1
Reptiles	Serpentes	Colubridae	<i>Oxybelis aeneus</i>	Bejuquillo café	1
Reptiles	Squamata	Phrynosomatidae	<i>Sceloporus chrysostictus</i>	Lagartija-escamosa pintas amarillas	27

Grupo	Orden	Familia	Especie	Nombre común	No. Ind.
Reptiles	Squamata	Phrynosomatidae	<i>Sceloporus cozumelae</i>	Lagartija espinosa de Cozumel	89
Reptiles	Serpentes	Colubridae	<i>Senticolis triaspis</i>	Culebra oliva	2
Reptiles	Serpentes	Colubridae	<i>Sibon sanniola</i>	Culebra caracolera pigmea	1
Reptiles	Squamata	Gekkonidae	<i>Sphaerodactylus glaucus</i>	Geco enano collarejo	3
Reptiles	Squamata	Colubridae	<i>Symphimus mayae</i>	Culebra labios blancos maya	1
Reptiles	Serpentes	Colubridae	<i>Thamnophis marcianus</i>	Culebra listonada manchada	2
Reptiles	Squamata	Typhlopidae	<i>Typhlops microstomus</i>	Serpiente ciega yucateca	1
Total de registros					5143

IV.4.2.2 Índices de diversidad

En el presente apartado, se presentan, tal como se presentaron los indicadores de diversidad de la vegetación de la cuenca, los indicadores para la fauna.

En el **Cuadro IV:19**, se presentan los valores de abundancia y parámetros para el cálculo de los índices de Shannon y Simpson para el grupo de los anfibios.

Cuadro IV:19. Valores de abundancia e índices de Shannon (H') y Simpson (D) para los anfibios registrados en la microcuenca Cancún

Etiquetas de fila	n	pi	Lnpi	pi*Lnpi	n(n-1)
<i>Agalychnis callidryas</i>	3	0.079	-2.539	-0.200	6
<i>Bolitoglossa yucatanana</i>	1	0.026	-3.638	-0.096	0
<i>Hyla loquax</i>	3	0.079	-2.539	-0.200	6
<i>Hyla microcephala</i>	4	0.105	-2.251	-0.237	12
<i>Hyla picta</i>	4	0.105	-2.251	-0.237	12
<i>Incilius marinus</i>	1	0.026	-3.638	-0.096	0
<i>Incilius valliceps</i>	3	0.079	-2.539	-0.200	6
<i>Leptodactylus melanonotus</i>	3	0.079	-2.539	-0.200	6
<i>Phrynohyas venulosa</i>	2	0.053	-2.944	-0.155	2
<i>Rana berlandieri</i>	4	0.105	-2.251	-0.237	12
<i>Smilisca baudinii</i>	10	0.263	-1.335	-0.351	90
Suma	38		H' =	-2.209	152
				N(N-1)	1406
				D	0.108
				1-D	0.892

Por otra parte, las abundancias e índice de Shannon y Simpson para las aves, se presentan en el **Cuadro IV:20**.

Cuadro IV:20. Valores de abundancia e índices de Shannon (H') y Simpson (D) para el grupo de las aves registrados en la microcuenca Cancún.

Especies	n	pi	LnPi	piLNpi	n(n-1)
<i>Accipiter bicolor</i>	2	0.0004	-7.824	-0.003	2
<i>Actitis macularius</i>	21	0.0045	-5.404	-0.024	420
<i>Agamia agami</i>	1	0.0002	-8.517	-0.002	0
<i>Agelaius phoeniceus</i>	2	0.0004	-7.824	-0.003	2
<i>Amazilia candida</i>	14	0.003	-5.809	-0.017	182
<i>Amazilia rutila</i>	48	0.0102	-4.585	-0.047	2256
<i>Amazilia tzacatl</i>	2	0.0004	-7.824	-0.003	2
<i>Amazilia yucatanensis</i>	17	0.0036	-5.627	-0.02	272
<i>Amazona albifrons</i>	13	0.0028	-5.878	-0.016	156
<i>Amazona autumnalis</i>	1	0.0002	-8.517	-0.002	0
<i>Amazona xantholora</i>	11	0.0023	-6.075	-0.014	110
<i>Amblycercus holosericeus</i>	12	0.0026	-5.952	-0.015	132
<i>Ammodramus savannarum</i>	1	0.0002	-8.517	-0.002	0
<i>Anas discors</i>	4	0.0009	-7.013	-0.006	12
<i>Anhinga anhinga</i>	18	0.0038	-5.573	-0.021	306
<i>Anous stolidus</i>	1	0.0002	-8.517	-0.002	0
<i>Anthracothorax prevostii</i>	18	0.0038	-5.573	-0.021	306
<i>Anthus rubescens</i>	3	0.0006	-7.419	-0.004	6
<i>Aramides axillaris</i>	1	0.0002	-8.517	-0.002	0
<i>Aramides cajaneus</i>	2	0.0004	-7.824	-0.003	2
<i>Aramus guarauna</i>	2	0.0004	-7.824	-0.003	2
<i>Aratinga nana</i>	26	0.0055	-5.203	-0.029	650
<i>Archilochus colubris</i>	11	0.0023	-6.075	-0.014	110
<i>Ardea alba</i>	41	0.0087	-4.744	-0.041	1640
<i>Ardea herodias</i>	24	0.0051	-5.279	-0.027	552
<i>Arenaria interpres</i>	28	0.006	-5.116	-0.031	756
<i>Arremonops chloronotus</i>	5	0.0011	-6.812	-0.007	20
<i>Arremonops rufivirgatus</i>	13	0.0028	-5.878	-0.016	156
<i>Attila spadiceus</i>	9	0.0019	-6.266	-0.012	72
<i>Aythya affinis</i>	1	0.0002	-8.517	-0.002	0
<i>Aythya collaris</i>	1	0.0002	-8.517	-0.002	0
<i>Bartramia longicauda</i>	1	0.0002	-8.517	-0.002	0
<i>Basileuterus culicivorus</i>	2	0.0004	-7.824	-0.003	2
<i>Bombycilla cedrorum</i>	3	0.0006	-7.419	-0.004	6
<i>Bubulcus ibis</i>	32	0.0068	-4.991	-0.034	992
<i>Buteo albonotatus</i>	3	0.0006	-7.419	-0.004	6
<i>Buteo brachyurus</i>	12	0.0026	-5.952	-0.015	132
<i>Buteo jamaicensis</i>	1	0.0002	-8.517	-0.002	0
<i>Buteo magnirostris</i>	25	0.0053	-5.24	-0.028	600
<i>Buteo nitidus</i>	3	0.0006	-7.419	-0.004	6

Especies	n	pi	LnPi	piLNpi	n(n-1)
<i>Buteo plagiatus</i>	14	0.003	-5.809	-0.017	182
<i>Buteogallus anthracinus</i>	16	0.0034	-5.684	-0.019	240
<i>Buteogallus urubitinga</i>	7	0.0015	-6.502	-0.01	42
<i>Butorides virescens</i>	30	0.0064	-5.051	-0.032	870
<i>Calidris alba</i>	9	0.0019	-6.266	-0.012	72
<i>Calidris alpina</i>	1	0.0002	-8.517	-0.002	0
<i>Calidris canutus</i>	1	0.0002	-8.517	-0.002	0
<i>Calidris mauri</i>	1	0.0002	-8.517	-0.002	0
<i>Calidris minutilla</i>	9	0.0019	-6.266	-0.012	72
<i>Calidris pugnax</i>	1	0.0002	-8.517	-0.002	0
<i>Calidris pusilla</i>	4	0.0009	-7.013	-0.006	12
<i>Campephilus guatemalensis</i>	8	0.0017	-6.377	-0.011	56
<i>Camptostoma imberbe</i>	5	0.0011	-6.812	-0.007	20
<i>Campylopterus curvipennis</i>	15	0.0032	-5.745	-0.018	210
<i>Campylorhynchus yucatanicus</i>	3	0.0006	-7.419	-0.004	6
<i>Caprimulgus badius</i>	2	0.0004	-7.824	-0.003	2
<i>Cardinalis cardinalis</i>	16	0.0034	-5.684	-0.019	240
<i>Casmerodius albus</i>	1	0.0002	-8.517	-0.002	0
<i>Cathartes aura</i>	96	0.0205	-3.887	-0.08	9120
<i>Cathartes burrovianus</i>	11	0.0023	-6.075	-0.014	110
<i>Catharus ustulatus</i>	1	0.0002	-8.517	-0.002	0
<i>Celeus castaneus</i>	1	0.0002	-8.517	-0.002	0
<i>Chaetura vauxi</i>	20	0.0043	-5.449	-0.023	380
<i>Charadrius semipalmatus</i>	6	0.0013	-6.645	-0.009	30
<i>Charadrius vociferus</i>	16	0.0034	-5.684	-0.019	240
<i>Charadrius wilsonia</i>	4	0.0009	-7.013	-0.006	12
<i>Chloroceryle americana</i>	4	0.0009	-7.013	-0.006	12
<i>Chlorostilbon canivetii</i>	13	0.0028	-5.878	-0.016	156
<i>Chondrohierax uncinatus</i>	1	0.0002	-8.517	-0.002	0
<i>Chordeiles acutipennis</i>	12	0.0026	-5.952	-0.015	132
<i>Chordeiles minor</i>	1	0.0002	-8.517	-0.002	0
<i>Ciccaba virgata</i>	1	0.0002	-8.517	-0.002	0
<i>Circus cyaneus</i>	1	0.0002	-8.517	-0.002	0
<i>Claravis pretiosa</i>	1	0.0002	-8.517	-0.002	0
<i>Coccyzus minor</i>	6	0.0013	-6.645	-0.009	30
<i>Cochlearius cochlearius</i>	4	0.0009	-7.013	-0.006	12
<i>Coereba caboti</i>	1	0.0002	-8.517	-0.002	0
<i>Coereba flaveola</i>	11	0.0023	-6.075	-0.014	110
<i>Colinus nigrogularis</i>	8	0.0017	-6.377	-0.011	56
<i>Columba flavirostris</i>	1	0.0002	-8.517	-0.002	0
<i>Columba livia</i>	38	0.0081	-4.816	-0.039	1406
<i>Columbina passerina</i>	21	0.0045	-5.404	-0.024	420

Especies	n	pi	LnPi	piLNpi	n(n-1)
<i>Columbina talpacoti</i>	43	0.0092	-4.689	-0.043	1806
<i>Contopus cinereus</i>	11	0.0023	-6.075	-0.014	110
<i>Contopus cooperi</i>	1	0.0002	-8.517	-0.002	0
<i>Coragyps atratus</i>	65	0.0139	-4.276	-0.059	4160
<i>Crax rubra</i>	3	0.0006	-7.419	-0.004	6
<i>Crotophaga ani</i>	2	0.0004	-7.824	-0.003	2
<i>Crotophaga sulcirostris</i>	29	0.0062	-5.083	-0.032	812
<i>Crypturellus cinnamomeus</i>	10	0.0021	-6.166	-0.013	90
<i>Cyanerpes cyaneus</i>	19	0.004	-5.521	-0.022	342
<i>Cyanocompsa parellina</i>	10	0.0021	-6.166	-0.013	90
<i>Cyanocorax luxuosus</i>	1	0.0002	-8.517	-0.002	0
<i>Cyanocorax morio</i>	46	0.0098	-4.625	-0.045	2070
<i>Cyanocorax yncas</i>	24	0.0051	-5.279	-0.027	552
<i>Cyanocorax yucatanicus</i>	51	0.0109	-4.519	-0.049	2550
<i>Cyclarhis gujanensis</i>	17	0.0036	-5.627	-0.02	272
<i>Dendrocincla anabatina</i>	3	0.0006	-7.419	-0.004	6
<i>Dendrocincla homochroa</i>	3	0.0006	-7.419	-0.004	6
<i>Dendrocolaptes sanctithomae</i>	1	0.0002	-8.517	-0.002	0
<i>Dendrocygna autumnalis</i>	5	0.0011	-6.812	-0.007	20
<i>Dendrocygna bicolor</i>	1	0.0002	-8.517	-0.002	0
<i>Dives dives</i>	61	0.013	-4.343	-0.056	3660
<i>Doricha eliza</i>	1	0.0002	-8.517	-0.002	0
<i>Dryocopus lineatus</i>	11	0.0023	-6.075	-0.014	110
<i>Dumetella carolinensis</i>	24	0.0051	-5.279	-0.027	552
<i>Egretta caerulea</i>	19	0.004	-5.521	-0.022	342
<i>Egretta rufescens</i>	5	0.0011	-6.812	-0.007	20
<i>Egretta thula</i>	33	0.007	-4.962	-0.035	1056
<i>Egretta tricolor</i>	22	0.0047	-5.36	-0.025	462
<i>Elaenia flavogaster</i>	3	0.0006	-7.419	-0.004	6
<i>Elaenia martinica</i>	4	0.0009	-7.013	-0.006	12
<i>Elanoides forficatus</i>	1	0.0002	-8.517	-0.002	0
<i>Elanus leucurus</i>	2	0.0004	-7.824	-0.003	2
<i>Empidonax flaviventris</i>	5	0.0011	-6.812	-0.007	20
<i>Empidonax minimus</i>	14	0.003	-5.809	-0.017	182
<i>Eucometis penicillata</i>	5	0.0011	-6.812	-0.007	20
<i>Eudocimus albus</i>	48	0.0102	-4.585	-0.047	2256
<i>Eumomota superciliosa</i>	19	0.004	-5.521	-0.022	342
<i>Euphonia affinis</i>	9	0.0019	-6.266	-0.012	72
<i>Euphonia hirundinacea</i>	18	0.0038	-5.573	-0.021	306
<i>Falco columbarius</i>	4	0.0009	-7.013	-0.006	12
<i>Falco peregrinus</i>	7	0.0015	-6.502	-0.01	42
<i>Falco ruficularis</i>	11	0.0023	-6.075	-0.014	110

Especies	n	pi	LnPi	piLNpi	n(n-1)
<i>Falco sparverius</i>	9	0.0019	-6.266	-0.012	72
<i>Fregata magnificens</i>	111	0.0237	-3.742	-0.089	12210
<i>Fulica americana</i>	6	0.0013	-6.645	-0.009	30
<i>Gallinago delicata</i>	2	0.0004	-7.824	-0.003	2
<i>Gallinula galeata</i>	5	0.0011	-6.812	-0.007	20
<i>Gelochelidon nilotica</i>	1	0.0002	-8.517	-0.002	0
<i>Geothlypis formosa</i>	4	0.0009	-7.013	-0.006	12
<i>Geothlypis poliocephala</i>	11	0.0023	-6.075	-0.014	110
<i>Geothlypis trichas</i>	29	0.0062	-5.083	-0.032	812
<i>Geotrygon montana</i>	1	0.0002	-8.517	-0.002	0
<i>Geranoaetus albicaudatus</i>	5	0.0011	-6.812	-0.007	20
<i>Geranospiza caerulescens</i>	3	0.0006	-7.419	-0.004	6
<i>Glaucidium brasilianum</i>	27	0.0058	-5.15	-0.03	702
<i>Granatellus sallaei</i>	4	0.0009	-7.013	-0.006	12
<i>Grus canadensis</i>	1	0.0002	-8.517	-0.002	0
<i>Habia fuscicauda</i>	17	0.0036	-5.627	-0.02	272
<i>Habia rubica</i>	5	0.0011	-6.812	-0.007	20
<i>Haematopus palliatus</i>	4	0.0009	-7.013	-0.006	12
<i>Helmitheros vermivorum</i>	3	0.0006	-7.419	-0.004	6
<i>Herpetotheres cachinnans</i>	14	0.003	-5.809	-0.017	182
<i>Himantopus mexicanus</i>	13	0.0028	-5.878	-0.016	156
<i>Hirundo rustica</i>	18	0.0038	-5.573	-0.021	306
<i>Hydroprogne caspia</i>	6	0.0013	-6.645	-0.009	30
<i>Hylocichla mustelina</i>	6	0.0013	-6.645	-0.009	30
<i>Hylophilus decurtatus</i>	6	0.0013	-6.645	-0.009	30
<i>Icteria virens</i>	3	0.0006	-7.419	-0.004	6
<i>Icterus auratus</i>	36	0.0077	-4.867	-0.037	1260
<i>Icterus chrysater</i>	18	0.0038	-5.573	-0.021	306
<i>Icterus cucullatus</i>	57	0.0121	-4.415	-0.053	3192
<i>Icterus galbula</i>	1	0.0002	-8.517	-0.002	0
<i>Icterus gularis</i>	44	0.0094	-4.667	-0.044	1892
<i>Icterus mesomelas</i>	9	0.0019	-6.266	-0.012	72
<i>Icterus prothemelas</i>	21	0.0045	-5.404	-0.024	420
<i>Icterus spurius</i>	10	0.0021	-6.166	-0.013	90
<i>Ictinia plumbea</i>	2	0.0004	-7.824	-0.003	2
<i>Jacana spinosa</i>	6	0.0013	-6.645	-0.009	30
<i>Larus argentatus</i>	6	0.0013	-6.645	-0.009	30
<i>Larus delawarensis</i>	5	0.0011	-6.812	-0.007	20
<i>Laterallus ruber</i>	3	0.0006	-7.419	-0.004	6
<i>Leptotila jamaicensis</i>	8	0.0017	-6.377	-0.011	56
<i>Leptotila verreauxi</i>	22	0.0047	-5.36	-0.025	462
<i>Leucophaeus atricilla</i>	70	0.0149	-4.206	-0.063	4830

Especies	n	pi	LnPi	piLNpi	n(n-1)
<i>Limnodromus griseus</i>	3	0.0006	-7.419	-0.004	6
<i>Limnothlypis swainsonii</i>	2	0.0004	-7.824	-0.003	2
<i>Megaceryle alcyon</i>	11	0.0023	-6.075	-0.014	110
<i>Megaceryle torquata</i>	1	0.0002	-8.517	-0.002	0
<i>Megarhynchus pitangua</i>	25	0.0053	-5.24	-0.028	600
<i>Melanerpes aurifrons</i>	64	0.0136	-4.298	-0.058	4032
<i>Melanerpes pygmaeus</i>	33	0.007	-4.962	-0.035	1056
<i>Melanoptila glabrirostris</i>	42	0.009	-4.711	-0.042	1722
<i>Meleagris ocellata</i>	4	0.0009	-7.013	-0.006	12
<i>Micrastur semitorquatus</i>	1	0.0002	-8.517	-0.002	0
<i>Mimus gilvus</i>	163	0.0347	-3.361	-0.117	26406
<i>Mniotilta varia</i>	13	0.0028	-5.878	-0.016	156
<i>Molothrus aeneus</i>	21	0.0045	-5.404	-0.024	420
<i>Momotus coeruliceps</i>	6	0.0013	-6.645	-0.009	30
<i>Mycteria americana</i>	9	0.0019	-6.266	-0.012	72
<i>Myiarchus crinitus</i>	1	0.0002	-8.517	-0.002	0
<i>Myiarchus tuberculifer</i>	21	0.0045	-5.404	-0.024	420
<i>Myiarchus tyrannulus</i>	7	0.0015	-6.502	-0.01	42
<i>Myiarchus yucatanensis</i>	11	0.0023	-6.075	-0.014	110
<i>Myiodynastes luteiventris</i>	3	0.0006	-7.419	-0.004	6
<i>Myiodynastes maculatus</i>	3	0.0006	-7.419	-0.004	6
<i>Myiopagis viridicata</i>	9	0.0019	-6.266	-0.012	72
<i>Myiozetetes similis</i>	71	0.0151	-4.193	-0.063	4970
<i>Numenius americanus</i>	2	0.0004	-7.824	-0.003	2
<i>Numenius phaeopus</i>	1	0.0002	-8.517	-0.002	0
<i>Nyctanassa violacea</i>	10	0.0021	-6.166	-0.013	90
<i>Nyctibius jamaicensis</i>	2	0.0004	-7.824	-0.003	2
<i>Nycticorax nycticorax</i>	4	0.0009	-7.013	-0.006	12
<i>Nyctidromus albicollis</i>	6	0.0013	-6.645	-0.009	30
<i>Nyctiphrynus yucatanicus</i>	2	0.0004	-7.824	-0.003	2
<i>Oncostoma cinereigulare</i>	9	0.0019	-6.266	-0.012	72
<i>Onychoprion fuscatus</i>	3	0.0006	-7.419	-0.004	6
<i>Onychorhynchus mexicanus</i>	1	0.0002	-8.517	-0.002	0
<i>Oreothlypis peregrina</i>	4	0.0009	-7.013	-0.006	12
<i>Ortalis vetula</i>	65	0.0139	-4.276	-0.059	4160
<i>Pachyramphus aglaiae</i>	10	0.0021	-6.166	-0.013	90
<i>Pachyramphus major</i>	1	0.0002	-8.517	-0.002	0
<i>Pandion haliaetus</i>	40	0.0085	-4.768	-0.041	1560
<i>Parkesia motacilla</i>	4	0.0009	-7.013	-0.006	12
<i>Parkesia noveboracensis</i>	26	0.0055	-5.203	-0.029	650
<i>Passerculus sandwichensis</i>	3	0.0006	-7.419	-0.004	6
<i>Passerina caerulea</i>	11	0.0023	-6.075	-0.014	110

Especies	n	pi	LnPi	piLNpi	n(n-1)
<i>Passerina ciris</i>	23	0.0049	-5.319	-0.026	506
<i>Passerina cyanea</i>	31	0.0066	-5.021	-0.033	930
<i>Patagioenas cayennensis</i>	5	0.0011	-6.812	-0.007	20
<i>Patagioenas flavirostris</i>	20	0.0043	-5.449	-0.023	380
<i>Patagioenas leucocephala</i>	3	0.0006	-7.419	-0.004	6
<i>Patagioenas speciosa</i>	2	0.0004	-7.824	-0.003	2
<i>Pelecanus erythrorhynchos</i>	2	0.0004	-7.824	-0.003	2
<i>Pelecanus occidentalis</i>	86	0.0183	-4.001	-0.073	7310
<i>Petrochelidon fulva</i>	12	0.0026	-5.952	-0.015	132
<i>Phalacrocorax auritus</i>	37	0.0079	-4.841	-0.038	1332
<i>Phalacrocorax brasilianus</i>	25	0.0053	-5.24	-0.028	600
<i>Pheucticus ludovicianus</i>	6	0.0013	-6.645	-0.009	30
<i>Pheugopedius maculipectus</i>	24	0.0051	-5.279	-0.027	552
<i>Phoenicopterus ruber</i>	5	0.0011	-6.812	-0.007	20
<i>Piaya cayana</i>	19	0.004	-5.521	-0.022	342
<i>Picoides fumigatus</i>	3	0.0006	-7.419	-0.004	6
<i>Picoides scalaris</i>	6	0.0013	-6.645	-0.009	30
<i>Pionus senilis</i>	1	0.0002	-8.517	-0.002	0
<i>Pipra mentalis</i>	1	0.0002	-8.517	-0.002	0
<i>Piranga olivacea</i>	1	0.0002	-8.517	-0.002	0
<i>Piranga roseogularis</i>	22	0.0047	-5.36	-0.025	462
<i>Piranga rubra</i>	29	0.0062	-5.083	-0.032	812
<i>Pitangus sulphuratus</i>	81	0.0173	-4.057	-0.07	6480
<i>Platalea ajaja</i>	10	0.0021	-6.166	-0.013	90
<i>Platyrrinchus cancrominus</i>	7	0.0015	-6.502	-0.01	42
<i>Plegadis falcinellus</i>	3	0.0006	-7.419	-0.004	6
<i>Pluvialis squatarola</i>	13	0.0028	-5.878	-0.016	156
<i>Podilymbus podiceps</i>	4	0.0009	-7.013	-0.006	12
<i>Polioptila caerulea</i>	13	0.0028	-5.878	-0.016	156
<i>Polioptila plumbea</i>	7	0.0015	-6.502	-0.01	42
<i>Porphyrio martinicus</i>	2	0.0004	-7.824	-0.003	2
<i>Porzana carolina</i>	2	0.0004	-7.824	-0.003	2
<i>Progne chalybea</i>	12	0.0026	-5.952	-0.015	132
<i>Progne subis</i>	11	0.0023	-6.075	-0.014	110
<i>Protonotaria citrea</i>	3	0.0006	-7.419	-0.004	6
<i>Pteroglossus torquatus</i>	4	0.0009	-7.013	-0.006	12
<i>Pyrocephalus rubinus</i>	3	0.0006	-7.419	-0.004	6
<i>Quiscalus mexicanus</i>	197	0.042	-3.17	-0.133	38612
<i>Rallus longirostris</i>	1	0.0002	-8.517	-0.002	0
<i>Ramphastos sulfuratus</i>	12	0.0026	-5.952	-0.015	132
<i>Ramphocaenus melanurus</i>	6	0.0013	-6.645	-0.009	30
<i>Ramphocelus sanguinolentus</i>	1	0.0002	-8.517	-0.002	0

Especies	n	pi	LnPi	piLNpi	n(n-1)
<i>Rhynchocyclus brevirostris</i>	1	0.0002	-8.517	-0.002	0
<i>Rostrhamus sociabilis</i>	4	0.0009	-7.013	-0.006	12
<i>Rynchops niger</i>	3	0.0006	-7.419	-0.004	6
<i>Saltator atriceps</i>	14	0.003	-5.809	-0.017	182
<i>Saltator coerulescens</i>	17	0.0036	-5.627	-0.02	272
<i>Saltator maximus</i>	1	0.0002	-8.517	-0.002	0
<i>Sarcoramphus papa</i>	2	0.0004	-7.824	-0.003	2
<i>Seiurus aurocapilla</i>	17	0.0036	-5.627	-0.02	272
<i>Setophaga americana</i>	22	0.0047	-5.36	-0.025	462
<i>Setophaga caerulescens</i>	1	0.0002	-8.517	-0.002	0
<i>Setophaga castanea</i>	1	0.0002	-8.517	-0.002	0
<i>Setophaga citrina</i>	19	0.004	-5.521	-0.022	342
<i>Setophaga coronata</i>	6	0.0013	-6.645	-0.009	30
<i>Setophaga discolor</i>	8	0.0017	-6.377	-0.011	56
<i>Setophaga dominica</i>	51	0.0109	-4.519	-0.049	2550
<i>Setophaga magnolia</i>	27	0.0058	-5.15	-0.03	702
<i>Setophaga palmarum</i>	40	0.0085	-4.768	-0.041	1560
<i>Setophaga petechia</i>	56	0.0119	-4.431	-0.053	3080
<i>Setophaga ruticilla</i>	35	0.0075	-4.893	-0.037	1190
<i>Setophaga virens</i>	16	0.0034	-5.684	-0.019	240
<i>Sittasomus griseicapillus</i>	5	0.0011	-6.812	-0.007	20
<i>Sphyrapicus varius</i>	4	0.0009	-7.013	-0.006	12
<i>Spinus psaltria</i>	2	0.0004	-7.824	-0.003	2
<i>Spizaetus melanoleucus</i>	1	0.0002	-8.517	-0.002	0
<i>Spizaetus ornatus</i>	1	0.0002	-8.517	-0.002	0
<i>Spizaetus tyrannus</i>	7	0.0015	-6.502	-0.01	42
<i>Sporophila torqueola</i>	20	0.0043	-5.449	-0.023	380
<i>Stelgidopteryx serripennis</i>	19	0.004	-5.521	-0.022	342
<i>Sterna forsteri</i>	6	0.0013	-6.645	-0.009	30
<i>Sterna hirundo</i>	6	0.0013	-6.645	-0.009	30
<i>Sternula antillarum</i>	6	0.0013	-6.645	-0.009	30
<i>Streptopelia decaocto</i>	29	0.0062	-5.083	-0.032	812
<i>Sula dactylatra</i>	1	0.0002	-8.517	-0.002	0
<i>Sula leucogaster</i>	2	0.0004	-7.824	-0.003	2
<i>Synallaxis erythrothorax</i>	3	0.0006	-7.419	-0.004	6
<i>Tachybaptus dominicus</i>	3	0.0006	-7.419	-0.004	6
<i>Tachycineta albilinea</i>	18	0.0038	-5.573	-0.021	306
<i>Tachycineta bicolor</i>	2	0.0004	-7.824	-0.003	2
<i>Thalasseus maximus</i>	35	0.0075	-4.893	-0.037	1190
<i>Thalasseus sandvicensis</i>	20	0.0043	-5.449	-0.023	380
<i>Thamnophilus doliatus</i>	11	0.0023	-6.075	-0.014	110
<i>Thraupis abbas</i>	6	0.0013	-6.645	-0.009	30

Especies	n	pi	LnPi	piLNpi	n(n-1)
<i>Thraupis episcopus</i>	2	0.0004	-7.824	-0.003	2
<i>Thryothorus ludovicianus</i>	10	0.0021	-6.166	-0.013	90
<i>Thryothorus maculipectus</i>	4	0.0009	-7.013	-0.006	12
<i>Tiaris olivaceus</i>	12	0.0026	-5.952	-0.015	132
<i>Tigrisoma mexicanum</i>	10	0.0021	-6.166	-0.013	90
<i>Tityra inquisitor</i>	1	0.0002	-8.517	-0.002	0
<i>Tityra semifasciata</i>	12	0.0026	-5.952	-0.015	132
<i>Tolmomyias sulphureus</i>	1	0.0002	-8.517	-0.002	0
<i>Tringa flavipes</i>	4	0.0009	-7.013	-0.006	12
<i>Tringa melanoleuca</i>	5	0.0011	-6.812	-0.007	20
<i>Tringa semipalmata</i>	6	0.0013	-6.645	-0.009	30
<i>Tringa solitaria</i>	2	0.0004	-7.824	-0.003	2
<i>Troglodytes aedon</i>	7	0.0015	-6.502	-0.01	42
<i>Trogon caligatus</i>	9	0.0019	-6.266	-0.012	72
<i>Trogon collaris</i>	1	0.0002	-8.517	-0.002	0
<i>Trogon melanocephalus</i>	22	0.0047	-5.36	-0.025	462
<i>Turdus grayi</i>	31	0.0066	-5.021	-0.033	930
<i>Tyrannus couchii</i>	25	0.0053	-5.24	-0.028	600
<i>Tyrannus dominicensis</i>	2	0.0004	-7.824	-0.003	2
<i>Tyrannus forficatus</i>	2	0.0004	-7.824	-0.003	2
<i>Tyrannus melancholicus</i>	107	0.0228	-3.781	-0.086	11342
<i>Tyrannus savana</i>	1	0.0002	-8.517	-0.002	0
<i>Tyrannus tyrannus</i>	7	0.0015	-6.502	-0.01	42
<i>Uropsila leucogastra</i>	8	0.0017	-6.377	-0.011	56
<i>Vermivora cyanoptera</i>	5	0.0011	-6.812	-0.007	20
<i>Vireo flavifrons</i>	1	0.0002	-8.517	-0.002	0
<i>Vireo flavoviridis</i>	7	0.0015	-6.502	-0.01	42
<i>Vireo griseus</i>	37	0.0079	-4.841	-0.038	1332
<i>Vireo magister</i>	29	0.0062	-5.083	-0.032	812
<i>Vireo olivaceus</i>	1	0.0002	-8.517	-0.002	0
<i>Vireo pallens</i>	23	0.0049	-5.319	-0.026	506
<i>Vireo philadelphicus</i>	1	0.0002	-8.517	-0.002	0
<i>Volatinia jacarina</i>	11	0.0023	-6.075	-0.014	110
<i>Xiphorhynchus flavigaster</i>	6	0.0013	-6.645	-0.009	30
<i>Zenaida asiatica</i>	78	0.0166	-4.098	-0.068	6006
<i>Zenaida aurita</i>	6	0.0013	-6.645	-0.009	30
<i>Zenaida macroura</i>	4	0.0009	-7.013	-0.006	12
<i>Trogon collaris</i>	1	0.0002	-8.517	-0.002	0
Suma	4692		H'	-5.072	218552
				N(N-1)	22010172
				D	0.00992959
				1-D	0.99007041

En relación a la abundancia y los índices de Shannon y de Simpson en el grupo de los mamíferos, éstos se presentan en el **Cuadro IV:21**.

Cuadro IV:21. Valores de abundancia e índices de Shannon (H') y Simpson (D) para los mamíferos registrados en la microcuenca Cancún

Especies	n	pi	Lnpi	pi*Lnpi	n(n-1)
<i>Agouti paca</i>	1	0.005	-5.298	-0.026	0
<i>Alouatta pigra</i>	5	0.023	-3.772	-0.087	20
<i>Artibeus intermedius</i>	6	0.028	-3.576	-0.100	30
<i>Artibeus jamaicensis</i>	21	0.098	-2.323	-0.228	420
<i>Artibeus phaeotis</i>	5	0.023	-3.772	-0.087	20
<i>Ateles geoffroyi</i>	12	0.056	-2.882	-0.161	132
<i>Bauerus dubiaquercus</i>	1	0.005	-5.298	-0.026	0
<i>Carollia brevicauda</i>	6	0.028	-3.576	-0.100	30
<i>Carollia perspicillata</i>	3	0.014	-4.269	-0.060	6
<i>Centurio senex</i>	2	0.009	-4.711	-0.042	2
<i>Chiroderma villosum</i>	2	0.009	-4.711	-0.042	2
<i>Conepatus semistriatus</i>	1	0.005	-5.298	-0.026	0
<i>Dasyprocta punctata</i>	2	0.009	-4.711	-0.042	2
<i>Dasypus novemcinctus</i>	2	0.009	-4.711	-0.042	2
<i>Desmodus rotundus</i>	3	0.014	-4.269	-0.060	6
<i>Didelphis marsupialis</i>	1	0.005	-5.298	-0.026	0
<i>Didelphis virginiana</i>	2	0.009	-4.711	-0.042	2
<i>Eira barbara</i>	2	0.009	-4.711	-0.042	2
<i>Glossophaga soricina</i>	3	0.014	-4.269	-0.060	6
<i>Herpailurus yagouaroundi</i>	1	0.005	-5.298	-0.026	0
<i>Heteromys gaumeri</i>	3	0.014	-4.269	-0.060	6
<i>Lasiurus blossevillii</i>	1	0.005	-5.298	-0.026	0
<i>Lasiurus ega</i>	2	0.009	-4.711	-0.042	2
<i>Leopardus pardalis</i>	1	0.005	-5.298	-0.026	0
<i>Lonchorhina aurita</i>	8	0.037	-3.297	-0.122	56
<i>Marmosa mexicana</i>	2	0.009	-4.711	-0.042	2
<i>Mazama americana</i>	2	0.009	-4.711	-0.042	2
<i>Mephitis macroura</i>	1	0.005	-5.298	-0.026	0
<i>Micronycteris megalotis</i>	1	0.005	-5.298	-0.026	0
<i>Molossus ater</i>	1	0.005	-5.298	-0.026	0
<i>Molossus pretiosus</i>	6	0.028	-3.576	-0.100	30
<i>Mormoops megalophylla</i>	2	0.009	-4.711	-0.042	2
<i>Nasua narica</i>	7	0.033	-3.411	-0.113	42
<i>Odocoileus virginianus</i>	5	0.023	-3.772	-0.087	20
<i>Orthogeomys hispidus</i>	3	0.014	-4.269	-0.060	6

<i>Oryzomys couesi</i>	1	0.005	-5.298	-0.026	0
<i>Oryzomys melanotis</i>	1	0.005	-5.298	-0.026	0
<i>Otonyctomys hatti</i>	2	0.009	-4.711	-0.042	2
<i>Otodylomys phyllotis</i>	13	0.061	-2.797	-0.171	156
<i>Panthera onca</i>	4	0.019	-3.963	-0.075	12
<i>Pecari tajacu</i>	2	0.009	-4.711	-0.042	2
<i>Peromyscus leucopus</i>	9	0.042	-3.17	-0.133	72
<i>Peromyscus yucatanicus</i>	16	0.075	-2.59	-0.194	240
<i>Pteronotus davyi</i>	4	0.019	-3.963	-0.075	12
<i>Pteronotus parnellii</i>	4	0.019	-3.963	-0.075	12
<i>Pteronotus personatus</i>	5	0.023	-3.772	-0.087	20
<i>Reithrodontomys spectabilis</i>	4	0.019	-3.963	-0.075	12
<i>Rhogeessa parvula</i>	2	0.009	-4.711	-0.042	2
<i>Sciurus deppei</i>	3	0.014	-4.269	-0.060	6
<i>Sciurus yucatanensis</i>	5	0.023	-3.772	-0.087	20
<i>Sigmodon hispidus</i>	4	0.019	-3.963	-0.075	12
<i>Spilogale putorius</i>	2	0.009	-4.711	-0.042	2
<i>Sturnira lilium</i>	1	0.005	-5.298	-0.026	0
<i>Tonatia evotis</i>	2	0.009	-4.711	-0.042	2
<i>Trichechus manatus</i>	1	0.005	-5.298	-0.026	0
<i>Urocyon cinereoargenteus</i>	3	0.014	-4.269	-0.060	6
Suma	214		H' =	-3.646	1440
				N(N-1)	45582
				D	0.032
				1-D	0.968

En lo que se refiere a la abundancia y los índices de Shannon y Simpson en el grupo de los reptiles, éstos se presentan en el **Cuadro IV:22**.

Cuadro 22. Valores de abundancia e índices de Shannon (H') y Simpson (D) para los mamíferos registrados en la microcuenca Cancún

Especies	n	pi	Lnpi	piLnpi	n(n-1)
<i>Ameiva undulata</i>	4	0.020	-3.912	-0.078	12
<i>Anolis sagrei</i>	7	0.035	-3.352	-0.117	42
<i>Anolis sericeus</i>	1	0.005	-5.298	-0.026	0
<i>Aspidoscelis cozumela</i>	3	0.015	-4.2	-0.063	6
<i>Basiliscus vittatus</i>	2	0.010	-4.605	-0.046	2
<i>Boa constrictor</i>	3	0.015	-4.2	-0.063	6
<i>Bothrops asper</i>	1	0.005	-5.298	-0.026	0
<i>Caretta caretta</i>	3	0.015	-4.2	-0.063	6
<i>Cnemidophorus angusticeps</i>	1	0.005	-5.298	-0.026	0
<i>Cnemidophorus cozumelae</i>	2	0.010	-4.605	-0.046	2
<i>Cnemidophorus rodecki</i>	6	0.030	-3.507	-0.105	30

Especies	n	pi	Lnpi	piLnpi	n(n-1)
<i>Coleonyx elegans</i>	6	0.030	-3.507	-0.105	30
<i>Coniophanes imperialis</i>	1	0.005	-5.298	-0.026	0
<i>Conophis lineatus</i>	1	0.005	-5.298	-0.026	0
<i>Crocodylus moreletii</i>	1	0.005	-5.298	-0.026	0
<i>Ctenosaura similis</i>	11	0.055	-2.9	-0.16	110
<i>Dipsas brevifacies</i>	2	0.010	-4.605	-0.046	2
<i>Drymarchon corais</i>	1	0.005	-5.298	-0.026	0
<i>Drymobius margaritifera</i>	4	0.020	-3.912	-0.078	12
<i>Elaphe flavirufa</i>	2	0.010	-4.605	-0.046	2
<i>Elaphe phaescens</i>	1	0.005	-5.298	-0.026	0
<i>Imantodes cenchoa</i>	1	0.005	-5.298	-0.026	0
<i>Laemanctus serratus</i>	1	0.005	-5.298	-0.026	0
<i>Lampropeltis triangulum</i>	2	0.010	-4.605	-0.046	2
<i>Leptodeira frenata</i>	2	0.010	-4.605	-0.046	2
<i>Leptophis mexicanus</i>	1	0.005	-5.298	-0.026	0
<i>Mabuya brachypoda</i>	1	0.005	-5.298	-0.026	0
<i>Norops rodriguezi</i>	1	0.005	-5.298	-0.026	0
<i>Oxybelis aeneus</i>	1	0.005	-5.298	-0.026	0
<i>Sceloporus chrysostictus</i>	27	0.136	-1.995	-0.271	702
<i>Sceloporus cozumelae</i>	89	0.447	-0.805	-0.36	7832
<i>Senticolis triaspis</i>	2	0.010	-4.605	-0.046	2
<i>Sibon sanniola</i>	1	0.005	-5.298	-0.026	0
<i>Sphaerodactylus glaucus</i>	3	0.015	-4.2	-0.063	6
<i>Symphimus mayae</i>	1	0.005	-5.298	-0.026	0
<i>Thamnophis marcianus</i>	2	0.010	-4.605	-0.046	2
<i>Typhlops microstomus</i>	1	0.005	-5.298	-0.026	0
Suma	199			-2.336	8810
				N(N-1)	39402
				D	0.224
				1-D	0.776

En síntesis, puede observarse en el **Cuadro IV:23**, el grupo más diverso es el de las aves, que presentó mayor número de especies (330) y altos índices de diversidad y equidad. A éste le siguió el grupo de los mamíferos, con 56 especies, y altos índices de diversidad y equidad. En menor medida, estuvieron los grupos de los reptiles y anfibios con 11 y 37 especies respectivamente, y tuvieron valores bajos de equidad y abundancia. Con respecto a la diversidad general, se puede concluir que ésta es alta, dados sus indicadores.

Cuadro IV:23. Síntesis de los parámetros en la microcuenca

Grupo	Riqueza	Shannon	Simpson (1-D)	Margalef	Equidad
Anfibios	11	2.209	0.82	2.75	0.92
Aves	330	5.072	0.99	39.92	0.87
Mamíferos	56	3.646	0.97	10.25	0.90
Reptiles	37	2.336	0.78	6.80	0.64
Diversidad general	434	5.29	0.99	50.67	0.87

IV.4.2.3 Especies en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010

Se identificó un total de 80 especies catalogadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, de las cuales, 23 están en la categoría de Amenazadas (A), 13 están en peligro de extinción (P) y 44 están Sujetas a Protección Especial (Pr). De estas especies, 6 se establecen como endémicas (*) en la Norma. La relación de estas especies y se presentan en el **Cuadro IV:24**.

Cuadro IV:24. Relación de especies incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Grupo	Orden	Familia	Especie	Nombre común	NOM-059
Anfibios	Caudata	Plethodontidae	<i>Bolitoglossa yucatanana</i>	Salamandra yucateca	Pr*
Anfibios	Anura	Ranidae	<i>Lithobates berlandieri</i>	Rana leopardo	Pr
Aves	Accipitriformes	Accipitridae	<i>Accipiter bicolor</i>	Gavilán bicolor	A
Aves	Pelecaniformes	Ardeidae	<i>Agamia agami</i>	Garza agamí	Pr
Aves	Psittaciformes	Psittacidae	<i>Amazona albifrons</i>	Loro frentiblanco	Pr
Aves	Psittaciformes	Psittacidae	<i>Amazona xantholora</i>	Loro yucateco	A*
Aves	Gruiformes	Rallidae	<i>Aramides axillaris</i>	Rascón Cuello Rufo	A
Aves	Gruiformes	Aramidae	<i>Aramus guarauna</i>	Carao	A
Aves	Psittaciformes	Psittacidae	<i>Aratinga nana</i>	Perico pecho sucio	Pr
Aves	Accipitriformes	Accipitridae	<i>Buteo albonotatus</i>	Aguililla Aura.	Pr
Aves	Accipitriformes	Accipitridae	<i>Buteogallus anthracinus</i>	Aguililla negra menor	Pr
Aves	Accipitriformes	Accipitridae	<i>Buteogallus urubitinga</i>	Gavilán cangrejero grande	Pr
Aves	Piciformes	Picidae	<i>Campephilus guatemalensis</i>	Carpintero picoplata	Pr
Aves	Passeriformes	Troglodytidae	<i>Campylorhynchus yucatanicus</i>	Matraca yucateca	P*
Aves	Accipitriformes	Cathartidae	<i>Cathartes burrovianus</i>	Zopilote sabanero	Pr
Aves	Piciformes	Picidae	<i>Celeus castaneus</i>	Carpintero castaño	Pr
Aves	Accipitriformes	Accipitridae	<i>Chondrohierax uncinatus</i>	Gavilán pico gancho	Pr
Aves	Galliformes	Cracidae	<i>Crax rubra</i>	Hocofaisán	A

Grupo	Orden	Familia	Especie	Nombre común	NOM-059
Aves	Tinamiformes	Tinamidae	<i>Crypturellus cinnamomeus</i>	Tinamú canelo	Pr
Aves	Passeriformes	Dendrocolaptidae	<i>Dendrocincla anabatina</i>	Trepatroncos sepia	Pr
Aves	Passeriformes	Furnariidae	<i>Dendrocolaptes sanctithomae</i>	Trepatroncos barrado norteño	Pr
Aves	Apodiformes	Trochilidae	<i>Doricha eliza</i>	Colibrí cola hendida	P*
Aves	Pelecaniformes	Ardeidae	<i>Egretta rufescens</i>	Garceta rojiza	Pr
Aves	Accipitriformes	Accipitridae	<i>Elanoides forficatus</i>	Milano tijereta	Pr
Aves	Passeriformes	Thraupidae	<i>Eucometis penicillata</i>	Tangara cabecigrís	Pr
Aves	Falconiformes	Falconidae	<i>Falco peregrinus</i>	Halcón peregrino	Pr
Aves	Accipitriformes	Accipitridae	<i>Geranospiza caerulescens</i>	Gavilán Zancón	A
Aves	Gruiformes	Gruidae	<i>Grus canadensis</i>	Gruya gris	Pr
Aves	Passeriformes	Vireonidae	<i>Hylophilus decurtatus</i>	Verdillo gris	Pr
Aves	Accipitriformes	Accipitridae	<i>Ictinia plumbea</i>	Milano plumizo	Pr
Aves	Passeriformes	Parulidae	<i>Limnothlypis swainsonii</i>	Chipe coronicafé	Pr
Aves	Passeriformes	Mimidae	<i>Melanoptila glabrirostris</i>	Maullador negro	Pr
Aves	Galliformes	Phasianidae	<i>Meleagris ocellata</i>	Pavo ocelado	A
Aves	Falconiformes	Falconidae	<i>Micrastur semitorquatus</i>	Halcón montés collarajo	Pr
Aves	Ciconiiformes	Ciconiidae	<i>Mycteria americana</i>	Cigüeña americana	Pr
Aves	Passeriformes	Cardinalidae	<i>Passerina ciris</i>	Colorín siete colores	Pr
Aves	Columbiformes	Columbidae	<i>Patagioenas leucocephala</i>	Paloma coronita	A
Aves	Columbiformes	Columbidae	<i>Patagioenas speciosa</i>	Paloma escamosa	Pr
Aves	Phoenicopteriformes	Phoenicopteridae	<i>Phoenicopterus ruber</i>	Flamenco rosado	A
Aves	Psittaciformes	Psittacidae	<i>Pionus senilis</i>	Loro coroniblanco	A
Aves	Passeriformes	Tyrannidae	<i>Platyrinchus cancrominus</i>	Mosquero Pico Chato.	Pr
Aves	Passeriformes	Poliptilidae	<i>Poliptila plumbea</i>	Perlita tropical	Pr
Aves	Piciformes	Ramphastidae	<i>Pteroglossus torquatus</i>	Tucancillo collarajo	Pr
Aves	Gruiformes	Rallidae	<i>Rallus longirostris</i>	Tingua	A
Aves	Piciformes	Ramphastidae	<i>Ramphastos sulfuratus</i>	Tucán pico iris	A
Aves	Accipitriformes	Accipitridae	<i>Rostrhamus sociabilis</i>	Caracolero común	Pr
Aves	Accipitriformes	Cathartidae	<i>Sarcoramphus papa</i>	Zopilote rey	P
Aves	Accipitriformes	Accipitridae	<i>Spizaetus ornatus</i>	Águila crestuda real	P
Aves	Accipitriformes	Accipitridae	<i>Spizaetus tyrannus</i>	Águila azor negra	P
Aves	Podicipediformes	Podicipedidae	<i>Tachybaptus dominicus</i>	Macá gris	Pr
Aves	Trogoniformes	Trogonidae	<i>Trogon collaris</i>	Trogón de Collar	Pr
Aves	Passeriformes	Vireonidae	<i>Vireo pallens</i>	Vireo Manglero	Pr
Aves	Columbiformes	Columbidae	<i>Zenaida aurita</i>	Zenaida caribeña	Pr
Mamíferos	Primates	Cebidae	<i>Alouatta pigra</i>	Mono ahullador	P

Grupo	Orden	Familia	Especie	Nombre común	NOM-059
Mamíferos	Primates	Cebidae	<i>Ateles geoffroyi</i>	Mono araña	P
Mamíferos	Carnivora	Mustelidae	<i>Eira barbara</i>	Hurón mayor	P
Mamíferos	Carnivora	Felidae	<i>Herpailurus yagouaroundi</i>	Yaguarundi	A
Mamíferos	Carnivora	Felidae	<i>Leopardus pardalis</i>	Ocelote	P
Mamíferos	Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Lonchorhina aurita</i>	Murciélago nariz de espada	A
Mamíferos	Rodentia	Muridae	<i>Otonyctomys hatti</i>	Ratón vespertino	A
Mamíferos	Carnivora	Felidae	<i>Panthera onca</i>	Jaguar	P
Mamíferos	Rodentia	Muridae	<i>Reithrodontomys spectabilis</i>	Ratón de la cosechas	A
Mamíferos	Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Tonatia evotis</i>	Murciélago oreja redonda mesoamericano	A
Mamíferos	Sirenia	Trichechidae	<i>Trichechus manatus</i>	Manatí	P
Reptiles	Squamata	Boidae	<i>Boa constrictor</i>	Boa constrictora	A
Reptiles	Testudines	Cheloniidae	<i>Caretta caretta</i>	Tortuga caguama	P
Reptiles	Squamata	Teiidae	<i>Cnemidophorus rodecki</i>	Huico de cancún	P*
Reptiles	Squamata	Eublepharidae	<i>Coleonyx elegans</i>	Cuija yucateca	A
Reptiles	Crocodylia	Crocodylidae	<i>Crocodylus moreleti</i>	Cocodrilo mexicano	Pr
Reptiles	Squamata	Iguanidae	<i>Ctenosaura similis</i>	Iguana rayada	A
Reptiles	Squamata	Colubridae	<i>Dipsas brevifacies</i>	Culebra caracolera chata	Pr
Reptiles	Squamata	Colubridae	<i>Elaphe phaescens</i>	Culebra uatoaqua	Pr
Reptiles	Serpentes	Colubridae	<i>Imantodes cenchoa</i>	culebra cordelilla chata	Pr
Reptiles	Sauria	Corytophanidae	<i>Laemanctus serratus</i>	Lemanto cornonado	Pr
Reptiles	Squamata	Colubridae	<i>Lampropeltis triangulum</i>	Coral ratonera	A
Reptiles	Squamata	Colubridae	<i>Leptophis mexicanus</i>	Culebra perico mexicana	A
Reptiles	Squamata	Phrynosomatidae	<i>Sceloporus cozumelae</i>	Lagartija espinosa de Cozumel	Pr
Reptiles	Squamata	Gekkonidae	<i>Sphaerodactylus glaucus</i>	Geco enano collarejo	Pr
Reptiles	Squamata	Colubridae	<i>Symphimus mayae</i>	Culebra labios blancos maya	Pr*
Reptiles	Serpentes	Colubridae	<i>Thamnophis marcianus</i>	Culebra listonada manchada	A

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

V.1 CLIMA

De acuerdo con la clasificación de Köppen, modificada por García (1981)⁴⁰, al igual que en la mayor parte de la microcuenca, en el predio se manifiesta un clima Aw0(x') cálido subhúmedo, siendo el menos húmedo de los climas subhúmedos, presentando un régimen de lluvias de verano, porcentaje de lluvia invernal mayor de 10.2%, con una precipitación del mes más seco inferior a 60 mm y una temperatura media anual mayor a 22°C. La precipitación media anual es de 1,331.48 mm, siendo octubre el mes más lluvioso con un precipitación media de 267.3 mm, mientras que el mes con menor precipitación es abril con 30.5 mm. Por otra parte el mes más caluroso es agosto con una temperatura media de 29.8 °C, mientras que el mes de enero presenta las menores temperaturas medias con 24.1 °C. En la **Figura V:1** se presenta el diagrama ombrotérmico que representa de manera gráfica el comportamiento de estas variables a lo largo del ciclo anual.

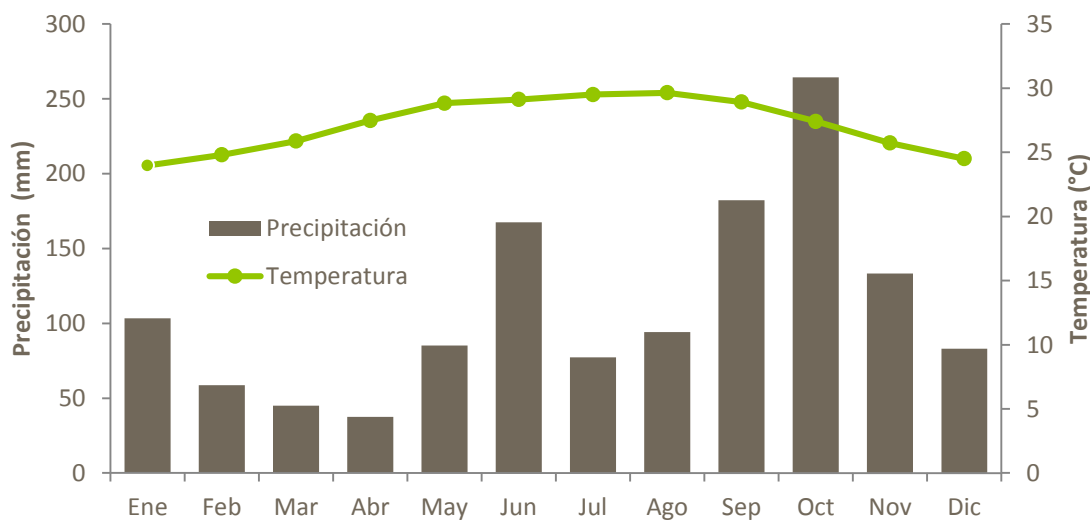


Figura V:1. Diagrama Ombrotérmico, Estación Meteorológica Cancún.

⁴⁰ García, E. 1981. Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Köppen para Adaptarlo a las Condiciones de la República Mexicana. Offset Larios. México. 246 p.

V.2 SUELO

De acuerdo con el trabajo de campo el tipo de suelo presente en el predio, al igual que en gran parte de la microcuenca corresponde a un Litosol, el cual posee una profundidad máxima de 10 cm, de tal manera que no presenta subtipos ni diferenciación de horizontes. Dicho suelo presenta un color pardo a rojizo que de manera específica le corresponde una Clave 5YR3/2 (**Figura V:2**), que mostró un reacción al ácido clorhídrico (HCL 10%) moderada.

La estructura de los terrones presenta una conformación de bloques angulares, con un diámetro de 11 a 20 mm, correspondiente a un terrón mediano con un grado desarrollo moderado. Las características ligeramente arcillosas del horizonte de diagnóstico sugieren que la denominación tentativa del mismo es O Mólico. Además de la profundidad somera presenta una fase física lítica con abundante pedregosidad y afloramiento de la coraza calcárea, su textura media es del tipo migajón arenoso. A pesar de su escasa profundidad presentan buen drenaje, que favorece la infiltración de la precipitación.



Figura V:2. Suelo de tipo litosol presente en el predio.

V.3 PENDIENTE MEDIA

Al igual que en gran parte de la microcuenca Cancún, el predio presenta una topografía relativamente plana, con ondulaciones cuyo gradiente altitudinal es de apenas algunos metros, lo cual origina pendientes entre 0.69 y 8.62 grados (**Figura V:3**).



Figura V:3. Pendiente del predio. Fuente: Elaboración propia a partir de los datos Lidar-INEGI.

V.4 HIDROGRAFÍA

Al igual que en gran parte del Norte de la Península de Yucatán, el predio de estudio presenta características cársticas, esta característica permite que el agua de precipitación pluvial se infiltre de manera rápida sin permitir la existencia de corrientes superficiales (Gutiérrez y Cervantes, 2008)⁴¹. Derivado de esto, se tiene que los coeficientes de escurrimiento presentes en el predio son de 0 a 5%, lo cual señala que superficialmente puede escurrir máximo el 5% de la precipitación total que se presente en el terreno. Acorde a lo mencionado, la carta de geohidrológica del INEGI (escala 1:250,000) muestra que el predio en estudio se encuentra ubicado sobre un material consolidado con posibilidades altas de formar un acuífero (**Figura V:4**).

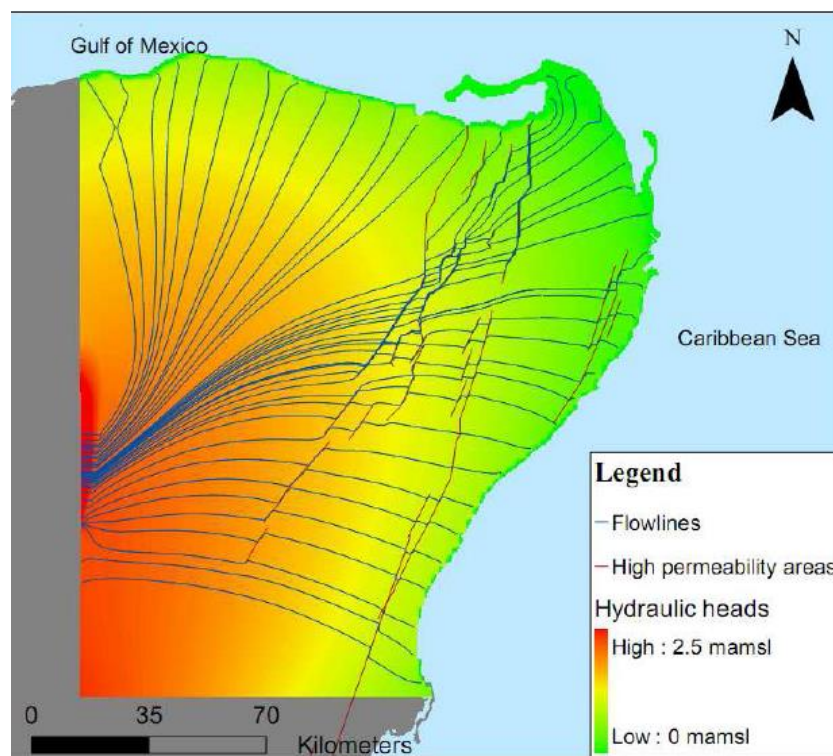


Figura V:4. Patrón del flujo hidrológico en el noreste de la Península de Yucatán. Fuente: Charvet (2009)⁴².

Así mismo, Gutiérrez y Cervantes (Op. Cit.) manifiestan que de acuerdo con un estudio realizado por la Comisión Nacional del Agua en el 2001, el flujo del escurrimiento subterráneo en la zona Norte del Estado de Quintana Roo se da en dirección

⁴¹ Gutiérrez M. A y Cervantes M. A. 2008b. Estudios Realizados en el Acuífero Norte de Quintana Roo, México, p9-35. En Gutiérrez M. A y Cervantes M. A. (Eds) Estudio Geohidrológico del Norte de Quintana Roo. Universidad de Quintana Roo, Unidad Académica Cozumel, Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología. México.

⁴² Charvet G., 2009. Exploration, modeling and management of groundwater resources in Northern Quintana Roo, Mexico. Master Thesis. Technical University of Denmark.

perpendicular a la línea de costa, aunque a una escala de detalle se ha determinado que los flujos de agua subterránea de esta región son mucho más complejos, incluso con entrada y salida de agua simultáneamente en la zona más cercana a la costa. En el predio dado el escaso gradiente altitudinal y por consiguiente un bajo gradiente en la pendiente, el flujo hidrológico superficial del únicamente puede ser perceptible a través de su modelación en el sistema de información geográfica, utilizando como base el modelo digital de elevación obtenido del procesamiento de los datos Lidar. En dicha modelación el flujo a penas presente en el predio muestra un ligero encause hacia la parte oriente (Figura V:5).



Figura V:5. Flujo superficial del predio. Fuente: Elaboración propia a partir de la modelación con la extensión Hydrology/Spatial Analyst del software ArcGIS 10.1.

V.5 TIPOS DE VEGETACIÓN

Como se mencionó en el capítulo IV la microcuenca Cancún presenta tres tipos de comunidades vegetales primarias (SMQ, SMS y VM), y cinco comunidades vegetales secundarias derivadas de estas tres (VSa/VM, VSA/SMS, VSA/SMQ, VSa/SMQ, VSh/SMQ). El predio se ubica en la zona de distribución de vegetación secundaria arbustiva, derivada de selva mediana subperennifolia (VSa/SMQ), de acuerdo con la carta de Uso de Suelo y Vegetación serie IV del INEGI.

La comunidad vegetal SMQ se desarrolla en climas cálido-húmedos y subhúmedos, con temperaturas típicas entre 20 y 28 °C. La precipitación total anual va de 1,000 a 1,600 mm. Se puede encontrar desde los 0 a 1,300 msnm. Los árboles tienen contrafuertes, generalmente poseen muchas epífitas y lianas. Las especies representativas de la comunidad son *Lysiloma latisiliquum*, *Brosimum alicastrum*, *Bursera simaruba*, *Vitex gaumeri*, entre otras (INEGI, Op. Cit.). Esta comunidad es la más abundante en el estado de Quintana Roo y en microcuenca Cancún.

Toda comunidad posee atributos que difieren de aquellos individuos que la componen y que tienen significado sólo como referencia al conjunto. Estos atributos incluyen el número de especies, la abundancia relativa, la naturaleza de sus interacciones y la estructura física.

Con base en lo mencionado, la presente sección del capítulo tiene como objetivo analizar la estructura y funcionalidad de la comunidad mediante la estimación de sus propiedades y atributos, de tal manera que permita comparar las condiciones que se registran a nivel predio con las que se encuentran a nivel microcuenca.

V.5.1 Metodología

El estudio florístico a nivel predio se realizó sobre la información recabada de 20 sitios circulares, con una intensidad de muestreo del 5.55 %. La estimación del tamaño mínimo de muestra se obtuvo mediante un modelo estadístico que se basa en la estimación de un coeficiente de variación (ver capítulo VI).

El diseño de muestreo fue simple aleatorio (**Figura V:6**) el cual se basa en el supuesto de que los puntos de muestreo de toda la población, se eligen de tal forma, que cualquier combinación de n unidades, tenga la misma oportunidad de ser seleccionada, se lleva a

cabo seleccionando cada unidad al azar e independientemente de cualquier unidad previamente obtenida (Bautista - Zúñiga *et al.*, 2004)⁴³.

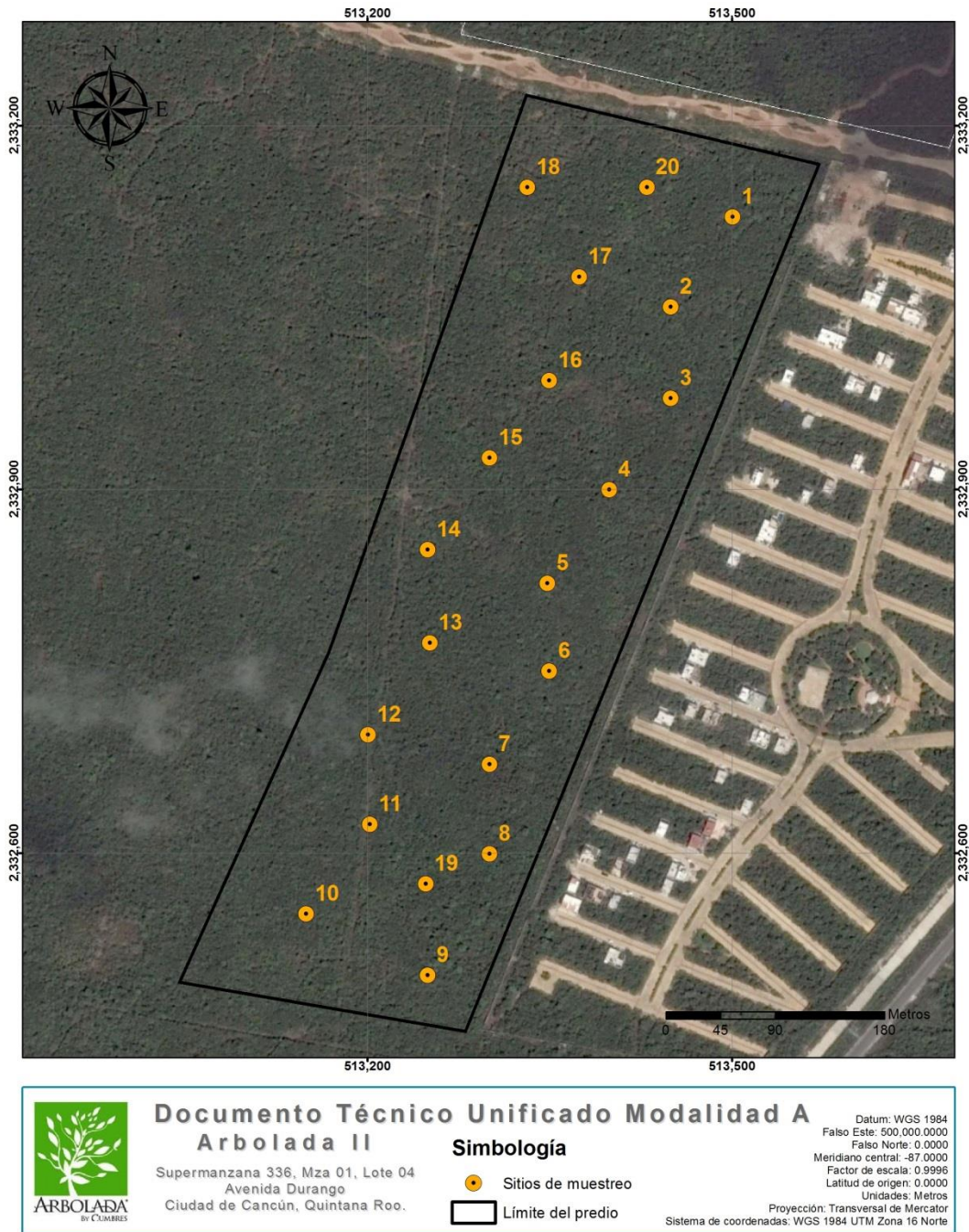


Figura V:6. Distribución de sitios de muestreo de vegetación en el predio.

⁴³ Bautista-Zuñiga F., Cram-Heydrich S. y Sommer Cervantes I. 2004. Suelos. En: Bautista-Zúñiga F., Delfin-Gonzalez H., Palacio Prieto J.L. y Delgado-Carranza M.C. pp. 73-115. Técnicas de muestreo para manejadores de recursos naturales, UNAM, México, D.F.

El levantamiento de vegetación consistió en la identificación de un punto de muestreo, este punto sirvió como centro de tres sitios circulares. El punto inicial se ubicó con dirección al norte, a partir de éste se marcaron los individuos a favor de las manecillas del reloj, del mismo modo para el resto de los sitios. En el capítulo IV, se detalla la metodología y la información levantada en cada sitio.

En cada uno de los sitios se registró el número de especies, el número de individuos y la cobertura. Luego, se calcularon por estrato los atributos que definen la estructura biológica de una comunidad (Riqueza de especies, abundancia, densidad, dominancia y frecuencia). Posteriormente, se obtuvo el índice de riqueza específica de Margalef; el índice de diversidad de Simpson, el índice de equidad y diversidad de Shannon-Wiener y el Índice de Valor de Importancia (IVI) de cada especie. En el capítulo IV, se detalla el cálculo para cada uno de los índices estimados.

V.5.2 Resultados

V.5.2.1 Riqueza de especies

La riqueza es la medida más simple de la estructura de las comunidades vegetales. Se define como el recuento del número de especies que existen dentro de ella (Smith y Smith, Op. Cit.). El predio en cuestión registra 103 especies, en 84 géneros y 44 familias (**Cuadro V:1**).

Cuadro V:1. Listado de especies registradas en el predio con forma de vida y estatus bajo la NOM-059-SEMARNAT-2010.

FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	FORMA DE VIDA	NOM-059-SEMARNAT-2010
Leguminosae	<i>Acacia angustissima</i> *	k'antemo	Arbusto	-
Leguminosae	<i>Acacia cornigera</i>	Cornezuelo	Árbol	-
Leguminosae	<i>Albizia tomentosa</i> *	Sak Píich	Árbol	-
Sapindaceae	<i>Allophylus cominia</i>	K'uxub che'	Árbol	-
Araceae	<i>Anthurium schlechtendalii</i> *	Bobtun	Palma	-
Acanthaceae	<i>Aphelandra scabra</i> *	chak nal	Arbusto	-
Leguminosae	<i>Apoplanesia paniculata</i> *	Chuluul	Arbusto	-
Myrsinaceae	<i>Ardisia escallonioides</i>	Pimienta de monte	Arbusto	-
Leguminosae	<i>Bauhinia divaricata</i>	Pata de vaca	Arbusto	-
Leguminosae	<i>Bauhinia jenningsii</i>	Tsimin	Arbusto	-
Boraginaceae	<i>Bouyeria huanita</i>	Desconosido	Árbol	-
Bromeliaceae	<i>Bromelia karatas</i> *	Piñuela	Epífita	-
Burseraceae	<i>Bursera simaruba</i>	Chacah	Árbol	-
Malpighiaceae	<i>Byrsonima bucidaefolia</i> *	Sakpah	Arbusto	-

FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	FORMA DE VIDA	NOM-059-SEMARNAT-2010
Leguminosae	<i>Caesalpinia gaumeri</i>	Kitam che'	Árbol	-
Leguminosae	<i>Caesalpinia violacea</i>	Chacte	Árbol	-
Leguminosae	<i>Caesalpinia yucatanensis</i> *	Takinche	Árbol	-
Myrtaceae	<i>Calyptanthes pallens</i> *	Chaknii	Arbusto	-
Cannaceae	<i>Canella winterana</i> *	Canela che'	Árbol	-
Urticaceae	<i>Cecropia peltata</i> *	Guarumbo	Árbol	-
Malvaceae	<i>Ceiba aesculifolia</i>	Pochote	Árbol	-
Sapotaceae	<i>Chrysophyllum mexicanum</i>	Chi' keejil	Árbol	-
Vitaceae	<i>Cissus trifoliata</i>	Bolon tibib	Arbusto	-
Polygonaceae	<i>Coccoloba acapulcensis</i>	Toyub	Árbol	-
Polygonaceae	<i>Coccoloba cozumelensis</i>	Sak boob	Árbol	-
Polygonaceae	<i>Coccoloba diversifolia</i> *	Chich bob	Árbol	-
Polygonaceae	<i>Coccoloba spicata</i>	Boob	Árbol	-
Rhamnaceae	<i>Colubrina arborescens</i> *	cakte' kajum	Árbol	-
Boraginaceae	<i>Cordia alliodora</i>	Bojon prieto	Árbol	-
Boraginaceae	<i>Cordia dodecandra</i>	Siricote	Árbol	-
Euphorbiaceae	<i>Croton arboreus</i> *	P'e'es kuuch	Árbol	-
Euphorbiaceae	<i>Croton reflexifolius</i>	Perescuts	Arbusto	-
Cucurbitaceae	<i>Cucurbita lundelliana</i> *	Calabacilla de monte	Herbácea	-
Sapindaceae	<i>Cupania glabra</i>	Sak poom	Arbusto	-
Araliaceae	<i>Dendropanax arboreus</i>	Sak chakaj	Árbol	-
Ebenaceae	<i>Diospyros digyna</i> *	Zapote prieto	Árbol	-
Ebenaceae	<i>Diospyros tetrasperma</i> *	Siliil	Árbol	-
Ebenaceae	<i>Diospyros yucatanensis</i>	U chul che	Árbol	-
Leguminosae	<i>Diphysa carthagenensis</i>	Ruada de monte	Árbol	-
Putranjivaceae	<i>Drypetes lateriflora</i>	Ekulub	Árbol	-
Erythroxylaceae	<i>Erythroxylum areolatum</i>	Cascarillo delgado	Arbusto	-
Rutaceae	<i>Esenbeckia pentaphylla</i>	Naranche	Árbol	-
Myrtaceae	<i>Eugenia axillaris</i>	Ich-huh	Árbol	-
Myrtaceae	<i>Eugenia foetida</i>	Sak loob	Arbusto	-
Myrtaceae	<i>Eugenia trikii</i> *	Escobeta	Árbol	-
Asteraceae	<i>Eupatorium albicaule</i>	Sak tok'aban	Arbusto	-
Sapindaceae	<i>Exothea diphylla</i>	Wayuun koox	Árbol	-
Sapindaceae	<i>Exothea paniculata</i>	Arbol sol	Árbol	-
Moraceae	<i>Ficus cotinifolia</i>	Alamo	Árbol	-
Moraceae	<i>Ficus maxima</i>	Ak'uum	Árbol	-
Moraceae	<i>Ficus pertusa</i>	Amatillo	Árbol	-
Leguminosae	<i>Gliricidia sepium</i>	Cocoite negro	Árbol	-
Apocynaceae	<i>Gonolobus stenanthus</i> *	Tok naajil	Bejuco	-
Rubiaceae	<i>Guettarda combsii</i>	Tasta'ab	Árbol	-

FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	FORMA DE VIDA	NOM-059-SEMARNAT-2010
Euphorbiaceae	<i>Gymnanthes lucida</i>	Yaite	Árbol	-
Polygonaceae	<i>Gymnopodium floribundum</i>	Ts'iits'ilche'	Arbusto	-
Malvaceae	<i>Hampea trilobata</i>	Majagua	Arbusto	-
Leguminosae	<i>Havardia albicans</i>	Chimay	Árbol	-
Euphorbiaceae	<i>Jatropha gumeri</i>	Pomolche	Arbusto	-
Leguminosae	<i>Lonchocarpus guatemalensis</i>	Palo gusano	Árbol	-
Leguminosae	<i>Lonchocarpus rugosus</i>	Kanasin	Arbusto	-
Leguminosae	<i>Lysiloma latisiliquum</i>	Tzalam	Árbol	-
Malvaceae	<i>Malvaviscus arboreus</i>	Tulipancillo	Arbusto	-
Sapotaceae	<i>Manilkara zapota</i> *	Chicozapote	Árbol	-
Sapindaceae	<i>Melicoccus oliviformis</i>	Guaya	Árbol	-
Anacardiaceae	<i>Metopium brownei</i>	Chechem	Árbol	-
Rubiaceae	<i>Morinda royoc</i>	Hoyok	Arbusto	-
Annonaceae	<i>Mosannonna depressa</i>	E'le'muuy	Árbol	-
Myrtaceae	<i>Myrcianthes fragrans</i> *	Guayabillo	Árbol	-
Lauraceae	<i>Nectandra coriacea</i> *	Laurel verde	Árbol	-
Lauraceae	<i>Nectandra salicifolia</i>	Laurel	Árbol	-
Nyctaginaceae	<i>Neea psychotrioides</i>	Tadzi	Arbusto	-
Orchidaceae	<i>Oeceoclades maculata</i>	Orquidea de piso	Epífita	-
Cactaceae	<i>Opuntia stricta</i> *	Nopal	Cactacea	-
Icacinaceae	<i>Ottoschulzia pallida</i>	Uvas che'	Árbol	-
Sapindaceae	<i>Paullinia pinnata</i>	Salatxiw	Bejuco	-
Solanaceae	<i>Physalis angulata</i> *	Tomatillo verde	Herbácea	-
Leguminosae	<i>Piscidia piscipula</i>	Ha'abin	Árbol	-
Leguminosae	<i>Pithecellobium stevensonii</i>	Cacao che	Árbol	-
Bignoniaceae	<i>Pithecoctenium crucigerum</i>	Xtaabay	Bejuco	-
Leguminosae	<i>Platymiscium yucatanum</i>	Granadillo	Árbol	-
Apocynaceae	<i>Plumeria rubra</i> *	Flor de Mayo	Árbol	-
Sapotaceae	<i>Pouteria campechiana</i> *	k'aniste	Árbol	-
Rubiaceae	<i>Psychotria nervosa</i>	Cafe de monte	Arbusto	-
Dennstaedtiaceae	<i>Pteridium aquilinum</i>	Cilantrillo	Helecho	-
Rubiaceae	<i>Randia aculeata</i>	Cruceta	Arbusto	-
Rubiaceae	<i>Randia longiloba</i>	Cruz kiis	Arbusto	-
Arecaceae	<i>Sabal yapa</i>	Huano	Palma	-
Celastraceae	<i>Semialarium mexicanum</i>	Cascarillo grueso	Árbol	-
Sapindaceae	<i>Serjania goniocarpa</i>	Bejuco tres lomos	Bejuco	-
Sapotaceae	<i>Sideroxylon salicifolium</i>	Zapote faisán	Arbusto	-
Simaroubaceae	<i>Simarouba amara</i>	Pasak	Árbol	-
Smilacaceae	<i>Smilax mollis</i>	Diente de perro	Bejuco	-
Malpighiaceae	<i>Stigmaphyllon ellipticum</i> *	Bejuco mariposa	Bejuco	-

FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	FORMA DE VIDA	NOM-059-SEMARNAT-2010
Leguminosae	<i>Swartzia cubensis</i>	K'atalox	Árbol	-
Bignoniaceae	<i>Tabebuia chrysantha</i>	k'an lool	Árbol	Amenazada
Apocynaceae	<i>Thevetia gaumeri</i>	Akits	Árbol	-
Sapindaceae	<i>Thouinia paucidentata</i>	K'an chuunup	Árbol	-
Arecaceae	<i>Thrinax radiata</i>	Chits	Palma	Amenazada
Lamiaceae	<i>Vitex gaumeri</i>	Ya'axnik	Árbol	-
Rutaceae	<i>Zanthoxylum caribaeum</i>	Sinanche'	Arbusto	-
Rhamnaceae	<i>Ziziphus mauritiana</i>	Ciruela babosa	Arbusto	-
Salicaceae	<i>Zuelania guidonia</i>	Tamay	Árbol	-

*Especies vistas en el predio que no fueron registradas en los sitios de muestreo.

La familia Leguminosae con 19 especies y 14 géneros es la mejor representada, siguiéndole Sapindaceae con 8 y 7, Myrtaceae con 5 y 3 (**Figura V:7**). De acuerdo con Duno de Stedano (Op. Cit.), se observan con abundancia en áreas perturbadas.

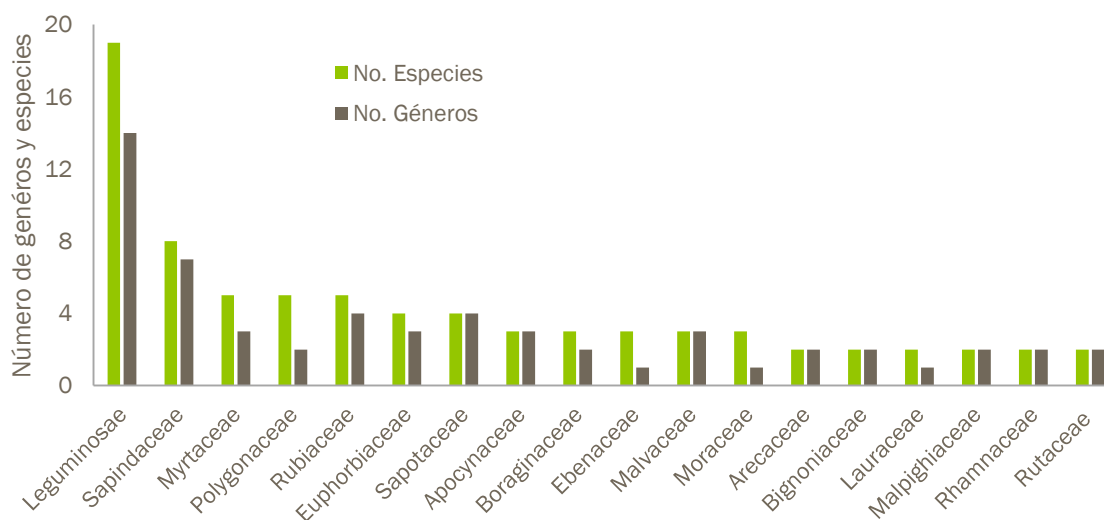


Figura V:7. Número de géneros y especies en las principales familias

Los géneros con mayor número de especies son *Coccoloba*, *Eugenia*, *Diospyros*, *Caesalpinia* y *Ficus*, el primero con cuatro especies y el resto con tres (**Figura V:8**). Cabe destacar, que a pesar de que las leguminosas son la familia más abundante, los géneros de esta familia no son los mejor representados.

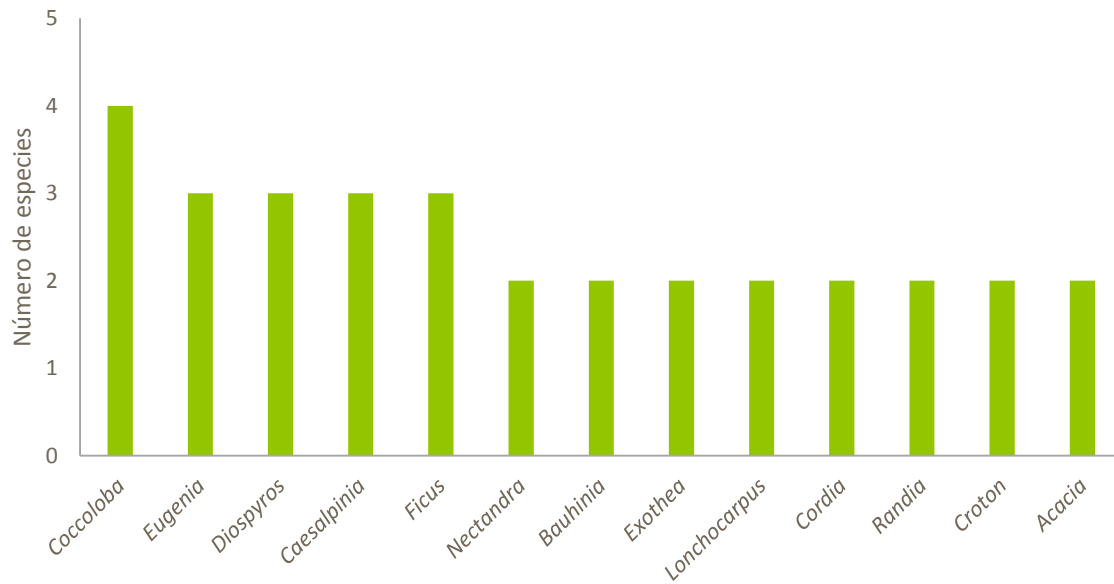


Figura V:8. Géneros con mayor número de especies

Por otra parte, en el predio se registraron ocho formas de vida distintas, la forma de vida árbol es la mejor representada con 59%, siguiéndole la forma de vida arbustiva con 26%. En contraste, las formas de vida helecho y cactácea son las menos frecuentes con 1% cada una (Figura V:9).

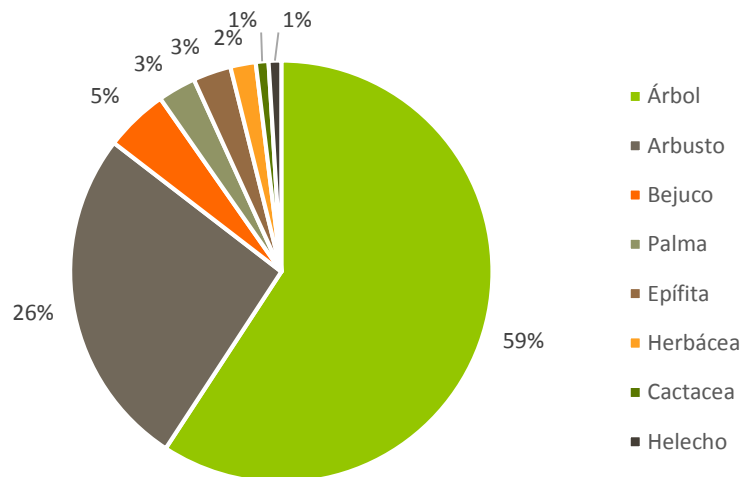


Figura V:9. Forma de vida con mayor número de especies

Dentro de las formas de vida, destacan las palmas y epífitas ya que son plantas de importancia forestal no maderable. Las palmas *Thrinax radiata*, *Sabal yapa*, y *Anthurium schlechtendalii*, de la familia Arecaceae, son especies de importancia económica en la Península de Yucatán. Por otro lado, las epífitas sólo registran tres especies distribuidas en

tres familias diferentes. Las especies epífitas que son registradas en el predio son *Oeceoclades maculata*, *Anthurium schlechtendalii* y *Bromelia karatas* (**Cuadro V:2**).

Cuadro V:2. Especies de palmas y epífitas registradas en el predio

FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN
PALMAS		
Areaceae	<i>Thrinax radiata</i>	Chits
Areaceae	<i>Sabal yapa</i>	Huano
EPÍFITAS		
Araceae	<i>Anthurium schlechtendalii</i>	Bobtun
Bromeliaceae	<i>Bromelia karatas</i>	Piñuela
Orchidaceae	<i>Oeceoclades maculata</i>	Orquidea de piso

Finalmente, cabe destacar que en el predio se registra *Tabebuia chrysantha* y *Thrinax radiata*, especies en categoría amenazadas bajo la NOM-059-SEMARNAT-2010. *Tabebuia chrysantha* es un árbol de importancia forestal que se distribuye desde México hasta Colombia y Venezuela. Es una especie abundante en las selvas medianas subcaducifolia y también se presenta en vegetación secundaria⁴⁴.

V.5.2.1.1 Abundancia relativa

La abundancia se puede describir si contamos todos los individuos de cada especie en una serie de muestras dentro de la comunidad y determinamos que porcentaje de cada especie contribuye al número total de individuos de todas las especies.

- Estrato arbóreo

En el estrato arbóreo se registraron 95 individuos en 20 especies distintas. *Lysiloma latisiliquum* y *Vitex gaumeri* representan más del 50% del total (**Figura V:10**). De acuerdo a Carreón-Santos y Valdez-Hernández (2014)⁴⁵, *L. latisiliquum* y *V. gaumeri* se encuentra en la condición tardía en la vegetación secundaria de selvas medianas subperennifolias.

⁴⁴ CONAFOR. 2003. SIRE-Paquete Tecnológico. *Tabebuia chrysantha* (Jacq.) Nicholson. Comisión Nacional Forestal. Disponible en: < <http://www.conafor.gob.mx:8080/documentos/docs/13/1006Tabebuia%20chrysantha.pdf> >

⁴⁵ Carreón-Santos R.J. y Valdez-Hernández J.I. 2014. Estructura y diversidad arbórea de vegetación secundaria derivada de un selva mediana subperennifolia en Quintana Roo. *Revista Chapingo Serie Ciencias Forestales y del Ambiente* **20**:119-129.

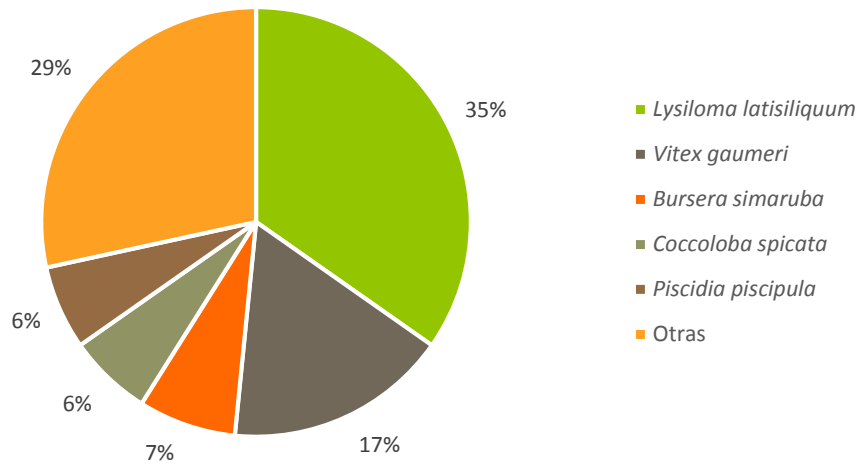


Figura V:10. Especies más abundantes en el estrato arbóreo

- Estrato arbustivo

El estrato arbustivo está compuesto por 39 especies identificadas en 316 individuos. Las especies más abundantes fueron *Bursera simaruba*, *Lonchocarpus rugosus*, *Vitex gaumeri*, *Ficus cotinifolia* y *Thevetia gaumeri*, representando el 58% del total (**Figura V:11**).

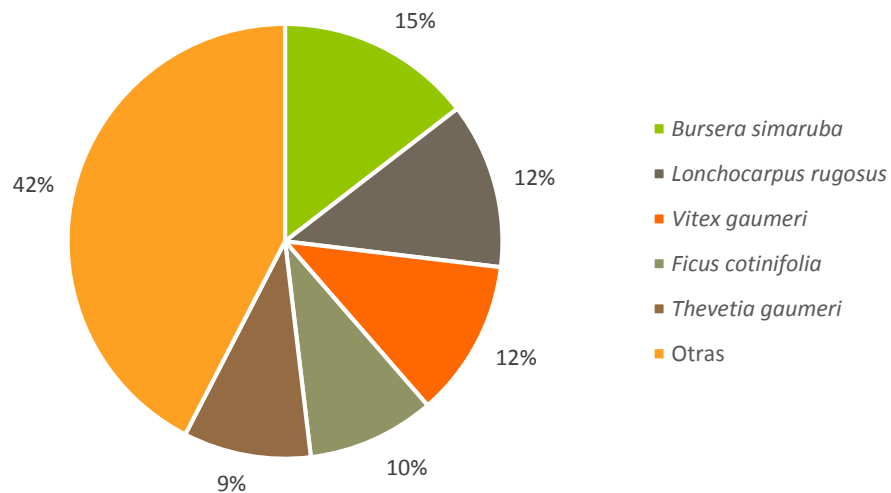


Figura V:11. Especies más abundantes en el estrato arbustivo

- Estrato herbáceo

El estrato herbáceo registra la mayor densidad y abundancia en comparación con los estratos arbóreo y arbustivo. En total se registran 495 individuos en 56 especies; en relación a la abundancia, *Lonchocarpus rugosus*, *Thevetia gaumeri*, *Croton reflexifolius*, *Gymnanthes lucida* y *Randia aculeata*, con 34% del total (**Figura V:12**).

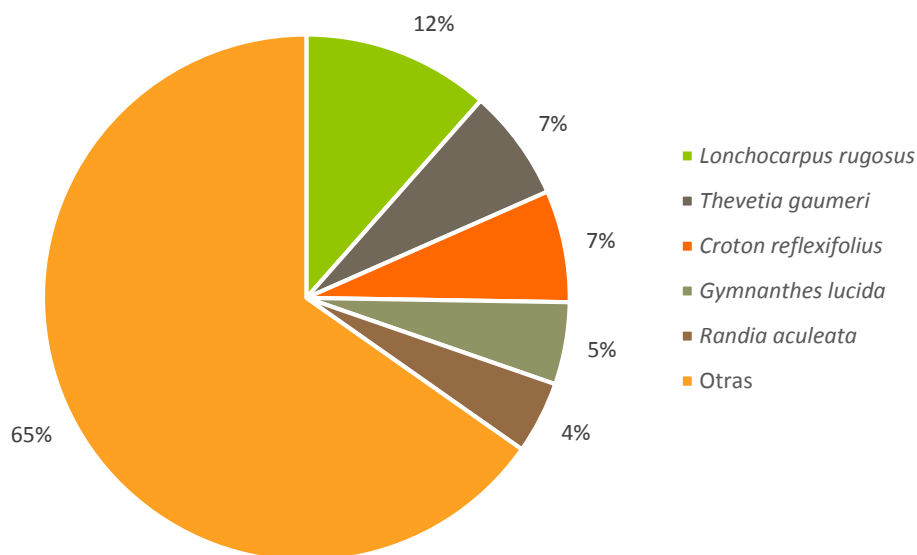


Figura V:12. *Especies más abundantes en el estrato herbáceo*

En suma, el estrato herbáceo presenta mayor densidad y abundancia de los tres estratos. En el estrato arbóreo sobresale la presencia de *Lysiloma latisiliquum* con 35%; en cambio, en el estrato arbustivo *Bursera simaruba* es la mejor representada; no obstante, en el estrato herbáceo destaca *Lonchocarpus rugosus*. Cabe notar, que las especies de mayor importancia en el estrato arbóreo y arbustivo pertenecen a la familia de las leguminosas; esto es coherente con la riqueza de especies, donde las leguminosas son las mejor representadas (**Cuadro V:3**).

Finalmente, en el estrato arbóreo y arbustivo más del 50 % está representado por cinco especies; ahora bien, en el estrato herbáceo las 5 especies principales representan el 45 %. En otras palabras, la densidad y abundancia en el estrato herbáceo, está representado por un mayor número de especies en comparación de los otros estratos.

Cuadro V:3. Densidad y abundancia por especie registradas en el predio

ESPECIE	DENSIDAD			ABUNDANCIA		
	Arbóreo	Arbustivo	Herbáceo	Arbóreo	Arbustivo	Herbáceo
<i>Acacia cornigera</i>	-	1	4	-	0.32	0.81
<i>Allophylus cominia</i>	-	-	3	-	-	0.61
<i>Ardisia escallonioides</i>	-	-	12	-	-	2.42
<i>Bauhinia divaricata</i>	-	-	4	-	-	0.81
<i>Bauhinia jenningsii</i>	-	-	22	-	-	4.44
<i>Bourreria huanita</i>	-	-	1	-	-	0.20
<i>Bursera simaruba</i>	7	46	14	7.37	14.56	2.83
<i>Caesalpinia gaumeri</i>	-	2	8	-	0.63	1.62
<i>Caesalpinia violacea</i>	1	-	-	1.05	-	-
<i>Ceiba aesculifolia</i>	1	-	-	1.05	-	-
<i>Chrysophyllum mexicanum</i>	-	-	2	-	-	0.40
<i>Cissus trifoliata</i>	-	-	3	-	-	0.61
<i>Coccoloba acapulcensis</i>	-	6	-	-	1.90	-
<i>Coccoloba cozumelensis</i>	-	-	2	-	-	0.40
<i>Coccoloba spicata</i>	6	21	17	6.32	6.65	3.43
<i>Cordia dodecandra</i>	1	-	-	1.05	-	-
<i>Croton reflexifolius</i>	-	1	34	-	0.32	6.87
<i>Cupania glabra</i>	-	-	4	-	-	0.81
<i>Dendropanax arboreus</i>	-	1	-	-	0.32	-
<i>Diospyros yucatanensis</i>	-	7	14	-	2.22	2.83
<i>Diphysa carthagenensis</i>	-	4	-	-	1.27	-
<i>Drypetes lateriflora</i>	-	-	3	-	-	0.61
<i>Erythroxylum areolatum</i>	-	1	-	-	0.32	-
<i>Esenbeckia pentaphylla</i>	-	-	3	-	-	0.61
<i>Eugenia axillaris</i>	-	-	8	-	-	1.62
<i>Eugenia foetida</i>	-	-	3	-	-	0.61
<i>Eupatorium albicaule</i>	-	-	11	-	-	2.22
<i>Exothea diphylla</i>	1	2	-	1.05	0.63	-
<i>Exothea paniculata</i>	-	1	-	-	0.32	-
<i>Ficus cotinifolia</i>	3	30	12	3.16	9.49	2.42
<i>Ficus maxima</i>	2	1	-	2.11	0.32	-
<i>Ficus pertusa</i>	-	1	-	-	0.32	-
<i>Gliricidia sepium</i>	1	11	3	1.05	3.48	0.61
<i>Guettarda combsii</i>	-	1	-	-	0.32	-
<i>Gymnanthes lucida</i>	-	5	25	-	1.58	5.05
<i>Gymnopodium floribundum</i>	-	7	5	-	2.22	1.01
<i>Hampea trilobata</i>	-	1	9	-	0.32	1.82
<i>Havardia albicans</i>	-	1	-	-	0.32	-
<i>Jatropha gaumeri</i>	-	1	7	-	0.32	1.41
<i>Lonchocarpus guatemalensis</i>	-	-	1	-	-	0.20

ESPECIE	DENSIDAD			ABUNDANCIA		
	Arbóreo	Arbustivo	Herbáceo	Arbóreo	Arbustivo	Herbáceo
<i>Lonchocarpus rugosus</i>	3	39	57	3.16	12.34	11.52
<i>Lysiloma latisiliquum</i>	33	4	1	34.74	1.27	0.20
<i>Malvaviscus arboreus</i>	-	-	3	-	-	0.61
<i>Melicoccus oliviformis</i>	-	-	2	-	-	0.40
<i>Metopium brownei</i>	4	6	7	4.21	1.9	1.41
<i>Morinda royoc</i>	-	-	3	-	-	0.61
<i>Mosannonna depressa</i>	-	-	2	-	-	0.40
<i>Nectandra salicifolia</i>	-	15	17	-	4.75	3.43
<i>Neea psychotrioides</i>	-	-	3	-	-	0.61
<i>Oeceoclades maculata</i>	-	-	1	-	-	0.20
<i>Ottoschulzia pallida</i>	-	1	4	-	0.32	0.81
<i>Paullinia pinnata</i>	-	-	14	-	-	2.83
<i>Piscidia piscipula</i>	6	7	-	6.32	2.22	-
<i>Pithecellobium stevensonii</i>	-	-	11	-	-	2.22
<i>Pithecoctenium crucigerum</i>	-	-	3	-	-	0.61
<i>Platymiscium yucatanum</i>	1	3	1	1.05	0.95	0.20
<i>Psychotria nervosa</i>	-	-	20	-	-	4.04
<i>Pteridium aquilinum</i>	-	-	1	-	-	0.20
<i>Randia aculeata</i>	-	1	22	-	0.32	4.44
<i>Randia longiloba</i>	-	-	1	-	-	0.20
<i>Sabal yapa</i>	3	-	-	3.16	-	-
<i>Semialarium mexicanum</i>	-	1	3	-	0.32	0.61
<i>Serjania goniocarpa</i>	-	-	8	-	-	1.62
<i>Sideroxylon salicifolium</i>	-	8	-	-	2.53	-
<i>Simarouba amara</i>	-	2	-	-	0.63	-
<i>Smilax mollis</i>	-	-	21	-	-	4.24
<i>Swartzia cubensis</i>	1	5	3	1.05	1.58	0.61
<i>Tabebuia chrysantha</i>	-	-	2	-	-	0.40
<i>Thevetia gaumeri</i>	3	30	34	3.16	9.49	6.87
<i>Thouinia paucidentata</i>	1	-	-	1.05	-	-
<i>Thrinax radiata</i>	-	2	13	-	0.63	2.63
<i>Vitex gaumeri</i>	16	37	-	16.84	11.71	-
<i>Zanthoxylum caribaeum</i>	-	-	1	-	-	0.20
<i>Ziziphus mauritiana</i>	1	-	1	1.05	-	0.20
<i>Zuelania guidonia</i>	-	3	2	-	0.95	0.40
Total	95	316	495	100.00	100.06	100.00

V.5.2.2 Índices de Valor de Importancia (I.V.I)

El índice de Valor de Importancia define las especies presentes que contribuyen en el carácter y estructura de un ecosistema. El análisis del valor de importancia nos permite contar con parámetros para tomar decisiones o emitir recomendaciones en favor de la conservación de taxa o áreas amenazadas, o monitorear el efecto de las perturbaciones en el ambiente.

El I.V.I se calcula mediante la sumatoria de la densidad, frecuencia y dominancia relativa.

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

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

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

A continuación se presentan el valor de índice de importancia por estrato.

- Estrato arbóreo

En el estrato arbóreo las especies con el I.V.I. más alto son *Lysiloma latisiliquum* y *Vitex gaumeri* con 86% y 54%, respectivamente; por tanto, también presentaron los valores más altos de dominancia, abundancia y densidad (**Figura V:13**). En contraste, *Caesalpinia violacea* y *Platymiscium yucatanum* presentaron los menores porcentajes del I.V.I con 5 % cada uno (**Cuadro V:4**).

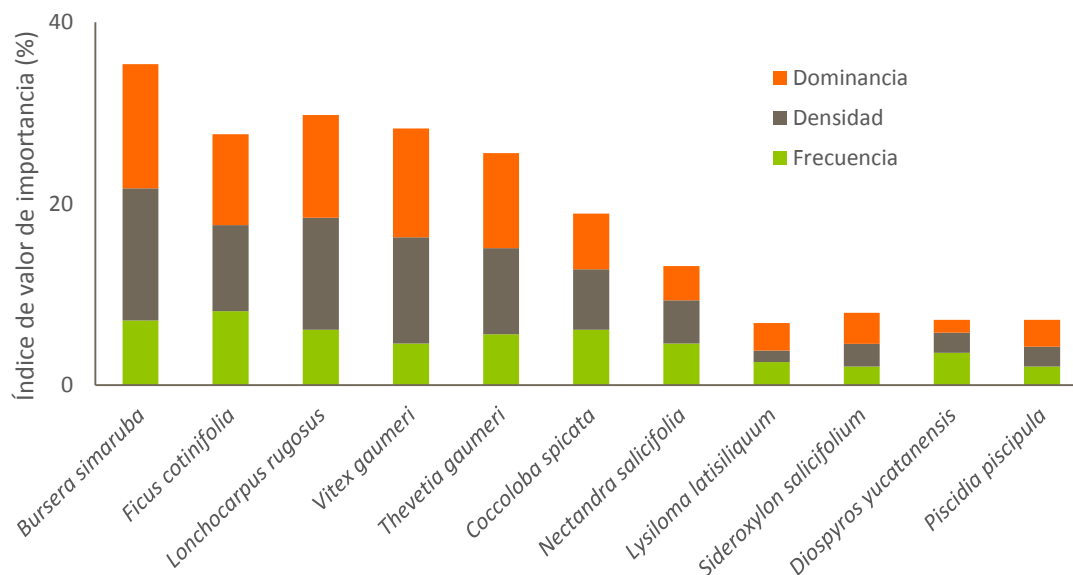


Figura V:13. Especies con el I.V.I más alto en el estrato arbóreo

Cuadro V:4. Índice de valor de Importancia por especie del estrato arbóreo

Especie	Frecuencia		Densidad		Dominancia		I.V.I
	absoluta	relativa	absoluta	relativa	absoluta	relativa	
<i>Bursera simaruba</i>	35	7.07	0.0007	7.37	0.0000079	4.76	19.20
<i>Caesalpinia violacea</i>	15	3.03	0.0001	1.05	0.0000008	0.48	4.56
<i>Ceiba aesculifolia</i>	15	3.03	0.0001	1.05	0.0000048	2.89	6.97
<i>Cocoloba spicata</i>	35	7.07	0.0006	6.32	0.000006	3.61	17.00
<i>Cordia dodecandra</i>	15	3.03	0.0001	1.05	0.0000009	0.54	4.62
<i>Exothea diphylla</i>	15	3.03	0.0001	1.05	0.0000009	0.54	4.62
<i>Ficus cotinifolia</i>	25	5.05	0.0003	3.16	0.0000032	1.93	10.14
<i>Ficus maxima</i>	20	4.04	0.0002	2.11	0.0000025	1.51	7.66
<i>Gliricidia sepium</i>	15	3.03	0.0001	1.05	0.0000011	0.66	4.74
<i>Lonchocarpus rugosus</i>	20	4.04	0.0003	3.16	0.0000028	1.69	8.89
<i>Lysiloma latisiliquum</i>	70	14.14	0.0033	34.74	0.0000611	36.79	85.67
<i>Metopium brownei</i>	30	6.06	0.0004	4.21	0.0000066	3.97	14.24
<i>Piscidia piscipula</i>	35	7.07	0.0006	6.32	0.0000072	4.33	17.72
<i>Platymiscium yucatanum</i>	15	3.03	0.0001	1.05	0.0000008	0.48	4.56
<i>Sabal yapa</i>	20	4.04	0.0003	3.16	0.0000066	3.97	11.17
<i>Swartzia cubensis</i>	15	3.03	0.0001	1.05	0.0000009	0.54	4.62
<i>Thevetia gaumeri</i>	25	5.05	0.0003	3.16	0.000003	1.81	10.02
<i>Thouinia paucidentata</i>	15	3.03	0.0001	1.05	0.0000009	0.54	4.62
<i>Vitex gaumeri</i>	45	9.09	0.0016	16.84	0.0000472	28.42	54.35
<i>Ziziphus mauritiana</i>	15	3.03	0.0001	1.05	0.0000009	0.54	4.62
Total	495	100.0	0.0095	100	0.0001661	100	299.99

- Estrato arbustivo

En el estrato arbustivo destacan *Bursera simaruba*, *Lonchocarpus rugosus*, *Vitex gaumeri* y *Ficus cotinifolia*, con 120% del total (**Figura V:14**). Ahora bien, la especie más frecuente es *Ficus cotinifolia*, mientras *Bursera simaruba* presenta la mayor abundancia y densidad (**Cuadro V:5**).

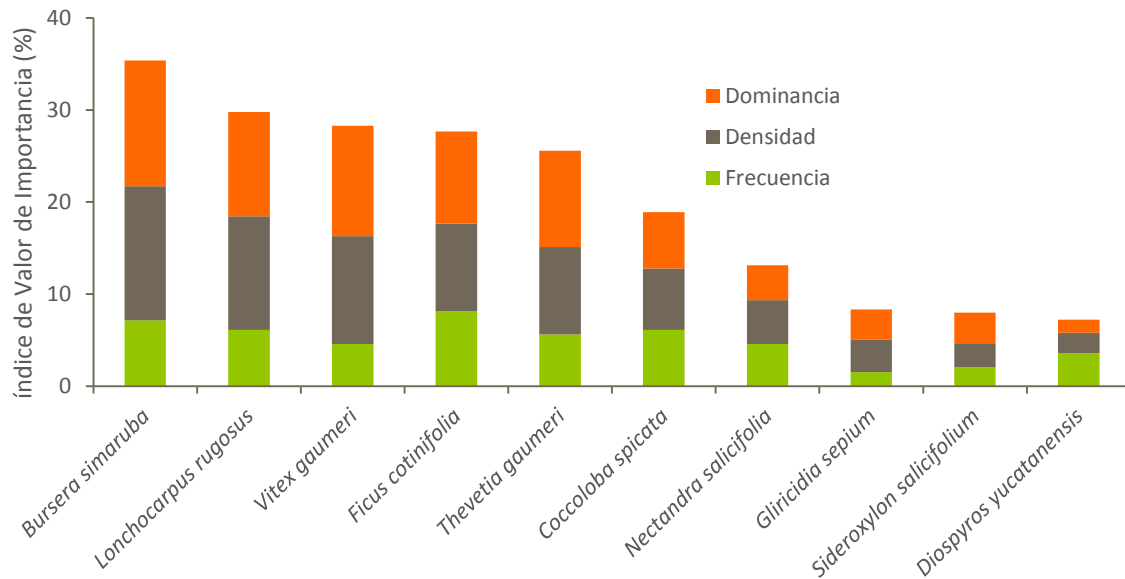


Figura V:14. Especies con el I.V.I más alto en el estrato arbustivo

Cuadro V:5. Índice de valor de Importancia por especie del estrato arbustivo

Especie	Frecuencia		Densidad		Dominancia		IVI
	absoluta	relativa	absoluta	relativa	absoluta	relativa	
<i>Acacia cornigera</i>	15	1.53	0.0001000	0.32	0.0000002	0.19	2.04
<i>Bursera simaruba</i>	70	7.14	0.0046000	14.56	0.0000145	13.69	35.39
<i>Caesalpinia gaumeri</i>	15	1.53	0.0002000	0.63	0.0000005	0.47	2.63
<i>Coccoloba acapulcensis</i>	25	2.55	0.0006000	1.9	0.0000019	1.79	6.24
<i>Coccoloba spicata</i>	60	6.12	0.0021000	6.65	0.0000065	6.14	18.91
<i>Croton reflexifolius</i>	10	1.02	0.0001000	0.32	0.0000002	0.19	1.53
<i>Dendropanax arboreus</i>	15	1.53	0.0001000	0.32	0.0000002	0.19	2.04
<i>Diospyros yucatanensis</i>	35	3.57	0.0007000	2.22	0.0000015	1.42	7.21
<i>Diphysa carthagenensis</i>	20	2.04	0.0004000	1.27	0.0000021	1.98	5.29
<i>Erythroxylum areolatum</i>	15	1.53	0.0001000	0.32	0.0000003	0.28	2.13
<i>Exothea diphylla</i>	20	2.04	0.0002000	0.63	0.0000009	0.85	3.52
<i>Exothea paniculata</i>	15	1.53	0.0001000	0.32	0.0000003	0.28	2.13
<i>Ficus cotinifolia</i>	80	8.16	0.0030000	9.49	0.0000106	10.01	27.66
<i>Ficus maxima</i>	15	1.53	0.0001000	0.32	0.0000004	0.38	2.23

Especie	Frecuencia		Densidad		Dominancia		IVI
	absoluta	relativa	absoluta	relativa	absoluta	relativa	
<i>Ficus pertusa</i>	15	1.53	0.0001000	0.32	0.0000003	0.28	2.13
<i>Gliricidia sepium</i>	15	1.53	0.0011000	3.48	0.0000035	3.31	8.32
<i>Guettarda combsii</i>	15	1.53	0.0001000	0.32	0.0000002	0.19	2.04
<i>Gymnanthes lucida</i>	30	3.06	0.0005000	1.58	0.0000012	1.13	5.77
<i>Gymnopodium floribundum</i>	25	2.55	0.0007000	2.22	0.0000017	1.61	6.38
<i>Hampea trilobata</i>	15	1.53	0.0001000	0.32	0.0000003	0.28	2.13
<i>Havardia albicans</i>	15	1.53	0.0001000	0.32	0.0000002	0.19	2.04
<i>Jatropha gaumeri</i>	15	1.53	0.0001000	0.32	0.0000002	0.19	2.04
<i>Lonchocarpus rugosus</i>	60	6.12	0.0039000	12.34	0.0000012	11.33	29.79
<i>Lysiloma latisiliquum</i>	25	2.55	0.0004000	1.27	0.0000032	3.02	6.84
<i>Metopium brownei</i>	15	1.53	0.0006000	1.9	0.0000002	1.89	5.32
<i>Nectandra salicifolia</i>	45	4.59	0.0015000	4.75	0.0000004	3.78	13.12
<i>Ottoschulzia pallida</i>	15	1.53	0.0001000	0.32	0.0000002	0.19	2.04
<i>Piscidia piscipula</i>	20	2.04	0.0007000	2.22	0.0000031	2.93	7.19
<i>Platymiscium yucatanum</i>	15	1.53	0.0003000	0.95	0.0000019	1.79	4.27
<i>Randia aculeata</i>	15	1.53	0.0001000	0.32	0.0000003	0.28	2.13
<i>Semialarium mexicanum</i>	15	1.53	0.0001000	0.32	0.0000002	0.19	2.04
<i>Sideroxylon salicifolium</i>	20	2.04	0.0008000	2.53	0.0000036	3.4	7.97
<i>Swartzia cubensis</i>	25	2.55	0.0005000	1.58	0.0000013	1.23	5.36
<i>Thevetia gaumeri</i>	55	5.61	0.0030000	9.49	0.0000111	10.48	25.58
<i>Thrinax radiata</i>	20	2.04	0.0002000	0.63	0.0000013	1.23	3.9
<i>Vitex gaumeri</i>	45	4.59	0.0037000	11.71	0.0000127	11.99	28.29
<i>Zuelania guidonia</i>	20	2.04	0.0003000	0.95	0.0000007	0.66	3.65
<i>Simarouba amara</i>	15	1.53	0.0002000	0.63	0.0000006	0.57	2.73
Total	980	99.96	0.0316000	100.06	0.0001059	100	300.02

- Estrato herbáceo

Lonchocarpus rugosus registra el I.V.I más alto del estrato con 24%, siguiéndole *Thevetia gaumeri* y *Croton reflexifolius* con alrededor del 16% cada una (**Figura V:15** y **Cuadro V:6**). Cabe destacar, que el estrato herbáceo presenta la menor variación en el I.V.I., en comparación con el estrato arbóreo donde la especie mejor representada ocupa el 86%.v Lo anterior, es debido, posiblemente, a la alta competencia intraespecífica en el sotobosque, por luz principalmente, donde aún no se definen las especies dominantes como ocurren en el estrato arbóreo.

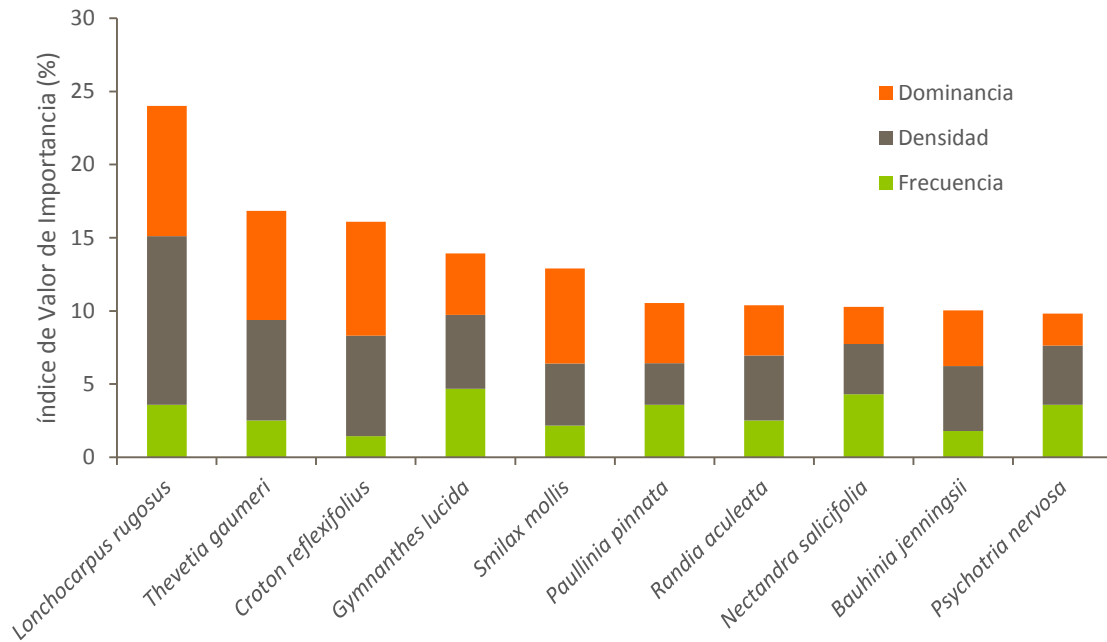


Figura V.15. Especies con el I.V.I más alto en el estrato herbáceo

Cuadro V.6. Índice de valor de Importancia por especie del estrato herbáceo

Especie	Frecuencia		Densidad		Dominancia		I.V.I
	absoluta	relativa	absoluta	relativa	absoluta	relativa	
<i>Acacia cornigera</i>	25	1.8	0.0004	0.81	0.0005700	1.21	3.82
<i>Allophylus cominia</i>	15	1.08	0.0003	0.61	0.0005500	1.17	2.86
<i>Ardisia escallonioides</i>	30	2.16	0.0012	2.42	0.0006400	1.36	5.94
<i>Bauhinia divaricata</i>	15	1.08	0.0004	0.81	0.0002000	0.43	2.32
<i>Bauhinia jenningsii</i>	25	1.8	0.0022	4.44	0.0017800	3.79	10.03
<i>Bourreria huanita</i>	15	1.08	0.0001	0.2	0.0000400	0.09	1.37
<i>Bursera simaruba</i>	45	3.24	0.0014	2.83	0.0013400	2.85	8.92
<i>Caesalpinia gaumeri</i>	15	1.08	0.0008	1.62	0.0004800	1.02	3.72
<i>Chrysophyllum mexicanum</i>	15	1.08	0.0002	0.4	0.0000450	0.1	1.58
<i>Cissus trifoliata</i>	25	1.8	0.0003	0.61	0.0005000	1.06	3.47
<i>Coccoloba cozumelensis</i>	15	1.08	0.0002	0.4	0.0001100	0.23	1.71
<i>Coccoloba spicata</i>	25	1.8	0.0017	3.43	0.0015900	3.38	8.61
<i>Croton reflexifolius</i>	20	1.44	0.0034	6.87	0.0036600	7.79	16.1
<i>Cupania glabra</i>	30	2.16	0.0004	0.81	0.0004500	0.96	3.93
<i>Diospyros yucatanensis</i>	20	1.44	0.0014	2.83	0.0013400	2.85	7.12
<i>Drypetes lateriflora</i>	25	1.8	0.0003	0.61	0.0001400	0.3	2.71
<i>Esenbeckia pentaphylla</i>	15	1.08	0.0003	0.61	0.0002200	0.47	2.16
<i>Eugenia axillaris</i>	30	2.16	0.0008	1.62	0.0004100	0.87	4.65
<i>Eugenia foetida</i>	15	1.08	0.0003	0.61	0.0002400	0.51	2.2
<i>Eupatorium albicaule</i>	25	1.8	0.0011	2.22	0.0011200	2.38	6.4

Especie	Frecuencia		Densidad		Dominancia		I.V.I
	absoluta	relativa	absoluta	relativa	absoluta	relativa	
<i>Ficus cotinifolia</i>	35	2.52	0.0012	2.42	0.0013900	2.96	7.9
<i>Gliricidia sepium</i>	15	1.08	0.0003	0.61	0.0000700	0.15	1.84
<i>Gymnanthes lucida</i>	65	4.68	0.0025	5.05	0.0019800	4.21	13.94
<i>Gymnopodium floribundum</i>	20	1.44	0.0005	1.01	0.0005000	1.06	3.51
<i>Hampea trilobata</i>	30	2.16	0.0009	1.82	0.0013300	2.83	6.81
<i>Jatropha gaueri</i>	15	1.08	0.0007	1.41	0.0005300	1.13	3.62
<i>Lonchocarpus guatemalensis</i>	15	1.08	0.0001	0.2	0.0000700	0.15	1.43
<i>Lonchocarpus rugosus</i>	50	3.6	0.0057	11.52	0.0041800	8.9	24.02
<i>Lysiloma latisiliquum</i>	15	1.08	0.0001	0.2	0.0000250	0.05	1.33
<i>Malvaviscus arboreus</i>	15	1.08	0.0003	0.61	0.0003000	0.64	2.33
<i>Melicoccus oliviformis</i>	15	1.08	0.0002	0.4	0.0001100	0.23	1.71
<i>Metopium brownei</i>	40	2.88	0.0007	1.41	0.0001950	0.42	4.71
<i>Morinda royoc</i>	15	1.08	0.0003	0.61	0.0006000	1.28	2.97
<i>Mosannonna depressa</i>	20	1.44	0.0002	0.4	0.0001100	0.23	2.07
<i>Nectandra salicifolia</i>	60	4.32	0.0017	3.43	0.0011900	2.53	10.28
<i>Neea psychotrioides</i>	20	1.44	0.0003	0.61	0.0009200	1.96	4.01
<i>Oeceoclades maculata</i>	15	1.08	0.0001	0.2	0.0000100	0.02	1.3
<i>Ottoschulzia pallida</i>	25	1.8	0.0004	0.81	0.0003000	0.64	3.25
<i>Paullinia pinnata</i>	50	3.6	0.0014	2.83	0.0019300	4.11	10.54
<i>Pithecellobium stevensonii</i>	25	1.8	0.0011	2.22	0.0010600	2.26	6.28
<i>Pithecoctenium crucigerum</i>	15	1.08	0.0003	0.61	0.0001200	0.26	1.95
<i>Platymiscium yucatanum</i>	15	1.08	0.0001	0.2	0.0025000	5.32	6.6
<i>Psychotria nervosa</i>	50	3.6	0.002	4.04	0.0010300	2.19	9.83
<i>Pteridium aquilinum</i>	15	1.08	0.0001	0.2	0.0000200	0.04	1.32
<i>Randia aculeata</i>	35	2.52	0.0022	4.44	0.0016100	3.43	10.39
<i>Randia longiloba</i>	15	1.08	0.0001	0.2	0.0001200	0.26	1.54
<i>Semialarium mexicanum</i>	25	1.8	0.0003	0.61	0.0002600	0.55	2.96
<i>Serjania goniocarpa</i>	40	2.88	0.0008	1.62	0.0011850	2.52	7.02
<i>Smilax mollis</i>	30	2.16	0.0021	4.24	0.0030600	6.51	12.91
<i>Swartzia cubensis</i>	15	1.08	0.0003	0.61	0.0003600	0.77	2.46
<i>Tabebuia chrysantha</i>	15	1.08	0.0002	0.4	0.0001100	0.23	1.71
<i>Thevetia gaueri</i>	35	2.52	0.0034	6.87	0.0035050	7.46	16.85
<i>Thrinax radiata</i>	35	2.52	0.0013	2.63	0.0004250	0.9	6.05
<i>Zanthoxylum caribaeum</i>	15	1.08	0.0001	0.2	0.0001000	0.21	1.49
<i>Ziziphus mauritiana</i>	15	1.08	0.0001	0.2	0.0001000	0.21	1.49
<i>Zuelania guidonia</i>	15	1.08	0.0002	0.4	0.0002500	0.53	2.01
Total	1390	100.08	0.0495	100	0.04698	99.97	300.05

V.5.2.3 Índices de diversidad

El índice de diversidad Shannon-Wiener relaciona el número de especies con la proporción de individuos pertenecientes a cada una de ellas presentes en la muestra. Además, mide la uniformidad de la distribución de los individuos entre las especies.

Mientras, el índice de Simpson considera la probabilidad de que dos individuos de la población seleccionados al azar sean de la misma especie. Indica la relación existente entre riqueza o número de especies y la abundancia o número de individuos por especie.

Finalmente, el índice de Margalef mide el número de especies por número de individuos especificados o la cantidad de especies por área en una muestra. El valor mínimo de este índice es 0, y ocurre cuando solo existe una especie en el sitio.

Con la finalidad de conocer la riqueza y diversidad del predio se estimaron los índices mencionados anteriormente a nivel estrato; los resultados se presentan a continuación.

- Estrato arbóreo

El índice de Shannon-Wiener se estimó con 95 especies distintas y la abundancia por especie; es decir la proporción de cada una de las especies (p_i). El estrato obtuvo un valor de 2.30, lo que indica diversidad media, según Pla (Op. Cit.) valores entre 2 y 3 son normales, mientras inferiores a 2 equivale a baja diversidad y superiores a 3 alta diversidad (**Cuadro V:7**). Cabe mencionar, que el estrato arbóreo presenta el segundo lugar en cuanto a la diversidad por estrato, sin embargo presenta el menor número de especies e individuos de los tres estratos.

Cuadro V:7. Índice de diversidad Shannon-Wiener para el estrato arbóreo

Especie	ni	pi	ln pi	pi * ln pi
<i>Bursera simaruba</i>	7	0.07	-2.66	-0.19
<i>Caesalpinia violacea</i>	1	0.01	-4.61	-0.05
<i>Ceiba aesculifolia</i>	1	0.01	-4.61	-0.05
<i>Coccoloba spicata</i>	6	0.06	-2.81	-0.17
<i>Cordia dodecandra</i>	1	0.01	-4.61	-0.05
<i>Exothea diphylla</i>	1	0.01	-4.61	-0.05
<i>Ficus cotinifolia</i>	3	0.03	-3.51	-0.11
<i>Ficus maxima</i>	2	0.02	-3.91	-0.08
<i>Gliricidia sepium</i>	1	0.01	-4.61	-0.05
<i>Lonchocarpus rugosus</i>	3	0.03	-3.51	-0.11
<i>Lysiloma latisiliquum</i>	33	0.35	-1.05	-0.37
<i>Metopium brownei</i>	4	0.04	-3.22	-0.13
<i>Piscidia piscipula</i>	6	0.06	-2.81	-0.17
<i>Platymiscium yucatanum</i>	1	0.01	-4.61	-0.05
<i>Sabal yapa</i>	3	0.03	-3.51	-0.11

Especie	ni	pi	ln pi	pi * ln pi
<i>Swartzia cubensis</i>	1	0.01	-4.61	-0.05
<i>Thevetia gaumeri</i>	3	0.03	-3.51	-0.11
<i>Thouinia paucidentata</i>	1	0.01	-4.61	-0.05
<i>Vitex gaumeri</i>	16	0.17	-1.77	-0.3
<i>Ziziphus mauritiana</i>	1	0.01	-4.61	-0.05
Total	95	0.98	-73.76	2.30

Por otra parte, índice de Simpson considera la probabilidad de que dos individuos de la población seleccionados al azar sean de la misma especie. El valor de dominancia en el predio es 0.17, mientras el valor de S es 0.83; en otras palabras, indican alta diversidad media ya que presenta valores S son cercanos a 1 (**Cuadro V:8**). Por tanto, se confirma la conclusión obtenida con el índice de Shannon-Wiener.

Cuadro V:8. Índice de diversidad Simpson para el estrato arbóreo

Especie	ni	pi	(pi ²)
<i>Bursera simaruba</i>	7	0.07	0.0054
<i>Caesalpinia violacea</i>	1	0.01	0.0001
<i>Ceiba aesculifolia</i>	1	0.01	0.0001
<i>Coccoloba spicata</i>	6	0.06	0.0040
<i>Cordia dodecandra</i>	1	0.01	0.0001
<i>Exothea diphylla</i>	1	0.01	0.0001
<i>Ficus cotinifolia</i>	3	0.03	0.0010
<i>Ficus maxima</i>	2	0.02	0.0004
<i>Gliricidia sepium</i>	1	0.01	0.0001
<i>Lonchocarpus rugosus</i>	3	0.03	0.0010
<i>Lysiloma latisiliquum</i>	33	0.35	0.1207
<i>Metopium brownei</i>	4	0.04	0.0018
<i>Piscidia piscipula</i>	6	0.06	0.0040
<i>Platymiscium yucatanum</i>	1	0.01	0.0001
<i>Sabal yapa</i>	3	0.03	0.0010
<i>Swartzia cubensis</i>	1	0.01	0.0001
<i>Thevetia gaumeri</i>	3	0.03	0.0010
<i>Thouinia paucidentata</i>	1	0.01	0.0001
<i>Vitex gaumeri</i>	16	0.17	0.0284
<i>Ziziphus mauritiana</i>	1	0.01	0.0001
D	95	1.00	0.1696
S			0.83

- Estrato arbustivo

El índice de diversidad Shannon-Wiener en el estrato arbustivo registra valor de 2.90, **(Cuadro V:9)**. De manera que, el estrato arbustivo presenta diversidad media; sin embargo, presenta valores más altos en comparación con al estrato arbóreo.

Cuadro V:9. Índice de diversidad Shannon-Wiener para el estrato arbustivo

Especie	ni	pi	ln pi	pi * ln pi
<i>Acacia cornigera</i>	1	0.00316	-5.76	-0.02
<i>Bursera simaruba</i>	46	0.14557	-1.93	-0.28
<i>Caesalpinia gaumeri</i>	2	0.00633	-5.06	-0.03
<i>Coccoloba acapulcensis</i>	6	0.01899	-3.96	-0.08
<i>Coccoloba spicata</i>	21	0.06646	-2.71	-0.18
<i>Croton reflexifolius</i>	1	0.00316	-5.76	-0.02
<i>Dendropanax arboreus</i>	1	0.00316	-5.76	-0.02
<i>Diospyros yucatanensis</i>	7	0.02215	-3.81	-0.08
<i>Diphysa carthagenensis</i>	4	0.01266	-4.37	-0.06
<i>Erythroxylum areolatum</i>	1	0.00316	-5.76	-0.02
<i>Exothea diphylla</i>	2	0.00633	-5.06	-0.03
<i>Exothea paniculata</i>	1	0.00316	-5.76	-0.02
<i>Ficus cotinifolia</i>	30	0.09494	-2.35	-0.22
<i>Ficus maxima</i>	1	0.00316	-5.76	-0.02
<i>Ficus pertusa</i>	1	0.00316	-5.76	-0.02
<i>Gliricidia sepium</i>	11	0.03481	-3.36	-0.12
<i>Guettarda combsii</i>	1	0.00316	-5.76	-0.02
<i>Gymnanthes lucida</i>	5	0.01582	-4.15	-0.07
<i>Gymnopodium floribundum</i>	7	0.02215	-3.81	-0.08
<i>Hampea trilobata</i>	1	0.00316	-5.76	-0.02
<i>Havardia albicans</i>	1	0.00316	-5.76	-0.02
<i>Jatropha gaumeri</i>	1	0.00316	-5.76	-0.02
<i>Lonchocarpus rugosus</i>	39	0.12342	-2.09	-0.26
<i>Lysiloma latisiliquum</i>	4	0.01266	-4.37	-0.06
<i>Metopium brownei</i>	6	0.01899	-3.96	-0.08
<i>Nectandra salicifolia</i>	15	0.04747	-3.05	-0.14
<i>Ottoschulzia pallida</i>	1	0.00316	-5.76	-0.02
<i>Piscidia piscipula</i>	7	0.02215	-3.81	-0.08
<i>Platymiscium yucatanum</i>	3	0.00949	-4.66	-0.04
<i>Randia aculeata</i>	1	0.00316	-5.76	-0.02
<i>Semialarium mexicanum</i>	1	0.00316	-5.76	-0.02
<i>Smilax mollis</i>	8	0.02532	-3.68	-0.09
<i>Swartzia cubensis</i>	2	0.00633	-5.06	-0.03
<i>Thevetia gaumeri</i>	5	0.01582	-4.15	-0.07
<i>Thrinax radiata</i>	30	0.09494	-2.35	-0.22

Especie	ni	pi	ln pi	pi * ln pi
<i>Zanthoxylum caribaeum</i>	2	0.00633	-5.06	-0.03
<i>Ziziphus mauritiana</i>	37	0.11709	-2.14	-0.25
<i>Simarouba amara</i>	3	0.00949	-4.66	-0.04
Total	316	0.99995	-170.25	2.90

Por otra parte, el índice de diversidad Simpson presenta valor de dominancia (D) de 0.80 y diversidad (S) igual a 0.91 (**Cuadro V:10**). Por consiguiente, el estrato arbustivo presenta alta diversidad, ya que el valor de S varía de 0-1, donde 1 es el valor máximo.

Cuadro V:10. Índice de diversidad Simpson para el estrato arbustivo

Especie	ni	pi	(pi ²)
<i>Acacia cornigera</i>	1	0.0032	0.00001
<i>Bursera simaruba</i>	46	0.1456	0.0212
<i>Caesalpinia gaumeri</i>	2	0.0063	0.00004
<i>Coccoloba acapulcensis</i>	6	0.019	0.00036
<i>Coccoloba spicata</i>	21	0.0665	0.00442
<i>Croton reflexifolius</i>	1	0.0032	0.00001
<i>Dendropanax arboreus</i>	1	0.0032	0.00001
<i>Diospyros yucatanensis</i>	7	0.0222	0.00049
<i>Diphysa carthagenensis</i>	4	0.0127	0.00016
<i>Erythroxylum areolatum</i>	1	0.0032	0.00001
<i>Exothea diphylla</i>	2	0.0063	0.00004
<i>Exothea paniculata</i>	1	0.0032	0.00001
<i>Ficus cotinifolia</i>	30	0.0949	0.00901
<i>Ficus maxima</i>	1	0.0032	0.00001
<i>Ficus pertusa</i>	1	0.0032	0.00001
<i>Gliricidia sepium</i>	11	0.0348	0.00121
<i>Guettarda combsii</i>	1	0.0032	0.00001
<i>Gymnanthes lucida</i>	5	0.0158	0.00025
<i>Gymnopodium floribundum</i>	7	0.0222	0.00049
<i>Hampea trilobata</i>	1	0.0032	0.00001
<i>Havardia albicans</i>	1	0.0032	0.00001
<i>Jatropha gaumeri</i>	1	0.0032	0.00001
<i>Lonchocarpus rugosus</i>	39	0.1234	0.01523
<i>Lysiloma latisiliquum</i>	4	0.0127	0.00016
<i>Metopium brownei</i>	6	0.019	0.00036
<i>Nectandra salicifolia</i>	15	0.0475	0.00226
<i>Ottoschulzia pallida</i>	1	0.0032	0.00001
<i>Piscidia piscipula</i>	7	0.0222	0.00049
<i>Platymiscium yucatanum</i>	3	0.0095	0.00009
<i>Randia aculeata</i>	1	0.0032	0.00001

Especie	ni	pi	(pi ²)
<i>Semialarium mexicanum</i>	1	0.0032	0.00001
<i>Smilax mollis</i>	8	0.0253	0.00064
<i>Swartzia cubensis</i>	2	0.0063	0.00004
<i>Thevetia gaumeri</i>	5	0.0158	0.00025
<i>Thrinax radiata</i>	30	0.0949	0.00901
<i>Zanthoxylum caribaeum</i>	2	0.0063	0.00004
<i>Ziziphus mauritiana</i>	37	0.1171	0.01371
<i>Simarouba amara</i>	3	0.0095	0.00009
D	316	1.0006	0.08018
	S		0.91982

- Estrato herbáceo

El estrato herbáceo es el más diverso de los tres estratos, ya que presenta un valor de 3.46 con el índice de Shannon-Wiener; es decir, alta diversidad (**Cuadro V:11**). Alta diversidad en el estrato herbáceo y disminuyendo en los estratos arbustivos y arbóreo es característico de una comunidad vegetal en estado de sucesión ecológica (Smith y Smith, Op. Cit.).

Cuadro V:11. Índice de diversidad Shannon-Wiener para el estrato herbáceo

Especie	ni	pi	ln pi	pi * ln pi
<i>Acacia cornigera</i>	4	0.0081	-4.82	-0.04
<i>Allophylus cominia</i>	3	0.0061	-5.1	-0.03
<i>Ardisia escallonioides</i>	12	0.0242	-3.72	-0.09
<i>Bauhinia divaricata</i>	4	0.0081	-4.82	-0.04
<i>Bauhinia jenningsii</i>	22	0.0444	-3.11	-0.14
<i>Bourreria huanita</i>	1	0.002	-6.21	-0.01
<i>Bursera simaruba</i>	14	0.0283	-3.56	-0.1
<i>Caesalpinia gaumeri</i>	8	0.0162	-4.12	-0.07
<i>Chrysophyllum mexicanum</i>	2	0.004	-5.52	-0.02
<i>Cissus trifoliata</i>	3	0.0061	-5.1	-0.03
<i>Coccoloba cozumelensis</i>	2	0.004	-5.52	-0.02
<i>Coccoloba spicata</i>	17	0.0343	-3.37	-0.12
<i>Croton reflexifolius</i>	34	0.0687	-2.68	-0.18
<i>Cupania glabra</i>	4	0.0081	-4.82	-0.04
<i>Diospyros yucatanensis</i>	14	0.0283	-3.56	-0.1
<i>Drypetes lateriflora</i>	3	0.0061	-5.1	-0.03
<i>Esenbeckia pentaphylla</i>	3	0.0061	-5.1	-0.03
<i>Eugenia axillaris</i>	8	0.0162	-4.12	-0.07
<i>Eugenia foetida</i>	3	0.0061	-5.1	-0.03
<i>Eupatorium albicaule</i>	11	0.0222	-3.81	-0.08

Especie	ni	pi	ln pi	pi * ln pi
<i>Ficus cotinifolia</i>	12	0.0242	-3.72	-0.09
<i>Gliricidia sepium</i>	3	0.0061	-5.1	-0.03
<i>Gymnanthes lucida</i>	25	0.0505	-2.99	-0.15
<i>Gymnopodium floribundum</i>	5	0.0101	-4.6	-0.05
<i>Hampea trilobata</i>	9	0.0182	-4.01	-0.07
<i>Jatropha gaumeri</i>	7	0.0141	-4.26	-0.06
<i>Lonchocarpus guatemalensis</i>	1	0.002	-6.21	-0.01
<i>Lonchocarpus rugosus</i>	57	0.1152	-2.16	-0.25
<i>Lysiloma latisiliquum</i>	1	0.002	-6.21	-0.01
<i>Malvaviscus arboreus</i>	3	0.0061	-5.1	-0.03
<i>Melicoccus oliviformis</i>	2	0.004	-5.52	-0.02
<i>Metopium brownei</i>	7	0.0141	-4.26	-0.06
<i>Morinda royoc</i>	3	0.0061	-5.1	-0.03
<i>Mosannonna depressa</i>	2	0.004	-5.52	-0.02
<i>Nectandra salicifolia</i>	17	0.0343	-3.37	-0.12
<i>Neea psychotrioides</i>	3	0.0061	-5.1	-0.03
<i>Oeceoclades maculata</i>	1	0.002	-6.21	-0.01
<i>Ottoschulzia pallida</i>	4	0.0081	-4.82	-0.04
<i>Paullinia pinnata</i>	14	0.0283	-3.56	-0.1
<i>Pithecellobium stevensonii</i>	11	0.0222	-3.81	-0.08
<i>Pithecoctenium crucigerum</i>	3	0.0061	-5.1	-0.03
<i>Platymiscium yucatanum</i>	1	0.002	-6.21	-0.01
<i>Psychotria nervosa</i>	20	0.0404	-3.21	-0.13
<i>Pteridium aquilinum</i>	1	0.002	-6.21	-0.01
<i>Randia aculeata</i>	22	0.0444	-3.11	-0.14
<i>Randia longiloba</i>	1	0.002	-6.21	-0.01
<i>Semialarium mexicanum</i>	3	0.0061	-5.1	-0.03
<i>Serjania goniocarpa.</i>	8	0.0162	-4.12	-0.07
<i>Smilax mollis</i>	21	0.0424	-3.16	-0.13
<i>Swartzia cubensis</i>	3	0.0061	-5.1	-0.03
<i>Tabebuia chrysantha</i>	2	0.004	-5.52	-0.02
<i>Thevetia gaumeri</i>	34	0.0687	-2.68	-0.18
<i>Thrinax radiata</i>	13	0.0263	-3.64	-0.1
<i>Zanthoxylum caribaeum</i>	1	0.002	-6.21	-0.01
<i>Ziziphus mauritiana</i>	1	0.002	-6.21	-0.01
<i>Zuelania guidonia</i>	2	0.004	-5.52	-0.02
Total	495	1	-258.2	3.46

Con respecto a el índice de Simpson presenta valor de D de 0.042 y valor de diversidad igual a 0.95 (**Cuadro V:12**); por tanto el estrato presenta alta diversidad, confirmando lo obtenido con el índice de Shannon-Wiener.

Cuadro V:12. Índice de diversidad Simpson para el estrato herbáceo

Especie	ni	pi	(pi ²)
<i>Acacia cornigera</i>	4	0.0081	0.000066
<i>Allophylus cominia</i>	3	0.0061	0.000037
<i>Ardisia escallonioides</i>	12	0.0242	0.000586
<i>Bauhinia divaricata</i>	4	0.0081	0.000066
<i>Bauhinia jenningsii</i>	22	0.0444	0.001971
<i>Bourreria huanita</i>	1	0.002	0.000004
<i>Bursera simaruba</i>	14	0.0283	0.000801
<i>Caesalpinia gaumeri</i>	8	0.0162	0.000262
<i>Chrysophyllum mexicanum</i>	2	0.004	0.000016
<i>Cissus trifoliata</i>	3	0.0061	0.000037
<i>Coccoloba cozumelensis</i>	2	0.004	0.000016
<i>Coccoloba spicata</i>	17	0.0343	0.001176
<i>Croton reflexifolius</i>	34	0.0687	0.00472
<i>Cupania glabra</i>	4	0.0081	0.000066
<i>Diospyros yucatanensis</i>	14	0.0283	0.000801
<i>Drypetes lateriflora</i>	3	0.0061	0.000037
<i>Esenbeckia pentaphylla</i>	3	0.0061	0.000037
<i>Eugenia axillaris</i>	8	0.0162	0.000262
<i>Eugenia foetida</i>	3	0.0061	0.000037
<i>Eupatorium albicaule</i>	11	0.0222	0.000493
<i>Ficus cotinifolia</i>	12	0.0242	0.000586
<i>Gliricidia sepium</i>	3	0.0061	0.000037
<i>Gymnanthes lucida</i>	25	0.0505	0.00255
<i>Gymnopodium floribundum</i>	5	0.0101	0.000102
<i>Hampea trilobata</i>	9	0.0182	0.000331
<i>Jatropha gaumeri</i>	7	0.0141	0.000199
<i>Lonchocarpus guatemalensis</i>	1	0.002	0.000004
<i>Lonchocarpus rugosus</i>	57	0.1152	0.013271
<i>Lysiloma latisiliquum</i>	1	0.002	0.000004
<i>Malvaviscus arboreus</i>	3	0.0061	0.000037
<i>Melicoccus oliviformis</i>	2	0.004	0.000016
<i>Metopium brownei</i>	7	0.0141	0.000199
<i>Morinda royoc</i>	3	0.0061	0.000037
<i>Mosannonna depressa</i>	2	0.004	0.000016
<i>Nectandra salicifolia</i>	17	0.0343	0.001176
<i>Neea psychotrioides</i>	3	0.0061	0.000037
<i>Oeceoclades maculata</i>	1	0.002	0.000004
<i>Ottoschulzia pallida</i>	4	0.0081	0.000066
<i>Paullinia pinnata</i>	14	0.0283	0.000801
<i>Pithecellobium stevensonii</i>	11	0.0222	0.000493
<i>Pithecoctenium crucigerum</i>	3	0.0061	0.000037

Especie	ni	pi	(pi ²)
<i>Platymiscium yucatanum</i>	1	0.002	0.000004
<i>Psychotria nervosa</i>	20	0.0404	0.001632
<i>Pteridium aquilinum</i>	1	0.002	0.000004
<i>Randia aculeata</i>	22	0.0444	0.001971
<i>Randia longiloba</i>	1	0.002	0.000004
<i>Semialarium mexicanum</i>	3	0.0061	0.000037
<i>Serjania goniocarpa</i>	8	0.0162	0.000262
<i>Smilax mollis</i>	21	0.0424	0.001798
<i>Swartzia cubensis</i>	3	0.0061	0.000037
<i>Tabebuia chrysantha</i>	2	0.004	0.000016
<i>Thevetia gaumeri</i>	34	0.0687	0.00472
<i>Thrinax radiata</i>	13	0.0263	0.000692
<i>Zanthoxylum caribaeum</i>	1	0.002	0.000004
<i>Ziziphus mauritiana</i>	1	0.002	0.000004
<i>Zuelania guidonia</i>	2	0.004	0.000016
D	495	1	0.042695
S			0.957305

V.5.3 Estado de conservación del predio

Con base en los resultados obtenidos por estrato, el predio presenta baja diversidad, riqueza y equidad entre especies (**Cuadro V:13**). Sin embargo, el estrato herbáceo sobresale al presentar el mayor número de individuos por hectárea, especies y altos valores de diversidad.

Cuadro V:13. Índice de diversidad por estrato

Estrato	Arbóreo	Arbustivo	Herbáceo
Densidad	95	316	495
No. especies	20	38	56
Índice de diversidad Shannon	2.30	2.90	3.46
Índice de diversidad Simpson	0.83	0.91	0.95
Índice de dominancia Simpson	0.16	0.08	0.04
Índice de Riqueza Margaleft	4.17	6.430	8.86
Índice de equidad de Shannon	0.77	0.80	0.86

No obstante, en el Inventario Estatal Forestales y de Suelo del estado de Quintana Roo 2014⁴⁶, indica una densidad de 19,000 individuos por hectárea para la regeneración de las

⁴⁶ CONAFOR. 2013. Inventario Estatal Forestal y de Suelos Quintana Roo 2013. Comisión Nacional Forestal, Zapopan, Jalisco.

selvas medianas. Lo anterior ilustra que el predio presenta baja densidad en comparación al resto del estado.

Por otra parte, Smith y Smith (Op. Cit.) en diversos estudios de sucesión ecológica mencionan que se ha demostrado que la diversidad de especies aumenta en los estratos herbáceos y después disminuye en los estratos arbustivos. Luego la diversidad de especies aumenta de nuevo en una comunidad joven, y sólo disminuye mientras el bosque envejece. Sin embargo, el punto en la diversidad más alta ocurre durante el período de transición, después de la llegada de especies más tardías en la sucesión pero antes de la reducción (reemplazo) de especies tempranas. Si la frecuencia de perturbación es alta, entonces las especies más tardías de la sucesión nunca tendrán la oportunidad de colonizar el lugar; bajo este escenario la diversidad es baja.

Por tanto, se infiere que el predio se encuentra entre perturbación fuerte e intermedia, ya que presenta especies de la condición tardía (*Bursera simaruba*, *Piscidia piscipula*, *Lysiloma latisiliquum*, entre otras), pero bajos valores de índices de diversidad. Finalmente, en razón de lo anterior y tomando los resultados del análisis de diversidad y riqueza por estrato, el predio presenta vegetación secundaria arbustiva derivada de la selva mediana subperennifolia, lo que coincide con la carta de Uso de suelo y Vegetación Serie IV de INEGI.

V.5.4 Análisis comparativo con la microcuenca

El predio registra 103 especies, 84 géneros y 44 familias; en contraste, la microcuenca presenta 97 familias, 313 géneros y 459 especies. Es decir, existen aproximadamente tres veces más especies en la microcuenca que en el predio.

Por otro lado, el estrato arbóreo registra a nivel microcuenca alta diversidad con un valores de 3.13 y 0.90 con el índice de Shannon y Simpson, respectivamente. Mientras, el índice de Margalef fue de 15.48. Por el contrario, el estrato arbóreo en el predio, presentó 2.30 con el índice de Shannon y 0.83 con el índice de Simpson y el índice de riqueza Margalef es 4.17. En conclusión, a nivel estrato arbóreo, la microcuenca presenta mayor diversidad y riqueza de especies en comparación al predio.

Por otro lado, en estrato arbustivo, el predio registra 326 individuos por hectárea, 38 especies distintas, una riqueza de especies de 6.60, 2.90 de índice Shannon y 0.91 con el índice de Simpson. Ahora bien, el estrato arbustivo a nivel microcuenca registra 1,075 individuos, 89 especies, por tanto una riqueza de 12.61; respecto a la diversidad, el índice de Shannon un valor de 4.04 y 0.97 con el índice de Simpson. En resumen, la microcuenca

presenta más alta diversidad en comparación al predio, mientras la riqueza es aproximadamente dos veces mayor en la microcuena que en el predio.

En cuanto al estrato herbáceo, la riqueza es 14.88 en la microcuena y 8.86 en el predio con base en el índice de Margalef. Por otro lado, a nivel microcuena se registraron 1,014 individuos y 104 especies; mientras, en el predio se registran 495 individuos y 56 especies. Por otro lado, la diversidad con base en los índices de diversidad Shannon y Simpson es mayor en la microcuena que en el predio una diferencia de 0.5 (Shannon) y 0.02 (Simpson) **(Cuadro V:14)**. Por tanto, la diversidad es parecida a nivel estrato herbáceo, lo cual es coherente con el estado sucesión del predio.

Cuadro V:14. Índice de diversidad por estrato en el predio y microcuena Cancún

INDICADOR	ARBÓREO	ARBUSTIVO	HERBÁCEO
PREDIO			
Densidad	95	316	495
No. especies	20	38	56
Índice de diversidad Shannon	2.30	2.90	3.46
Índice de diversidad Simpson	0.83	0.91	0.95
Índice de dominancia Simpson	0.16	0.08	0.04
Índice de Riqueza Margalef	4.17	6.60	8.86
Índice de equidad de Shannon	0.77	0.79	0.86
MICROCUENA			
Densidad	1299	1075	1014
No. especies	112	89	104
Índice de diversidad Shannon	3.13	4.04	3.92
Índice de diversidad Simpson	0.90	0.97	0.930
Índice de dominancia Simpson	0.09	0.03	0.03
Índice de Riqueza Margalef	15.48	12.61	14.88
Índice de equidad de Shannon	0.66	0.90	0.84

Con respecto a las especies bajo protección en la NOM-059-SEMARNAT-2010, el predio registra dos especies bajo la categoría amenazadas y no son especies endémicas. En contraste, en la microcuena se registraron 16 especies, incluyendo las dos especies

presentes en el predio (*Tabebuia chrysantha* y *Thrinax radiata*), de las cuales, cuatros están sujetas a protección especial y el resto amenazadas (**Cuadro V:15**).

Cuadro V:15. Especies bajo protección en la NOM-059-SEMARNAT-2010 en el predio y microcuenca Cancún

FAMILIA	ESPECIE	DISTRIBUCIÓN	CATEGORÍA
PREDIO			
Bignoniaceae	<i>Tabebuia chrysantha</i>	No endémica	A
Arecaceae	<i>Thrinax radiata</i>	No endémica	A
MICROCUEENCA			
Anacardiaceae	<i>Astronium graveolens</i>	No endémica	A
Acanthaceae	<i>Avicennia germinans</i>	No endémica	A
Nolinaceae	<i>Beaucarnea pliabilis</i>	Endémica	A
Meliaceae	<i>Cedrela odorata</i>	No endémica	Pr
Arecaceae	<i>Coccothrinax readii</i>	Endémica	A
Combretaceae	<i>Conocarpus erectus</i>	No endémica	A
Zygophyllaceae	<i>Guaiacum sanctum</i>	No endémica	A
Combretaceae	<i>Laguncularia racemosa</i>	No endémica	A
Arecaceae	<i>Pseudophoenix sargentii</i>	No endémica	A
Rhizophoraceae	<i>Rhizophora mangle</i>	Endémica	A
Arecaceae	<i>Roystonea regia</i>	No endémica	Pr
Bignoniaceae	<i>Tabebuia chrysantha</i>	No endémica	A
Arecaceae	<i>Thrinax radiata</i>	No endémica	A
Orchidaceae	<i>Vanilla planifolia</i>	Endémica	Pr
Zamiaceae	<i>Zamia loddigesii</i>	No endémica	A
Zamiaceae	<i>Zamia polymorpha</i>	No endémica	Pr

Finalmente, respecto al estado de conservación, la microcuenca presenta grado de perturbación intermedia con tendencia a la condición tardía. En contraste el predio, presenta perturbación entre fuerte e intermedia, debido a los bajos índice de diversidad y baja presencia de especies de condición tardía.

V.6 FAUNA

V.6.1 Caracterización faunística al interior del predio

Con el objetivo de realizar una estimación de la abundancia de los organismos presentes en el predio, se procedió a realizar un conteo en transectos en banda o franja, que consiste en llevar a cabo observaciones a lo largo de líneas de una longitud y ancho definidos (Sélem-Salas, et al. 2004)⁴⁷.

Según lo explicado por Mandrujano, 2011⁴⁸, el ancho de banda se define en función de su visibilidad, la cual es afectada por factores como la cobertura vegetal, el relieve, la hora del día y la técnica de muestreo. Se pueden ubicar de manera aleatoria o sistemática según la situación lo requiera, evitando que se encuentren mut cercanos unos de otros. Una vez realizado el conteo, se procede a realizar el cálculo de la densidad de cada especie, con la siguiente ecuación:

$$D = \frac{n}{2wL}$$

Donde n es el número de animales contados, L es el largo total del transecto y w es el ancho del transecto a cada lado de la línea media. Si se tienen varios transectos, el largo total es la suma de las longitudes particulares de los transectos.

Para el caso que nos ocupa, se estableció un esfuerzo de muestreo de tres transectos de 600 m de largo (L=600) por 10 m de ancho (w=10), es decir, de un área de 1.80 Ha, lo que representa el 10% de la superficie total del predio y se contaron todos los organismos encontrados o detectados de manera visual o auditiva dentro de ese ancho de banda. En el **Cuadro V:16** se presentan los resultados del estudio realizado, así como algunos de los indicadores de diversidad calculados-

⁴⁷ Sélem-Salas, C.I. Sosa-Escalante, J. y Hernández-Betancourt, S. 2004. Aves y mamíferos En: Bautista-Zúñiga, F., Delfín-González, H., Palacio Prieto, J.L. y Delgado-Carranza, M.C. Eds.. Técnicas de muestreo para manejadores de recursos naturales, pp. 269-303, Universidad Nacional Autónoma de México, Universidad Autónoma de Yucatán, Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología e Instituto Nacional de Ecología.

⁴⁸ Mandrugano-Rodríguez, S. 2011. Conceptos generales de ecología poblacional en el manejo de fauna silvestre. En: Gallina-Tesaro, S. y López-González, C., Eds. Manual de Técnicas para el estudio de la fauna, pp. 37-60, Universidad Autónoma de Querétaro e Instituto de Ecología, AC.

Cuadro V:16. Resultados del estudio de fauna realizado en el predio Arbolada II.

Nombre científico	Nombre común	Transectos			Total	Densidad (ind/ha)	Abundancia (18.02 ha)	Índice de Shannon	Índice de Simpson
		1	2	3				$pi * L_{npi}$	$n(n-1)$
<i>Ortalis vetula</i>	Chachalaca	7	1 1	2 0	38	21	378	-0.26	142506
<i>Buteo magnirostris</i>	Aguililla caminera		1		1	1	18	-0.03	306
<i>Buteo brachyurus</i>	Aguililla cola corta			1	1	1	18	-0.03	306
<i>Coragyps atratus</i>	Zopilote común	4	2	3	9	5	90	-0.11	8010
<i>Catartes aura</i>	Zopilote cabeza roja	4	1	5	10	6	108	-0.12	11556
<i>Columbina talpacoti</i>	Tortolita	2	4	1	7	4	72	-0.09	5112
<i>Crotophaga sulcirostris</i>	Garrapatero	4	2	3	9	5	90	-0.11	8010
<i>Glaucidium brasilianum</i>	Viejita		1		1	1	18	-0.03	306
<i>Chlorostilbon canivetii</i>	Esmeralda tijereta		1		1	1	18	-0.03	306
<i>Amazilia yucatanensis</i>	Colibrí yucateco		1	1	2	1	18	-0.03	306
<i>Melanerpes aurifrons</i>	Carpintero	1		1	2	1	18	-0.03	306
<i>Xiphorhynchus flavigaster</i>	Trepatroncos bigotudo	1			1	1	18	-0.03	306
<i>Pitangus sulphuratus</i>	Luis bienteveo	2	2	3	7	4	72	-0.09	5112
<i>Myiozetetes similis</i>	Luis gregario	2	1	1	4	2	36	-0.05	1260
<i>Myiarchus yucatanensis</i>	Copetón yucateco	1		2	3	2	36	-0.05	1260
<i>Tyrannus melancholicus</i>	Tirano tropical			1	1	1	18	-0.03	306
<i>Cyanocorax yucatanicus</i>	Chara yucateca	2 0	1 9	5	44	24	432	-0.28	186192
<i>Cyanocorax yncas</i>	Chara verde		7	5	12	7	126	-0.13	15750
<i>Cyanocorax morio</i>	Chara pea	7	8	6	21	12	216	-0.19	46440
<i>Mimus gilvus</i>	Cenzontle tropical	1 3	1 2	4	29	16	288	-0.22	82656
<i>Saltator coerulescens</i>	Picurero grisáceo	1	2	1	4	2	36	-0.05	1260
<i>Saltator atriceps</i>	Picurero cabeza negra		1	1	2	1	18	-0.03	306
<i>Quiscalus mexicanus</i>	Zanate mexicano	2 2	1 1	1 5	48	27	487	-0.29	236682
<i>Dives dives</i>	Tordo cantor	6	5	5	16	9	162	-0.16	26082
<i>Icterus cucullatus</i>	Bolsero encapuchado			2	2	1	18	-0.03	306
<i>Icterus auratus</i>	Bolsero yucateco	5	1	2	8	4	72	-0.09	5112
<i>Icterus gularis</i>	Bolsero de Altamira			2	2	1	18	-0.03	306

Nombre científico	Nombre común	Transectos			Total	Densidad (ind/ha)	Abundancia (18.02 ha)	Índice de Shannon	Índice de Simpson
		1	2	3				$\pi^*Ln\pi$	$n(n-1)$
<i>Icterus prothemelas</i>	Bolsero capucha negra			1	1	1	18	-0.03	306
<i>Basiliscus vittatus</i>	Tolok		1	1	2	1	18	-0.03	306
<i>Sceloporus chrysostictus</i>	Merech	1	1	1	3	2	36	-0.05	1260
<i>Norops sagrei</i>	Toloquito	1	1	1	3	2	36	-0.05	1260
<i>Didelphys virginiana</i>	Tlacuache			1	1	1	18	-0.03	306
<i>Peromyscus mexicanus</i>	Ratón venado			1	1	1	18	-0.03	306
							3043	-2.86	790110
								N(N-1)	9256806
								D	0.09
								1-D	0.91

Se identificó un total de 33 especies en el predio, de los cuales 28 son del grupo de las aves, 4 del grupo de los reptiles y 2 del grupo de los mamíferos. Los resultados obtenidos demuestran que la diversidad de la fauna en el predio, es considerablemente menor a la de la microcuenca, ya que mientras en la microcuenca hay 434 especies, el muestreo de fauna indicó la presencia de 33. El **Cuadro V:17** muestra la comparación de los datos obtenidos de la microcuenca con los datos del predio. Se puede observar que los índices son mayores en la primera que en el segundo. Con esto, se puede concluir que no se compromete la diversidad de la fauna de la microcuenca con el desarrollo del proyecto.

Cuadro V:17. Comparación de los índices de diversidad del predio con los de la microcuenca Cancún.

Grupo	Riqueza	Shannon	Simpson (1-D)	Margalef	Equidad
Microcuenca	434	5.29	0.99	50.67	0.87
Predio	33	2.84	0.91	3.99	0.81

V.6.1.1 Especies en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010

Al interior del predio únicamente se encontró en el predio, mas no en los transectos de muestreo, un solo ejemplar de la especie *Ctenosaura similis*, incluida en la categoría de Amenazada (A), en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010.

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

Las características más simples para conocer el estado de un predio en un tiempo determinado son el diámetro a la altura de pecho (DAP) y la altura total. Otras variables de especial interés son la densidad y el área basal. Sin embargo, cuando la caracterización tiene como meta la valoración económica, el volumen de madera es la variable más importante (Cancino, 2006).⁴⁹

El volumen es la medida de la cantidad de madera sólida más ampliamente utilizada. La determinación directa del volumen se realiza mediante métodos analíticos, gráficos o por desplazamiento de líquidos; el primero es el más utilizado. El método analítico asume que la forma del fuste del árbol, ya sea como un todo o por secciones, es semejante a sólidos geométricos básicos. El volumen de esos sólidos se obtiene mediante modelos matemáticos específicos, los que a su vez se utilizan para la cubicación de árboles y trozas (Cancino, Op. Cit.).

A nivel nacional existe una gran variedad de modelos para estimar el volumen, predecir el crecimiento forestal, la densidad, entre otros. En 1960, México presentó un proyecto a la FAO para realizar el inventario forestal nacional del país, mismo que fue aceptado sin modificación alguna. Durante 1961-1985 se llevó a cabo el inventario en el cual se generaron ecuaciones de volumen por estado o región, mismos que actualmente se utilizan (CONAFOR, 2012).⁵⁰

El objetivo del presente capítulo es determinar el volumen en metros cúbicos para las especies forestales y por predio que se extraerán por la eliminación de la vegetación como consecuencia del cambio de uso de suelo.

VI.1 METODOLOGÍA

La metodología para la estimación de volumen de las especies dentro del predio que será sujeto a cambio de uso de suelo, se divide en las siguientes etapas: estimación del tamaño

⁴⁹ Cancino J. 2006. *Dendrometría básica*. Universidad de Concepción, Facultad de Ciencias Forestales, Concepción, Chile.

⁵⁰ CONAFOR. 2012. *Inventario Nacional Forestal y de Suelos. Informe 2004-2009*. Comisión Nacional Forestal. Zapopan, Jalisco.

de muestra, diseño de muestreo, fase de campo y estimación de los indicadores dasométricos.

- Tamaño de muestra

La determinación del tamaño de muestra se llevó a cabo mediante un modelo estadístico que requiere la estimación del coeficiente de variación de una variable de interés de la población a muestrear. De tal forma que fue necesario llevar a cabo una prueba piloto para la obtención de dicho parámetro estadístico a partir de la variable de interés, en este caso el área basal, debido a la rapidez y facilidad de su estimación. Una vez obtenidos los parámetros de la prueba piloto se calculó el tamaño mínimo de muestra mediante el siguiente modelo estadístico:

$$n = \frac{t^2 * CV^2}{E^2 + \frac{t^2 * CV^2}{N}}$$

Donde:

n =número de unidades muestrales

E =error con el que se quiere obtener los valores de un determinado parámetro

t =valor que se obtiene de las tablas de “ t ” de Student, generalmente se usa $t=0.05$

N =total de unidades muestrales en toda la población

CV =coeficiente de variación

- Diseño de muestreo

El diseño de muestreo fue simple aleatorio (**Figura VI:1**) el cual se basa en el supuesto de que los puntos de muestreo de toda la población, se eligen de tal forma, que cualquier combinación de n unidades, tenga la misma oportunidad de ser seleccionada. Se lleva a cabo seleccionando cada unidad al azar e independientemente de cualquier unidad previamente obtenida (Bautista - Zúñiga *et al.*, Op. Cit.).



	Documento Técnico Unificado Modalidad A Arbolada II		Simbología ● Sitios de muestreo □ Límite del predio	Datum: WGS 1984 Falso Este: 500,000.0000 Falso Norte: 0.0000 Meridiano central: -87.0000 Factor de escala: 0.9996 Latitud de origen: 0.0000 Unidades: Metros Proyección: Transversal de Mercator Sistema de coordenadas: WGS 1984 UTM Zona 16 Norte
	Supermanzana 336, Mza 01, Lote 04 Avenida Durango Ciudad de Cancún, Quintana Roo.			

Figura VI:1. Ubicación de los sitios de muestreo.

- Fase de campo

El levantamiento de vegetación consistió en la identificación de un punto de muestreo, este punto sirvió como centro de tres sitios circulares. El punto inicial se ubicó con dirección al norte, a partir de éste se marcaron los individuos a favor de las manecillas del reloj, del mismo modo para los resto de los sitios.

El primer sitio tuvo como objetivo registrar las características dasométricas del arbolado con diámetro normal mayor o igual a 10 cm; en una radio de 12.6 m, por tanto superficie de 500m². Mientras, el segundo sitio, con superficie de 100 m² y radio de 5.64 m, el objetivo principal fue registrar la regeneración natural del predio; es decir, los individuos con diámetro normal mayor o igual a 5 y menores a 10 cm. Finalmente, el tercer sitio contó con una superficie de 5 m² y radio de 1.26 m, el objetivo fue registrar las especies con diámetros menor o igual a 5 cm, también llamados brinzales. Para cada sitio se registró, el número de individuos, altura total y diámetro normal, con la finalidad de obtener las variables de interés en un predio forestal (densidad, área basal y volumen).

- Estimación de variables dasométricas

Densidad

La densidad es el número de individuos por unidad de área (Smith y Smith, Op. Cit.), de tal forma que la densidad se obtuvo con el número de individuos registrados en el muestreo y extrapolando a hectáreas y a la superficie del predio. Cabe destacar que la ocupación del sitio depende también del tamaño de los individuos. Así, un número constante de árboles por unidad de superficie, representará diversos grados de ocupación del sitio y de densidad dependiendo del tamaño de los árboles (Cancino, Op. Cit). Por tanto, además de la densidad, se presentan las categorías de altura y diámetro de los individuos registrados.

Área basal

El área basal es la suma de la sección transversal del fuste a la altura del pecho de todos los árboles por unidad de superficie (Ugalde, 1981)⁵¹. El área basal se obtuvo inicialmente por individuo, una vez obtenido por individuo se extrapoló a nivel hectárea. La estimación se llevó a cabo mediante la siguiente ecuación:

$$AB = \pi * r^2$$

Donde:

AB= Área basal

⁵¹ Ugalde L.A. 1981. *Conceptos básicos de dasometría*. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. Programa de Recursos Naturales Renovables. Turrialba, Costa Rica.

$$\pi = 3.1416$$

r = Radio

Volumen

El volumen es la medida de la cantidad de madera sólida más ampliamente utilizada. Entiéndase madera como parte sólida de los árboles por debajo de la corteza, formada por un conjunto de elementos lignificados, lo mismo tráqueas o traqueidas. En sentido estricto, en cuanto al período de su formación, toda suerte de tejido secundario producido por el cambium hacia el interior del mismo (García-Esteban *et al.*, 2003)⁵². Con base en lo anteriormente mencionado, se estimó el volumen para las especies forestales maderables. Mientras para las especies forestales no maderables (Ej. *Sabal* sp., *Beaucarnea* sp., *Coccothrinax* sp. etc.) se estimó sólo la densidad y área basal. La metodología para la estimación de volumen total de las especies forestales maderables se obtuvo mediante las ecuaciones generadas en el Inventario Estatal Forestal de Campeche 1985 (IEFC). El modelo estadístico utilizado para generar las ecuaciones fue el siguiente:

$$\text{Volumen} = \text{Exp}[C_0 + C_1 \log(D) + C_2 \log(HT)]$$

Donde

C_0, C_1, C_2 = Coeficientes de regresión

D = Diámetro Normal

HT = Altura Total

\log = Logaritmo natural

Además, con la finalidad de tener una estimación precisa, el IEFC dividió las especies en 13 grupos botánicos, para cada grupo se generó una ecuación y tabla de volumen. Asimismo, para las especies que no se generaron las tablas, se estima el volumen mediante las ecuaciones del estado de Chiapas (**Cuadro VI:1**)

Cuadro VI:1. Ecuaciones para el cálculo de volúmenes forestales. Fuente: Inventario Forestal del Estado de Campeche.

GRUPO BOTÁNICO		ECUACIÓN
I	Cedro	$VOL = \text{EXP}(-9.64583328+1.79389367\text{LOD}(D)+1.03915044\text{LOG}(HT))$
II	Caoba	$VOL = \text{EXP}(-10.06001321+1.98160359\text{LOD}(D)+1.03695598\text{LOG}(HT))$
III	Ox	$VOL = \text{EXP}(-9.53415154+1.85980581\text{LOD}(D)+0.96989346\text{LOG}(HT))$
IV	Chicozapote	$VOL = \text{EXP}(-9.84923104+1.91175328\text{LOD}(D)+1.04555238\text{LOG}(HT))$

⁵² García-Esteban L., Guindeo-Casasus A., Peraza-Oramas C. y Palacios de Palacios P. 2003. *La madera y su anatomía*. Muni-Prensa. México, D.F.

GRUPO BOTÁNICO		ECUACIÓN
V	Jobo	$VOL = EXP(-9.88284891+1.92178549LOD(D)+1.04714889LOG(HT))$
VI	Anona de Llano	$VOL = EXP(-10.09141259+1.93246219LOD(D)+1.06194865LOG(HT))$
VII	Boxcheche	$VOL = EXP(-9.98357915+1.95005045LOD(D)+1.05153755LOG(HT))$
VIII	Manzanillo	$VOL = EXP(-8.81312542+1.56449274LOD(D)+1.08361129LOG(HT))$
IX	Chacá	$VOL = EXP(-9.60981068+1.82854720LOD(D)+1.01082458LOG(HT))$
X	Dzalam	$VOL = EXP(-9.56438150+1.82330416LOD(D)+1.01741981LOG(HT))$
XI	Pseudobombax ellipticum	$VOL = EXP(-9.52774573+1.76329569LOD(D)+1.08168791LOG(HT))$
XII	Jobillo	$VOL = EXP(-9.83322527+1.92412457LOD(D)+1.00970142LOG(HT))$
XIII	Otras	$VOL = EXP(-9.41737421+1.76385327LOD(D)+1.04067809LOG(HT))$
III CHIS	Gymnopodium floribundum	$VOL = EXP(-10.22400164+1.93392327LOD(D)+1.12044335 LOG(HT))$
XIV CHIS	Ceiba aesculifolia	$VOL = EXP(-9.82944377+1.9060093 LOD (D)+1.04047533 LOG(HT))$

Con base en la metodología mencionada anteriormente, primeramente se dividieron las especies encontradas en el levantamiento de vegetación en los diferentes grupos botánicos para conocer la ecuación que le corresponde. En el predio en cuestión solo se registraron especies dentro de los grupos V, VIII, X, XI, XIII y III CHIS (**Cuadro VI:2**).

Cuadro VI:2. Ecuaciones aplicadas para la determinación del volumen forestal para cada una de las especies registradas en el predio.

GRUPO	NOMBRE CIENTÍFICO
V	<i>Bursera simaruba</i>
VIII	<i>Metopium brownei</i>
X	<i>Caesalpinia violacea</i>
	<i>Gliricidia sepium</i>
	<i>Lonchocarpus rugosus</i>
	<i>Lysiloma latisiliquum</i>
	<i>Platymiscium yucatanum</i>
	<i>Swartzia cubensis</i>
XI	<i>Ficus cotinifolia</i>
	<i>Ficus maxima</i>
	<i>Thevetia gaumeri</i>
XII	<i>Thouinia paucidentata</i>
XIII	<i>Coccoloba spicata</i>
	<i>Cordia dodecandra</i>
	<i>Exothea diphylla</i>
	<i>Piscidia piscipula</i>
	<i>Vitex gaumeri</i>
	<i>Ziziphus mauritiana</i>
III-CHIS	<i>Ceiba aesculifolia</i>

Cabe destacar que se estimó el volumen para los individuos con diámetro mayor a 10 cm de diámetro normal (registrados en el sitio de 500 m²). Lo anterior debido a que para el ecosistema selva los individuos por debajo de 10 cm se consideran regeneración (Godínez-Ibarra y López-Mata, 2002⁵³ y Leigue-Gómez, 2011⁵⁴).

Finalmente, es necesario puntualizar que las ecuaciones de volumen para el estado de Campeche se elaboran para individuos dentro de las categorías de altura 5 a 45 m y clases diamétricas de 10 a 130 cm. Por tanto, estimar los volúmenes de los individuos fuera de esos rangos sesga los resultados. Por tal razón, no se estima el volumen para los individuos despuntados o que se encuentran fuera de las categorías de altura y diámetros mínimas.

VI.2 RESULTADOS

VI.2.1 Estimación del tamaño de muestra

Con base en la fórmula matemática presentada en la metodología se obtiene que 20 sitios de 500 m² con una muestra confiable para la estimación de área basal y volumen. La intensidad de muestreo fue 5.5%, para las 18.02 ha del predio. En el **Cuadro VI:3** se especifican los valores de las variables utilizadas para la estimación del tamaño de muestra.

Cuadro VI:3. Variables para la estimación del tamaño de muestra.

Variables para la estimación	Valores
Valor de t (n-1)	1.7291
Coefficiente de variación	0.87
Número de sitios levantados (n)	20
Error de muestreo establecido (%)	5
Tamaño de muestra mínima	20

VI.2.2 Diversidad arbórea

El estrato arbóreo está compuesto por 20 especies distintas, 19 géneros y 12 familias. La familia leguminosae es la mejor representada con 7 géneros y 7 especies. Mientras el resto de las familias solo cuentan con 2 o 1 especies o géneros (**Figura VI:2**).

⁵³ Godínez-Ibarra O. y López-Mata L. 2002. Estructura, composición, riqueza y diversidad de árboles en tres muestras de selva mediana subperennifolia. Anales del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México. *Serie botánica*, **73**:283-314.

⁵⁴ Leigue-Gómez J.W. 2011. Regeneración natural de nueve especies maderables en un bosque intervenido de la Amazonia Boliviana. *Acta Amazónica*, **41**:135-142.

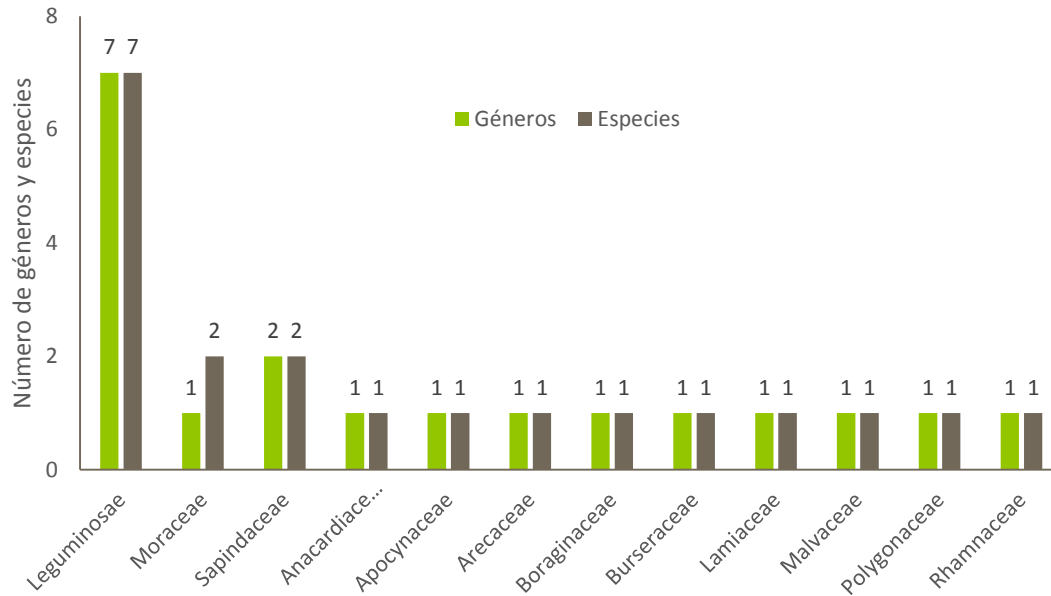


Figura VI:2. Número de especies y géneros por familias de árboles

Por otra parte, se registraron solo 95 individuos, *Lysiloma latisiliquum* y *Vitex gaumeri*, son los mejor representados con 33 y 16 individuos. Dentro de las especies forestales, destaca la presencia de *Sabal yapa*, especie de palma forestal no maderable, la cual registra tres individuos (Figura VI:3).

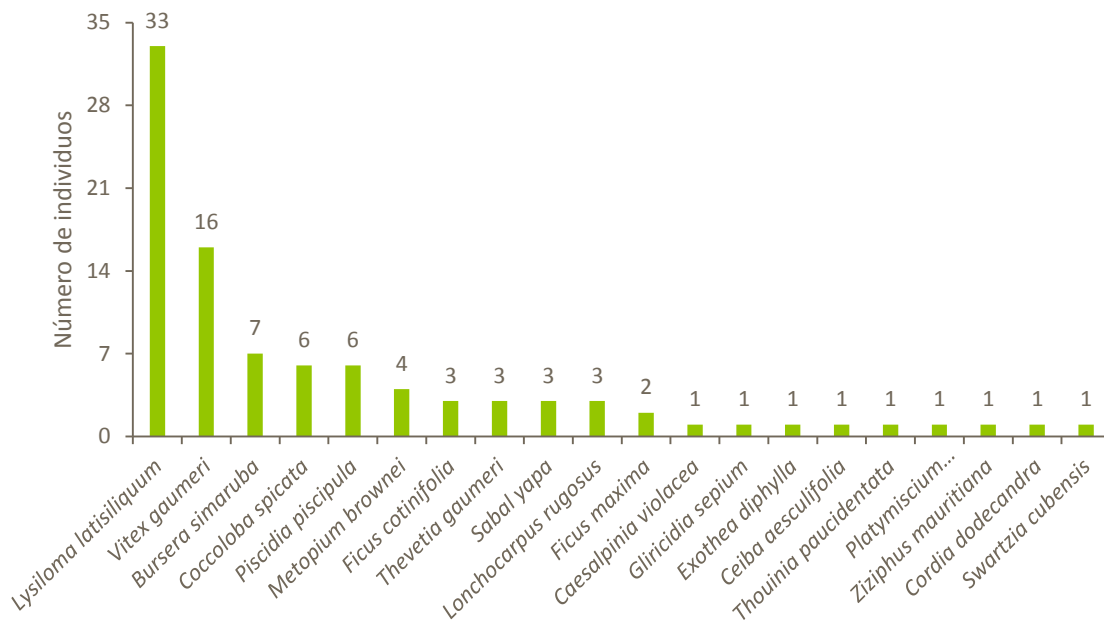


Figura VI:3. Especies registradas en el predio

VI.2.3 Variables dasométricas

Los individuos registrados para el cálculo del volumen van desde la categoría 2.5 a 12.5, siendo la categoría 7.5 la que presenta el mayor número de individuos (67) (**Figura VI:4**).

Cabe mencionar, que en la categoría 2.5 se registra un individuo, el cual no se toma para la estimación de los volúmenes. La altura máxima registrada fue ocho metros, para diversos individuos de *Lysiloma latisiliquum*, *Vitex gaumeri* y *Bursera simaruba*.

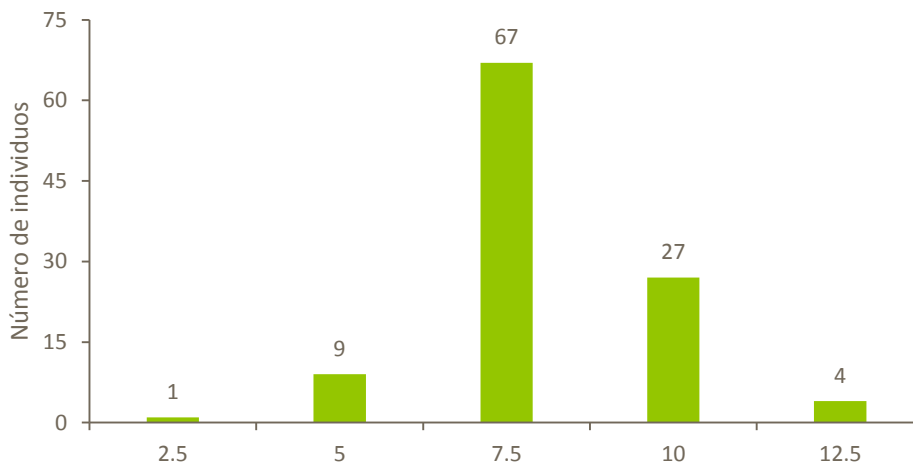


Figura VI:4. Categorías de altura para árboles forestales

Por otra parte, respecto a las categorías diamétricas se registran desde la categoría 10 a 30; la primera es la mejor representada con 4 individuos. *Vitex gaumeri* es la especie que registra la altura máxima con 28 cm, siendo la única especie dentro de la categoría diamétrica 30 (**Figura VI:5**).

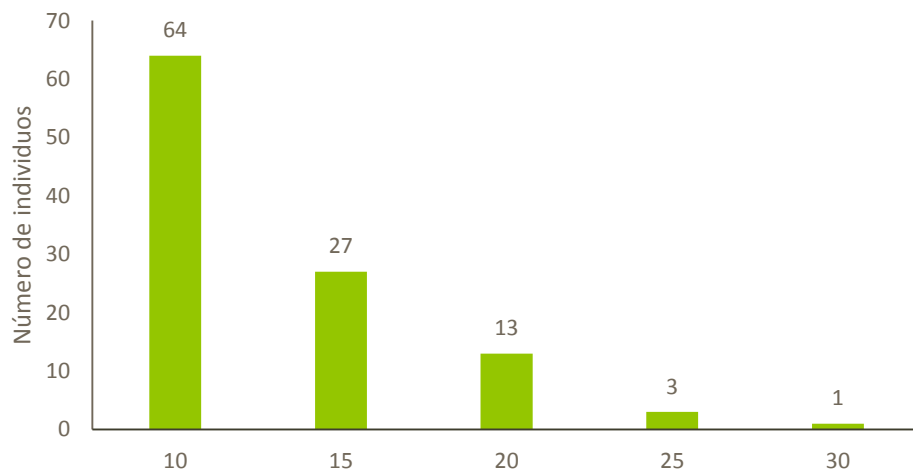


Figura VI:5. Categorías diamétricas para árboles forestales

El predio registra 95 individuos, los cuales suman un volumen de 7.76 m³/ha y área basal de 1.66 m²/ha; por tanto, a nivel predio se obtienen 1,711 individuos, 139.77 m³ y 29.91 m² (**Cuadro VI:4**).

Cuadro VI:4. Variables para la estimación del tamaño de muestra.

Especie	Densidad (ind/ha)	Volumen (m ³ /ha)	Área basal (m ² /ha)	Densidad (ind/18.02)	Volumen (m ³ /18.02 ha)	Área basal (m ² /18.02 ha)
<i>Bursera simaruba</i>	7	0.342	0.079	126	6.16	1.42
<i>Caesalpinia violacea</i>	1	0.035	0.008	18	0.63	0.14
<i>Ceiba aesculifolia</i>	1	0.074	0.048	18	1.33	0.86
<i>Coccoloba spicata</i>	6	0.264	0.060	108	4.76	1.08
<i>Cordia dodecandra</i>	1	0.048	0.009	18	0.86	0.16
<i>Exothea diphylla</i>	1	0.048	0.009	18	0.86	0.16
<i>Ficus cotinifolia</i>	3	0.104	0.032	54	1.87	0.58
<i>Ficus maxima</i>	2	0.106	0.025	36	1.91	0.45
<i>Gliricidia sepium</i>	1	0.052	0.011	18	0.94	0.2
<i>Lonchocarpus rugosus</i>	3	0.163	0.028	54	2.94	0.5
<i>Lysiloma latisiliquum</i>	33	2.885	0.611	595	51.99	11.01
<i>Metopium brownei</i>	4	0.378	0.066	72	6.81	1.19
<i>Piscidia piscipula</i>	6	0.366	0.072	108	6.6	1.3
<i>Platymiscium yucatanum</i>	1	0.05	0.008	18	0.9	0.14
<i>Sabal yapa*</i>	3	-	0.066	54	-	1.19
<i>Swartzia cubensis</i>	1	0.066	0.009	18	1.19	0.16
<i>Thevetia gaumeri</i>	3	0.126	0.030	54	2.27	0.54
<i>Thouinia paucidentata</i>	1	0.054	0.009	18	0.97	0.16
<i>Vitex gaumeri</i>	16	2.545	0.472	288	45.86	8.51
<i>Ziziphus mauritiana</i>	1	0.051	0.009	18	0.92	0.16
Total	95	7.757	1.661	1,711	139.77	29.91

Cabe destacar, que *Lysiloma latisiliquum* y *Vitex gaumeri* son las especies que presentan los máximos valores de volumen y área basal.

Lysiloma latisiliquum y *Vitex gaumeri* suman un volumen de 2.89 y 2.55 m³/ha, el resto va de 0.05 m³/ha (*Platymiscium yucatanum*) a 0.38 m³/ha (**Figura VI:6**); lo anterior, es coherente a las especies con mayor densidad, además son las especies con los diámetros y altura máximas.

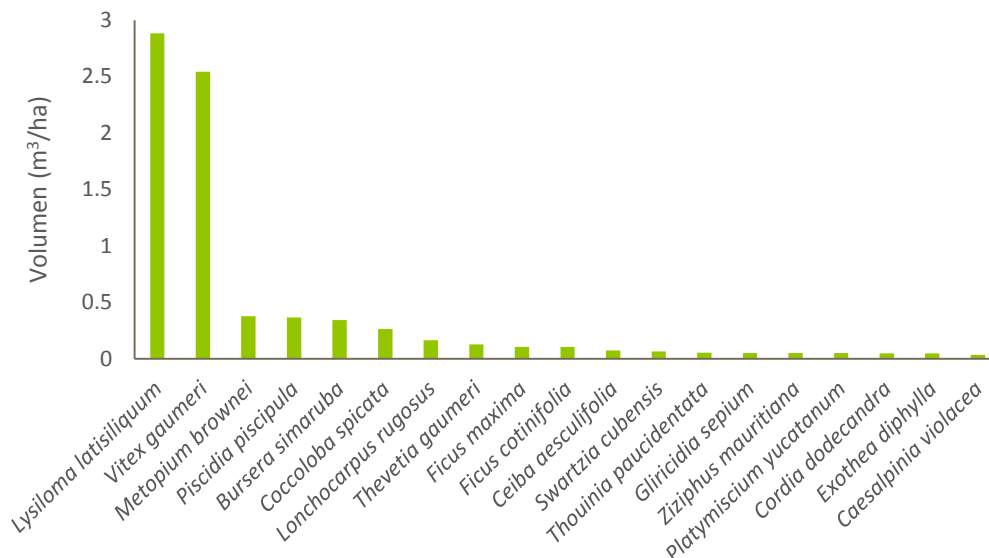


Figura VI:6. Volumen por especies registrada en el predio

Análogamente, *Lysiloma latisiliquum* y *Vitex gaumeri* son las especies con los máximos valores de área basal con 0.61 y 0.47 m²/ha. El valor mínimo es 0.0081 m²/ha para *Caesalpinia violacea* y *Platymiscium yucatanum* (Figura VI:7).

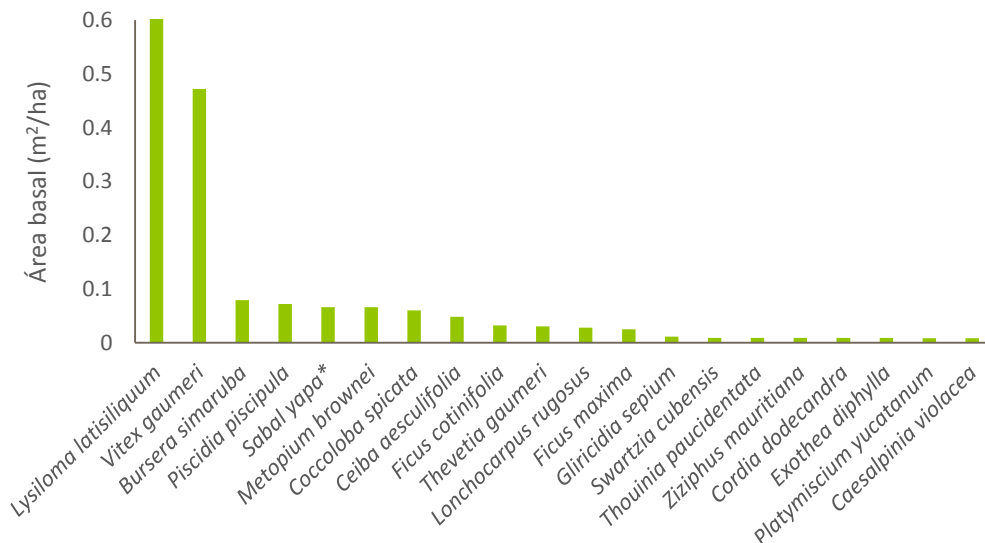


Figura VI:7. Área basal por especies registrada en el predio

En resumen, el predio registra baja densidad, mientras que los individuos presentes se encuentran en la categoría diamétrica 10 y de altura 7.5. Por tanto, presenta baja área basal y volumen.

De acuerdo con el Inventario Estatal Forestal de Quintana Roo (Op. Cit.), las selvas altas y medianas del estado no se consideran con potencial forestal maderable debido a los bajos valores obtenidos en la estimación de los indicadores dasométricos (densidad promedio de 963 individuos por hectáreas, 17.5 m²/ha de área basal y 112.83 m³/ha de volumen). Con base en lo anterior y los resultados obtenidos para el predio, se concluye que éste no presenta las condiciones dasométricas mínimas para llevar a cabo un aprovechamiento forestal maderable.

VII PLAZO Y FORMA DE EJECUCIÓN DEL CAMBIO DE USO DE SUELO

El cambio de uso de suelo que se sujeta a autorización en materia de impacto ambiental y forestal, se planea ejecutar en un plazo de 5 años a partir de la autorización del proyecto, durante dicho periodo se aplicarán las medidas de mitigación propuestas en el presente Documento Técnico Unificado.

A continuación se presenta la descripción de cada una de las actividades contempladas en el proceso de cambio de uso del suelo en el proyecto:

- Capacitación de personal

Se implementará un programa de concientización con el objetivo de que el personal conozca las disposiciones ambientales de la obra y aquellas relacionadas con el cambio de uso del suelo. Se llevarán a cabo pláticas informativas para la concientización ambiental del personal involucrado, en donde se abordarán temas como la importancia de la diversidad biológica existente en el predio, los problemas que se generan a partir del manejo inadecuado de los residuos, los efectos de la contaminación del agua y del suelo, así como la importancia de mantener buenos hábitos de limpieza e higiene en la zona de trabajo para la prevención de enfermedades y para la conservación de un ambiente de trabajo sano y digno, entre otros. Estas pláticas podrán ser impartidas por el responsable de la obra o por la empresa encargada del seguimiento ambiental, quien en todo caso deberá verificar estas se lleven a cabo en tiempo y forma. Este programa se ejecutará de forma previa al inicio de las actividades y una vez cada seis meses en caso de que así se requiera.

- Instalación de letrinas portátiles

Se contratarán servicios de alquiler de una letrina por cada trabajador en obra, así como del vaciado, limpieza y conducción de los residuos a la planta de tratamiento correspondiente. Esta medida se implementará durante todo el proceso de cambio de uso del suelo, con el objetivo de evitar en su totalidad el fecalismo al aire libre.

- Delimitación topográfica

A fin de que se respeten los límites del predio y se evite la afectación de mayor vegetación de la proyectada, se procederá a realizar la mensura del proyecto aplicando métodos topográficos. Esta actividad se caracteriza por trazar y delimitar las superficies del predio

en las que se llevará a cabo el cambio de uso de suelo. Para ello, se emplearán cintas plásticas para acordonar las áreas que serán conservadas e incorporadas al diseño del proyecto, así como identificar las áreas que serán desmontadas. Dicha delimitación topográfica, se realiza mediante dos cuadrillas de tres integrantes cada una, formadas por un topógrafo y dos cadeneros; quienes llevan consigo una estación total, estadales de prisma, estacas, trompos, clavos pintura y cordón. El levantamiento se realiza partiendo de un banco de nivel previamente establecido, de ahí se “tiran” las líneas perimetrales y se van marcando cadenamientos a cada 10 m, hasta cerrar el polígono. Para el levantamiento de los niveles topográficos, se realiza una cuadrícula a cada 10 m en ambos sentidos, y transportando el banco de nivel para lograr visión de todos los puntos, una vez levantado todo el terreno, se baja la información de la estación total en el sistema y se crean las curvas de nivel, a partir de las cuales se parte para el cálculo de los niveles de rasantes.

Para complementar esta actividad se contempla la aplicación cuando se requiera de las siguientes medidas, así como en las demás fases que le corresponda dentro del proyecto:

1. Determinación de las fronteras del predio.
2. Delimitación de las áreas verdes con cobertura de vegetación natural del proyecto.
3. Delimitación y trazo de las áreas de construcción

Esta actividad se realizará durante el primer mes del proyecto a partir de su autorización.

- Identificación y marcaje de plantas a rescatar

Tal y como es señalado en el Programa de Rescate de Vegetación se llevarán a cabo recorridos dentro del predio con el fin de seleccionar las especies presentes que son susceptibles a ser rescatadas, y en su caso, las especies que deberán ser eliminadas dada su condición de invasoras. Para tal fin el programa en comento señala la densidad de rescate por especie, tomando en cuenta las especies identificadas, los criterios de selección y abundancia en el sitio; así como el área solicitada para cambio de uso de suelo en terreno forestal (CUSTF). Esto con el fin de que la comunidad de individuos rescatados represente adecuadamente a la comunidad original del predio. Por otro lado, serán identificadas aquellas especies que guarden relación con las comunidades de fauna presentes en el predio con el fin de conservar estas interacciones, por lo que se tomará en cuenta si la especie es forrajera, melífera, o si da frutos comestibles.

Los criterios a seguir para hacer la selección de especies son los siguientes:

1. La especie está incluida en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010 con alguna categoría de protección (Importancia legal).

2. La especie representa una fuente de alimento o hábitat para la fauna local por lo que el rescate de la misma contribuye a la conservación de las poblaciones de animales silvestres (Importancia ecológica).
3. La especie es importante desde el punto de vista estético o de ornato y por lo tanto es susceptible de ser incorporada al proyecto (Importancia ornamental).
4. La especie no es exótica invasora, no es introducida y no constituye competencia alguna para las especies de flora nativa.
5. La especie no se asocia a la presencia de plagas, ya sea de insectos o cualquier especie de fauna nociva.

Las actividades de identificación y marcaje de plantas a rescatar tendrán una duración aproximada de dos meses.

- Selección e instalación del vivero

Para la ejecución del Programa de Rescate de Vegetación, será necesario llevar a cabo la conformación del vivero provisional en el que serán resguardados los individuos a rescatar, el cual se localizará en el lote del predio cuyo uso de suelo es precisamente el de equipamiento para servicios y vivero, y deberá cumplir con las características que se describen en el programa de rescate con el fin de proporcionar las condiciones óptimas para el desarrollo de las plantas. En el área donde se establecerá el vivero provisional se les brindará cuidado y mantenimiento a las plantas rescatadas dentro del predio.

La empresa contratada para llevar a cabo el rescate de las plantas será la encargada de delimitar el área y ejecutar el rescate de las especies susceptibles para destinarlas temporalmente al área asignada. Después de la delimitación, se continuará con el chapeo y la limpieza del sitio para el establecimiento del vivero, tomando en cuenta que si la sombra no es suficiente para todos los individuos se colocará malla sombra. Cabe destacar que antes de iniciar con el rescate se asegurará la disponibilidad de agua para el riego de las plantas rescatadas, por lo que se realizará la colocación de tinacos en el lugar.

La selección y limpieza del sitio para el vivero se realizará dentro de los cuatro primeros meses contados a partir de la autorización del proyecto en materia de impacto ambiental y de cambio de uso del suelo.

- Rescate de vegetación

Siguiendo lo recomendado dentro del Programa de Rescate de Vegetación, se seleccionará y llevará a cabo la(s) técnica(s) adecuadas y más convenientes para el rescate de la misma, posteriormente se les dará el manejo establecido para sembrarlo en bolsas

plásticas y posteriormente llevar a cabo su traslado al sitio de acopio temporal. Después se les dará el manteniendo y cuidados establecidos hasta el momento de su reforestación.

- Rescate y reubicación de fauna

En general los procedimientos para la protección y rescate de la fauna que habita en el predio, estarán encaminados a la aplicación de técnicas no agresivas, ya que el predio cuenta con vegetación colindante similar a la que actualmente presenta el terreno.

Sin embargo, el uso de mecanismos para la captura, está exceptuado únicamente en casos particulares y aislados o para aquellas especies que por su tamaño, condiciones físicas, edad, entre otros factores, sea poco efectivo o inviable el ahuyentamiento. Por tanto, las acciones a llevar se limitarán mayormente al ahuyentamiento de la fauna de todos los grupos (con énfasis a aquellas en alguna categoría dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010) a través de recorridos en la zona provocando la huida de la fauna, pues ante la presencia o actividad humana y el ruido los mismos individuos se desplazarán inmediatamente a áreas más seguras. La metodología se detalla en el anexo destinado al programa de rescate de fauna. Para el caso de los organismos que por alguna circunstancia queden expuestos y no puedan ser ahuyentados, es decir, aquellos que permanezcan inmóviles y/o lejos del suelo rocoso donde puedan resguardarse, su captura podrá ser de forma indirecta con el uso de herramientas adecuadas como redes, mallas, ganchos etc.; y posteriormente serán reubicados en las zonas destinadas y asignadas en dicho programa.

- Mantenimiento de planta en vivero

Esta fase consiste en el mantenimiento de las plantas rescatadas en el vivero instalado provisionalmente, dentro de las actividades contempladas se encuentran el riego de plantas, y fertilización con abonos orgánicos principalmente. Para tal fin se tiene contemplado un periodo de 12 meses, el cual podrá variar en función del número de plantas rescatadas en los primeros meses de la fase de construcción de los lotes.

- Desmonte y despalme

Esta actividad se ejecutará de forma inmediata a la conclusión de los primeros trabajos de rescate de flora y fauna. Retomando lo señalado en el segundo capítulo del presente documento, en particular lo referente al programa de trabajo, se tiene que el cambio de uso de suelo (desmonte y despalme) se llevará a cabo en dos fases. La primera consta de cuatro meses y contempla la remoción de la vegetación en la superficie que será ocupada por vialidades y en donde es necesaria la instalación de los servicios de agua, alcantarillado y luz. La segunda fase de cambio de uso de suelo, cuyo inicio se llevará

acabo ocho meses posteriores al término de la primera fase, tendrá una duración de sesenta meses, debido a que corresponde a la superficie de los lotes en donde la remoción de la cobertura vegetal se encuentra en función de la venta y ocupación de los mismos. A razón de lo anterior, se tiene que el cambio de uso de suelo se llevará a cabo en 64 meses, que al no ser consecutivos, tendrán una duración total de 72 meses contados a partir del inicio del proyecto.

Esta actividad será realizada con tractores tipo bulldozer Caterpillar D8L o similar, auxiliados por métodos manuales, apilando el producto del despalme y desmonte en un sitio preestablecido, para su posterior trituración, cribado, tendido, y aprovechamiento por y para tierra vegetal en donde se ubicarán los jardines y evitando la carga mecánica y acarreo fuera del sitio de la obra de este tipo de material. Programa de Trabajo para todas las etapas del proyecto

El despalme del terreno consiste en retirar la capa superficial del suelo, que por sus características mecánicas no es adecuada para el desplante de los edificios. Esta actividad se realizará de forma paralela a la de desmonte.

- Triturado y aprovechamiento de material de desmonte y despalme

De las actividades de desmonte y despalme en la superficie autorizada para el cambio de uso de suelo en terreno forestal, se obtendrá material vegetal y material terroso, los cuales serán separados de forma mecánica y manual según las necesidades.

El material terroso será cribado mecánicamente, el resultado será tierra de buena calidad para la conformación de áreas verdes y/o para el relleno de las zanjas requeridas para la instalación de los sistemas de drenaje pluvial y sanitario, y de las redes de suministro de energía eléctrica y agua potable. Para su almacenamiento antes de su utilización en la etapa de construcción, se delimitará un área dentro de la superficie de CUSTF, en donde será colocada la tierra y deberá cubrirse con una lona para evitar la dispersión.

El material vegetal será triturado, y se almacenará en el área destinada a la conformación del vivero en donde se conservarán las plantas rescatadas. Este material triturado, será utilizado junto con el material terroso para la conformación de áreas verdes y será utilizado como mejorador de suelo en el mantenimiento de áreas verdes durante la etapa de operación del proyecto.

- Manejo de residuos

Se llevará a cabo un manejo de residuos acorde con la normatividad aplicable y a las mejores prácticas. Los residuos sólidos urbanos se sujetarán a un Plan de Manejo de

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

De acuerdo con la Fracción XXXV del Artículo 2 del Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, publicado en el Diario Oficial de la Federación el 21 de febrero de 2005, **Tierras frágiles:** *Son 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.*

Esta definición es muy general por lo que resulta ambigua y con base en ella se puede asumir que cualquier tipo de suelo puede considerarse como tierras frágiles, ya que el término hace referencia a la pérdida de la productividad natural del suelo a consecuencia de la eliminación o reducción de su cobertura vegetal, sin embargo, no especifica cuáles serían las características, los tipos, ni el grado de fragilidad de los suelos que pueden considerarse en este rubro. No obstante, para tener un marco de referencia que permita establecer el grado de fragilidad de los suelos presentes en el predio se llevó a cabo el cálculo de las tasas de erosión hídrica a través de la Ecuación Universal de Pérdida de Suelos, cuyo proceso se describe a continuación:

De acuerdo con Wischmeier, W. H., and D.D. Smith. (1978) la erosión del suelo puede estimar con la siguiente ecuación:

$$E = R * K * LS * C * P$$

Dónde:

E = Erosión del suelo t/ha año.

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

K = Erosionabilidad del suelo.

LS = Longitud y Grado de pendiente.

C = Factor de vegetación

P = Factor de prácticas mecánicas.

- Factor de erosividad R

Este factor se obtuvo a partir de las ecuaciones propuestas por Cortés (1991), debido a que representan una forma válida y muy sencilla de calcular la erosividad con base en la precipitación media anual. Debido a que dicho autor considera al territorio nacional como 14 regiones de influencia pluvial se utilizó la ecuación correspondiente a la zona XI (**Cuadro VIII:1 y Figura VIII:1**)

Cuadro VIII:1. Ecuaciones para estimar la erosividad de la lluvia "R" en la República Mexicana (Cortés, 1991)⁵⁵.

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

Dado que la precipitación media anual de la zona de estudio, de acuerdo con los datos de la estación 23155 Cancún, es de 1,331.48 mm/año, el factor R es igual a **13,074.36 Mj/ha mm/hr.**

⁵⁵ Cortés, T.H.G. 1991. Caracterización de la erosividad de la lluvia en México utilizando métodos multivariados. Tesis maestría en Ciencias. Colegio de Postgraduados, Montecillo, México, 168 pp.

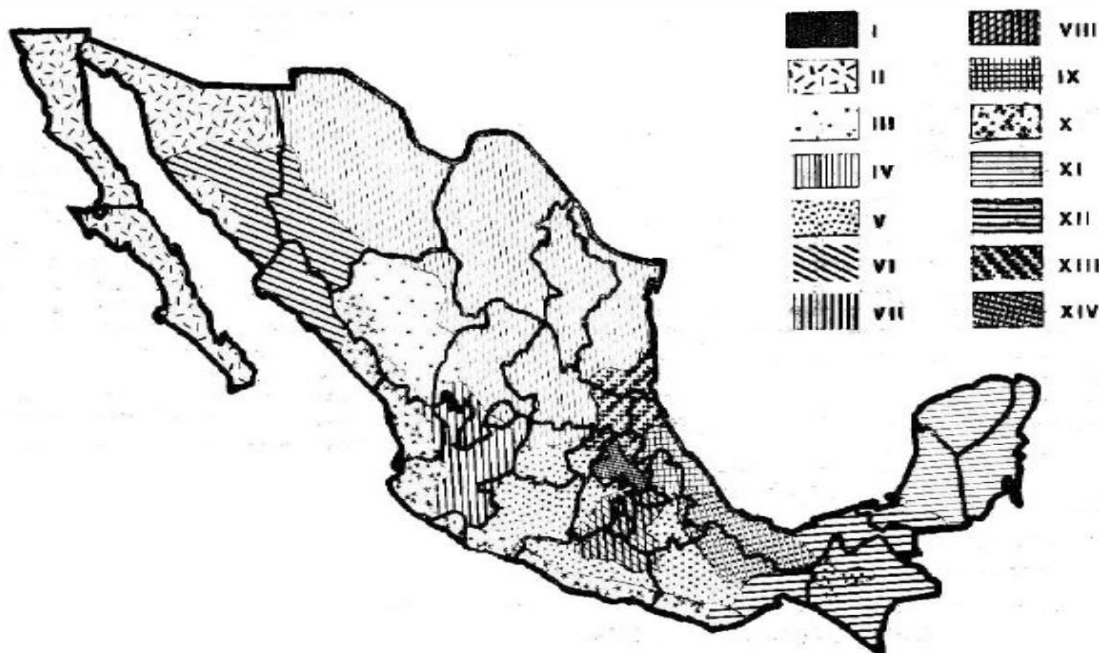


Figura VIII:1. Zonificación para aplicación de ecuaciones de erosividad de la precipitación. Fuente: Cortes (Op. Cit.).

- Factor de erosionabilidad del suelo K

La erosionabilidad del suelo (K), depende de sus características físicas, como la textura, su estructura, la cantidad de materia orgánica, entre otras. Con el fin de simplificar este cálculo, se han asignado valores a cada unidad de suelo según la clasificación (FAO 1980), la cual coincide con las unidades de suelo identificadas en la Carta Edafológica del INEGI.

En el **Cuadro VIII:2** se muestran los valores correspondientes al factor K, según los tipos de suelo; en particular para el predio en cuestión, corresponde la unidad identificada con la clave I+E/2, que corresponde a una asociación de Litosol con Rendzina de textura media, por lo que para determinar el factor K, se tomará el promedio de los valores establecidos para cada uno de los tipos de suelo, por lo que el valor de erosionabilidad para la superficie del predio con ese tipo de suelo es $K=0.02 \text{ ton/hr/MJ*mm}$ (Figura 2).

Cuadro VIII:2. Valor de erosionabilidad del suelo (K) por unidad edáfica y textura. Fuente: FAO 1980.

ORDEN	TEXTURA			ORDEN	TEXTURA		
	G	M	F		G	M	F
A	0.026	0.04	0.013	Lo	0.026	0.04	0.013
Ar	0.013	0.02	0.007	Lp	0.053	0.079	0.026
Ag	0.026	0.04	0.013	Lv	0.053	0.079	0.026
Ah	0.013	0.02	0.007	M(a,g)	0.026	0.04	0.013
Ao	0.026	0.04	0.013	N(a,g)	0.013	0.02	0.007

ORDEN	TEXTURA			ORDEN	TEXTURA		
	G	M	F		G	M	F
Ap	0.053	0.079	0.026	O(d,ex)	0.013	0.02	0.007
B	0.026	0.04	0.013	P	0.053	0.079	0.026
Bc	0.026	0.04	0.013	Pf	0.053	0.079	0.026
Bd	0.026	0.04	0.013	Pg	0.053	0.079	0.026
Be	0.026	0.04	0.013	Ph	0.026	0.04	0.013
Bf	0.013	0.02	0.007	Pi	0.026	0.04	0.013
Bg	0.026	0.04	0.013	Po	0.053	0.079	0.026
Bh	0.013	0.02	0.007	Pp	0.53	0.079	0.026
Bk	0.026	0.04	0.013	Q(a,c,f,l)	0.013	0.02	0.007
Bv	0.053	0.079	0.026	R	0.026	0.04	0.013
Bx	0.053	0.079	0.026	Re	0.026	0.04	0.013
C(g,h,k,l)	0.013	0.02	0.007	Rc	0.013	0.02	0.007
D(d,e,g)	0.053	0.079	0.026	Rd	0.026	0.04	0.013
E	0.013	0.02	0.007	Rx	0.053	0.079	0.026
F(a,h,o,p,r,x)	0.013	0.02	0.007	S	0.053	0.079	0.026
G	0.026	0.04	0.013	Sg	0.053	0.079	0.026
Gc	0.013	0.02	0.007	Sm	0.026	0.04	0.013
Gd	0.026	0.004	0.013	So	0.053	0.079	0.026
Ge	0.026	0.04	0.013	T	0.026	0.04	0.013
Gh	0.013	0.02	0.007	Th	0.013	0.02	0.007
Gm	0.013	0.02	0.007	Tm	0.013	0.02	0.007
Gp	0.053	0.0079	0.0026	To	0.026	0.04	0.013
Gx	0.053	0.079	0.026	Tv	0.026	0.04	0.013
Gv	0.053	0.079	0.026	U	0.013	0.02	0.007
H(c,g,h,l)	0.013	0.02	0.007	V(c,p)	0.053	0.079	0.026
I	0.013	0.02	0.007	W	0.053	0.79	0.0026
J	0.026	0.04	0.013	Wd	0.053	0.079	0.0026
Jc	0.013	0.02	0.007	We	0.053	0.079	0.0026
Jd	0.026	0.04	0.013	Wh	0.026	0.04	0.013
Je	0.026	0.04	0.013	Wm	0.026	0.04	0.013
Jt	0.053	0.079	0.026	Ws	0.053	0.079	0.026
Jp	0.053	0.079	0.026	Wx	0.053	0.079	0.026
K(h,k,l)	0.026	0.04	0.013	X(h,k,l,y)	0.053	0.079	0.026
L	0.026	0.04	0.013	Y(h,k,l,y,t)	0.053	0.079	0.026
La	0.053	0.079	0.026	Z	0.026	0.04	0.013
Lc	0.026	0.04	0.013	Zg	0.026	0.04	0.013

ORDEN	TEXTURA			ORDEN	TEXTURA		
	G	M	F		G	M	F
Lf	0.013	0.02	0.007	Zm	0.013	0.02	0.007
Lg	0.026	0.04	0.013	Zo	0.026	0.04	0.013
Lk	0.026	0.04	0.013	Zt	0.053	0.079	0.026

- Factor de pendiente y longitud LS

El efecto de la topografía en la erosión de suelos en la Ecuación Universal de Pérdida de Suelo tiene dos componentes: el factor de longitud de la pendiente (L) y el factor de inclinación de la pendiente (S). La longitud de la pendiente se define como la distancia horizontal desde donde se origina el flujo superficial al punto donde comienza la deposición o donde la escorrentía fluye a un canal definido, y su cálculo se realiza a través de las expresiones:

$$L = \left(\frac{\lambda}{22.13} \right)^m \quad m = \frac{F}{1+F} \quad F = \frac{\sin \beta / 0.0896}{3(\sin \beta)^{0.8} + 0.56}$$

El factor L: Donde λ es la longitud de la pendiente (m), m es el exponente de la longitud de la pendiente y β es el ángulo de la pendiente. Desmet y Gover (1996)⁵⁶ proponen una estimación L modificada con base en el área de drenaje aportadora de escurrimiento, donde el efecto erosivo de la longitud de la pendiente es representado por la siguiente ecuación:

$$L_{(i,j)} = \frac{(A_{i,j} + D^2)^{m+1} - A_{i,j}^{m+1}}{x^m * D^{m+2} * 22.13^m}$$

Donde $A_{(ij)}^m$ es el área aportadora unitaria a la entrada de un pixel (celda), D es el tamaño del pixel y x es el factor de corrección de forma.

El factor S: el ángulo β se toma como el ángulo medio a todas las subceldas en la dirección de mayor pendiente (McCool et al, 1987,1989)⁵⁷

$$S_{i,j} = \begin{cases} 10.8 \sin \beta_{(i,j)} + 0.03 & \tan \beta_{(i,j)} < 0.09 \\ 16.8 \sin \beta_{(i,j)} - 0.5 & \tan \beta_{(i,j)} \geq 0.09 \end{cases}$$

⁵⁶ Desmet, P. J. J., and G. Govers (1996), Comparison of routing algorithms for digital elevation models and their implications for predicting ephemeral gullies, Int. J. Geogr. Inf. Syst., 10, 311 – 331

⁵⁷ McCool, D.K., L.C. Brown, and G.R. Foster, 1987. Revised slope steepness factor for the Universal Soil Loss Equation. Transactions of the ASAE, vol. 30, pp. 1387-1396.

Debido a que la pendiente y su longitud se manifiestan de forma diferencial en el predio, se llevó a cabo el cálculo utilizando como base un modelo digital de elevación con base en datos Lidar del INEGI, lo cual a la vez permitió generar un mapa de la distribución del Factor LS en todo el predio (**Figura VIII:3**).

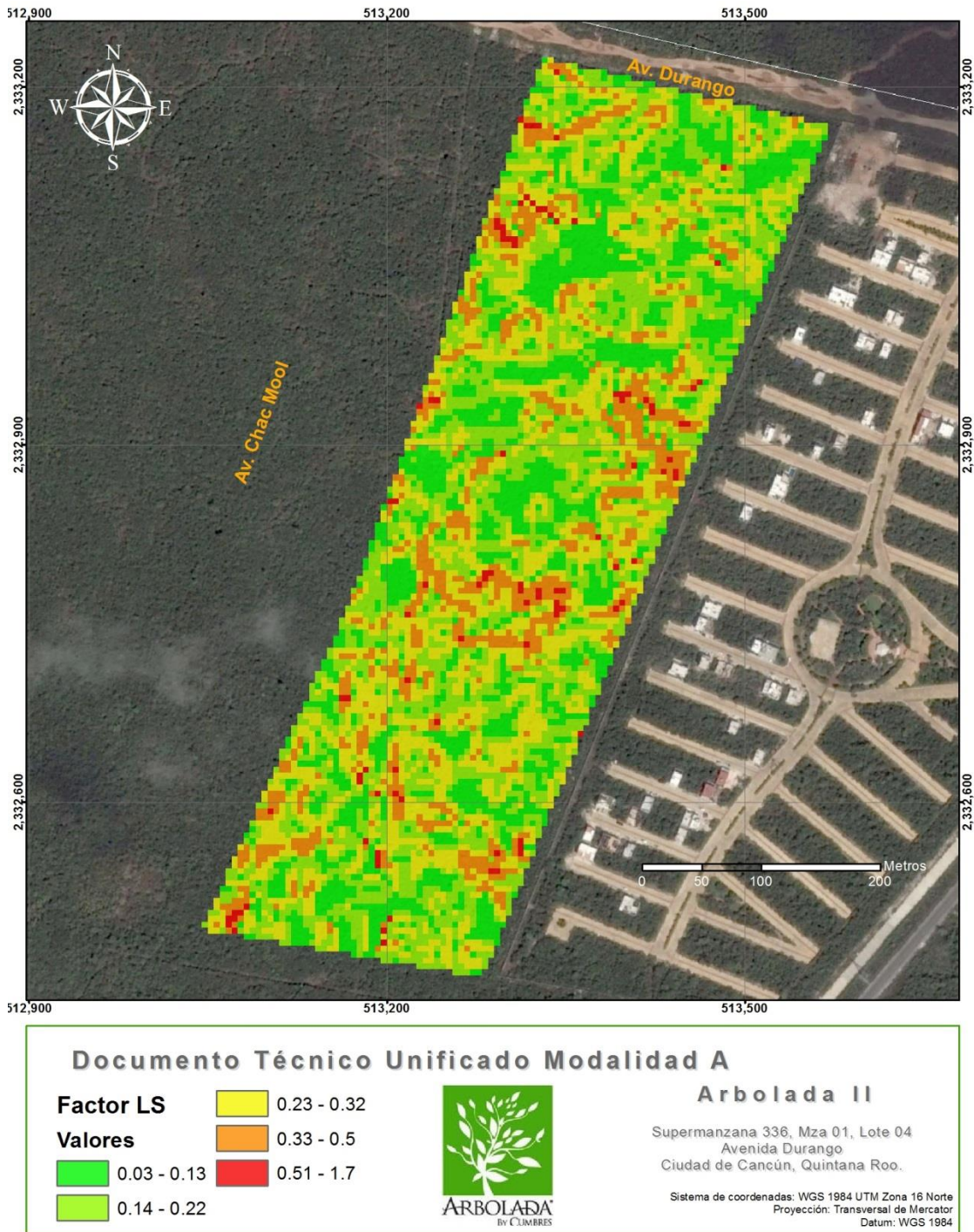


Figura VIII:3. Factor LS en el predio. Se muestra la distribución del factor LS en todo el predio, el cual manifiesta valores entre 0.03 y 1.7. Fuente: Elaboración propia a partir de los datos LIDAR del INEGI

De acuerdo con el cálculo del factor LS para el predio, en este se presentan valores entre 0.03 y 1.7, sin embargo más del 90% de la superficie del mismo presenta un valor de LS inferior a 0.5, lo cual se puede observar en el histograma (**Figura VIII:4**) obtenido con el ArcGIS 10.3.

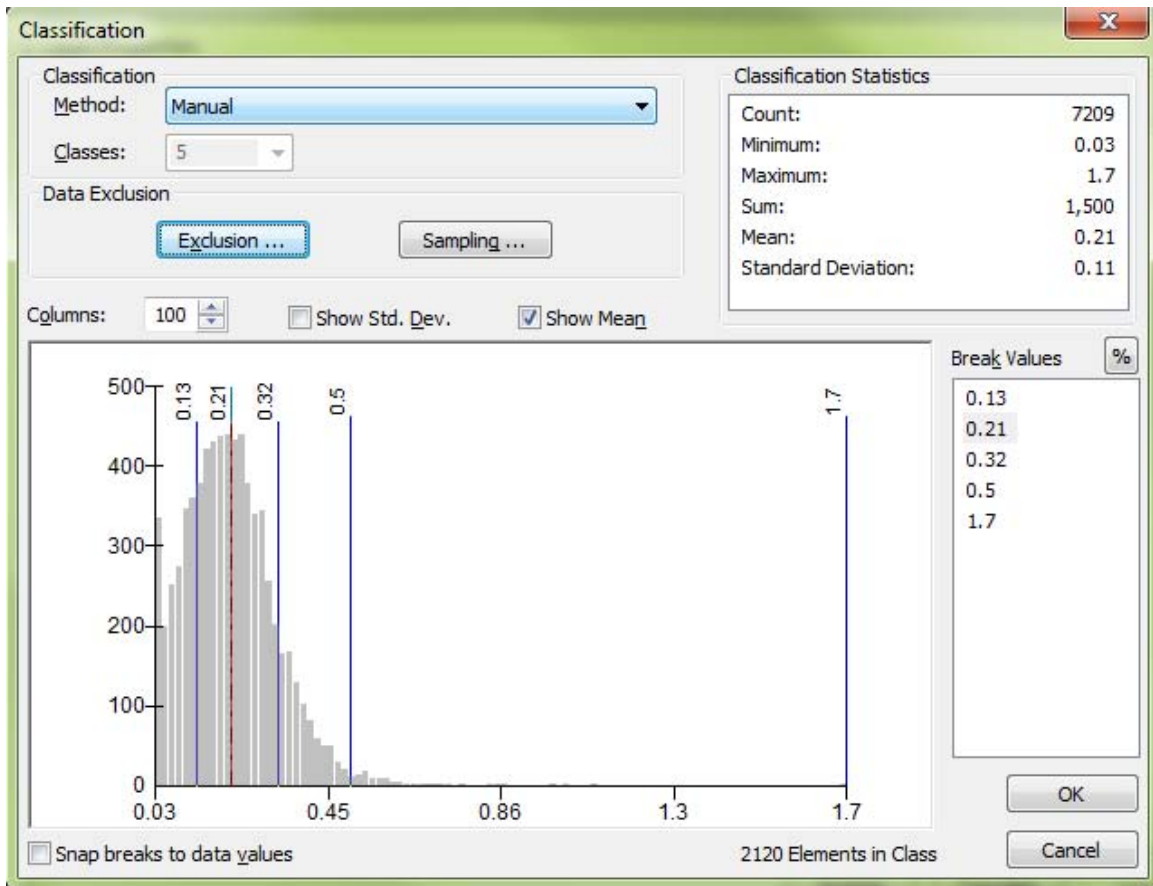


Figura VIII:4. Histograma para la distribución del Factor LS en el predio. En el histograma se puede observar que el valor de LS más frecuente en el predio es 0.163.

Haciendo una estimación de la media a partir del histograma a través del módulo Spatial Analyst/Zonal statistics, con lo cual el valor medio del Factor LS para el predio es de **0.21**.

- Factor de protección de la cobertura vegetal C y prácticas mecánicas P

El parámetro de cobertura y manejo o simplemente de vegetación **C**, definido como el cociente de pérdida de suelo en un terreno cultivado bajo condiciones específicas de desnudez y con barbecho (Wischmeier y Smith, Op. Cit.), representa la capacidad de la vegetación para impedir el arrastre de sedimentos, capacidad que es directamente proporcional a la cobertura de la vegetación, ya que el dosel de la planta afecta la erosión, reduciendo la energía efectiva de la lluvia al interceptar las gotas. Las gotas que caen del dosel pueden recuperar velocidad pero esta es menor que con la que originalmente caían.

La altura promedio de la cual caen las gotas desde el dosel y su propia densidad determinan la reducción de la energía de la lluvia antes de volver a caer al suelo. Es más efectivo tener el suelo cubierto con residuos que tener un dosel vegetal, ya que por estar al nivel del suelo no se recupera velocidad (Pérez, 2013)⁵⁸.

Dado que la ecuación universal de pérdida de suelo fue desarrollada por Wischmeier y Smith considerando las condiciones que se presentan en los Estados Unidos, las tablas que estos propusieron para la valoración del Factor C no son aplicables a buena parte del territorio mexicano. Por tal razón diversos autores han hecho estimaciones de dicho factor con la ayuda de imágenes de satélite. En el **Cuadro VIII:3** se presenta una tabla con valores de C propuesta por Arellano (1994)⁵⁹ para los tipos de vegetación presentes en el estado de Chiapas, en donde la selva mediana presenta un valor de C de 0.18.

Cuadro VIII:3. Valores medios anuales de C utilizados para la estimación de la erosión hídrica en el estado de Chiapas (Arellano, Op. Cit.).

Tipo de vegetación y uso de suelo	Valor de C
Agricultura de temporal (cultivos anuales)	0.56
Agricultura migratoria en selva	0.32 – 0.45
Agricultura migratoria en bosque	0.32 – 0.45
Agricultura de riego	0.40
Agricultura de perennes	0.20
Cafetales	0.12 – 0.05
Pastos y frutales	0.12
Bosques (pino, encino, oyamel y cedro)	0.06 – 0.01
Selva alta	0.01
Selva mediana y baja	0.18
Sabana	0.18
Pastizal cultivado	0.07
Pastizal inducido	0.20

De igual forma Figueroa *et. al.*, (1991) Citado por el INIFAP (2010)⁶⁰, presentan una tabla de valores para el factor C donde la selva mediana manifiesta un valor de 0.17 (**Cuadro VIII:4**).

⁵⁸ Pérez N, S. 2013. Erosión hídrica en cuencas costeras de Chiapas y estrategias para su restauración hidrológico-ambiental. Tesis Doctoral. Colegio de Postgraduados. Montecillo, Texcoco, Edo. De México.

⁵⁹ Arellano M., J. J. L. 1994. La degradación de suelo por erosión hídrica en Chiapas: evaluación y principios tecnológicos para su control. Tesis Profesional. Departamento de Irrigación de la Universidad Autónoma Chapingo, Estado de México. México.

⁶⁰ INIFAP. 2010. Propuesta de ordenamiento productivo de las regiones áridas y semiáridas del estado de Coahuila. INIFAP-SAGARPA. Centro de Investigación Regional Noreste. hidrológico-ambiental. Tesis Doctoral. Colegio de Postgraduados. Montecillo, Texcoco, Edo. De México.

Cuadro VIII:4. Valores del Factor C para los tipos de vegetación del estado de Coahuila.

Tipo de vegetación	Factor C
Bosque de encino	0.039
Bosque de encino-pino	0.039
Bosque de pino	0.039
Bosque de pino-encino	0.039
Bosque de táscate	0.039
Bosque mesófilo de montaña	0.039
Chaparral	0.340
Matorral crasicaule	0.340
Matorral desértico micrófilo	0.260
Matorral desértico rosetófilo	0.400
Matorral submontano	0.140
Mezquital	0.390
Palmar inducido	0.340
Palmar natural	0.340
Pastizal gipsófilo	0.260
Pastizal halófilo	0.260
Pastizal inducido	0.100
Pastizal natural	0.260
Selva baja caducifolia	0.170
Selva mediana subcaducifolia	0.17
Selva mediana subperennifolia	0.17
Vegetación halófila	0.340

Fuente: INIFAP (2010).

De acuerdo con cada una de las variables de la ecuación universal de pérdida de suelo se tiene que para el predio en estudio se presenta una erosión de 9.6 ton/ha (**Cuadro VIII:5**)

Cuadro VIII:5. Tasa de erosión presente en el predio.

FACTOR	Valor del factor
Factor R	13,074.36
Factor K	0.02

⁶⁰ Arellano M., J. J. L. 1994. La degradación de suelo por erosión hídrica en Chiapas: evaluación y principios tecnológicos para su control. Tesis Profesional. Departamento de Irrigación de la Universidad Autónoma Chapingo, Estado de México. México.

⁶⁰ INIFAP. 2010. Propuesta de ordenamiento productivo de las regiones áridas y semiáridas del estado de Coahuila. INIFAP-SAGARPA. Centro de Investigación Regional Noreste.

Factor LS	(0.03-1.7) valor medio = 0.21*
Factor C	0.175
Factor P	1
$Erosión = (13,074.6) * (0.02) * (0.21) * (0.17)*1 = 9.6 \text{ (ton/ha/año)}$	

*Valor medio obtenido del histograma de frecuencias.

Con el fin de establecer un marco de referencia para la definición de la fragilidad de los suelos presentes en el predio se considera el riesgo de erosión como un indicador de la fragilidad de los mismos, indicador que posee una relación teórica directamente proporcional con la fragilidad. En este sentido, de acuerdo con las valoraciones establecidas por la FAO (**Cuadro VIII:6**), la denominación para la erosión presentada en el predio es ligera o incipiente, ya que los resultados del cálculo de riesgo de erosión sin proyecto por medio de la Ecuación Universal de Pérdida de Suelos así lo indican (**erosión = 9.6 ton/ha/año**).

Cuadro VIII:6. Denominación para distintos rangos de erosión.

Tasa de erosión (t/ha/año)	Denominación
0 - 5	Nula
5 - 10	Ligera o incipiente
10 - 50	Moderada
50 - 200	Severa
> 200	Muy severa

Fuente: FAO citado por Pérez (Op. Cit.)

Llevando a cabo el cálculo de erosión potencial del predio con las modificaciones que implicaría el proyecto se tiene que los factores R y P no tendrían ningún cambio a diferencia de los factores K, LS y C.

El factor K, que representa la erodabilidad del suelo, tiene valores diferentes debido a que las actividades del proyecto no sólo implican la remoción de la vegetación, sino la compactación y sellamiento del suelo con pavimento en gran parte de la superficie del predio correspondiente a las vialidades en la fase de urbanización y posteriormente en la superficie de ocupación permitida en cada lote. Por tal razón, existen dos valores para el factor K en función de las consideraciones mencionadas. Un valor de K=0 para las vialidades y superficie de ocupación, y un valor de K=0.02 para la superficie de donación y

la superficie de restricción en los lotes, en donde las condiciones del suelo serán alteradas al mínimo. Dado el número de lotes

El factor LS manifiesta cambios en los valores que se presentan en el predio dadas las actividades consideradas por el proyecto, de tal manera que las vialidades tendrán un valor de $LS = 0$ dada la pendiente casi nula que presentarán después de la compactación y aplanado del terreno para la urbanización. Mientras que las áreas de donación, si bien serán solicitadas para el cambio de uso de suelo únicamente se llevará a cabo en éstas el socoleo y sembrado de pasto, por lo cual las condiciones generales del micro-relieve en dichas áreas no mostraran cambio, quedando dichas zonas con un valor de $LS = 0.21$, que es el valor medio que presenta el predio en las condiciones naturales.

Por último el factor C, que al ser el correspondiente a la cobertura vegetal, obviamente será modificado con las obras y actividades del proyecto, de tal forma que la superficie de donación conservará el valor de C en las condiciones naturales del predio ($C=0.175$), la superficie correspondiente a las restricciones en lotes y adopasto en vialidades tendrán un valor de C correspondiente a pastizales inducidos ($C=0.1$) y por último, la superficie correspondiente a las vialidades y zonas sin cobertura vegetal un valor de $C = 1$.

En el **Cuadro VIII:7** se presentan los valores para los factores K, LS y C de acuerdo a los tipos de lotes en el predio.

Cuadro VIII:7. Factor K para los usos de suelo del proyecto Arbolada II.

Uso	Ha	Factor K	Factor LS	Factor C	$R^*K^*LS^*C^*P$
Lotes unifamiliares	4.83	0	0.001	1	0
Lotes multifamiliares	0.64	0	0.001	1	0
Lote comercial	0.01	0	0.001	1	0
Guarnición	1.06	0	0.001	1	0
Vialidad	4.26	0	0.001	1	0
Vialidad adopasto	0.4	0.02	0.001	0.1	0.026
Restricciones frente lotes unifamiliares	2.59	0.02	0.001	0.1	0.026
Restricciones fondo lotes unifamiliares	1.63	0.02	0.001	0.1	0.026
Restricciones lotes multifamiliares	0.36	0.02	0.001	0.1	0.026
Restricción lote comercial	0.01	0.02	0.001	0.1	0.026
Donación	2.23	0.02	0.21	0.175	9.61
TOTAL	18.02				Media=0.89

Considerando los resultados derivados del cálculo de riesgo de erosión con el proyecto se tiene que en el predio se presenta un nivel de erosión media anual considerada como nula

(**0.89 ton/ha/año**), la cual se encuentra muy por debajo de las tasas de erosión severas y críticas e inclusive aún muy por debajo de las tasas de erosión consideradas moderadas (**Figura VIII:5**). Esto último en gran medida debido a que el proyecto contempla zonas áreas verdes con vegetación nativa en 2.23 ha y que el factor LS se verá considerablemente disminuido al existir una nivelación del predio en las vialidades y lotes.

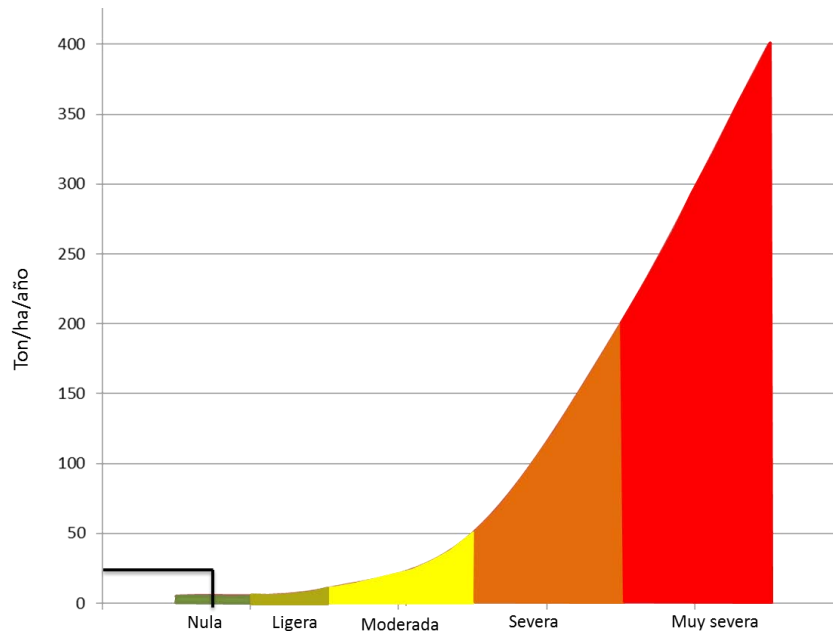


Figura VIII:5. Grados de erosión con respecto a la tasa de pérdida de suelo

A nivel nacional los suelos de la Península de Yucatán, y por consiguiente los suelos presentes en el predio de estudio, presentan un menor riesgo de erosión (**Figura VIII:6**), lo cual, haciendo alusión a la relación teórica entre el nivel de erosión y la fragilidad de los suelos, indica que son tierras mucho menos frágiles.

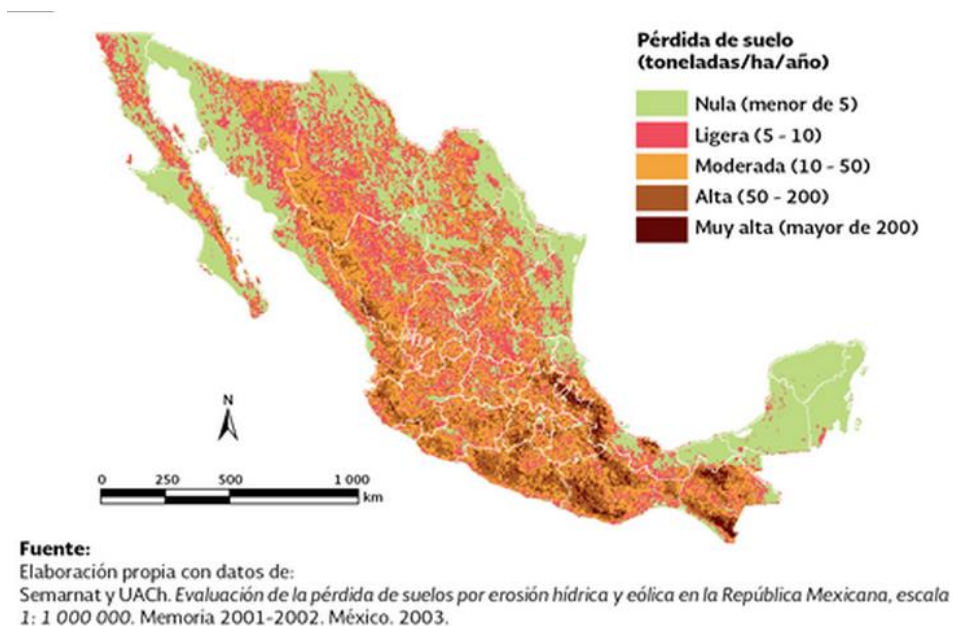


Figura VIII:6. Grado de erosión a nivel nacional (SEMARNAT-UACH, 2003)⁶¹.

En razón de lo anterior, es posible afirmar que el grado de fragilidad de los suelos del predio es mucho menor al de la mayor parte de los suelos de la república, ya que por ejemplo; Santacruz (2011)⁶² encontró que la erosión hídrica en microcuencas de Chiapas bajo diferentes escenarios de vegetación y uso de suelo puede pasar de **3,425.8 a 31,973.8 ton/ha/año**.

Zavala-Cruz *et al.* (2011)⁶³ encontraron que en la Cuenca media del Río Grijalva, con base en la aplicación de la ecuación universal de pérdida de suelo, el 55.7% de la superficie registra pérdida de suelo en cantidades que fluctúan entre 10 y 200 ton/ha/año, y el 44.3% de la superficie no presenta erosión o la pérdida de suelo es menor a 10 ton/ha/año. El 7.8% de la cuenca tiene erosión severa con pérdida de suelo de 50 a 200 ton/ha/año o más. Además, a través de una cuantificación de la pérdida de suelo en campo, observan que las laderas inclinadas presentan la mayor pérdida de suelo en la cuenca, con un promedio de 44.5 ton/ha, siendo mayor a la registrada en terrazas y colinas. Por ultimo **concluyen que este incremento se relacionó con las fuertes pendientes** que oscilaron entre 22 y 26% (**Figura VIII:7**).

⁶¹ SEMARNAT-UACH. 2003. *Evaluación de la pérdida de suelos por erosión hídrica y eólica en la República Mexicana, escala 1:1,000,000. Memoria 2001-2002.*

⁶² Santacruz De León, G. 2011. *Estimación de la erosión hídrica y su relación con el uso de suelo en la cuenca del río Cahoacán, Chiapas, México.*

⁶³ Zavala-Cruz J., David J. Palma, Carlos R. Fernández Cabrera, Antonio López Castañeda y Edgar Shirma. *Degradación y conservación de suelos en la cuenca del Río Grijalva, Tabasco. Gobierno del Estado de Tabasco, SEMARNAT, COLPOS y PEMEX.*

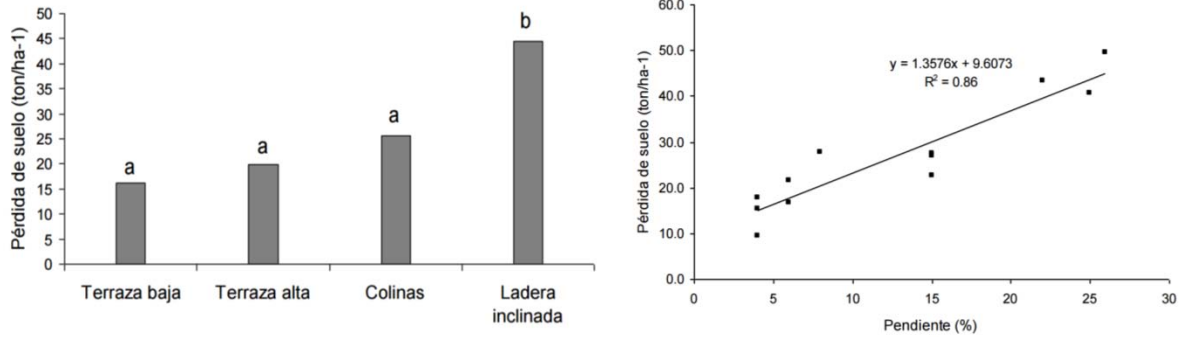


Figura VIII:7. Relación de la pendiente y el relieve con el grado de erosión de los suelos.

En razón de lo anterior es posible concluir que debido a la ubicación geográfica y las características topográficas del predio, este no se encuentra en tierras frágiles, sin embargo la remoción de la cobertura vegetal puede ocasionar que dicha fragilidad pase de nula a moderada, razón por la cual se ha propuesto como medida de mitigación un programa de arborización y jardinado el cual plantea dentro de sus objetivos evitar el riesgo de erosión a través del mantenimiento de áreas verdes con especies nativas y de buena cobertura arbórea.

IX IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES

La metodología utilizada para la valoración de los impactos derivados en el predio por el cambio de uso de suelo en terrenos forestales es la propuesta por Conesa Fernández (1997)⁶⁴ y Gómez Orea (1999)⁶⁵, que consiste primero identificar las acciones que pueden causar impactos sobre uno o más factores del medio susceptibles de recibirlos; en segundo término se procede a identificar estos factores ambientales; y por último se valoran los impactos para determinar su grado de importancia. A continuación se describe la metodología empleada para la identificación y evaluación de los impactos ambientales del proyecto. Ver documentos anexos en relación a la metodología detallada.

IX.1 IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS

En esta sección se aplican las herramientas para identificar los impactos que serán generados en las diferentes etapas del proyecto. Para la identificación y evaluación de impactos existen diferentes metodologías, entre las que se seleccionó la propuesta por Conesa-Fernández (1997) y Gómez-Orea (1999). Esta metodología corresponde al tipo de matrices de interacción de causa-efecto, que se caracterizan como cuadros de doble entrada en una de las cuales se disponen las acciones del proyecto que causan impactos y en la otra los elementos o factores ambientales relevantes receptores de los efectos. En la matriz se señalan las casillas donde se puede producir una interacción, las cuales identifican impactos potenciales, cuya significancia habrá de evaluarse posteriormente.

El uso de esta metodología presenta las siguientes ventajas: relaciona impactos con acciones, además de la identificación de impactos, tiene la propiedad de evaluar, predecir y es relativamente fácil de elaborar y de evaluar, además de que constituye un buen método para mostrar resultados preliminares. Además de las ventajas generales que presentan los métodos basados en relaciones causa-efecto, el método propuesto se justifica por proveer una alta certidumbre en la identificación de impactos, una valoración que limita en gran medida la subjetividad al considerar criterios de manifestación cualitativa de los impactos para determinar su importancia y, la cuantificación de efectos con el uso de valores numéricos y su posterior transformación a unidades conmensurables

⁶⁴ Conesa Fernández. 1997. Guía metodológica para la evaluación del impacto ambiental. Ediciones Mundi-Prensa, España.

⁶⁵ Gómez Orea. 1999. Evaluación del impacto ambiental. Ediciones Mundi-Prensa, España.

de importancia final. La interpretación de los resultados, por su tratamiento numérico, es objetiva y fácil de comunicar.

Con base en esta metodología (Conesa-Fernández, 1997.), el procedimiento de evaluación del impacto ambiental inicia con la identificación de las acciones que pueden causar impactos sobre uno o más factores del medio susceptibles de recibirlos; en segundo paso consiste en caracterizar y posteriormente valorar los impactos para determinar su grado de importancia y, por último, se proponen las medidas preventivas, correctivas o de compensación pertinentes.

IX.1.1 Identificación de las acciones que pueden causar impactos al ambiente

De entre toda la gama de acciones que intervienen en la relación causa-efecto que define un impacto ambiental, susceptibles de producir impactos concretos en cualquiera de las etapas del proyecto, se deben seleccionar aquellas que sean relevantes, excluyentes/independientes, fácilmente identificables, localizables y cuantificables (Gómez Orea, 1999.), ya que algunas de ellas no son significativas desde el punto de vista ambiental porque no modifican o alteran el ambiente o los recursos naturales, o bien porque su efecto es bajo o se puede anular con la adecuada y oportuna aplicación de medidas de prevención o mitigación.

Por otro lado, para la identificación de acciones, según Conesa Fernández (1997), se deben diferenciar los elementos del Proyecto de manera estructurada, atendiendo entre otros los siguientes aspectos:

- Acciones que modifican el uso del suelo
- Acciones que implican emisión de contaminantes
- Acciones derivadas de almacenamiento de residuos
- Acciones que implican sobreexplotación de recursos
- Acciones que implican sub-explotación de recursos
- Acciones que actúan sobre el medio biótico
- Acciones que dan lugar al deterioro del paisaje
- Acciones que repercuten sobre las infraestructuras
- Acciones que modifican el entorno social, económico y cultural
- Acciones derivadas del incumplimiento de la normatividad ambiental vigente

Tales acciones y sus efectos deben quedar determinados al menos en intensidad, extensión, persistencia, reversibilidad, recuperabilidad y momento en que intervienen en el proceso.

IX.1.1.1 Identificación de acciones

En relación al proyecto Arbolada II, se describen a continuación, las acciones en que éste consiste (**Cuadro IX:1**).

Cuadro IX:1. Acciones aplicables al Proyecto Arbolada II.

Tipo de acciones	Listado de acciones
Acciones que modifican el uso del suelo	
Por nuevas ocupaciones	El proyecto mismo
Por desplazamiento de la población	
Acciones que implican emisión de contaminantes	
A la atmósfera	Desmante (Uso de maquinaria) Despalme (Uso de maquinaria)
A las aguas continentales o marinas	Construcción (urbanización) Venta y ocupación de lotes
Al suelo	Despalme Trazo y Nivelación Construcción
En forma de residuos sólidos	Preparación del sitio Construcción (Urbanización) Venta y ocupación de lotes
Acciones derivadas de almacenamiento de residuos	
Dentro del núcleo de la actividad	Operación
Transporte	Recolección de residuos (externo al proyecto)
Vertederos	Disposición final de residuos (externo al proyecto)
Almacenes especiales	Área de almacenamiento temporal de residuos (Provisional) Almacén temporal de residuos peligrosos (Provisional)
Acciones que implican sobreexplotación de recursos	
Materias primas	Uso de materiales pétreos en construcción (abasto por bancos autorizados)
Consumos energéticos	Uso de combustibles por maquinaria y equipo de transporte
Consumos de agua	Consumo de agua (abasto en pipas) Consumo de agua (por la ocupación de viviendas)
Acciones que implican sub-explotación de recursos	
Agropecuarios	Ninguna
Faunísticos	Ninguna
Acciones que actúan sobre el medio biótico	
Emigración	Desmante Despalme
Disminución	Desmante
Aniquilación	Ninguna
Acciones que dan lugar al deterioro del paisaje	
Topografía y suelo	Despalme

Tipo de acciones	Listado de acciones
	Nivelación-Compactación Excavaciones Venta y ocupación de lotes
Vegetación	Despalme
Agua	No existen cuerpos de agua superficiales en el sitio
Naturalidad	El proyecto mismo
Singularidad	El paisaje no se considera singular
Acciones que repercuten sobre las infraestructuras	Ninguna
Acciones que modifican el entorno social, económico y cultural	Contratación de personal Aumento de la oferta de espacios para vivienda
Acciones derivadas del incumplimiento de la normatividad ambiental vigente	No se prevé el incumplimiento de la normatividad ambiental vigente

IX.1.1.2 Caracterización de las acciones

El siguiente paso se refiere a la caracterización de las actividades del proyecto e función de su intensidad, extensión, persistencia, reversibilidad y momento del proceso en el que se realizará (**Cuadro IX:2**), con base en los criterios expresados en el método propuesto, que se describen en el anexo sobre la descripción de la metodología. Se aclara que, salvo cuando se indique lo contrario, la caracterización en este caso se refiere a la acción y no a sus consecuencias o efectos sobre el medio.

Cuadro IX:2. Caracterización de las acciones del proyecto Arbolada II

Acción	Intensidad	Extensión	Persistencia	Reversibilidad*	Momento
Desmante	Alta	Puntual	Temporal	Irreversible	Corto plazo
Despalme	Alta	Puntual	Temporal	Irreversible	Corto plazo
Trazo y Nivelación	Alta	Puntual	Temporal	Irreversible	Corto plazo
Excavaciones	Media	Puntual	Temporal	Irreversible	Corto plazo
Construcción/urbanización	Media	Puntual	Temporal	Irreversible	Corto plazo
Consumo de agua	Media	Parcial	Temporal	Medio plazo	Corto plazo
Consumo de combustibles	Media	Parcial	Temporal	Irreversible	Corto plazo
Consumo de materiales pétreos	Media	Parcial	Temporal	Irreversible	Corto plazo
Venta y ocupación de lotes	Media	Puntal	Permanente	Irreversible	Medio plazo
Mantenimiento	Baja	Puntal	Permanente	Irreversible	Medio plazo

*Se refiere a la reversibilidad de los efectos de la acción.

Aunque la construcción (edificación) de viviendas no constituye parte del proyecto, ya que esta actividad será responsabilidad de cada adquiriente, quien deberá realizarla en apego al reglamento interno del fraccionamiento, en la etapa de operación se consideran los

impactos ambientales relacionados con los elementos de excepcionalidad en materia forestal de esta etapa.

IX.1.2 Identificación de los factores ambientales del entorno susceptibles a recibir impactos

Se entiende como factores del medio susceptibles de recibir impactos, como los elementos, cualidades y procesos del entorno que pueden ser afectados por el proyecto de forma significativa (Gómez-Orea, 1999), que suele diferenciarse en dos Sistemas: Medio Físico y Medio Socioeconómico. El Medio Físico incluye tres subsistemas que son el Medio Inerte o Físico propiamente dicho, el Medio Biótico y el Medio Perceptual; en tanto que el Medio Socioeconómico incluye el Medio Socio-Cultural y el Medio Económico (Conesa-Fernández, 1997).

A cada uno de los subsistemas pertenece una serie de componentes ambientales susceptibles de recibir impactos, entendidos como elementos, cualidades y procesos del entorno que pueden ser afectados por el proyecto. La afectación, puede ser negativa o positiva, de acuerdo a si representan un perjuicio o beneficio para el factor ambiental en consideración, respectivamente.

- Para seleccionar los componentes ambientales, tanto Gómez Orea (1999), como Conesa Fernández (1997), coinciden en que deben considerarse los siguientes criterios:
- Ser representativos del entorno afectado, y por tanto del impacto total producido por la ejecución del Proyecto sobre el Medio.
- Ser relevantes, es decir, portadores de información significativa sobre la magnitud e importancia del impacto.
- Ser excluyentes, es decir, sin solapamientos ni redundancias.
- De fácil identificación tanto en su concepto como en su apreciación sobre información estadística, cartográfica o trabajos de campo.
- De fácil cuantificación, dentro de lo posible, ya que muchos de ellos serán intangibles o inconmensurables.

De los distintos elementos del entorno presentes en el predio y en el área de influencia de éste, solamente se perciben como afectables, consecuencia del cambio de uso de suelo en terreno forestal, la vegetación, la fauna, el agua, el suelo, la geología y geomorfología (relieve), el paisaje y la atmósfera, además del medio socioeconómico como población y economía.

En síntesis, los factores del medio susceptibles de recibir impactos derivados de las acciones del proyecto están representadas mediante un árbol de factores o mapa conceptual como lo indica el **Cuadro IX:3**. A la derecha de cada componente ambiental se ha asignado un valor de importancia estimado a partir de su relevancia en el sistema ambiental.

Cuadro IX:3. Elementos del ambiente susceptibles de recibir impactos ambientales.

ENTORNO	SISTEMA	SUBSISTEMA	COMPONENTE AMBIENTAL	FACTOR AMBIENTAL AFECTADO	UIP
	Medio Físico	Medio Abiótico	Atmósfera	Calidad	50
			Agua	Calidad	100
				Cantidad	100
			Suelo	Calidad	50
				Susceptibilidad a la erosión	20
		Geología y geomorfología	Relieve y topografía del sitio	80	
		Medio Biótico	Fauna	Hábitat	75
				Diversidad	100
			Flora	Cobertura	75
				Diversidad	100
	Medio Perceptual		Paisaje	Calidad	50
	Medio Socio-económico	Medio Socio-cultural	Población	Calidad de vida	60
				Oferta Laboral	40
		Infraestructura	Cobertura	50	
			Medio Económico	Economía	Economía local
SUMA UIP					1000

UIP: unidades de importancia (UIP): el valor asignado a cada factor resulta de la distribución relativa de mil unidades asignadas al total de factores ambientales (Medio Ambiente de Calidad Óptima), (Esteban Bolea, 1984, En: Conesa Fernández, 1997).

IX.1.3 Identificación de impactos

La identificación de los impactos es principalmente la labor tendiente a detectar cuáles de las actividades asociadas al proyecto, producen alteraciones a las características de los factores ambientales. El objetivo de esta etapa de evaluación, es tener una visión preliminar, de tipo indicativo y cuando mucho cualitativo, de la relación proyecto-entorno, es decir una percepción inicial de aquellos efectos que pueden resultar más sintomáticos debido a su importancia para el entorno que nos ocupa, y servirá como marco de

referencia para proceder con las siguientes fases de la evaluación (Conesa-Fernández, 1997 y Weitzenfeld, 1996⁶⁶).

Como un primer paso para la identificación de los impactos se procedió a la etapa conocida como previsión de los efectos, la cual consiste en una primera aproximación al estudio de acciones y efectos sin entrar en detalles. Para esto se realizó una revisión bibliográfica sobre los impactos ambientales de proyectos de naturaleza similar al evaluado. En una revisión realizada por Johnson (2001), se indica que entre los principales impactos relacionados con el crecimiento urbano, y que se podrán observar en el proyecto en evaluación se encuentran:

- La contaminación atmosférica,
- El decrecimiento del atractivo estético del paisaje,
- La reducción de la biodiversidad, áreas forestales y poblaciones de flora y fauna,
- El incremento del escurrimiento de aguas pluviales,
- La remoción de la vegetación nativa y
- La fragmentación de los ecosistemas y reducción de hábitat
- Consumo de agua
- Reducción de la calidad del agua

Además, se identifican los impactos relacionados con el sellamiento del suelo, tales como la reducción u obstaculización de los intercambios de energía, agua (reduciendo incluso su calidad) y gases y el incremento de la presión que se ejerce sobre las zonas no selladas adyacentes. Los efectos negativos van desde la pérdida de la producción vegetal, la contaminación y riesgos para la salud y por consiguiente, mayores costos sociales. Han sido identificadas diversas causas que pueden conducir a la impermeabilización de la superficie del suelo que incluyen la pérdida de la estructura debido al impacto de la lluvia o de labor del suelo, la dispersión de coloides y la compactación. Todas las causas impactan en la porosidad del suelo, ya sea reduciendo su cantidad o modificando su patrón. La modificación de los patrones de macroporos influye negativamente en la infiltración del agua, ya que son fundamentales en la determinación de la tasa de consumo de agua del suelo (Scalengh y Marsan, 2009).

Continuando con la metodología propuesta, una vez identificadas las acciones susceptibles de producir impactos y los elementos ambientales susceptibles de recibirlos, y con base en la revisión bibliográfica se procede a identificar las interacciones entre estos, a través de la construcción de una matriz de tipo causa-efecto, la cual consiste en

⁶⁶ Weitzenfeld, H. 1996. Manual Básico sobre Evaluación del Impacto en el Ambiente y la Salud Segunda Edición. Centro Panamericano de Ecología Humana y Salud División de Salud y Ambiente, Organización Panamericana de la Salud y Organización Mundial de la Salud (eds.). México.

un cuadro de doble entrada en cuyas columnas figuran las acciones impactantes y en filas los factores ambientales (**Cuadro IX:3**) A partir de esta fase del proceso, comienza la valoración cualitativa de los impactos.

Cuadro IX:3. Matriz de identificación de impactos ambientales (interacciones causa-efecto)

Factores Ambientales		Etapas y Actividades del Proyecto						
		Preparación del sitio			Construcción		Operación y mantenimiento	
		Desmonte	Despalme	Nivelación	Urbanización y equipamiento	Venta y ocupación de lotes	Mantenimiento del fraccionamiento	
Medio abiótico	Aire	X	X	X	X			
	Agua (Calidad)	X	X	X	X	X		
	Agua (Cantidad)			X			X	
	Suelo (Calidad)	X	X	X	X			
	Suelo (erodabilidad)	X	X					
	Geología y geomorfología				X			
Medio biótico	Fauna (hábitat)	X						
	Fauna (diversidad)	X		X				
	Flora (Cobertura)	X						
	Flora (Diversidad)	X						
Medio perceptual	Paisaje	X	X	X	X			
	Calidad de vida	X	X	X	X			
Medio socioeconómico	Oferta laboral	X	X	X	X		X	
	Infraestructura				X			
	Economía local	X	X	X	X	X	X	

IX.2 CARACTERIZACIÓN DE LOS IMPACTOS

Una vez identificadas las acciones y los factores del medio que, presumiblemente serán impactados por aquellas, se procede a obtener una valoración cualitativa de los impactos, la cual corresponde a la fase de caracterización de los mismos. La caracterización de los impactos ambientales, es un proceso de análisis previo a la valoración del impacto, en donde se examina y describe la relación entre las acciones del proyecto y factores

ambientales, justificando la asignación de determinado valor a cada uno de los impactos. El objetivo de esta etapa es contar con información que permita conocer la magnitud de los mismos.

De acuerdo con la metodología propuesta, el valor de importancia del impacto ambiental, se establece mediante su valoración cualitativa en función de diferentes criterios o atributos del impacto los cuales son: naturaleza (NA), intensidad (IN), extensión (EX), momento (MO), persistencia (PE), reversibilidad (RV), sinergia (SI), acumulación (AC), efecto (EF), periodicidad (PR) y recuperabilidad (RC). Estos criterios se describen de forma detallada en el anexo relacionado con la descripción de la metodología empleada. En dichos términos, el impacto se considera compatible con el ambiente, cuando el valor de importancia es menor a las 25 unidades, moderado con un valor entre 25 y 50 unidades, es severo entre las 51 y 75 unidades; y es crítico cuando su importancia alcanza valores por arriba de las 75 unidades.

En las líneas siguientes, se describen los impactos identificados y el cálculo específico de su importancia, para el proyecto Arbolada II.

A1. Impacto del desmonte sobre el aire. El empleo de maquinaria para el desmonte generará emisiones a la atmósfera producto de la combustión interna de los motores. Por su naturaleza, este impacto se catalogó como negativo (-), ya que es perjudicial para el medio en el que se presenta; tiene una intensidad media (2), debido a que por la intensidad de la actividad, no se prevé una excesiva emisión de contaminantes a la atmósfera. La extensión de este impacto será parcial (2), ya que su alcance es mayor que solo el lugar específico donde se generan los contaminantes debido a la dispersión de los mismos, pero no llega a salirse de los límites del área de influencia del proyecto. El tiempo que media entre la acción de desmonte y la emisión de contaminantes a la atmósfera es nulo, por lo que el impacto es inmediato (4). Por su dispersión, la duración de los contaminantes en el medio es mucho menor a un año, por lo que, según el criterio propuesto en el método el impacto es fugaz (1). El medio es capaz de recuperarse en su totalidad en un plazo inferior a un año a través de mecanismos naturales de purificación del aire, por lo que se categoriza como reversible en el corto plazo (1). El impacto no presenta sinergia (1), ya que no existen mecanismos de combinación con otras sustancias que potencialicen o debiliten sus efectos, sin embargo, puede ser acumulable (4) con otras fuentes móviles y fijas de contaminantes atmosféricos. Se trata de un impacto directo (4), ya que es consecuencia de una acción (uso de la maquinaria) sobre un factor ambiental. Por la naturaleza de la actividad, el impacto del proyecto sobre la calidad del aire es discontinuo (1), ya que solo se presentará mientras se realice la actividad, la cual solamente se realizará en el tiempo necesario para concluir con el cambio de uso del

suelo. El efecto puede reducirse aplicando medidas de mitigación como la verificación y mantenimiento periódico de la maquinaria, en un tiempo menor a un año, por lo que se considera recuperable de forma inmediata (1).

Este impacto, tiene una importancia de -27, por lo que se clasifica como un impacto moderado, de acuerdo al criterio establecido por el método.

$$I=+(3IN+2EX+MO+PE+RV+SI+AC+EF+PR+MC)$$

$$I=-(+3(2)+2(2)+(4)+1+1+1+4+4+1+1)=-27$$

A2. Impacto del desmonte sobre la calidad del agua. Se generarán residuos sanitarios, sólidos y peligrosos (posibles derrames accidentales de aceites y combustibles y sólidos impregnados con ellos) en el sitio, lo que podría repercutir en la calidad del agua subterránea si no se considerasen medidas para prevenir y mitigar su generación. Este impacto es perjudicial para el medio en el que se presenta, por lo que se clasifica como negativo (-) en términos de la metodología propuesta. Este impacto se valora con una intensidad media (2), debido a que no se prevé una excesiva emisión de residuos que pudieran reducir significativamente la calidad del agua. Se considera también la importancia del factor ambiental. Debido a que los efectos de la acción no se limitarán al lugar donde ésta se realice, y sin embargo, no rebasarán el área de influencia del proyecto, este impacto se clasifica como de extensión parcial (2). El tiempo que media entre la acción de desmonte con la consecuente generación de residuos sólidos y sanitarios, y que los contaminantes alcancen las aguas subterráneas podría ser menor de un año por la generación de lixiviados, por lo que se cataloga como de corto plazo (4) de acuerdo a los criterios del método. La duración de los contaminantes en el medio receptor, en caso de alcanzarlo sería mayor a un año, pero no es permanente, por lo que el impacto es temporal (2). Si no se consideran los efectos acumulativos de otras fuentes de contaminación del acuífero, tales como otras actividades del proyecto y de otros proyectos dentro de la zona de influencia, el medio podría recuperarse de los efectos en el mediano plazo, es decir, entre 1 y 5 años (2). El impacto no presenta sinergia, ya que no existen mecanismos de combinación con otras sustancias que potencialicen o debiliten sus efectos, sin embargo, puede ser acumulable (4) con otras fuentes de generación de residuos sanitarios, sólidos y peligrosos que afecten al agua subterránea. Se trata de un impacto directo (4), ya que es consecuencia de una acción (generación de residuos por el desmonte) sobre un factor ambiental (agua subterránea). Este impacto es discontinuo (1), ya que solo se presentará mientras se realice la actividad, la cual solamente se realizará en el tiempo necesario para concluir con el desmonte. Se prevé que el efecto no se presente si se aplican las medidas de mitigación adecuadas, tales como el uso de letrinas portátiles

y sitios específicos para el almacenamiento temporal de los residuos de acuerdo a su naturaleza, por lo que éste se considera recuperable de forma inmediata (1).

Este impacto es de importancia moderada considerando los criterios propuestos en el método empleado, ya que su valor es de -29.

$$I=+(3IN+2EX+MO+PE+RV+SI+AC+EF+PR+MC)$$

$$I=-(3(2)+2(2)+4+2+2+1+4+4+1+1)=-29$$

A4. Impacto del desmonte sobre la calidad del suelo. Por el paso de la maquinaria, se prevén cambios en la estructura y composición del suelo. También se prevé la posibilidad de contaminación por la generación de residuos sanitarios, sólidos o peligrosos. Este impacto es perjudicial para el medio en el que se presenta, por lo que se clasifica como negativo (-) en términos de la metodología propuesta. La intensidad de este impacto se considera alta (4), por la importancia del factor y por la intensidad de la actividad. Este impacto se valora con una extensión puntual (1), ya que sólo se presentará en aquellas áreas en las que se proyecta el desplante del fraccionamiento. El impacto es inmediato (4), debido a que no transcurre tiempo alguno entre la actividad y los efectos sobre la calidad del suelo. Los cambios en la calidad y estructura del suelo por el desmonte son permanentes (4), ya que prevalecerán durante todo el ciclo de vida del proyecto. Considerándose la actividad de manera aislada, este impacto resulta reversible en el medio plazo (2), ya que el suelo es capaz de recuperarse por procesos de sucesión ecológica. El impacto no presenta sinergia (1), ya que no existen mecanismos de combinación con otros impactos similares, que potencialicen o debiliten sus efectos. No obstante, es acumulable (4) si se consideran otras actividades del proyecto que afectarán la calidad del suelo, así como los efectos de otros proyectos sobre el factor. Se trata de un impacto directo (4), ya que es consecuencia de una acción (desmonte) sobre la calidad del suelo. El impacto del desmonte sobre la calidad del suelo es irregular (1), ya que la actividad solo se realizará una vez, en el tiempo necesario para concluir con la actividad de desmonte. El efecto del desmonte sobre la calidad del suelo, puede reducirse mediante la aplicación de medidas de mitigación, tales como la reducción del área afectada y el manejo adecuado de los residuos que se generen, por lo que el impacto resulta mitigable (4).

El impacto del desmonte sobre la calidad del suelo se clasifica como moderado, ya que su importancia calculada alcanzó un valor de -38.

$$I=+(3IN+2EX+MO+PE+RV+SI+AC+EF+PR+MC)$$

$$I=-(3(4)+2(1)+4+4+2+1+4+4+1+4)=-38$$

A5. Impacto del desmonte sobre la erodabilidad del suelo. El retiro de la vegetación durante el desmonte supone un aumento de la erodabilidad del suelo. Este impacto es perjudicial para el medio en el que se presenta, por lo que se clasifica como negativo (-) en términos de la metodología propuesta. La intensidad de este impacto se considera alta (4), por la importancia del factor y por la intensidad de la actividad. Este impacto se valora con una extensión puntual (1), ya que sólo se presentará en aquellas áreas en las que se proyecta el desplante del fraccionamiento. El impacto es inmediato (4), debido a que no transcurre tiempo alguno entre la actividad y los efectos sobre la erodabilidad del suelo. El aumento de la erodabilidad del suelo por el desmonte es permanente, por la naturaleza de la actividad y su relación con otras actividades del proyecto. Considerándose la actividad de manera aislada, este impacto resulta reversible en el medio plazo (2), ya que el suelo es capaz de recuperarse por procesos de sucesión ecológica al recuperar cobertura vegetal. El impacto no presenta sinergia, ya que no existen mecanismos de combinación con otros impactos que potencialicen o debiliten sus efectos, sin embargo, puede presentar acumulación (4) si se consideran otras actividades del proyecto que afectarán la erodabilidad del suelo, así como los efectos de otros proyectos sobre el atributo. Se trata de un impacto indirecto (1), ya que es consecuencia de la reducción de la cobertura vegetal, sobre la capacidad del suelo para retener partículas en su estructura; es irregular (1) por la naturaleza de la actividad, ya que solo se presentará mientras se realice la misma, la cual solamente se realizará en el tiempo necesario para concluirla. El medio no puede recuperarse del todo por medios naturales o por mecanismos establecidos por el hombre, sin embargo, puede reducirse mediante la aplicación de medidas de mitigación, tales como la reducción del área afectada, por lo que resulta mitigable (4).

En relación a su importancia, el impacto es moderado ya que resulta en un valor calculado de -35 considerando el criterio de la metodología propuesta.

$$I=+(3IN+2EX+MO+PE+RV+SI+AC+EF+PR+MC)$$

$$I=-(3(4)+2(1)+4+4+2+1+4+1+1+4)=-35$$

A7. Impacto del desmonte sobre el hábitat de la fauna. Como consecuencia del retiro de la vegetación, se reducirá el hábitat que da soporte a la fauna del sitio. El impacto es perjudicial para el medio en el que se presenta, por lo que se clasifica como negativo (-) en términos de la metodología propuesta. La intensidad de este impacto se considera alta (4), por la importancia del factor y por la intensidad de la actividad. Este impacto se valora con una extensión puntual (1), ya que el hábitat sólo se perderá en aquellas áreas en las que se proyecta el desplante del fraccionamiento. El impacto es inmediato (4), debido a que no transcurre tiempo alguno entre la actividad y los efectos sobre el hábitat de la fauna.

En relación a su permanencia, la pérdida del hábitat de la fauna es permanente (4). Considerándose la actividad de manera aislada, es decir, sin considerar su relación con otras actividades del proyecto o de otros proyectos, este impacto resulta reversible en el medio plazo (4), ya que el hábitat de la fauna es capaz de recuperarse por procesos de sucesión ecológica al recuperar cobertura vegetal. El impacto no presenta sinergia, ya que no existen mecanismos de combinación con otros impactos que potencialicen o debiliten sus efectos, sin embargo, es acumulable (4) si se consideran los efectos de otros proyectos sobre el hábitat de la fauna en el área de influencia del proyecto. Por el tipo de efecto, el impacto se caracteriza como indirecto (1), ya que la pérdida de hábitat para la fauna es consecuencia de la reducción de la cobertura vegetal en el sitio. El impacto del desmonte sobre el hábitat de la fauna es irregular (1), debido a que la acción es temporal, ya que se realizará una sola vez y durará lo que dure la actividad de desmonte, es decir, la duración del proceso de cambio de uso del suelo. Aunque no se puede erradicar del todo el impacto, la pérdida de hábitat de la fauna puede reducirse mediante la aplicación de medidas de mitigación, tales como la reducción del área afectada y consecuente establecimiento de áreas verdes, por lo que resulta mitigable (4).

Por su importancia, el impacto se clasifica como moderado, ya que tiene un valor de -35, según la metodología empleada.

$$I=+(3IN+2EX+MO+PE+RV+SI+AC+EF+PR+MC)$$

$$I=-(3(4)+2(1)+4+4+2+1+4+1+1+4)=-35$$

A8. Impacto del desmonte sobre la diversidad de fauna. La actividad de desmonte, la pérdida de hábitat, los ruidos y el paso de la maquinaria provocarán un desplazamiento de la fauna hacia zonas inalteradas. Algunas de las especies presentes en el proyecto se desarrollan en sitios mejor conservados, por lo que, al retirar la vegetación del sitio del proyecto se reducirá el número de especies presentes en el mismo. Este impacto es perjudicial para el medio en el que se presenta, por lo que se clasifica como negativo (-) en términos de la metodología propuesta. La intensidad de este impacto se considera alta (4), por la importancia del factor y por la intensidad de la actividad. Este impacto se valora con una extensión parcial (2), ya que el desplazamiento de la fauna se realizará desde y hasta más allá de los límites del predio. El impacto es inmediato (4), debido a que no transcurre tiempo alguno entre la actividad y los efectos sobre el hábitat de la fauna. La reducción de la diversidad de fauna en el sitio será permanente (4). Considerándose la actividad de manera aislada, este impacto resulta reversible en el medio plazo (2), ya que la diversidad de fauna es capaz de recuperarse por procesos de sucesión ecológica al recuperar cobertura vegetal. El impacto no presenta sinergia (1), ya que no existen mecanismos de combinación con otros impactos que potencialicen o debiliten sus efectos; sin embargo,

resulta acumulable (4) si se consideran los efectos de otros proyectos sobre la diversidad de fauna en el área de estudio. Se trata de un impacto directo (4), ya que el desplazamiento de la fauna es una consecuencia directa del propio desmonte por el paso de la maquinaria por el sitio, aun cuando también sea provocado por la pérdida de hábitat. El impacto del desmonte sobre la diversidad de la fauna es discontinuo (1), ya que la acción es temporal, en virtud de que solo durará lo que dure el proceso de cambio de uso del suelo. La pérdida de hábitat de la fauna puede reducirse mediante la aplicación de medidas de mitigación, tales como la reducción del área afectada y el consecuente establecimiento de áreas verdes en el sitio del proyecto. Esto mantendrá la presencia de algunas de las especies perdidas en las áreas afectadas, por lo que el proyecto resulta mitigable en términos de su recuperabilidad (4).

En relación a su importancia, el impacto es moderado según el criterio de la metodología aplicada, ya que tiene un valor de -40.

$$I=+(3IN+2EX+MO+PE+RV+SI+AC+EF+PR+MC)$$

$$I=-(3(4)+2(2)+4+4+2+1+4+4+1+4)=-40$$

A9. Impacto del desmonte sobre la cobertura vegetal. Por definición, el desmonte implica el retiro de vegetación del sitio, lo que significa una reducción de la cobertura vegetal en el mismo. Este impacto es perjudicial para el medio en el que se presenta, por lo que se clasifica como negativo (-) en términos de la metodología propuesta. La intensidad de este impacto se considera alta (4), considerando la importancia del factor y la intensidad de la actividad. El impacto es inmediato (4), debido a que no transcurre tiempo alguno entre la actividad y los efectos sobre la cobertura vegetal. La pérdida de cobertura vegetal en el sitio de desplante será permanente (4). En cuanto a su reversibilidad, considerándose la actividad de manera aislada, este impacto resulta reversible en el medio plazo (2), ya que la cobertura vegetal es capaz de recuperarse por procesos de sucesión ecológica al recuperar cobertura vegetal. El impacto no presenta sinergia (1), ya que no existen mecanismos de combinación con otros impactos que potencialicen o debiliten sus efectos, sin embargo, resulta acumulable (4) si se consideran los efectos de otros proyectos sobre la cobertura vegetal en el área de estudio. Se trata de un impacto directo (4), ya que es consecuencia de la acción de desmonte sobre la cobertura vegetal del sitio. El impacto que se evalúa es discontinuo, ya que la acción es temporal, solo durará lo que dure el proceso de cambio de uso del suelo. La pérdida de hábitat de la fauna puede reducirse mediante la aplicación de medidas de mitigación (4),

tales como la reducción del área afectada y el consecuente establecimiento de áreas verdes.

El impacto resulta moderado en cuanto a su importancia según el método propuesto, ya que presenta un valor de -38.

$$I=+(3IN+2EX+MO+PE+RV+SI+AC+EF+PR+MC)$$

$$I=-(3(4)+2(2)+1+4+4+2+1+4+4+1+4)=-38$$

A10. Impacto del desmonte sobre la diversidad florística. Por definición, el desmonte implica el retiro de vegetación del sitio de desplante del proyecto, lo que significa la reducción de diversidad de especies de flora en el mismo. Por su naturaleza, este impacto se clasifica como negativo (-) en términos de la metodología propuesta, ya que es perjudicial para el factor ambiental sobre el que incide. La intensidad de este impacto se considera alta (4), por la importancia del factor y por la intensidad de la actividad. Este impacto se valora con una extensión puntual (1), ya que sólo se presentará en aquellas áreas en las que se proyecta el desplante del fraccionamiento. El impacto es inmediato (4), debido a que no transcurre tiempo alguno entre la actividad y los efectos sobre la diversidad vegetal. Considerándose la actividad de manera aislada, este impacto resulta reversible en el medio plazo (2), ya que la cobertura vegetal y, por lo tanto su diversidad, es capaz de recuperarse por procesos de sucesión ecológica al recuperar cobertura vegetal. El impacto no presenta sinergia (1), ya que no existen mecanismos de combinación con otros impactos que potencialicen o debiliten sus efectos; sin embargo, resulta acumulable (4), si se consideran los efectos de otros proyectos sobre la diversidad vegetal en el área de estudio. La pérdida de diversidad vegetal, es un impacto indirecto (1), ya que es consecuencia de la reducción de la cobertura vegetal; es irregular (1), ya que la acción es temporal debido a que solo se realizará una vez durante el proceso de cambio de uso del suelo. Aunque la pérdida de cobertura vegetal no puede recuperarse totalmente, puede reducirse mediante la aplicación de medidas de mitigación, tales como la reducción del área afectada y el consecuente establecimiento de áreas verdes, por lo que se cataloga como mitigable (4).

El impacto es moderado por lo que corresponde a su importancia, ya que tiene un valor de -35.

$$I=+(3IN+2EX+MO+PE+RV+SI+AC+EF+PR+MC)$$

$$I=-(3(4)+2(1)+4+4+2+1+4+1+1+4)=-35$$

A11. Impacto del desmonte sobre el paisaje. El retiro de la vegetación modificará el paisaje de la zona, es decir la percepción del medio por la población del área de influencia. Este impacto implica una reducción de la calidad perceptual del medio, por lo que es un perjuicio al factor evaluado, por esta razón se considera impacto negativo (-). Al ser un área afectada por la presencia de otros desarrollos inmobiliarios, y por infraestructura urbana, y por la intensidad de la actividad, éste impacto se considera de intensidad media (2). Este impacto se valora con una extensión parcial (2), ya que los efectos al paisaje afectan a una mayor área de la abarcada por el predio. El impacto es inmediato (4), debido a que no transcurre tiempo alguno entre la actividad y los efectos sobre el paisaje. La pérdida de calidad del paisaje en el sitio de desplante será permanente (4). En relación a su reversibilidad, considerándose la actividad de manera aislada, este impacto resulta reversible en el medio plazo (2), ya que el paisaje es capaz de recuperarse por procesos de sucesión ecológica al recuperar cobertura vegetal. El impacto no presenta sinergia (1), ya que no existen mecanismos de combinación con otros impactos que potencialicen o debiliten sus efectos; no obstante, resulta acumulable (4) si se consideran los efectos de otras actividades del proyecto evaluado y otros proyectos sobre la calidad del paisaje. Es un impacto indirecto, ya que es consecuencia de la reducción de la cobertura vegetal, sobre el mismo. Debido a que la actividad se realizará una vez y solo durará lo que dure el proceso de cambio de uso del suelo, el impacto es irregular (1). En relación su recuperabilidad, la pérdida de calidad del paisaje, puede reducirse mediante la aplicación de medidas de mitigación, tales como la reducción del área afectada y el mantenimiento de áreas verdes en el sitio, por lo que el impacto resulta mitigable (4).

Por lo que respecta a la importancia del impacto, ésta se cataloga como moderada según los criterios de la metodología empleada, ya que exhibe un valor de -31.

$$I=+(3IN+2EX+MO+PE+RV+SI+AC+EF+PR+MC)$$

$$I=-(3(2)+2(2)+4+4+2+1+4+1+1+4)=-31$$

A12. Impacto del desmonte sobre la calidad de vida de la población. Las actividades de desmonte generan empleos en la comunidad, que a su vez generan aumento en la calidad de vida en la misma. Este impacto es beneficioso para el medio socioeconómico, por lo que se clasifica como positivo (+) en términos de la metodología propuesta. La intensidad de este impacto se considera baja (1), por la importancia del factor y por la intensidad de la actividad. El impacto se presentará en el corto plazo (4), debido a que el tiempo que transcurre entre la actividad y un aumento en la calidad de vida de la población es menor a un año. Los empleos generados por la actividad de despalle y el consecuente aumento de la calidad de vida de la población serán temporales (2). Considerándose la actividad de manera aislada, este impacto resulta reversible de forma inmediata (1), ya que, en

ausencia de otros empleos, la calidad de vida de la población será similar a la inicial en el corto plazo. El impacto no presenta sinergia (1), ya que no existen mecanismos de combinación con otros impactos similares que potencialicen o debiliten sus efectos, sin embargo, si se consideran los efectos de otros proyectos sobre la calidad de vida de las poblaciones de influencia del proyecto, el impacto resulta acumulable (4). Se trata de un impacto indirecto (1), ya que es consecuencia de la generación de empleos en la zona de influencia del proyecto. El impacto del desmonte sobre la calidad de vida es irregular (1), ya que la acción es temporal, debido a que solo se realizará una vez y durará lo que dure el proceso de cambio de uso del suelo. El medio socioeconómico, incluyendo la calidad de vida de la población vuelve a su estado original en menos de un año después finalizado el plazo de los contratos, considerándose la actividad de forma aislada, por lo que el impacto es recuperable de manera inmediata (1).

En relación a su importancia, el impacto exhibe un valor de +22, por lo que se considera irrelevante de acuerdo a los criterios del método que se aplica.

$$I=+(3IN+2EX+MO+PE+RV+SI+AC+EF+PR+MC)$$

$$I=+(3(1)2(2)+4+2+1+1+4+1+1+1=22$$

A13. Impacto del desmonte sobre la oferta laboral. Las actividades de desmonte generan empleos en la comunidad. Este impacto es beneficioso para el medio socioeconómico, por lo que se clasifica como positivo (+) en términos de la metodología propuesta. La intensidad de este impacto se considera baja (1), considerándose la importancia del factor y por la intensidad de la actividad. Este impacto se valora con una extensión parcial (2), ya que su influencia va más allá de los límites del predio, y están dentro del área de influencia del proyecto. El impacto se presentará en el corto plazo (1), debido a que el tiempo que transcurre entre la actividad y un aumento de la oferta laboral en las poblaciones locales es menor a un año. En cuanto a su permanencia, los empleos generados por la actividad de desmonte serán temporales (2). Considerándose la actividad de manera aislada, este impacto resulta reversible de forma inmediata (1), ya que, una vez finalizada la actividad, la cantidad de empleos en la zona de influencia será similar a la inicial en el corto plazo. El impacto no presenta sinergia (1), ya que no existen mecanismos de combinación con otros impactos similares que potencialicen o debiliten sus efectos; sin embargo, si se consideran los empleos generados por otras actividades del proyecto, y por proyectos similares en la zona de influencia del proyecto evaluado, resulta acumulable (4). La generación de empleos constituye un impacto directo (4), ya que es consecuencia de los requerimientos de personal en las actividades de desmonte sobre la generación de empleos en la zona de influencia del proyecto; e irregular (1), ya que la acción es temporal, debido a que solo se realizará una vez en el proyecto y durará lo que dure el proceso de cambio de uso del

suelo en el sitio del proyecto. El medio socioeconómico, en lo que respecta a la cantidad de empleos en la zona, vuelve a su estado original en menos de un año después finalizado el plazo de los contratos, por lo que el impacto es recuperable de manera inmediata (1).

Según su importancia, el impacto se valora como moderado según el baremo propuesto por el autor del método, ya que su valor se calculó en +25

$$I=+(3IN+2EX+MO+PE+RV+SI+AC+EF+PR+MC)$$

$$I=+(3(1)+2(2)+4+2+1+1+4+1+4+1)=25$$

A15. Impacto del desmonte sobre la economía local. Las actividades de desmonte generan derrama económica en la comunidad, por el consumo del personal ocupado y por la compra de insumos para la actividad. Este impacto es beneficioso para el medio socioeconómico, por lo que se clasifica como positivo (+) en términos de la metodología propuesta. La intensidad de este impacto se considera baja (1), considerándose la importancia del factor y por la intensidad de la actividad. Este impacto se valora con una extensión parcial (2), ya que su influencia va más allá de los límites del predio, y están dentro del área de influencia del proyecto. El impacto se presentará en el corto plazo (4), debido a que el tiempo que transcurre entre la actividad y un aumento de la actividad económica en las poblaciones locales es menor a un año. En cuanto a su permanencia, la derrama económica generada por la actividad de desmonte será temporal (2). Considerándose la actividad de manera aislada, este impacto resulta reversible de forma inmediata (1), ya que, una vez finalizada la actividad, la derrama económica en la zona de influencia será similar a la inicial en el corto plazo. El impacto presenta una ligera sinergia (4) por el efecto multiplicador de la actividad en la economía; además, si se consideran los empleos generados por otras actividades del proyecto, y por proyectos similares en la zona de influencia del proyecto evaluado, resulta acumulable (4). El aumento de la actividad económica en las poblaciones locales, constituye un impacto indirecto (1), ya que es consecuencia de la generación de empleos y compra de insumos del proyecto; e irregular (1), ya que la acción es temporal, debido a que solo se realizará una vez en el proyecto y durará lo que dure el proceso de cambio de uso del suelo en el sitio del proyecto. El medio socioeconómico, en lo que respecta a la economía local, vuelve a su estado original en menos de un año después de finalizado el plazo de los contratos, por lo que el impacto es recuperable de manera inmediata (1).

Según su importancia, el impacto se valora como moderado según el baremo propuesto por el autor del método, ya que su valor se calculó en +25.

$$I=+(3IN+2EX+MO+PE+RV+SI+AC+EF+PR+MC)$$

$$I=+((3(1)+2(2)+4+2+1+4+4+1+1+1)=+25$$

B2. Impacto del despalme sobre el aire. El empleo de maquinaria para el despalme generará emisiones a la atmósfera producto de la combustión interna de los motores. Este impacto es perjudicial para el medio en el que se presenta, por lo que, por su naturaleza se clasifica como negativo (-) en términos de la metodología propuesta. Este impacto se valora con una intensidad media (2), debido a que no se prevé una excesiva emisión de contaminantes a la atmósfera. La extensión de este impacto será parcial (2), ya que su alcance es mayor que solo el lugar específico donde se generan los contaminantes debido a la dispersión de los mismos, pero no llega a salirse de los límites del área de influencia del proyecto. El tiempo que media entre la acción de Despалme y la emisión de contaminantes a la atmósfera es nulo, por lo que el impacto es inmediato (4). La duración de los contaminantes en el medio es mucho menor a un año, por lo que, según el criterio propuesto en el método el impacto es fugaz (1). El impacto no presenta sinergia (1), ya que no existen mecanismos de combinación con otras sustancias que potencialicen o debiliten sus efectos; sin embargo, el impacto puede ser acumulable (4) con otras fuentes móviles y fijas de contaminantes atmosféricos. Se trata de un impacto directo (4), ya que es consecuencia de una acción (uso de la maquinaria) sobre el factor ambiental. El impacto del despалme sobre la calidad del aire es irregular (1), ya que solo se presentará mientras se realice la actividad, la cual solamente se realizará en el tiempo necesario para concluir con la actividad de despалme. El efecto puede reducirse aplicando medidas de mitigación como la verificación y mantenimiento de la maquinaria, en un tiempo menor a un año, por lo que es recuperable de manera inmediata (1).

De acuerdo con su importancia, el impacto del despалme sobre el aire se cataloga como moderado, en virtud de que su valor es de -27.

$$I=+(3IN+2EX+MO+PE+RV+SI+AC+EF+PR+MC)$$

$$I=- (3(1)+2(2)+2+4+1+1+1+4+4+1+1=-27$$

B2. Impacto del despалme sobre la calidad del agua. Se generarán residuos sanitarios, sólidos y posiblemente peligros por la acción de despалme, lo que podría repercutir en la calidad del agua subterránea al generarse lixiviados que pudieran llegar hasta el acuífero. Este impacto es perjudicial para el medio en el que se presenta, por lo que se según su naturaleza se clasifica como negativo (-) en términos de la metodología propuesta. Este impacto se valora con una intensidad media (2), debido a que no se prevé una excesiva emisión de residuos que pudieran reducir significativamente la calidad del agua. Se considera también la importancia del factor ambiental. Este impacto es de extensión parcial (2), debido a que los efectos de la acción no se limitarán al lugar donde ésta se

realice, sin embargo, no rebasarán el área de influencia del proyecto. El tiempo que transcurre entre la acción de despalme con la consecuente generación de residuos sólidos y sanitarios, y que los contaminantes alcancen las aguas subterráneas podría ser menor de un año por la generación de lixiviados, por lo que se cataloga como de corto plazo (4) de acuerdo a los criterios del método. La duración de los contaminantes en el medio receptor, en caso de alcanzarlo es mayor a un año, pero no es permanente, por lo que el impacto es temporal (2). Si no se consideran efectos acumulativos de otras fuentes de contaminación del acuífero, el medio podría recuperarse de los efectos en el mediano plazo (2), es decir, entre 1 y 5 años. El impacto no presenta sinergia (1), ya que no existen mecanismos de combinación con otras sustancias que potencialicen o debiliten sus efectos. No obstante, el impacto puede ser acumulable (4) con otras fuentes de generación de residuos sanitarios y sólidos que afecten al agua subterránea. Se trata de un impacto directo (4), ya que es consecuencia de una acción (generación de residuos por el despalme) sobre un factor ambiental (agua subterránea). El impacto del despalme sobre la calidad del agua sería irregular, ya que solo se generaría mientras se realice la actividad, la cual solamente se realizará una vez durante el tiempo necesario para concluir con el despalme. Se prevé que el efecto no se presente si se aplican las medidas de mitigación adecuadas, tales como el uso de letrinas portátiles y sitios específicos para el almacenamiento temporal de los residuos, por lo que éste se considera recuperable de forma inmediata, por lo que para efectos de la evaluación del impacto, se considera recuperable de forma inmediata (1).

Por lo que respecta a su importancia, el impacto presenta un valor de -29, lo que indica que es moderado en función de la metodología propuesta.

$$I=+(3IN+2EX+MO+PE+RV+SI+AC+EF+PR+MC)$$

$$I=-(3(2)+2(2)+4+2+2+1+4+4+1+1)=-29$$

B4. Impacto del despalme sobre la calidad del suelo. La actividad de despalme por definición implica el retiro de la primera capa de suelo, lo que modifica su composición y estructura. Además, se prevé la posible contaminación por la generación de residuos sólidos, sanitarios y, eventualmente, peligrosos. Este impacto es perjudicial para el medio en el que se presenta, por lo que se clasifica como negativo (-) en términos de la metodología propuesta. La intensidad de este impacto se considera alta (4), por la importancia del factor y por la intensidad de la actividad. Este impacto se valora con una extensión puntual (1), ya que sólo se presentará en aquellas áreas en las que se proyecta el desplante del fraccionamiento. El impacto es inmediato (4), debido a que no transcurre tiempo alguno entre la actividad y los efectos sobre la calidad del suelo. Los cambios en la calidad y estructura del suelo por el despalme son permanentes (4). Considerándose la

actividad de manera aislada, es decir, sin considerar la naturaleza de otras actividades del proyecto y otros impactos producidos por las mismas, este impacto resulta reversible en el medio plazo (2), ya que el suelo es capaz de recuperarse por procesos de sucesión ecológica. El impacto no presenta sinergia (1), ya que no existen mecanismos de combinación con otros impactos que potencialicen o debiliten sus efectos, pero es acumulable (4) si se consideran otras actividades del proyecto que afectarán la calidad del suelo, así como los efectos de otros proyectos sobre el factor. Se trata de un impacto directo (4), ya que es consecuencia de una acción (despalme) sobre la calidad del suelo. El impacto del despalme sobre la calidad del suelo es discontinuo (1), ya que la actividad solo se realizará en el tiempo necesario para concluir con el despalme. El efecto del Despalme sobre la calidad del suelo, puede reducirse mediante la aplicación de medidas de mitigación, tales como la reducción del área afectada, por lo que se caracteriza como mitigable correspondiéndole un valor de 4.

Por su importancia el impacto se clasifica como moderado, al tener un valor de -38.

$$I=+(3IN+2EX+MO+PE+RV+SI+AC+EF+PR+MC)$$

$$I=-(3(4)+2(1)+4+4+2+1+4+4+1+4)=-38$$

B5. Impacto del despalme sobre la erodabilidad del suelo. Como consecuencia del retiro de la capa superficial del suelo, se espera una disminución de la resistencia del suelo a la erosión. De hecho, la actividad misma supone un factor de pérdida de suelo por definición. Este impacto es perjudicial para el medio en el que se presenta, por lo que se clasifica como negativo (-) en términos de la metodología propuesta. La intensidad de este impacto se considera alta (4) por la importancia del factor y por la intensidad de la actividad. Este impacto se valora con una extensión puntual (1), ya que sólo se presentará en aquellas áreas en las que se proyecta el desplante del fraccionamiento. El impacto es inmediato (4), debido a que no transcurre tiempo alguno entre la actividad y los efectos sobre la erodabilidad del suelo. El aumento de la erodabilidad y la pérdida del suelo por el despalme es permanente (4). Si se considera la actividad de manera aislada, este impacto resulta irreversible (4), ya que resulta difícil la generación del suelo una vez perdido por la actividad, ya que imposibilita el desarrollo de la vegetación. El impacto no presenta sinergia, es decir, es un impacto simple (1), ya que no existen mecanismos de combinación con otros impactos que potencialicen o debiliten sus efectos; sin embargo es acumulable si se consideran otras actividades del proyecto que afectarán la erodabilidad del suelo, así como los efectos de otros proyectos por la pérdida de suelo, por lo que le corresponde un valor de 4. El impacto es directo (4), ya que es consecuencia de la remoción de la capa superficial (despalme), sobre la cantidad del suelo presente en el sitio, es decir, que la propia actividad contribuye a la pérdida de suelo. El impacto del despalme sobre la

erodabilidad y pérdida del suelo es discontinuo (1), ya que solo se presentará mientras se realice la actividad, la cual solamente se realizará en el tiempo necesario para concluir con el despalme. El efecto del despalme sobre la erodabilidad del suelo, puede reducirse mediante la aplicación de medidas de mitigación, tales como la reducción del área afectada, por lo tanto es un impacto mitigable y le corresponde un valor de 4, según el criterio propuesto en el método empleado.

Por su importancia el impacto del despalme sobre la erodabilidad del suelo es moderado, ya que su valor es de -40.

$$I=+(3IN+2EX+MO+PE+RV+SI+AC+EF+PR+MC)$$

$$I=-(3(4)+2(1)+4+4+4+1+4+4+1+4)=-40$$

B11. Impacto del despalme sobre el paisaje. El retiro de la capa superficial del suelo, modificará la percepción social del medio. Este impacto es perjudicial para el paisaje ya que constituye una degradación de la calidad de la percepción del sitio, por lo que se clasifica como negativo (-) en términos de la metodología propuesta. La intensidad de este impacto se considera media (2), por la importancia del factor ambiental, debido a que representa una zona urbana afectada por otros desarrollos y por la intensidad de la actividad. Este impacto se valora con una extensión parcial (2), ya que los efectos al paisaje afectan a una mayor área de la abarcada por el predio. El impacto es inmediato (4), debido a que no transcurre tiempo alguno entre el despalme y los efectos sobre el paisaje. La pérdida de calidad del paisaje en el sitio de desplante será permanente, por lo que le corresponde un valor de 4. Considerándose la actividad de manera aislada, este impacto resulta irreversible (4), ya que el paisaje (la calidad perceptual del medio) no sería capaz de recuperarse por medios naturales. El impacto no presenta sinergia, es decir es un impacto simple con valor de 1, ya que no existen mecanismos de combinación con otros impactos que potencialicen o debiliten sus efectos, sin embargo, resulta acumulable (4) si se consideran los efectos de otros proyectos sobre la calidad del paisaje. La pérdida de calidad del paisaje, es un impacto indirecto (1), ya que es consecuencia de la reducción de la capa superficial del suelo, sobre el mismo. El impacto del despalme sobre el paisaje es irregular, ya que la acción es temporal, debido a que solo durará lo que dure el proceso de despalme. La pérdida de calidad del paisaje puede reducirse mediante la aplicación de medidas de mitigación, tales como la reducción del área afectada, pero no puede evitarse del todo, por lo que el impacto es mitigable y le corresponde un valor de 4.

El impacto es de importancia moderada según el criterio propuesto por la metodología, ya que tiene un valor calculado de -30.

$$I=+(3IN+2EX+MO+PE+RV+SI+AC+EF+PR+MC)$$

$$I=-(3(1)+2(2)+4+4+4+1+4+1+1+4)=-30$$

B12. Impacto del despalme sobre la calidad de vida de la población. Las actividades de despalme generan empleos en la comunidad, que a su vez generan aumento en la calidad de vida en la misma. Este impacto es beneficioso para el medio en el que se presenta, por lo que se clasifica como positivo (+) en términos de la metodología propuesta. La intensidad de este impacto se considera baja (1), por la importancia del factor y por la intensidad de la actividad. Este impacto se valora con una extensión parcial, es decir con un valor de 2, ya que su extensión va más allá de los límites del predio, y están dentro del área de influencia del proyecto. Los empleos generados por la actividad de despalme y el consecuente aumento de la calidad de vida de la población serán temporales (2). Considerándose la actividad de manera aislada, este impacto resulta reversible de forma inmediata, ya que, en ausencia de otros empleos, la calidad de vida de la población será similar a la inicial en el corto plazo (1). El impacto no presenta sinergia, es decir es un impacto simple calificado con 2, ya que no existen mecanismos de combinación con otros impactos similares que potencialicen o debiliten sus efectos. El impacto, sin embargo es acumulable si se consideran los efectos de otros proyectos sobre la calidad de vida de las poblaciones de influencia del proyecto, por lo que se le dio un valor de 2. Se trata de un impacto indirecto (1), ya que es consecuencia de la generación de empleos en la zona de influencia del proyecto. El impacto del despalme sobre la calidad de vida es discontinuo (1), ya que la acción es temporal, ya que solo durará lo que dure el proceso de despalme. El medio socioeconómico vuelve a su estado original en menos de un año después finalizado el plazo de los contratos, por lo que el impacto es recuperable de manera inmediata (1).

Por su importancia, el impacto se clasifica como irrelevante según los criterios del método, ya que arrojó un resultado de +22.

$$I=+(3IN+2EX+MO+PE+RV+SI+AC+EF+PR+MC)$$

$$I=+(3(1)+2(2)+4+1+1+1+4+1+1+1)=+22$$

B13. Impacto del despalme sobre la oferta laboral. Las actividades de despalme generan empleos en la comunidad. Este impacto es beneficioso para el medio en el que se presenta, por lo que se clasifica como positivo (+) en términos de la metodología propuesta. La intensidad de este impacto se considera baja (1), por la importancia del factor y por la intensidad de la actividad. Este impacto se valora con una extensión parcial (2), ya que su extensión va más allá de los límites del predio, y están dentro del área de influencia del proyecto. El impacto se presentará en el corto plazo (4), debido a que el tiempo que transcurre entre la actividad de despalme y un aumento de la oferta laboral

en las poblaciones locales, es menor a un año. Los empleos generados por la actividad de despalme serán temporales (2). Considerándose la actividad de manera aislada, este impacto resulta reversible de forma inmediata (1), ya que, sin la actividad, la cantidad de empleos en la zona de influencia será similar a la inicial en el corto plazo. El impacto no presenta sinergia, por lo que se cataloga como simple con un valor de 1, ya que no existen mecanismos de combinación con otros impactos similares que potencialicen o debiliten sus efectos; sin embargo, es acumulable con un valor de 4, si se consideran los efectos de otros proyectos sobre la cantidad de empleos de las poblaciones de influencia del proyecto. Se trata de un impacto directo con valor de 4, ya que es consecuencia de las actividades de desmonte sobre la generación de empleos en la zona de influencia del proyecto. El impacto del desmonte sobre la oferta laboral es irregular (1), ya que la acción es temporal, y solo durará lo que dure el proceso de cambio despalme y no se repetirá en el sitio del proyecto. El medio socioeconómico vuelve a su estado original en menos de un año después finalizado el plazo de los contratos, por lo que el impacto es recuperable de manera inmediata, por lo que le corresponde un valor de 1

En relación a su importancia, el impacto resulta moderado según el criterio establecido en el método, ya que tiene un valor de +25.

$$I=+(3IN+2EX+MO+PE+RV+SI+AC+EF+PR+MC)$$

$$I=+(3(1)+2(2)+4+2+1+1+4+4+1+1)=+25$$

B15. Impacto del despalme sobre la economía local. Las actividades de despalme generan empleos en la comunidad, que a su vez, junto con la compra de insumos para la realizar la acción, generan aumento en la actividad económica de la misma. Este impacto es beneficioso (+) para el medio en el que se presenta, por lo que se clasifica como positivo en términos de la metodología propuesto. Este impacto se valora con una extensión parcial, ya que su extensión va más allá de los límites del predio, y están dentro del área de influencia del proyecto, por lo que se asigna un valor de 2 según este criterio. El impacto se presentará en el corto plazo (4), debido a que el tiempo que transcurre entre la actividad y un aumento en la actividad económica de las poblaciones locales, es menor a un año. Los empleos generados por la actividad de despalme, así como la compra de insumos para la actividad, serán temporales (2). Considerándose la actividad de manera aislada, este impacto resulta reversible de forma inmediata (1), ya que, sin la actividad, la actividad económica de la zona de influencia será similar a la original en el corto plazo. El impacto presenta una ligera sinergia (4), por el efecto multiplicador de la actividad de en la economía. El impacto además es acumulable (4) si se consideran los efectos de otros proyectos sobre actividad económica en las poblaciones de influencia del proyecto. El efecto es indirecto (1), ya que es consecuencia de la generación de empleos y compra de

insumos para las actividades de despalme sobre la generación de empleos en la zona de influencia del proyecto. El impacto del despalme sobre la actividad económica de la zona es irregular, ya que la acción es temporal, ya que solo durará lo que dure el proceso despalme y no se repetirá en el sitio del proyecto. El medio socioeconómico vuelve a su estado original en menos de un año después finalizado el plazo de los contratos, y de cesada la compra de insumos, por lo que el impacto es recuperable de manera inmediata y adopta el valor de 1 de acuerdo a la metodología aplicada.

Según su nivel de importancia, el impacto es moderado, ya que tiene un valor de +25.

$$I=+(3IN+2EX+MO+PE+RV+SI+AC+EF+PR+MC)$$

$$I=+(3(1)+2(2)+4+2+1+4+4+1+1+1)=+25$$

C1. Impacto de la nivelación sobre el aire. El empleo de maquinaria para la nivelación generará emisiones a la atmósfera producto de la combustión interna de los motores, así como la posible generación de polvos. Por su naturaleza, este impacto se catalogó como negativo (-), ya que es perjudicial para el medio en el que se presenta; tiene una intensidad media (2), debido a que por la intensidad de la actividad, no se prevé una excesiva emisión de contaminantes a la atmósfera. La extensión de este impacto será parcial (2), ya que su alcance es mayor que solo el lugar específico donde se generan los contaminantes debido a la dispersión de los mismos, pero no llega a salirse de los límites del área de influencia del proyecto. El tiempo que media entre la acción de desmonte y la emisión de contaminantes a la atmósfera es nulo, por lo que el impacto es inmediato (4). Por su dispersión, la duración de los contaminantes en el medio es mucho menor a un año, por lo que, según el criterio propuesto en el método el impacto es fugaz (1). El medio es capaz de recuperarse en su totalidad en un plazo inferior a un año a través de mecanismos naturales de purificación del aire, por lo que se categoriza como reversible en el corto plazo (1). El impacto no presenta sinergia (1), ya que no existen mecanismos de combinación con otras sustancias que potencialicen o debiliten sus efectos, sin embargo, puede ser acumulable (4) con otras fuentes móviles y fijas de contaminantes atmosféricos. Se trata de un impacto directo (4), ya que es consecuencia de una acción (uso de la maquinaria) sobre un factor ambiental. Por la naturaleza de la actividad, el impacto del proyecto sobre la calidad del aire es discontinuo (1), ya que solo se presentará mientras se realice la actividad, la cual solamente se realizará en el tiempo necesario para concluir con el cambio de uso del suelo. El efecto puede reducirse aplicando medidas de mitigación como la verificación y mantenimiento periódico de la maquinaria, en un tiempo menor a un año, por lo que se considera recuperable de forma inmediata (1).

Este impacto, tiene una importancia de -27, por lo que se clasifica como un impacto moderado, de acuerdo al criterio establecido por el método.

$$I=+(3IN+2EX+MO+PE+RV+SI+AC+EF+PR+MC)$$

$$I=-(+3(2)+2(2)+(4)+1+1+1+4+4+1+1)=-27$$

C2. Impacto de la nivelación sobre la calidad del agua. Se generarán residuos sanitarios, sólidos y peligrosos (posibles derrames accidentales de aceites y combustibles y sólidos impregnados con ellos) en el sitio, lo que podría repercutir en la calidad del agua subterránea si no se considerasen medidas para prevenir y mitigar su generación. Este impacto es perjudicial para el medio en el que se presenta, por lo que se clasifica como negativo (-) en términos de la metodología propuesta. Este impacto se valora con una intensidad media (2), debido a que no se prevé una excesiva emisión de residuos que pudieran reducir significativamente la calidad del agua. Se considera también la importancia del factor ambiental. Debido a que los efectos de la acción no se limitarán al lugar donde ésta se realice, y sin embargo, no rebasarán el área de influencia del proyecto, este impacto se clasifica como de extensión parcial (2). El tiempo que media entre la acción de desmonte con la consecuente generación de residuos sólidos y sanitarios, y que los contaminantes alcancen las aguas subterráneas podría ser menor de un año por la generación de lixiviados, por lo que se cataloga como de corto plazo (4) de acuerdo a los criterios del método. La duración de los contaminantes en el medio receptor, en caso de alcanzarlo sería mayor a un año, pero no es permanente, por lo que el impacto es temporal (2). Si no se consideran los efectos acumulativos de otras fuentes de contaminación del acuífero, tales como otras actividades del proyecto y de otros proyectos dentro de la zona de influencia, el medio podría recuperarse de los efectos en el mediano plazo, es decir, entre 1 y 5 años (2). El impacto no presenta sinergia, ya que no existen mecanismos de combinación con otras sustancias que potencialicen o debiliten sus efectos, sin embargo, puede ser acumulable (4) con otras fuentes de generación de residuos sanitarios, sólidos y peligrosos que afecten al agua subterránea. Se trata de un impacto directo (4), ya que es consecuencia de una acción (generación de residuos por la nivelación) sobre un factor ambiental (agua subterránea). Este impacto es discontinuo, ya que solo se presentará mientras se realice la actividad, la cual solamente se realizará en el tiempo necesario para concluir con la nivelación. Se prevé que el efecto no se presente si se aplican las medidas de mitigación adecuadas, tales como el uso de letrinas portátiles y sitios específicos para el almacenamiento temporal de los residuos de acuerdo a su naturaleza, por lo que éste se considera recuperable de forma inmediata (1).

Este impacto es de importancia moderada considerando los criterios propuestos en el método empleado, ya que su valor es de -29.

$$I=+(3IN+2EX+MO+PE+RV+SI+AC+EF+PR+MC)$$

$$I=-(3(2)+2(2)+4+2+2+1+4+4+1+1)=-29$$

C3. Impacto de la nivelación sobre la cantidad de agua en el acuífero subterráneo. La nivelación implica la compactación del suelo, lo que finalmente provoca una reducción de su permeabilidad y su capacidad para permitir la recarga del acuífero. Este impacto es perjudicial para el medio al que afecta, por lo que se clasifica como negativo (-) en términos de la metodología propuesta. Este impacto se valora con una intensidad alta con un valor de 2, debido a la importancia del recurso (agua subterránea) y a la intensidad de la actividad. Este impacto es de extensión puntual (1), debido a que la pérdida de recarga del acuífero se limitará al lugar donde se realice la nivelación. El tiempo que media entre la acción de nivelación y la reducción de la recarga del acuífero es nulo, por lo que el impacto es inmediato (4). La pérdida de capacidad de recarga del acuífero del sitio, será permanente (4). El impacto no presenta sinergia, ya que no existen mecanismos de combinación con impactos similares que potencialicen o debiliten sus efectos, por lo que le corresponde un valor de 1; a pesar de lo anterior el efecto es acumulable (4) con otras afectaciones a la capacidad de recarga del acuífero. Se trata de un impacto directo (4), ya que es consecuencia de una acción (la nivelación) sobre un factor ambiental (agua subterránea). Se trata de un impacto indirecto (1), ya que es consecuencia de la pérdida de permeabilidad del suelo sobre la capacidad de recarga del acuífero. El impacto de la nivelación sobre la calidad del agua es irregular (1), ya que solo se presentará mientras se realice la actividad, la cual solamente se realizará en el tiempo necesario para concluir con la actividad de nivelación. El efecto es mitigable (4) mediante la limitación del área afectada y manteniendo una superficie permeable de al menos el 40% de la total del predio.

De acuerdo con el criterio del método, el impacto resulta de importancia moderada, ya que tiene un valor calculado de -37.

$$I=+(3IN+2EX+MO+PE+RV+SI+AC+EF+PR+MC)$$

$$I=-(3(4)+2(1)+4+4+4+1+1+4+1+4)=-37$$

C4. Impacto de la nivelación sobre la calidad del suelo. La nivelación implica la colocación de materiales pétreos y compactación del suelo y la consecuente modificación de su estructura, composición, porosidad y permeabilidad, así como la posible contaminación por la generación de residuos. Este impacto es perjudicial para el medio en el que se presenta, por lo que se clasifica como negativo (-) en términos de la metodología propuesta. La intensidad de este impacto se considera alta con un valor de 4, por la importancia del factor y por la intensidad de la actividad; su extensión es puntual (1), ya

que sólo se presentará en aquellas áreas en las que se proyecta el desplante del fraccionamiento. Los cambios en la calidad y estructura del suelo por la nivelación son permanentes, por lo que se le asigna un valor de 4. Aun considerándose la actividad de manera aislada, este impacto resulta irreversible (4). El impacto no presenta sinergia, es decir es un impacto simple con un valor de 1 en cuanto a su sinergismo, ya que no existen mecanismos de combinación con otros impactos similares que potencialicen o debiliten sus efectos, sin embargo, es acumulable (4) si se consideran otras actividades del proyecto que afectarán la calidad del suelo, así como los efectos de otros proyectos sobre el atributo ambiental en evaluación. Se trata de un impacto directo (4), ya que es consecuencia de una acción (Nivelación) sobre la calidad del suelo. El impacto de la nivelación sobre la calidad del suelo es irregular (1), ya que la actividad solo se realizará en el tiempo necesario para concluir con el cambio de uso del suelo y no se repetirá en el sitio del proyecto. El efecto de la nivelación sobre la calidad del suelo, puede reducirse mediante la aplicación de medidas de mitigación, tales como la reducción del área afectada, por lo tanto es mitigable con un valor de 4 en cuanto a su recuperabilidad.

$$I=+(3IN+2EX+MO+PE+RV+SI+AC+EF+PR+MC)$$

$$I=-(3(4)+(1)+4+4+4+1+4+4+1+4)=-40$$

C6. Impacto de la nivelación sobre la geología y la geomorfología. La nivelación consiste en el retiro y colocación de materiales para la conformación de los terraplenes a un nivel homogéneo. Esto, por definición modificará el relieve del área de desplante del proyecto. Este impacto es perjudicial para el medio en el que se presenta, por lo que se clasifica como negativo (-) en términos de la metodología propuesta. La intensidad de este impacto se considera baja (1), por la importancia del factor y por la intensidad de la actividad. Este impacto se valora con una extensión puntual (1), ya que sólo se presentará en aquellas áreas en las que se proyecta el desplante del fraccionamiento. Los cambios en el relieve por la nivelación son permanentes. Aun considerándose la actividad de manera aislada, este impacto resulta irreversible (4), ya que resulta imposible que el relieve se recupere por medios naturales. El impacto no presenta sinergia, es decir es un impacto simple (1), ya que no existen mecanismos de combinación con otros impactos similares que potencialicen o debiliten sus efectos; a pesar de esto, el impacto es acumulable (4) si se consideran otras actividades del proyecto que afectarán la calidad del suelo, así como los efectos de otros proyectos sobre el atributo ambiental. Se trata de un impacto directo, ya que es consecuencia de una acción (nivelación) sobre la calidad del suelo. El impacto de la nivelación sobre la geología y geomorfología es irregular, ya que la actividad solo se realizará en el tiempo necesario para concluir con el cambio de uso del suelo. Se trata de un impacto directo (4), ya que es consecuencia de una acción (nivelación) sobre un

atributo ambiental: el relieve de la zona. El efecto de la nivelación sobre la geología y la geomorfología, puede reducirse mediante la aplicación de medidas de mitigación, tales como la reducción del área afectada, por lo que es mitigable y le corresponde un valor de 4, según la metodología que se aplica.

Por su importancia, este impacto se cataloga como moderado, ya que tiene un valor de -33.

$$I=+(3IN+2EX+MO+PE+RV+SI+AC+EF+PR+MC)$$

$$I=-(3(2)+2(2)+4+4+4+1+4+1+1+4)=-33$$

C11. Impacto de la nivelación sobre el paisaje. La nivelación modifica la apariencia del suelo y, por lo tanto la percepción del factor por la sociedad de las poblaciones cercanas al proyecto. Este impacto es perjudicial para el paisaje ya que constituye una degradación de la calidad de la percepción del sitio, por lo que se clasifica como negativo (-) en términos de la metodología propuesta. La intensidad de este impacto se considera media con un valor de 2, por la importancia del factor (zona urbana afectada por proyectos similares) y por la intensidad de la actividad. Este impacto se valora con una extensión parcial (2), ya que los efectos al paisaje afectan a una mayor área de la abarcada por el predio. El impacto es inmediato (4), debido a que no transcurre tiempo alguno entre la actividad y los efectos sobre el paisaje. La pérdida de calidad del paisaje en el sitio de desplante será permanente, es decir, en el sentido de su persistencia tiene un valor de 4. Aun considerándose la actividad de manera aislada, este impacto resulta irreversible, ya que la calidad perceptual no podría recuperarse por medios naturales, por lo que adopta un valor de 4. El impacto no presenta sinergia, es decir es un impacto simple con un valor de 1 en cuanto a su sinergismo, ya que no existen mecanismos de combinación con otros impactos que potencialicen o debiliten sus efectos; sin embargo es acumulable si se consideran los efectos de otros proyectos sobre la calidad del paisaje. La pérdida de calidad del paisaje, es un impacto indirecto con un valor en cuanto a su efecto de 1, ya que es consecuencia de la pérdida de calidad del suelo. El impacto de la nivelación sobre el paisaje es irregular, ya que la acción es temporal, ya que solo durará lo que dure el proceso de cambio de uso del suelo y no se repetirá en el sitio del proyecto. La pérdida de calidad del paisaje puede reducirse mediante la aplicación de medidas de mitigación, tales como la reducción del área afectada, por lo que representa un impacto mitigable con valor de 4 por su recuperabilidad.

La importancia del impacto de la nivelación sobre el paisaje es moderada en función de los criterios del método, ya que alcanza un valor de -33.

$$I=+(3IN+2EX+MO+PE+RV+SI+AC+EF+PR+MC)$$

$$I=-((3(2)+2(2)+4+4+4+1+4+1+1+4))=-33$$

C12. Impacto de la nivelación sobre la calidad de vida de la población. Las actividades de nivelación generan empleos en la comunidad, que a su vez generan aumento en la calidad de vida en la misma. Este impacto es beneficioso para el medio en el que se presenta, por lo que se clasifica como positivo (+) en términos de la metodología propuesta. La intensidad de este impacto se considera baja (1), por la importancia del factor y por la intensidad de la actividad. Este impacto se valora con una extensión parcial, es decir con un valor de 2, ya que su extensión va más allá de los límites del predio, y están dentro del área de influencia del proyecto. Los empleos generados por la actividad de nivelación y el consecuente aumento de la calidad de vida de la población serán temporales (2). Considerándose la actividad de manera aislada, este impacto resulta reversible de forma inmediata, ya que, en ausencia de otros empleos, la calidad de vida de la población será similar a la inicial en el corto plazo (1). El impacto no presenta sinergia, es decir es un impacto simple calificado con 2, ya que no existen mecanismos de combinación con otros impactos similares que potencialicen o debiliten sus efectos. El impacto, sin embargo es acumulable si se consideran los efectos de otros proyectos sobre la calidad de vida de las poblaciones de influencia del proyecto, por lo que se le dio un valor de 2. Se trata de un impacto indirecto (1), ya que es consecuencia de la generación de empleos en la zona de influencia del proyecto. El impacto de la nivelación sobre la calidad de vida es discontinuo (1), ya que la acción es temporal, ya que solo durará lo que dure el proceso de nivelación. El medio socioeconómico vuelve a su estado original en menos de un año después finalizado el plazo de los contratos, por lo que el impacto es recuperable de manera inmediata (1).

Por su importancia, el impacto se clasifica como irrelevante según los criterios del método, ya que arrojó un resultado de +22.

$$I=+(3IN+2EX+MO+PE+RV+SI+AC+EF+PR+MC)$$

$$I=+(3(1)+2(2)+4+1+1+1+4+1+1+1)=+22$$

C13. Impacto de la nivelación sobre la oferta laboral. Las actividades de nivelación generan empleos en la comunidad. Este impacto es beneficioso para el medio en el que se presenta, por lo que se clasifica como positivo (+) en términos de la metodología propuesta. La intensidad de este impacto se considera baja (1), por la importancia del factor y por la intensidad de la actividad. Este impacto se valora con una extensión parcial (2), ya que su extensión va más allá de los límites del predio, y están dentro del área de influencia del proyecto. El impacto se presentará en el corto plazo (4), debido a que el tiempo que transcurre entre la actividad de nivelación y un aumento de la oferta laboral

en las poblaciones locales, es menor a un año. Los empleos generados por la actividad de nivelación serán temporales (2). Considerándose la actividad de manera aislada, este impacto resulta reversible de forma inmediata (1), ya que, sin la actividad, la cantidad de empleos en la zona de influencia será similar a la inicial en el corto plazo. El impacto no presenta sinergia, por lo que se cataloga como simple con un valor de 1, ya que no existen mecanismos de combinación con otros impactos similares que potencialicen o debiliten sus efectos; sin embargo, es acumulable con un valor de 4, si se consideran los efectos de otros proyectos sobre la cantidad de empleos de las poblaciones de influencia del proyecto. Se trata de un impacto directo con valor de 4, ya que es consecuencia de las actividades de desmonte sobre la generación de empleos en la zona de influencia del proyecto. El impacto del desmonte sobre la oferta laboral es irregular (1), ya que la acción es temporal, y solo durará lo que dure el proceso de cambio nivelación y no se repetirá en el sitio del proyecto. El medio socioeconómico vuelve a su estado original en menos de un año después finalizado el plazo de los contratos, por lo que el impacto es recuperable de manera inmediata, por lo que le corresponde un valor de 1

En relación a su importancia, el impacto resulta moderado según el criterio establecido en el método, ya que tiene un valor de +25.

$$I=+(3IN+2EX+MO+PE+RV+SI+AC+EF+PR+MC)$$

$$I=+(3(1)+2(2)+4+2+1+1+4+4+1+1)=+25$$

C15. Impacto de la nivelación sobre la economía local. Las actividades de nivelación generan empleos en la comunidad, que a su vez, junto con la compra de insumos para la realizar la acción, generan aumento en la actividad económica de la misma. Este impacto es beneficioso (+) para el medio en el que se presenta, por lo que se clasifica como positivo en términos de la metodología propuesta. Este impacto se valora con una extensión parcial, ya que su extensión va más allá de los límites del predio, y están dentro del área de influencia del proyecto, por lo que se asigna un valor de 2 según este criterio. El impacto se presentará en el corto plazo (4), debido a que el tiempo que transcurre entre la actividad y un aumento en la actividad económica de las poblaciones locales, es menor a un año. Los empleos generados por la actividad de nivelación, así como la compra de insumos para la actividad, serán temporales (2). Considerándose la actividad de manera aislada, este impacto resulta reversible de forma inmediata (1), ya que, sin la actividad, la actividad económica de la zona de influencia será similar a la original en el corto plazo. El impacto presenta una ligera sinergia (4), por el efecto multiplicador de la actividad de en la economía. El impacto además es acumulable (4) si se consideran los efectos de otros proyectos sobre actividad económica en las poblaciones de influencia del proyecto. El efecto es indirecto (1), ya que es consecuencia de la generación de empleos y

compra de insumos para las actividades de nivelación sobre la generación de empleos en la zona de influencia del proyecto. El impacto de la nivelación sobre la actividad económica de la zona es irregular, ya que la acción es temporal, ya que solo durará lo que dure el proceso nivelación y no se repetirá en el sitio del proyecto. El medio socioeconómico vuelve a su estado original en menos de un año después finalizado el plazo de los contratos, y de cesada la compra de insumos, por lo que el impacto es recuperable de manera inmediata y adopta el valor de 1 de acuerdo a la metodología aplicada.

Según su nivel de importancia, el impacto es moderado, ya que tiene un valor de +25.

$$I=+(3IN+2EX+MO+PE+RV+SI+AC+EF+PR+MC)$$

$$I=+(3(1)+2(2)+4+2+1+4+4+1+1+1)=+25$$

D1. Impacto de la urbanización y el equipamiento sobre el aire. El empleo de maquinaria para la urbanización y equipamiento generará emisiones a la atmósfera producto del uso de la maquinaria para excavaciones y otros equipos de combustión externa, así como de la generación de polvos. Este impacto es perjudicial para el medio que lo recibe, por lo que se clasifica como negativo (-) según la metodología propuesta; se valora con una intensidad media (2), debido a que no se prevé una excesiva emisión de contaminantes a la atmósfera. La extensión de este impacto será parcial (2), ya que su alcance es mayor que solo el lugar específico donde se generan los contaminantes debido a la dispersión de los mismos, pero no llega a salirse de los límites del área de influencia del proyecto. El tiempo que media entre la acción de Urbanización y equipamiento y la emisión de contaminantes a la atmósfera es nulo, por lo que el impacto es inmediato en cuanto al momento de manifestación con un valor de 4. La duración de los contaminantes en el medio es mucho menor a un año, por lo que, según el criterio propuesto en el método el impacto es fugaz (1). El medio es capaz de recuperarse en su totalidad en un plazo inferior a un año a través de mecanismos naturales de purificación del aire, por lo que se categoriza como reversible en el corto plazo (1). El impacto es simple (1), no presenta sinergia, ya que no existen mecanismos de combinación con otras sustancias que potencialicen o debiliten sus efectos; sin embargo, puede ser acumulable (4) con otras fuentes móviles y fijas de contaminantes atmosféricos. Se trata de un impacto directo (4), ya que es consecuencia de una acción (uso de la maquinaria) sobre un factor ambiental. La urbanización y equipamiento sobre la calidad del aire se realizará una sola vez, por lo que el impacto sobre el aire es irregular con un valor de 1 en cuanto a su periodicidad. El efecto puede reducirse aplicando medidas de mitigación como la verificación y mantenimiento de la maquinaria, en un tiempo menor a un año, por lo que se considera recuperable en el corto plazo y adopta un valor de 1.

La importancia del impacto lo coloca en la categoría de moderado, ya que resulta en un valor de -27.

$$I=+(3IN+2EX+MO+PE+RV+SI+AC+EF+PR+MC)$$

$$I=-(3(2)+2(2)+4+1+1+1+4+4+1+1)=-27$$

D2. Impacto de la urbanización y equipamiento sobre la calidad del agua. Se generarán residuos sanitarios, sólidos y posiblemente peligrosos (de forma accidental) por la actividad de los trabajadores en el sitio, lo que podría repercutir en la calidad del agua subterránea. Este impacto es perjudicial para el medio en el que se presenta, por lo que se clasifica como negativo (-) en términos de la metodología propuesta. Este impacto se valora con una intensidad media (2), debido a que no se prevé una excesiva emisión de residuos que pudieran reducir significativamente la calidad del agua. Se considera también la importancia del factor ambiental. Debido a que los efectos de la acción no se limitarán al lugar donde ésta se realice, y sin embargo, no rebasarán el área de influencia del proyecto, este impacto se clasifica como de extensión parcial (2). El tiempo que media entre la acción de desmonte con la consecuente generación de residuos sólidos y sanitarios, y que los contaminantes alcancen las aguas subterráneas podría ser menor de un año por la generación de lixiviados, por lo que se cataloga como de corto plazo (4) de acuerdo a los criterios del método. La duración de los contaminantes en el medio receptor, en caso de alcanzarlo sería mayor a un año, pero no es permanente, por lo que el impacto es temporal (2). Si no se consideran los efectos acumulativos de otras fuentes de contaminación del acuífero, tales como otras actividades del proyecto y de otros proyectos dentro de la zona de influencia, el medio podría recuperarse de los efectos en el mediano plazo, es decir, entre 1 y 5 años (2). El impacto no presenta sinergia, ya que no existen mecanismos de combinación con otras sustancias que potencialicen o debiliten sus efectos, sin embargo, puede ser acumulable (4) con otras fuentes de generación de residuos sanitarios, sólidos y peligrosos que afecten al agua subterránea. Se trata de un impacto directo (4), ya que es consecuencia de una acción (generación de residuos por la urbanización y equipamiento) sobre un factor ambiental (agua subterránea). Este impacto es discontinuo, ya que solo se presentará mientras se realice la actividad, la cual solamente se realizará en el tiempo necesario para concluir con la urbanización y equipamiento. Se prevé que el efecto no se presente si se aplican las medidas de mitigación adecuadas, tales como el uso de letrinas portátiles y sitios específicos para el almacenamiento temporal de los residuos de acuerdo a su naturaleza, por lo que éste se considera recuperable de forma inmediata (1).

Este impacto es de importancia moderada considerando los criterios propuestos en el método empleado, ya que su valor es de -29.

$$I=+(3IN+2EX+MO+PE+RV+SI+AC+EF+PR+MC)$$

$$I=-(3(2)+2(2)+4+2+2+1+4+4+1+1)=-29$$

D4. Impacto de la urbanización sobre la calidad del suelo. La urbanización y equipamiento implica la excavación, colocación de materiales pétreos y compactación del suelo y la consecuente modificación de su estructura, composición, porosidad y permeabilidad, además de la posible contaminación por residuos. Este impacto es perjudicial para el medio en el que se presenta, por lo que se clasifica como negativo (-) en términos de la metodología propuesta. La intensidad de este impacto se considera alta con un valor de 4, por la importancia del factor y por la intensidad de la actividad; su extensión es puntual (1), ya que sólo se presentará en aquellas áreas en las que se proyecta el desplante del fraccionamiento. Los cambios en la calidad y estructura del suelo por la urbanización y equipamiento son permanentes, por lo que se le asigna un valor de 4. Aun considerándose la actividad de manera aislada, este impacto resulta irreversible (4). El impacto no presenta sinergia, es decir es un impacto simple con un valor de 1 en cuanto a su sinergismo, ya que no existen mecanismos de combinación con otros impactos similares que potencialicen o debiliten sus efectos, sin embargo, es acumulable (4) si se consideran otras actividades del proyecto que afectarán la calidad del suelo, así como los efectos de otros proyectos sobre el atributo ambiental en evaluación. Se trata de un impacto directo (4), ya que es consecuencia de una acción (Urbanización y equipamiento) sobre la calidad del suelo. El impacto de la urbanización y equipamiento sobre la calidad del suelo es irregular (1), ya que la actividad solo se realizará en el tiempo necesario para concluir con el cambio de uso del suelo y no se repetirá en el sitio del proyecto. El efecto de la urbanización y equipamiento sobre la calidad del suelo, puede reducirse mediante la aplicación de medidas de mitigación, tales como la reducción del área afectada, por lo tanto es mitigable con un valor de 4 en cuanto a su recuperabilidad.

$$I=+(3IN+2EX+MO+PE+RV+SI+AC+EF+PR+MC)$$

$$I=-(3(4)+(1)+4+4+4+1+4+4+1+4)=-40$$

D11. Impacto de la urbanización y equipamiento sobre el paisaje. La Urbanización y equipamiento modifica la apariencia general del sitio y, por lo tanto la percepción del medio por la sociedad de las poblaciones cercanas al proyecto. Este impacto es perjudicial para el paisaje ya que constituye una degradación de la calidad de la percepción del sitio, por lo que se clasifica como negativo (-) en términos de la metodología propuesta. La intensidad de este impacto se considera media con un valor de 2, por la importancia del factor (zona urbana afectada por proyectos similares) y por la intensidad de la actividad. Este impacto se valora con una extensión parcial (2), ya que los efectos al paisaje afectan a

una mayor área de la abarcada por el predio. El impacto es inmediato (4), debido a que no transcurre tiempo alguno entre la actividad y los efectos sobre el paisaje. La pérdida de calidad del paisaje en el sitio de desplante será permanente, es decir, en el sentido de su persistencia tiene un valor de 4. Aun considerándose la actividad de manera aislada, este impacto resulta irreversible, ya que la calidad perceptual no podría recuperarse por medios naturales, por lo que adopta un valor de 4. El impacto no presenta sinergia, es decir es un impacto simple con un valor de 1 en cuanto a su sinergismo, ya que no existen mecanismos de combinación con otros impactos que potencialicen o debiliten sus efectos; sin embargo es acumulable si se consideran los efectos de otros proyectos sobre la calidad del paisaje. La pérdida de calidad del paisaje, es un impacto indirecto con un valor en cuanto a su efecto de 1, ya que es consecuencia de la pérdida de calidad del suelo. El impacto de la urbanización y equipamiento sobre el paisaje es irregular, ya que la acción es temporal, ya que solo durará lo que dure el proceso de cambio de uso del suelo y no se repetirá en el sitio del proyecto. La pérdida de calidad del paisaje puede reducirse mediante la aplicación de medidas de mitigación, tales como la reducción del área afectada, por lo que representa un impacto mitigable con valor de 4 por su recuperabilidad.

La importancia del impacto de la urbanización y equipamiento sobre el paisaje es moderada en función de los criterios del método, ya que alcanza un valor de -33.

$$I=+(3IN+2EX+MO+PE+RV+SI+AC+EF+PR+MC)$$

$$I=-((3(2)+2(2)+4+4+4+1+4+1+1+4))=-33$$

D12. Impacto de la urbanización y equipamiento sobre la calidad de vida de la población. Las actividades de urbanización y equipamiento generan empleos en la comunidad, que a su vez generan aumento en la calidad de vida en la misma. Este impacto es beneficioso para el medio en el que se presenta, por lo que se clasifica como positivo (+) en términos de la metodología propuesta. La intensidad de este impacto se considera baja (1), por la importancia del factor y por la intensidad de la actividad. Este impacto se valora con una extensión parcial, es decir con un valor de 2, ya que su extensión va más allá de los límites del predio, y están dentro del área de influencia del proyecto. Los empleos generados por la actividad de urbanización y equipamiento y el consecuente aumento de la calidad de vida de la población serán temporales (2). Considerándose la actividad de manera aislada, este impacto resulta reversible de forma inmediata, ya que, en ausencia de otros empleos, la calidad de vida de la población será similar a la inicial en el corto plazo (1). El impacto no presenta sinergia, es decir es un impacto simple calificado con 2, ya que no existen mecanismos de combinación con otros impactos similares que potencialicen o debiliten sus efectos. El impacto, sin embargo es acumulable si se

consideran los efectos de otros proyectos sobre la calidad de vida de las poblaciones de influencia del proyecto, por lo que se le dio un valor de 2. Se trata de un impacto indirecto (1), ya que es consecuencia de la generación de empleos en la zona de influencia del proyecto. El impacto de la urbanización y equipamiento sobre la calidad de vida es discontinuo (1), ya que la acción es temporal, ya que solo durará lo que dure el proceso de urbanización y equipamiento. El medio socioeconómico vuelve a su estado original en menos de un año después finalizado el plazo de los contratos, por lo que el impacto es recuperable de manera inmediata (1).

Por su importancia, el impacto se clasifica como irrelevante según los criterios del método, ya que arrojó un resultado de +22.

$$I=+(3IN+2EX+MO+PE+RV+SI+AC+EF+PR+MC)$$

$$I=+(3(1)+2(2)+4+1+1+1+4+1+1+1)=+22$$

D13. Impacto de la urbanización y equipamiento sobre la oferta laboral. Las actividades de urbanización y equipamiento generan empleos en la comunidad. Este impacto es beneficioso para el medio en el que se presenta, por lo que se clasifica como positivo (+) en términos de la metodología propuesta. La intensidad de este impacto se considera baja (1), por la importancia del factor y por la intensidad de la actividad. Este impacto se valora con una extensión parcial (2), ya que su extensión va más allá de los límites del predio, y están dentro del área de influencia del proyecto. El impacto se presentará en el corto plazo (4), debido a que el tiempo que transcurre entre la actividad de urbanización y equipamiento y un aumento de la oferta laboral en las poblaciones locales, es menor a un año. Los empleos generados por la actividad de urbanización y equipamiento serán temporales (2). Considerándose la actividad de manera aislada, este impacto resulta reversible de forma inmediata (1), ya que, sin la actividad, la cantidad de empleos en la zona de influencia será similar a la inicial en el corto plazo. El impacto no presenta sinergia, por lo que se cataloga como simple con un valor de 1, ya que no existen mecanismos de combinación con otros impactos similares que potencialicen o debiliten sus efectos; sin embargo, es acumulable con un valor de 4, si se consideran los efectos de otros proyectos sobre la cantidad de empleos de las poblaciones de influencia del proyecto. Se trata de un impacto directo con valor de 4, ya que es consecuencia de las actividades de urbanización y equipamiento sobre la generación de empleos en la zona de influencia del proyecto. El impacto de la urbanización y equipamiento sobre la oferta laboral es irregular (1), ya que la acción es temporal, y solo durará lo que dure el proceso de cambio urbanización y equipamiento y no se repetirá en el sitio del proyecto. El medio socioeconómico vuelve a su estado original en menos de un año después finalizado el

plazo de los contratos, por lo que el impacto es recuperable de manera inmediata, por lo que le corresponde un valor de 1

En relación a su importancia, el impacto resulta moderado según el criterio establecido en el método, ya que tiene un valor de +25.

$$I=+(3IN+2EX+MO+PE+RV+SI+AC+EF+PR+MC)$$

$$I=+(3(1)+2(2)+4+2+1+1+4+4+1+1)=+25$$

D14. Impacto de la urbanización y equipamiento sobre la infraestructura de la zona. El propio proyecto contribuirá al aumento de la infraestructura urbana de la zona de estudio, lo que llevará a un aumento de la oferta de espacios para la vivienda. Este impacto resulta beneficioso para la comunidad del centro de Población de Cancún, por lo que se clasifica como positivo (+) en términos de su naturaleza. Su intensidad se considera media (2), por el tamaño del desarrollo, es decir por el número de lotes considerados para el proyecto. La extensión del impacto es puntual (1), ya que el aumento de la infraestructura se realizará únicamente en el área prevista para el desplante de fraccionamiento. Será permanente (4), ya que prevalecerá durante todo el ciclo de vida del proyecto, mismo que tendrá una duración mucho mayor a 10 años. El impacto resultará irreversible, ya que no es posible que se eliminen las viviendas por medios naturales (4) y es irrecuperable, ya que no se espera eliminar la infraestructura, en un plazo menor a la vida útil del proyecto. El efecto no presenta sinergia (1), ya que sumados los desarrollos inmobiliarios existentes con el que se evalúa no producirían un efecto potencializado o debilitado, sin embargo, es acumulable (4), ya que se suma a la oferta de espacios para la vivienda de otros proyectos similares. Es un impacto directo (4), ya que es producto de la urbanización sobre el medio construido. Debido a que el impacto se produce una sola vez, se cataloga como irregular (1).

Por su importancia, este impacto resulta moderado de acuerdo a la metodología propuesta, ya que exhibe un valor de +31

$$I=+(3IN+2EX+MO+PE+RV+SI+AC+EF+PR+MC)$$

$$I=+(3(2)+2(1)+4+4+4+1+4+4+1+1)=+31$$

D15. Impacto de la urbanización y equipamiento sobre la economía local. Las actividades de urbanización y equipamiento generan empleos en la comunidad, que a su vez, junto con la compra de insumos para la realizar la acción, generan aumento en la actividad económica de la misma. Este impacto es beneficioso (+) para el medio en el que se presenta, por lo que se clasifica como positivo en términos de la metodología propuesta.

Este impacto se valora con una extensión parcial, ya que su extensión va más allá de los límites del predio, y están dentro del área de influencia del proyecto, por lo que se asigna un valor de 2 según este criterio. El impacto se presentará en el corto plazo (4), debido a que el tiempo que transcurre entre la actividad y un aumento en la actividad económica de las poblaciones locales, es menor a un año. Los empleos generados por la actividad de urbanización y equipamiento, así como la compra de insumos para la actividad, serán temporales (2). Considerándose la actividad de manera aislada, este impacto resulta reversible de forma inmediata (1), ya que, sin la actividad, la actividad económica de la zona de influencia será similar a la original en el corto plazo. El impacto presenta una ligera sinergia (4), por el efecto multiplicador de la actividad de en la economía. El impacto además es acumulable (4) si se consideran los efectos de otros proyectos sobre actividad económica en las poblaciones de influencia del proyecto. El efecto es indirecto (1), ya que es consecuencia de la generación de empleos y compra de insumos para las actividades de urbanización y equipamiento sobre la generación de empleos en la zona de influencia del proyecto. El impacto de la urbanización y equipamiento sobre la actividad económica de la zona es irregular, ya que la acción es temporal, ya que solo durará lo que dure el proceso urbanización y equipamiento y no se repetirá en el sitio del proyecto. El medio socioeconómico vuelve a su estado original en menos de un año después finalizado el plazo de los contratos, y de cesada la compra de insumos, por lo que el impacto es recuperable de manera inmediata y adopta el valor de 1 de acuerdo a la metodología aplicada.

Según su nivel de importancia, el impacto es moderado, ya que tiene un valor de +25.

$$I=+(3IN+2EX+MO+PE+RV+SI+AC+EF+PR+MC)$$

$$I=+(3(1)+2(2)+4+2+1+4+4+1+1+1)=+25$$

E2. Impacto de la venta y ocupación de lotes sobre la calidad del agua. Aunque el proyecto no contempla la edificación de viviendas, y ésta se realizará a través de un reglamento interno de construcción que respetará las normas sobre la intensidad de construcción, la operación del fraccionamiento implica la ocupación de las viviendas construidas por cada adquirente. La ocupación finalmente producirá la generación de aguas residuales, cuyos impactos, el promovente tendrá que prever y prevenir. Este impacto es perjudicial para el medio en el que se presenta, por lo que se clasifica como negativo (-) en términos de la metodología propuesta. Este impacto se valora con una intensidad alta (4), debido a la importancia del factor sobre el que recae y a la duración de la actividad. Debido a que los efectos de la acción no se limitarán al lugar donde ésta se realice, y sin embargo, no rebasarán el área de influencia del proyecto, este impacto se clasifica como de extensión parcial (2). El tiempo que media entre la acción de ocupación

de viviendas, y que los contaminantes alcancen las aguas subterráneas podría ser menor de un año por la generación de lixiviados, por lo que se cataloga como de corto plazo (4) de acuerdo a los criterios del método. La duración de los contaminantes en el medio receptor, en caso de alcanzarlo sería mayor a un año, pero no es permanente, por lo que el impacto es temporal (2). Si no se consideran los efectos acumulativos de otras fuentes de contaminación del acuífero, tales como otras actividades del proyecto y de otros proyectos dentro de la zona de influencia, el medio podría recuperarse de los efectos en el mediano plazo, es decir, entre 1 y 5 años (2). El impacto no presenta sinergia, ya que no existen mecanismos de combinación con otras sustancias que potencialicen o debiliten sus efectos, sin embargo, puede ser acumulable (4) con otras fuentes de generación de aguas residuales. Se trata de un impacto directo (4), ya que es consecuencia de una acción (generación de aguas residuales) sobre un factor ambiental (agua subterránea). Este impacto es continuo (4), ya que se presentará durante todo el tiempo de vida útil del proyecto. Se prevé que el efecto pueda mitigarse y reducirse la carga de contaminantes en el medio receptor si se aplican las medidas de mitigación adecuadas, tales como el establecimiento de un drenaje sanitario, conexión al drenaje municipal y conducción hasta el sistema municipal de tratamiento de aguas residuales, por lo que este impacto se considera mitigable (4).

Este impacto es de importancia moderada considerando los criterios propuestos en el método empleado, ya que su valor es de -41

$$I=+(3IN+2EX+MO+PE+RV+SI+AC+EF+PR+MC)$$

$$I=-(3(4)+2(2)+4+2+2+1+4+4+4+4)=-41$$

E3. Impacto de la venta y ocupación de lotes sobre la cantidad (disponibilidad) de agua.

El proyecto no contempla la edificación de viviendas, y ésta se realizará a través de un reglamento interno de construcción que respetará las normas sobre la intensidad de construcción, sin embargo, la operación del fraccionamiento implica la ocupación de las viviendas construidas por cada adquiriente, lo que finalmente producirá un consumo de agua en el sitio, reduciendo la disponibilidad del recurso en la zona de influencia del proyecto. Este impacto es perjudicial para el medio en el que se presenta, por lo que se clasifica como negativo (-) en términos de la metodología propuesta. Este impacto se valora con una intensidad baja (1), debido que no representa una reducción significativa de la disponibilidad del agua en el sitio además de que la recarga del acuífero es continua. Debido a que los efectos de la acción no se limitarán al lugar donde ésta se realice, y sin embargo, no rebasarán el área de influencia del proyecto, este impacto se clasifica como de extensión parcial (2). El tiempo que media entre la acción de ocupación de viviendas, y que los contaminantes alcancen las aguas subterráneas podría ser menor de un año por la

generación de lixiviados, por lo que se cataloga como de corto plazo (4) de acuerdo a los criterios del método. La duración de los contaminantes en el medio receptor, en caso de alcanzarlo sería mayor a un año, pero no es permanente, por lo que el impacto es temporal (2). Si no se consideran los efectos acumulativos de otras fuentes de contaminación del acuífero, tales como otras actividades del proyecto y de otros proyectos dentro de la zona de influencia, el medio podría recuperarse de los efectos en el corto plazo, es decir, en menos de un año (1). El impacto no presenta sinergia, ya que no existen mecanismos de combinación con otras sustancias que potencialicen o debiliten sus efectos, sin embargo, puede ser acumulable (4) con otras fuentes de generación de aguas residuales. Se trata de un impacto directo (4), ya que es consecuencia de una acción (generación de aguas residuales) sobre un factor ambiental (agua subterránea). Este impacto es continuo (4), ya que se presentará durante todo el tiempo de vida útil del proyecto. Se prevé que el efecto pueda mitigarse y reducirse la carga de contaminantes en el medio receptor si se aplican las medidas de mitigación adecuadas, tales como el establecimiento de un drenaje sanitario, conexión al drenaje municipal y conducción hasta el sistema municipal de tratamiento de aguas residuales, por lo que este impacto se considera mitigable (4).

Este impacto es de importancia moderada considerando los criterios propuestos en el método empleado, ya que su valor es de -31

$$I=+(3IN+2EX+MO+PE+RV+SI+AC+EF+PR+MC)$$

$$I=-(3(1)+2(2)+4+2+1+1+4+4+4+4)=-31$$

E15. Impacto de la venta y ocupación de lotes sobre la economía local. La venta y la ocupación de los lotes generan un aumento de la actividad económica de la zona. Este impacto es beneficioso (+) para el medio en el que se presenta, por lo que se clasifica como positivo en términos de la metodología propuesta. Este impacto se valora con una extensión parcial, ya que su extensión va más allá de los límites del predio, y están dentro del área de influencia del proyecto, por lo que se asigna un valor de 2 según este criterio. El impacto se presentará en el corto plazo (4), debido a que el tiempo que transcurre entre la actividad y un aumento en la actividad económica de las poblaciones locales, es menor a un año. La actividad económica estimulada por la ocupación de las viviendas será permanente (4). Considerándose la actividad de manera aislada, este impacto resulta reversible de forma inmediata (1), ya que, sin la actividad, la actividad económica de la zona de influencia será similar a la original en el corto plazo. El impacto presenta una ligera sinergia (4), por el efecto multiplicador de la actividad de en la economía. El impacto además es acumulable (4) si se consideran los efectos de otros proyectos sobre actividad económica en las poblaciones de influencia del proyecto. El efecto es indirecto (1), ya que

es consecuencia de la generación de empleos y compra de insumos para las actividades de urbanización y equipamiento sobre la generación de empleos en la zona de influencia del proyecto. El impacto de la urbanización y equipamiento sobre la actividad económica de la zona es irregular (1), ya que la acción es temporal, ya que solo durará lo que dure el proceso urbanización y equipamiento y no se repetirá en el sitio del proyecto. El medio socioeconómico vuelve a su estado original en menos de un año después finalizado el plazo de los contratos, y de cesada la compra de insumos, por lo que el impacto es recuperable de manera inmediata y adopta el valor de 1 de acuerdo a la metodología aplicada.

Según su nivel de importancia, el impacto es moderado, ya que tiene un valor de +27.

$$I=+(3IN+2EX+MO+PE+RV+SI+AC+EF+PR+MC)$$

$$I=+(3(1)+2(2)+4+4+1+4+4+1+1+1)=+27$$

F13. Impacto del mantenimiento sobre la oferta laboral. Las actividades de mantenimiento del fraccionamiento generan empleos en las comunidades cercanas. Este impacto es beneficioso para el medio en el que se presenta, por lo que se clasifica como positivo (+) en términos de la metodología propuesta. La intensidad de este impacto se considera baja (1), por la importancia del factor y por la intensidad de la actividad. Este impacto se valora con una extensión parcial (2), ya que su extensión va más allá de los límites del predio, y están dentro del área de influencia del proyecto. El impacto se presentará en el corto plazo (4), debido a que el tiempo que transcurre entre la actividad de mantenimiento y un aumento de la oferta laboral en las poblaciones locales, es menor a un año. Los empleos generados por la actividad de mantenimiento del fraccionamiento serán permanentes (4). Considerándose la actividad de manera aislada, este impacto resulta reversible de forma inmediata (1), ya que, sin la actividad, la cantidad de empleos en la zona de influencia será similar a la inicial en el corto plazo. El impacto no presenta sinergia, por lo que se cataloga como simple con un valor de 1, ya que no existen mecanismos de combinación con otros impactos similares que potencialicen o debiliten sus efectos; sin embargo, es acumulable con un valor de 4, si se consideran los efectos de otros proyectos sobre la cantidad de empleos de las poblaciones de influencia del proyecto. Se trata de un impacto directo con valor de 4, ya que es consecuencia de las actividades de mantenimiento sobre la generación de empleos en la zona de influencia del proyecto. El impacto del mantenimiento del fraccionamiento sobre la oferta laboral es periódica (2), ya que la acción de mantenimiento se repita cada determinado tiempo. El medio socioeconómico vuelve a su estado original en menos de un año después finalizado el plazo de los contratos, por lo que el impacto es recuperable de manera inmediata, por lo que le corresponde un valor de 1

En relación a su importancia, el impacto resulta moderado según el criterio establecido en el método, ya que tiene un valor de +25.

$$I=+(3IN+2EX+MO+PE+RV+SI+AC+EF+PR+MC)$$

$$I=+(3(1)+2(2)+4+4+1+1+1+4+2+1)=+25$$

F15. Impacto del mantenimiento sobre la economía local. Las actividades de mantenimiento del fraccionamiento generan empleos en la comunidad, que a su vez, junto con la compra de insumos para la realizar la acción, generan aumento en la actividad económica de la misma. Este impacto es beneficioso (+) para el medio en el que se presenta, por lo que se clasifica como positivo en términos de la metodología propuesta. Este impacto se valora con una extensión parcial (2), ya que su extensión va más allá de los límites del predio, y están dentro del área de influencia del proyecto, por lo que se asigna un valor de 2 según este criterio. El impacto se presentará en el corto plazo (4), debido a que el tiempo que transcurre entre la actividad y un aumento en la actividad económica de las poblaciones locales, es menor a un año. Los empleos generados por la actividad de mantenimiento del fraccionamiento, así como la compra de insumos para la actividad, serán permanentes (4). Considerándose la actividad de manera aislada, este impacto resulta reversible de forma inmediata (1), ya que, sin la actividad, la actividad económica de la zona de influencia será similar a la original en el corto plazo. El impacto presenta una ligera sinergia (4), por el efecto multiplicador de la actividad de en la economía. El impacto además es acumulable (4) si se consideran los efectos de otros proyectos sobre actividad económica en las poblaciones de influencia del proyecto. El efecto es indirecto (1), ya que es consecuencia de la generación de empleos y compra de insumos para las actividades de mantenimiento del fraccionamiento. El impacto del mantenimiento sobre la actividad económica de la zona es periódica (2), ya que la acción se repite cada determinado tiempo. El medio socioeconómico vuelve a su estado original en menos de un año después finalizado el plazo de los contratos, y de cesada la compra de insumos, por lo que el impacto es recuperable de manera inmediata y adopta el valor de 1 de acuerdo a la metodología aplicada.

Según su nivel de importancia, el impacto es moderado, ya que tiene un valor de +28.

$$I=+(3IN+2EX+MO+PE+RV+SI+AC+EF+PR+MC)$$

$$I=+(3(1)+2(2)+4+4+1+4+4+1+2+1)=+28$$

IX.3 VALORACIÓN DE LOS IMPACTOS

El **Cuadro IX:4** presenta la valoración de los impactos en términos de lo establecido en los criterios anteriores.

Cuadro IX:4. Matriz de valoración cualitativa de impactos

IMPACTO			CARACTERIZACIÓN													Evaluación
ID	Actividad	Factor	Na	In	E x	M o	Pe	Rv	Rc	Ef	S i	Ac	P r	I		
A1	Desmante	Aire	-1	2	2	4	1	1	1	4	4	1	1	1	-27	Moderado
A2	Desmante	Agua (calidad)	-1	2	2	4	2	2	1	4	4	1	1	1	-29	Moderado
A4	Desmante	Suelo (calidad)	-1	4	1	4	4	2	1	4	4	1	4	4	-38	Moderado
A5	Desmante	Suelo (erodabilidad)	-1	4	1	4	4	2	1	4	1	1	4	4	-35	Moderado
A7	Desmante	Fauna (hábitat)	-1	4	1	4	4	2	1	4	1	1	4	4	-35	Moderado
A8	Desmante	Fauna (diversidad)	-1	4	2	4	4	2	1	4	4	1	4	4	-40	Moderado
A9	Desmante	Flora (Cobertura)	-1	4	1	4	4	2	1	4	4	1	4	4	-38	Moderado
A10	Desmante	Flora (Diversidad)	-1	4	1	4	4	2	1	4	1	1	4	4	-35	Moderado
A11	Desmante	Paisaje	-1	2	2	4	4	2	1	4	1	1	4	4	-31	Moderado
A12	Desmante	Calidad de vida	-1	2	2	4	4	2	1	4	1	4	1	1	-31	Moderado
A13	Desmante	Oferta laboral	1	1	2	4	2	1	1	4	1	4	1	25	Moderado	
A15	Desmante	Economía local	1	1	2	4	2	1	4	4	1	1	1	25	Moderado	
B1	Despalme	Aire	-1	2	2	4	1	1	1	4	4	1	1	1	-27	Moderado
B2	Despalme	Agua (calidad)	-1	2	2	4	2	2	1	4	4	1	1	1	-29	Moderado
B4	Despalme	Suelo (calidad)	-1	4	1	4	4	2	1	4	4	1	4	4	-38	Moderado
B5	Despalme	Suelo (erodabilidad)	-1	4	1	4	4	4	1	4	4	1	4	4	-40	Moderado
B11	Despalme	Paisaje	-1	1	2	4	4	4	1	4	1	1	4	4	-30	Moderado
B12	Despalme	Calidad de vida	1	1	2	4	2	1	1	4	1	1	1	22	Irrelevante	
B13	Despalme	Oferta laboral	1	1	2	4	2	1	1	4	1	4	1	25	Moderado	
B15	Despalme	Economía local	1	1	2	4	2	1	4	4	1	1	1	25	Moderado	
C1	Nivelación	Aire	-1	2	2	4	1	1	1	4	4	1	1	1	-27	Moderado
C2	Nivelación	Agua (calidad)	-1	2	2	4	2	2	1	4	4	1	1	1	-29	Moderado
C3	Nivelación	Agua (Cantidad)	-1	4	1	4	4	4	1	1	4	1	4	4	-37	Moderado
C4	Nivelación	Suelo (calidad)	-1	4	1	4	4	4	1	4	4	1	4	4	-40	Moderado
C6	Nivelación	Geología y Geomorfología	-1	2	2	4	4	4	1	4	1	1	4	4	-33	Moderado
C11	Nivelación	Paisaje	-1	2	2	4	4	4	1	4	1	1	4	4	-33	Moderado
C12	Nivelación	Calidad de vida	1	1	2	4	2	1	1	4	1	1	1	22	Irrelevante	
C13	Nivelación	Oferta laboral	1	1	2	4	2	1	1	4	1	4	1	25	Moderado	

IMPACTO			CARACTERIZACIÓN												Evaluación
ID	Actividad	Factor	Na	In	E x	M o	Pe	Rv	Rc	Ef	S i	Ac	P r	I	
C15	Nivelación	Economía local	1	1	2	4	2	1	4	4	1	1	1	25	Moderado
D1	Urbanización	Aire	-1	2	2	4	1	1	1	4	4	1	1	-27	Moderado
D2	Urbanización	Agua (calidad)	-1	2	2	4	2	2	1	4	4	1	1	-29	Moderado
D4	Urbanización	Suelo (calidad)	-1	4	1	4	4	4	1	4	4	1	4	-40	Moderado
D1 1	Urbanización	Paisaje	-1	2	2	4	4	4	1	4	1	1	4	-33	Moderado
D1 2	Urbanización	Calidad de vida	1	4	2	4	2	1	1	1	1	1	1	28	Moderado
D1 3	Urbanización	Oferta laboral	1	1	2	4	2	1	1	4	1	1	1	22	Irrelevante
D1 4	Urbanización	Infraestructura	1	2	1	4	4	4	1	4	4	1	1	31	Moderado
D1 5	Urbanización	Economía local	1	1	2	4	2	1	4	4	1	1	1	25	Moderado
E2	Ocupación de lotes	Agua (Calidad)	-1	4	2	4	2	2	1	4	4	4	4	-41	Moderado
E3	Ocupación de lotes	Agua (Cantidad)	-1	1	2	4	2	1	1	4	4	4	4	-31	Moderado
E15	Ocupación de lotes	Economía local	1	1	2	4	4	1	4	4	1	1	1	27	Moderado
F13	Mantenimiento	Oferta laboral	1	1	2	4	4	1	1	1	4	2	1	25	Moderado
F15	Mantenimiento	Economía local	1	1	2	4	4	1	4	4	1	2	1	28	Moderado

El **Cuadro IX:5** consiste en la matriz de valoración de los impactos y tiene el objetivo de evaluar la importancia total absoluta y relativa de los mismos. Esta matriz permite la determinación de la viabilidad ambiental del proyecto.

Se identificó un total de 42 impactos, de los cuales 16 fueron positivos y 26 negativos, resultando 4 de ellos irrelevantes y 38 moderados. No se valoró ningún impacto severo o crítico.

Cuadro IX:5. Matriz de importancia de impactos

Factores Ambientales		Etapas y Actividades del Proyecto									Valoración de los impactos	
		Preparación del sitio			Construcción		Operación y mantenimiento					
		Desmonte	Despalme	Trazo y nivelación	Urbanización y equipamiento	Venta y ocupación de lotes	Mantenimiento del fraccionamiento	Abs	Rel			
Medio	ID	Factor	UIP	A	B	C	D	E	F	Abs	Rel	
Medio abiótico	1	Aire	50	-27	-27	-27	-27				-108	-4.05
	2	Agua (Calidad)	100			-29			-41		-70	-2.9
	3	Agua (Cantidad)	100			-37			-27		-64	-3.7
	4	Suelo (Calidad)	50	-38	-38	-40	-40				-156	-5.8
	5	Suelo (erodabilidad)	20	-35	-40						-75	-1.5
	6	Geología y geomorfología	80				-33				-33	0
Medio biótico	7	Fauna (hábitat)	75	-35							-35	-2.625
	8	Fauna (diversidad)	100	-40							-40	-4
	9	Flora (Cobertura)	85	-38							-38	-3.23
	10	Flora (Diversidad)	100	-35							-35	-3.5
Medio perceptual	11	Paisaje	50	-31	-30	-33	-33				-127	-4.7
Medio socioeconómico	12	Calidad de vida	50	22	22	22	22				88	3.3
	13	Oferta laboral	40	25	25	25	25		25		125	4
	14	Infraestructura	50				25				25	0
	15	Economía local	50	25	25	25	-27	25	25		98	-1683
Total	Absoluta			-207	-63	-94	-88	-43	50		-445	-
	Relativa		1000	-15.51	-2.2	-8.25	-5.64	-5.55	2.25		-	-1711

IX.4 CONCLUSIONES

En síntesis, el impacto ambiental general de los impactos es negativo moderado, dada la valoración de los mismos.

En la etapa de preparación del sitio, los impactos están relacionados directamente con la remoción de la cobertura vegetal, provocando que los impactos de mayor importancia se manifiesten en los factores bióticos del medio, es decir, en la fauna y flora silvestre; así como en la reducción de la calidad del paisaje.

Asimismo, se provocan impactos sobre los recursos del medio abiótico, como el suelo y el agua, ya que se modifican los procesos hidrológicos, además de que se incrementa la exposición del suelo a fenómenos erosivos.

Indirectamente, las obras de desmonte y despilme provocan la generación de residuos, que en caso de no ser manejados adecuadamente repercutirán en la calidad del aire, el suelo y el agua. Por otro lado, la inversión económica que representa el proyecto Arbolada II, provoca que la derrama económica resulte un impacto con relevante importancia respecto al resto de ellos.

Con base en este análisis, en la etapa de preparación del sitio, las medidas preventivas, de mitigación y en su caso de corrección, deberán estar enfocadas principalmente en la protección de la flora y fauna, así como en el manejo de residuos.

En la etapa de construcción (urbanización y equipamiento), las actividades se centran en el desplante de la infraestructura urbana, que en este caso contempla la conformación de vialidades, áreas verdes, la instalación de las redes de distribución de energía eléctrica, agua potable y en la instalación de los sistemas de drenaje pluvial y sanitario.

Los impactos de mayor importancia, se manifiestan en la modificación de las características fisicoquímicas del suelo, tales como su contaminación y su pérdida de permeabilidad, ya que estos impactos pueden provocar otros indirectos, tales como la modificación de los procesos hidrológicos, como pueden ser el aumento del escurrimiento y la consecuente reducción de la infiltración al acuífero; y por otro lado se provoca la modificación del paisaje que ofrece el predio actualmente, aunque se debe considerar que se integrará a una zona urbana. Por otro lado, sigue la generación de residuos, y en este caso se suman los residuos de manejo especial derivados del material de construcción, en donde los impactos se manifiestan en la calidad del agua, aire y suelo.

Por lo anteriormente dicho, en la etapa de construcción, además de las medidas tendientes al manejo adecuado de los residuos, se deberá considerar medidas

preventivas, de mitigación y en su caso de corrección para los impactos provocados a los procesos hidrológicos y al paisaje.

Por último, la etapa de operación del proyecto Arbolada II tiene como objetivo la venta de lotes habitacionales y comerciales, en donde las edificaciones estarán a cargo de los adquirientes y en conjunto formarán un desarrollo inmobiliario particularmente identificable por los arreglos arquitectónicos en los que se integran diversas superficies con vegetación natural y estructuras geológicas de relevante importancia ecológica.

En esta etapa del proyecto, a diferencia de las anteriores, la mayoría de los impactos ambientales alcanzan valores de importancia que los clasifican como impactos moderados, los cuales derivan del desmonte en las áreas de urbanización, las obras para el desplante de los proyecto de cada adquiriente, además del propio uso y operación de un desarrollo inmobiliario, esto conlleva impactos sobre la flora, la fauna, el recurso hídrico y su ciclo, la calidad del aire y del suelo, sobre el paisaje y la geología y geomorfología del sitio; aunque también tiene impactos positivos para el medio socioeconómico, como la generación de empleos directos e indirectos, la oferta de espacios para la vivienda, y la derrama económica en las comunidades cercanas. En este caso, las medidas preventivas, de mitigación y/o corrección de los impactos deberán atender todos aquellos impactos negativos relacionados con la propia naturaleza de una zona urbana.

Se considera que es de importancia, contar con un manejo adecuado de los residuos generados, esto incluye residuos sólidos urbanos, aguas residuales, residuos del mantenimiento de áreas verdes y áreas comunes, residuos de manejo especial, entre otros. Asimismo, se deberá contar con medidas cuyo objetivo sea la protección de la fauna silvestre, ya que se producirá el desplazamiento de la misma por el paso de la maquinaria y por el retiro de la vegetación del predio y la consecuente pérdida de su hábitat en el área de desplante del proyecto.

Es primordial, la regulación de los usos de suelo, obras de construcción y operación de los lotes vendibles, esto con el fin de dar continuidad al cumplimiento de los instrumentos normativos aplicables. En el siguiente capítulo se hará la descripción de las medidas de prevención, mitigación y/o corrección, que deberán aplicarse en cada una de las etapas del proyecto, mismas que se han definido con base en la evaluación de los impactos ambientales que genera el proyecto denominado Arbolada II.

X 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

X.1 DESCRIPCIÓN DE LAS MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN

La mitigación es el diseño y ejecución de obras, actividades o medidas dirigidas a moderar, atenuar, minimizar, o disminuir los impactos negativos que un proyecto pueda generar sobre el entorno humano y natural. Incluso la mitigación puede reponer uno o más de los componentes o elementos del medio ambiente a una calidad similar a la que tenían con anterioridad al daño causado. En el caso de no ser ello posible, se reestablecen al menos las propiedades básicas iniciales (Espinosa, 2001)⁶⁷.

Se establecieron cuatro estrategias para implementar en el desarrollo de las medidas propuestas, a saber: Prevención, que se refiere a la aplicación de las medidas antes de que se presenten los impactos con el objeto de evitarlos, estas medidas consisten en evitar ciertas acciones o en establecer acciones que eviten la llegada de contaminantes al medio que se busca proteger; Mitigación, que incluye acciones o procedimientos que se implementan para reducir un impacto inevitable, dicho de otra forma, el propósito de la mitigación es generar acciones prediseñadas, destinadas a llevar a niveles aceptables los impactos ambientales de una acción humana; la compensación, que busca producir o generar un efecto positivo alternativo y equivalente a uno de carácter adverso y sólo se lleva a cabo en las áreas o lugares en que los impactos negativos significativos no pueden mitigarse (Espinosa, Op. Cit.) y; por último, en el caso de los impactos positivos, la potenciación, que se refiere al incremento de un efecto deseado sobre el ambiente.

Las medidas se diseñaron de tal forma que cumplan con las características propuestas por Gómez-Orea (Op. Cit.): viabilidad técnica, eficacia y eficiencia ambiental, viabilidad económica y financiera, factibilidad de implantación, mantenimiento, seguimiento y control.

⁶⁷ Espinosa, G. (2001) Fundamentos de Evaluación de Impacto Ambiental. Banco Interamericano de Desarrollo y Centro de Estudios para el Desarrollo, Chile (Coed.).183 pp.

X.1.1 Medida: Verificación y mantenimiento de maquinaria y equipo de transporte

- Impacto al que se dirige

Contaminación atmosférica y ruido

- Criterio de excepcionalidad

Calidad del agua

- Fundamento Normativo

Ley del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente del Estado de Quintana Roo Artículo 117.- “Los propietarios o poseedores de vehículos automotores verificarán periódicamente éstos, con el propósito de controlar, en la circulación de los mismos, las emisiones contaminantes. Dicha verificación deberá efectuarse en los periodos y centros de verificación vehicular autorizados por la Secretaría.”

Norma Oficial Mexicana NOM-045-SEMARNAT-2006, Protección ambiental.- “Vehículos en circulación que usan diésel como combustible.- Límites máximos permisibles de opacidad, procedimiento de prueba y características técnicas del equipo de medición.”

Norma Oficial Mexicana NOM-041-SEMARNAT-2015, “Que establece los límites máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación que usan gasolina como combustible.”

Norma Oficial Mexicana NOM-080-SEMARNAT-1994, que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido proveniente del escape de los vehículos automotores, motocicletas y triciclos motorizados en circulación y su método de medición.

- Estrategia

Prevención

- Objetivo de la medida

Garantizar el cumplimiento de las normas oficiales mexicanas de emisiones de contaminantes atmosféricos y ruido provenientes de fuentes móviles, tales como los vehículos de transporte de materiales y de supervisión de obra.

- Descripción de la medida

Los vehículos automotores que usen gasolina y diésel como combustible, se someterán a verificación periódica (anual), misma que será registrada en una bitácora vehicular. Dicha verificación se realizará en los centros de verificación autorizados por la Secretaría de Ecología y Medio Ambiente del Estado de Quintana Roo.

- Momento de la aplicación

Durante las etapas de preparación del sitio y la construcción.

- Método de supervisión

El personal encargado del seguimiento ambiental, deberá verificar que en el predio no existan evidencias del derrame de hidrocarburos, o cualquier aditivo relacionado con el manejo y mantenimiento de la maquinaria; ni de residuos que hayan entrado en contacto con los mismos. Se deben recabar evidencias de la verificación y mantenimiento de la maquinaria y vehículos empleados en la obra, así como revisar la bitácora de mantenimiento del promovente.

- Indicador de eficacia.

Debe existir evidencia del mantenimiento del 100% de los vehículos y la maquinaria empleado en el proyecto.

X.1.2 Medida: Evitar el uso de fuego como método de desmonte

- Impacto al que se dirige

Contaminación atmosférica y sus consecuencias a la salud humana, riesgo de afectación de vegetación por descontrol de fuego, efectos a los organismos del suelo y fauna silvestre asociado.

- Criterio de excepcionalidad

Biodiversidad

- Fundamento Normativo

Ninguno

- Objetivo de la medida

Evitar la emisión de partículas y gases de combustión por la quema de material vegetal en el sitio del proyecto.

- Descripción de la medida

No se usará fuego como método de desmonte y retiro de vegetación en el conjunto predial.

- Momento de la aplicación

Durante la etapa de preparación del sitio.

- Método de supervisión

El personal de supervisión deberá verificar el cumplimiento de esta medida en la etapa de preparación del sitio del proyecto y registrar el método de desmonte empleado en cada una de las etapas del cambio de uso del suelo, así como cualquier anomalía encontrada.

- Indicador de eficacia

El método de desmonte deberá ser en un 100% con maquinaria combinado con métodos manuales.

X.1.3 Medida: Rescate de Flora

- Impacto al que se dirige

Reducción de la biodiversidad, áreas forestales y poblaciones de flora y fauna.

- Criterio de excepcionalidad

Biodiversidad

- Fundamento normativo

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.

- Estrategia

Mitigación

- Objetivo de la medida

Implementar el rescate de especies de flora incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, que fueron encontradas en el sitio del proyecto, así como de las especies epífitas.

- Descripción de la medida

Se implementará un Programa de rescate flora, con los objetivos y plazos descritos detalladamente, el cual se anexa al presente Documento Técnico Unificado. Dicho programa consiste en el trasplante de los ejemplares que se encuentren dentro de las áreas de afectación del proyecto. Para lo anterior, se establecerá un vivero, cuya ubicación se establecerá posteriormente y las plantas rescatadas se establecerán en las áreas verdes con vegetación más afectada.

- Momento de la aplicación

Durante la etapa de preparación del sitio y la construcción.

- Método de supervisión

La empresa encargada del seguimiento ambiental deberá verificar el grado de cumplimiento de los objetivos planteados en el Programa. Para el registro de las acciones del programa se llevará una bitácora en la que se registrarán las incidencias de los trabajos realizados, así como del mantenimiento de las plantas y de los resultados de su reintroducción.

- Indicador de eficacia

De acuerdo con el programa de rescate de flora, se espera alcanzar un porcentaje de sobrevivencia del 80 % del total de las plantas rescatadas.

X.1.4 Medida: Rescate y protección de Fauna

- Impacto al que se dirige

Reducción de la biodiversidad, áreas forestales y poblaciones de flora y fauna.

- Criterio de excepcionalidad

Biodiversidad

- Fundamento normativo

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.

- Estrategia

Mitigación

- Objetivo de la medida

Implementar el rescate de especies de fauna silvestre que fueron encontradas en el sitio del proyecto haciendo hincapié en aquellas incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

- Descripción de la medida

Se implementará un Programa de Rescate y Reubicación de fauna, el cual se anexa al presente Documento Técnico Unificado. En dicho programa se establecen los objetivos, metas y acciones específicas a llevar a cabo para el proyecto. Entre las acciones se encuentran, el ahuyentamiento de la fauna y el rescate y reubicación de las especies de lento desplazamiento.

Como medidas para la protección de la fauna, se deberá:

- Colocar letreros informativos acerca de las especies de flora y fauna que habitan en el predio, en especial de aquellas listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.
 - Colocar letreros que prohíban el contacto físico con los individuos de fauna, así como su alimentación, captura y contención.
 - Mantener en buen estado los pasos de fauna ubicados en las intersecciones del corredor biológico con las vialidades.
 - Prohibir el alojamiento de cualquier animal no doméstico en los lotes habitacionales y comerciales.
 - Prohibir la modificación de áreas verdes por personas ajenas al mantenimiento de estas.
 - Momento de la aplicación: Durante las etapas de preparación del sitio y la construcción.
- Método de supervisión

El personal encargado del seguimiento ambiental deberá verificar el cumplimiento de los objetivos y estrategias definidos dentro del programa, así como llevar una bitácora en la que se registren los datos de los individuos rescatados.

Deberá verificar que no existan evidencias del daño o maltrato de fauna silvestre durante las actividades de CUSTF.

- Indicador de eficacia

El programa de rescate de fauna plantea como resultados esperados los siguientes:

- Evacuación de la población faunística residente en el predio
- Sobrevivencia de todas las especies e individuos reportados
- Uso primordial de la técnica de ahuyentamiento y uso mínimo de trampas
- Conservación de la diversidad faunística actual del predio
- Ausencia de casos de personal o especies faunísticas lesionados

X.1.5 Medida: Establecimiento de una zona permeable

- Impacto al que se dirige

Reducción de la biodiversidad, áreas forestales y poblaciones de flora y fauna/ Reducción de la calidad estructural, permeabilidad y composición del suelo/Reducción de la infiltración de aguas pluviales y recarga del acuífero.

- Criterio de excepcionalidad

Captación de agua

- Fundamento normativo

Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Benito Juárez

Artículo 132 de la Ley del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente del Estado de Quintana Roo.

- Estrategia

Mitigación

- Objetivo de la medida

Mantener un área mínima del 40% de la superficie del conjunto predial permeable, para garantizar la recarga del acuífero.

- Descripción de la medida

Se mantendrá un área permeable de 7.22 ha, superficie que representa el 40.10% de las superficies totales de los predios respectivamente.

- Momento de la aplicación

Durante las etapas de preparación del sitio y la construcción.

- Método de supervisión

El personal de supervisión ambiental deberá verificar que se realice la delimitación de las áreas destinadas a áreas verdes con vegetación natural y supervisar que se respete esa delimitación, así como que, en el desarrollo del proyecto se establezcan las áreas jardinadas y áreas con concreto permeable o adopasto proyectadas.

- Indicador de eficacia

Se deberá respetar el 100% del área permeable propuesta para el proyecto.

X.1.6 Medida: Evitar el uso de químicos como método de desmonte

- Impacto al que se dirige

Reducción de la calidad estructural, permeabilidad y composición del suelo/contaminación del agua subterránea

- Criterio de excepcionalidad

Calidad del agua

- Fundamento normativo

Ninguno

- Estrategia

Prevención

- Objetivo de la medida

Prevenir la contaminación química del suelo

- Descripción de la medida

Evitar el uso de químicos para la remoción de vegetación

- Momento de la aplicación

Durante la etapa de preparación del sitio.

- Método de supervisión

El personal de supervisión deberá verificar el cumplimiento de esta medida en la etapa de preparación del sitio del proyecto y registrar el método de desmonte empleado en cada una de las etapas del cambio de uso del suelo, así como cualquier anomalía encontrada.

- Indicador de eficacia

El método de desmonte deberá ser en un 100% con maquinaria combinado con métodos manuales.

X.1.7 Medida: Manejo adecuado de residuos

- Impacto al que se dirige

Reducción de la calidad estructural, permeabilidad y composición del suelo/contaminación del agua subterránea.

- Criterio de excepcionalidad

Calidad del agua

- Fundamento normativo

Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos y su Reglamento

Ley para la Prevención y la Gestión Integral de Residuos del Estado de Quintana Roo.

Norma Oficial Mexicana NOM-161-SEMARNAT-2011, Que establece los criterios para clasificar a los Residuos de Manejo Especial y determinar cuáles están sujetos a Plan de Manejo; el listado de los mismos, el procedimiento para la inclusión o exclusión a dicho listado; así como los elementos y procedimientos para la formulación de los planes de manejo.

- Estrategia

Prevención

- Objetivo de la medida

Prevenir la contaminación química del suelo ya infiltración de lixiviados al subsuelo, así como la consecuente contaminación de las aguas subterráneas. Prevenir los efectos tóxicos de los residuos peligrosos.

- Descripción de la medida

Los residuos sólidos urbanos se sujetarán a un Plan de Manejo de Residuos. Durante la etapa de construcción, se establecerán tambores de 200 lt de capacidad para el depósito temporal de los residuos sólidos urbanos que se generen en la obra. Estos tambores deberán estar etiquetados para señalar la separación de los residuos en orgánicos e inorgánicos y provistos de tapa para evitar su reboce y malos olores. Periódicamente, de acuerdo a su frecuencia de generación y a los tiempos establecidos por el Ayuntamiento, serán recolectados por el mismo o por alguna empresa concesionada. En la etapa de operación, cada residente será responsable de la separación de sus residuos y de su disposición temporal en los sitios destinados para este propósito en el fraccionamiento. En las áreas públicas se dispondrán de tambores de 200 litros de capacidad etiquetados para indicar la separación de los residuos sólidos generados en orgánicos e inorgánicos. Los residuos almacenados temporalmente por los residentes en cada vivienda y los depositados en los recipientes de áreas públicas, serán recolectados de forma periódica de acuerdo a la frecuencia de generación los tiempos establecidos por el Ayuntamiento.

Los residuos de manejo especial, tales como residuos de la construcción, se sujetarán al plan de manejo de residuos, conforme a lo establecido en la Ley para la Prevención y Gestión Integral de Residuos del Estado de Quintana Roo. En términos generales, estos residuos consisten en la mezcla de residuos sólidos propios de la construcción y que está formada por restos de mezcla, pedacería de block, bolsas de papel, pedacería de alambre, PVC, hierro, cartón, madera, etc. Este material se acumulará en zonas previamente definidas al interior del predio y dos veces por semana se retirará del predio con destino a alguna de las áreas de acopio de este material en el Municipio empleando para ello volquetes sindicalizados. No se tiene una estimación del volumen de escombro que se generará.

Para el caso de la generación de residuos peligrosos en la obra, tales como tierras contaminadas con aceites lubricantes o hidráulicos de maquinarias, y equipos de transporte, así como trapos y recipientes impregnados con los mismos, se establecerá un almacén temporal de los mismos, diseñado de acuerdo a las especificaciones del Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de Residuos. Dicho instrumento establece, en su artículo 82:

Las áreas de almacenamiento de residuos peligrosos de pequeños y grandes generadores, así como de prestadores de servicios deberán cumplir con las condiciones siguientes, además de las que establezcan las normas oficiales mexicanas para algún tipo de residuo en particular:

I. Condiciones básicas para las áreas de almacenamiento:

- a) Estar separadas de las áreas de producción, servicios, oficinas y de almacenamiento de materias primas o productos terminados;
- b) Estar ubicadas en zonas donde se reduzcan los riesgos por posibles emisiones, fugas, incendios, explosiones e inundaciones;
- c) Contar con dispositivos para contener posibles derrames, tales como muros, pretilas de contención o fosas de retención para la captación de los residuos en estado líquido o de los lixiviados;
- d) Cuando se almacenan residuos líquidos, se deberá contar en sus pisos con pendientes y, en su caso, con trincheras o canaletas que conduzcan los derrames a las fosas de retención con capacidad para contener una quinta parte como mínimo de los residuos almacenados o del volumen del recipiente de mayor tamaño;
- e) Contar con pasillos que permitan el tránsito de equipos mecánicos, eléctricos o manuales, así como el movimiento de grupos de seguridad y bomberos, en casos de emergencia;
- f) Contar con sistemas de extinción de incendios y equipos de seguridad para atención de emergencias, acordes con el tipo y la cantidad de los residuos peligrosos almacenados;
- g) Contar con señalamientos y letreros alusivos a la peligrosidad de los residuos peligrosos almacenados, en lugares y formas visibles;
- h) El almacenamiento debe realizarse en recipientes identificados considerando las características de peligrosidad de los residuos, así como su incompatibilidad, previniendo fugas, derrames, emisiones, explosiones e incendios, y
- i) La altura máxima de las estibas será de tres tambores en forma vertical.

II. Condiciones para el almacenamiento en áreas cerradas, además de las precisadas en la fracción I de este artículo:

- a) No deben existir conexiones con drenajes en el piso, válvulas de drenaje, juntas de expansión, albañales o cualquier otro tipo de apertura que pudieran permitir que los líquidos fluyan fuera del área protegida;
- b) Las paredes deben estar construidas con materiales no inflamables;
- c) Contar con ventilación natural o forzada. En los casos de ventilación forzada, debe tener una capacidad de recepción de por lo menos seis cambios de aire por hora;

- d) Estar cubiertas y protegidas de la intemperie y, en su caso, contar con ventilación suficiente para evitar acumulación de vapores peligrosos y con iluminación a prueba de explosión, y
- e) No rebasar la capacidad instalada del almacén.

III. Condiciones para el almacenamiento en áreas abiertas, además de las precisadas en la fracción I de este artículo:

- a) Estar localizadas en sitios cuya altura sea, como mínimo, el resultado de aplicar un factor de seguridad de 1.5; al nivel de agua alcanzado en la mayor tormenta registrada en la zona,
- b) Los pisos deben ser lisos y de material impermeable en la zona donde se guarden los residuos, y de material antiderrapante en los pasillos. Estos deben ser resistentes a los residuos peligrosos almacenados;
- c) En los casos de áreas abiertas no techadas, no deberán almacenarse residuos peligrosos a granel, cuando éstos produzcan lixiviados, y
- d) En los casos de áreas no techadas, los residuos peligrosos deben estar cubiertos con algún material impermeable para evitar su dispersión por viento.

En caso de incompatibilidad de los residuos peligrosos se deberán tomar las medidas necesarias para evitar que se mezclen entre sí o con otros materiales.

Este almacén temporal de residuos peligrosos, contará con muros de block y losa de concreto, así como con la debida señalización y medidas de seguridad. Este almacén se habilitará próximo al almacén de materiales para una adecuada supervisión y control del acceso y manejo de residuos. Se contratará una empresa especializada y debidamente autorizada para la disposición final de los residuos peligrosos.

Se propone la aplicación relativa a pequeños generadores, debido a que se prevé la generación de una cantidad mayor a 400 Kg de residuos y menor a 10 toneladas al año, lo que coloca al proyecto en dicha categoría de acuerdo al artículo 42 Fracción segunda del Reglamento de la Ley para la Prevención y Gestión Integral de Residuos (RLPGIR).

Posteriormente al almacenamiento temporal de residuos peligrosos, que no podrá exceder de 6 meses (Artículo 84 del RLPGIR), se procederá a su recolección por parte de una empresa autorizada por la SEMARNTAT para tal efecto.

Como parte del manejo adecuado de los residuos, se prohibirá la disposición directa de residuos sólidos urbanos, de manejos especiales y peligrosos y su dispersión en cualquier

área del proyecto o fuera de ella, a cielo abierto o en sitios no autorizados. Esta medida excluye los residuos vegetales producto del desmonte del sitio, que sean triturados y esparcidos en las áreas verdes del proyecto o composteados para usar como sustrato para ejemplares rescatados.

- Momento de la aplicación

Durante las etapas de preparación del sitio, construcción y operación.

- Método de supervisión

La supervisión estará a cargo del personal encargado del seguimiento ambiental, quien deberá verificar el cumplimiento de los objetivos planteados en el programa. También deberá verificar que no exista evidencia de disposición inadecuada de residuos.

- Indicador de eficacia

El manejo adecuado del 100% de los residuos sólidos urbanos, residuos de manejo especial y residuos peligrosos, en caso de generarse, acorde con el programa de manejo

X.1.8 Medida: Aprovechamiento del material de desmonte y despalme

- Impacto al que se dirige

Reducción de la calidad estructural, permeabilidad y composición del suelo.

- Criterio de excepcionalidad

Erosión del suelo

- Fundamento normativo

Ninguno

- Estrategia

Compensación

- Objetivo de la medida

Aprovechar los recursos retirados del sitio de cambio de uso del suelo, con el fin de 1) Mejorar el suelo en aquellas áreas de reforestación y las que se mantendrán como áreas verdes, 2) Generar sustrato para plantas de rescate, con el fin de aumentar sus probabilidades de supervivencia. 3) Reducir los residuos vegetales provenientes del retiro de vegetación durante la etapa de preparación del sitio.

- Descripción de la medida

La mayor porción del material vegetal removido del área de CUSTF será triturado y aprovechado como material mejorador de suelo. El material terroso será cribado y utilizado preferentemente para su dispersión en las áreas verdes o como sustrato en el enriquecimiento de las áreas verdes. En tanto no sea utilizado, este material deberá permanecer dentro del vivero o dentro del área de CUSTF pero debidamente cubierto.

- Momento de la aplicación

Durante la etapa de preparación del sitio y construcción.

- Método de supervisión

La empresa encargada del seguimiento ambiental, verificará que:

- La mayor porción este material deberá ser aprovechada.
- El material terroso será utilizado preferentemente para el enriquecimiento de las áreas verdes.
- En tanto no sea aprovechado, el material deberá permanecer resguardado o debidamente cubierto.

- Indicador de eficacia

El indicador de cumplimiento de esta medida será la porción del material aprovechado en las áreas verdes y jardinadas públicas.

X.1.9 Medida: Establecimiento de un drenaje pluvial separado del drenaje sanitario

- Impacto al que se dirige

Incremento del escurrimiento de aguas pluviales y reducción de su infiltración al subsuelo.

- Criterio de excepcionalidad

Captación de agua y calidad de agua

- Fundamento normativo

Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Benito Juárez.

- Estrategia

Prevención y mitigación

- Objetivo de la medida

Reducir el escurrimiento de aguas pluviales y reducir el riesgo de inundaciones, evitando la contaminación de las aguas pluviales que se infiltran al subsuelo mediante la separación de éste del drenaje sanitario y con separador de grasas, aceites y sólidos.

- Descripción de la medida

El proyecto contempla la perforación de pozos pluviales de 12" de diámetro y 35 m de profundidad con forro de PVC en los primeros 8 m o lo que al respecto indique la Comisión Nacional del Agua a través de la autorización correspondiente. Incluye movimiento de equipo, suministro y colocación de tubería PVC para ademe de 10" rasurado de 6 m de largo. Cada pozo contará con cajas areneras de 2.50 x 1.80 x 1.80 m construidas a base bloques de 15 x 20 x 40 cm, con piso de concreto $f'c = 150 \text{ Kg/cm}^2$ de 15 cm de espesor con malla de 6 x 6/10-10. Incluye colocación de rejilla tipo Irving, cadena de enrase, plantilla de grava limpia y malla de protección en tubería.

- Momento de la aplicación

Durante la construcción y operación del proyecto

- Método de supervisión

La empresa encargada del seguimiento ambiental deberá verificar:

Que no existan encharcamientos dentro y escurrimientos fuera de las vialidades.

Que la calidad del agua inyectada cumpla con los límites máximos permisibles establecidos por la NOM-001-SEMARNAT-1996. Se verificará la constructora cumpla con los requerimientos del proyecto y se establezca el drenaje pluvial en cuanto a la cantidad y distribución de los pozos de inyección

- Indicador de eficacia

La cantidad y ubicación de pozos de inyección pluvial.

X.1.10 Medida: Conexión al drenaje municipal

- Impacto ambiental al que se dirige

Reducción de la calidad del agua

- Criterio de excepcionalidad

Calidad de agua

- Fundamento jurídico

Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Benito Juárez.

- Estrategia

Prevención

- Objetivo de la medida

Evitar la contaminación del agua subterránea de los predios que conforman el conjunto predial, así como de áreas aledañas.

- Descripción de la medida

El agua residual doméstica proveniente de las viviendas y locales comerciales del desarrollo, serán canalizadas al drenaje municipal.

- Momento de la aplicación

En la construcción y operación del proyecto.

- Método de supervisión

Se verificará el establecimiento de infraestructura que permita que las aguas residuales domésticas se canalicen al drenaje y planta de tratamiento municipales.

- Indicador de eficacia

La instalación de un drenaje sanitario que permita que el 100% de las aguas residuales domésticas se canalicen al drenaje y planta de tratamiento municipales.

X.1.11 Medida: Uso de letrinas portátiles

- Impacto ambiental al que se dirige

Reducción de la calidad del agua

- Criterio de excepcionalidad

Calidad del agua

- Fundamento jurídico

Reglamento de Construcciones del Municipio de Benito Juárez

- Estrategia

Prevención

- Objetivo de la medida

Evitar la contaminación del agua subterránea de los predios que conforman el predio, así como de áreas aledañas.

- Descripción de la medida

Se instalarán letrinas portátiles a razón de una por cada 25 trabajadores. Dichas letrinas serán vaciadas y sanitizadas 3 veces por semana. El agua y residuos sanitarios resultantes, serán conducidos a una planta de tratamiento de aguas residuales para su tratamiento correspondiente. El vaciado y recolección del agua residual, serán realizados por una empresa autorizada para tal efecto.

- Momento de la aplicación

En la preparación del sitio y operación del proyecto

- Método de supervisión

El personal encargado del seguimiento ambiental del proyecto deberá verificar que en cada etapa el personal de obra cuente con este servicio. Deberá verificar, la adecuada ubicación de los sanitarios, así como los documentos que sirvan de evidencia respecto al manejo de las aguas residuales. Deberá verificar que en las áreas naturales, no exista la evidencia de fecalismo al aire libre o derrame de aguas residuales.

- Indicador de eficacia

Se deberá instalar una letrina por cada 25 trabajadores en obra y deberá presentar evidencia de su vaciado y envío de las aguas residuales por la empresa contratada por lo menos 3 veces por semana. Se debe garantizar una ausencia total de fecalismo al aire libre.

X.2 VALORACIÓN DE LAS MEDIDAS DE PREVENCIÓN, MITIGACIÓN Y/O CORRECCIÓN

Para efecto de la valoración de las medidas propuestas para el tratamiento de los impactos que generará el proyecto Arbolada II se llevó a cabo bajo el mismo

procedimiento establecido por la metodología de Gómez Orea (1999) y Conesa Fernández (1997). De lo cual, surge la matriz de valoración de medidas que se presentan a continuación para cada una de las etapas que comprende el desarrollo del proyecto.

Sumado a la disminución de la cobertura vegetal y a la pérdida del hábitat de fauna silvestre, el cambio de uso de suelo provoca impactos sobre la diversidad de flora y fauna, por lo que se propone la ejecución de un Programa de Rescate de Flora y el Programa de Rescate de Fauna.

También se identificaron impactos derivados del manejo inadecuado de los residuos, por lo que se propone la ejecución del Plan de Manejo de Residuos Sólidos Urbanos y de Manejo Especial, el mantenimiento adecuado de la maquinaria, la impartición de pláticas de concientización, y la contratación de servicios sanitarios.

En cuanto a los impactos en los procesos hidrológicos, estos se deben a que la superficie en la que se realizó la remoción de la vegetación en la etapa de preparación del sitio, será pavimentada por lo que se impedirá la infiltración natural del agua de lluvia. Como medida de mitigación, se propone la implementación de un sistema de drenaje pluvial, el cual inyectará al subsuelo el agua que escurra sobre esta superficie.

Por otro lado, la modificación del paisaje se debe propiamente al despalme de la infraestructura urbana necesaria para el desarrollo inmobiliario proyectado; para lo cual se ha propuesto el Programa de Reforestación y Jardinería con el fin de que el desarrollo inmobiliario cuente con diversos arreglos del paisaje además de que esto contribuye a la conservación de los procesos de formación de suelo.

Por último, con el fin de mitigar el impacto derivado de la remoción de la capa superficial del suelo (despalme), se propone llevar a cabo la recuperación del material tanto vegetal como terroso que resulte de desmonte y despalme, con el fin de producir un mejorador de suelo que será administrado en las áreas verdes modificadas y naturales del desarrollo.

En el **Cuadro X:1** se muestra la valoración de las medidas propuestas para dar tratamiento a los impactos ambientales que se prevén durante la etapa de preparación del sitio, encontrando que las medidas con mayor valor de importancia son la delimitación de áreas verdes naturales y áreas permeables, el programa de rescate de fauna, el sistema de drenaje pluvial y la impartición de pláticas de concientización; éstas le siguen la recuperación de material de desmonte y despalme, el mantenimiento de la maquinaria y equipo, el programa de rescate de vegetación y, por último, las de menor importancia son evitar el uso de fuego y químicos como métodos de desmonte, la contratación de servicios sanitarios y el programa de reforestación y jardinería.

En esta valoración se toma en cuenta lo siguiente:

- El signo, al tener las medidas de mitigación el carácter de beneficioso, será +.
- La intensidad del efecto, no expresará el grado de destrucción, sino el grado de corrección o reconstrucción del factor.
- La recuperabilidad, se refiere a la posibilidad de anular los efectos beneficiosos, por medio de la intervención humana y retornar a las condiciones existentes antes de la introducción de la medida.

Cuadro X:1. Valoración de las medidas de prevención, mitigación y/o corrección de los impactos que genera el proyecto Arbolada II.

Tipología de Impactos		Medidas de Mitigación										
		Impartición de pláticas de concientización	Recuperación de material de desmonte y despalme	Mantenimiento adecuado de la maquinaria	Contratación de servicios sanitarios	Programa de rescate de fauna	Programa de rescate de vegetación	Delimitación de áreas verdes naturales y áreas permeables	Programa de reforestación y jardinería	Sistema de drenaje pluvial	Plan de Manejo de Residuos Sólidos Urbanos y de Manejo Especial	Evitar uso de fuego y químicos para desmonte
NATURALEZA	Positiva	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	Negativa											
INTENSIDAD In (Grado de control del impacto)	Baja (1)											1
	Media (2)			2	2			2		2		
	Alta (4)	4	4				4		4			
	Muy Alta (8)					8		8				
	Total (12)											
EXTENSIÓN Ex (Área de influencia)	Puntual (1)		1	1	1		1	1	1			1
	Parcial (2)	2				2				2		
	Extremo (4)										4	
	Total (8)											
MOMENTO Mo	Largo Plazo (1)											
	Medio Plazo (2)					2						
	Corto o Inmediato (4)	4	4	4	4		4	4	4	4	4	4
	Crítico (+4)											
PERSISTENCIA Pe	Fugaz (1)											
	Temporal (2)	2	2			2						
	Permanente (4)			4	4		4	4	4	4	4	4

Tipología de Impactos		p	át	icas	eria	l de	cua	do	ser	es	cat	cat	e	des	nat	ore	st	C	de	dre	Sól	dos	y	qui	mic
REVERSIBILIDAD Rv (Retorno por medios naturales)	Corto Plazo (1)																								
	Medio Plazo (2)				2					2	2	2	2												
	Irreversible (4)	4				4	4	4											4	4	4				
RECUPERABILIDAD Rc (posibilidad de anular los efectos con la intervención humana)	Inmediato (1)								1																
	Medio Plazo (2)																2								
	Mitigable (4)	4				4				4	4								4	4					
	Irrecuperable (8)				8										8										8
EFECTO E (Relación causa-efecto)	Indirecto (1)	1												1	1						1				
	Directo (4)				4	4	4	4	4	4										4					
SINERGIA S (Interrelación de acciones y/o efectos)	Simple (1)				1																			1	
	Sinérgico (2)					2	2	2						2	2							2			
	Muy Sinérgico (4)	4										4								4					
ACUMULACIÓN A (Incremento progresivo)	Simple (1)				1			1	1	1	1	1	1	1	1	1									
	Acumulativo (4)	4				4																4	4		
PERIODICIDAD Pr (Regularidad de la manifestación)	Irregular, discontinuo (1)	1								1	1	1												1	
	Periódico (2)				2	2	2																		
	Continuo (4)																4	4	4						
IMPORTANCIA M = +(3In+2Ex+Mo+Pe+Rv+Rc+E+S+A+Pr)		40	38	36	29	46	33	49	28	45	41	31													

Como se puede observar, todas las medidas propuestas tienen un efecto moderado (entre 25 y 50 puntos) de acuerdo a los criterios de la metodología propuesta, lo que reduce el impacto ambiental del proyecto. Dado que los impactos negativos generados por el proyecto son también moderados, se concluye que las medidas de prevención y mitigación propuestas cumplirán con el objetivo de prevenir y mitigar los impactos ambientales previstos en la evaluación. Sin embargo, existe la imposibilidad de eliminar del todo los impactos identificados, por lo que en el siguiente apartado se exponen los impactos residuales del proyecto, es decir, aquellos que prevalecerán una vez aplicadas las medidas de mitigación propuestas y evaluadas hasta ahora.

En el **Cuadro X:2** puede notarse que las medidas de mitigación propuestas son polivalentes, lo que significa que inciden en más de un impacto ambiental identificado. Esta característica le ofrece un mayor valor a las medidas, ya que aumentan su eficiencia.

Cuadro X:2. Relación entre las medidas de prevención y mitigación propuestas y los impactos en los que inciden.

Impactos ambientales	Medidas de mitigación										
	Impartición de pláticas de concientización	Recuperación de material de desmonte y despalme	Mantenimiento adecuado de la maquinaria	Contratación de servicios sanitarios	Programa de rescate de fauna	Programa de rescate de vegetación	Delimitación de áreas verdes naturales y áreas permeables	Programa de reforestación y jardinería	Sistema de drenaje pluvial	Plan de Manejo de Residuos Sólidos Urbanos y de Manejo Especial	Evitar uso de fuego y químicos para desmonte
Reducción de la cobertura vegetal	x		x								
Reducción del hábitat y desplazamiento de la fauna	x	x				x	x	x			x
Afectación de las características del suelo	x	x	x	x					x	x	x
Modificación de procesos hidrológicos (recarga)	x										
Afectación de la calidad del agua	x		x	x					x	x	x
Modificación de la geología y geomorfología (relieve)	x										
Reducción de la calidad del paisaje	x	x									

X.3 IMPACTOS RESIDUALES

De acuerdo con el instructivo para la elaboración del Documento Técnico Unificado, Modalidad A, se entiende por impacto residual, al efecto que permanece en el ambiente después de aplicar las medidas de mitigación. El impacto será residual, si no es posible eliminarlo del todo mediante las medidas de prevención y mitigación. De esta manera, se concibe como la diferencia entre la condición ambiental sin el proyecto y la condición ambiental con el proyecto y la condición considerando las medidas de mitigación propuestas.

Por otra parte, el impacto es “no residual”, si con la medida de prevención o mitigación, es posible evitarlo del todo, como por ejemplo, la contaminación del agua y suelo por el vertimiento de residuos sólidos y líquidos en el sitio del proyecto.

De acuerdo con la valoración final de los impactos y las consideraciones anteriores, los impactos residuales son los siguientes:

- Modificación de los procesos hidrológicos

Este impacto resulta del desplante de infraestructura, que provoca la disminución en la capacidad de infiltración natural del agua al subsuelo, para lo cual se propone como medida de mitigación, la instalación de un sistema de drenaje pluvial que inyectará al subsuelo el agua pluvial que escurra en los lotes habitacionales, comerciales y vialidades.

- Reducción del hábitat de fauna silvestre

Este impacto se presentará durante la etapa de preparación del sitio, en la que previo a las actividades de desmonte y despilme se ejecutará el Programa de Rescate de Fauna, que consiste en ahuyentar y/o reubicar a la fauna hacia zonas mejor conservadas. Posteriormente con la remoción de la vegetación, la superficie de cambio de uso de suelo pierde su funcionalidad como hábitat para de la fauna silvestre, misma que no será recuperada pues la vida útil del nuevo uso de suelo se calcula en un mínimo de 90 años pudiendo extenderse indefinidamente en tanto de provea el mantenimiento adecuado.

Aun cuando se prevé la aplicación de ciertas medidas de mitigación, como el establecimiento de áreas verdes naturales, el impacto no es mitigado ni corregido en su totalidad, por lo que se considera un impacto residual.

Por otro lado, es importante tomar en cuenta que el predio se encuentra dentro de un centro de población cuya vegetación ha sido perturbada a lo largo del tiempo tanto por factores antropogénicos como por eventos naturales; situación que también ha repercutido en las poblaciones de fauna silvestre.

Como se observó en los estudios realizados dentro del predio en cuestión, las poblaciones de fauna que lo habitan corresponden a especies con alta capacidad de adaptación a la presencia humana, y que son comunes en los centros de población, pues en ellos encuentran alimento y refugio.

Aunado a ello, los índices de diversidad obtenidos de los muestreos de fauna en el predio y en el sistema ambiental, nos indican que las poblaciones de fauna silvestre que habitan en el predio están bien representadas en el sistema ambiental, por lo que la pérdida del hábitat que representa la superficie de cambio de uso de suelo no comprometerá la diversidad faunística del sistema ambiental.

- Disminución de la cobertura vegetal y alteración del paisaje

Respecto a la disminución de la cobertura vegetal y la alteración del paisaje, son impactos propios del cambio de uso de suelo forestal para el desplante de infraestructura urbana; y dado que el proyecto tiene una vida útil mínima de 90 años el impacto es permanente.

Es importante tomar en cuenta que el predio en cuestión pertenece al Centro de Población de Cancún en donde el paisaje es principalmente urbano, protagonizado por desarrollos habitacionales.

Aunado a ello, el nuevo uso de suelo que se pretende dar al predio está contemplado en los programas de ordenamiento territorial con jurisdicción en esta superficie, por lo que la alteración del paisaje es un impacto de mediana intensidad respecto de la zona urbana.

Por otro lado, con base en los estudios de vegetación en el área de estudio y en el predio, se observó que la vegetación del predio se encuentra bien representada en el sistema ambiental, por lo que el cambio de uso de suelo no compromete la diversidad de especies vegetales ni pone en riesgo a las especies dominantes en el predio. Con el fin de mitigar el impacto sobre la diversidad vegetal, se llevará a cabo un cambio de uso de suelo parcial, es decir que se mantendrá un área verde con vegetación natural.

Con la ejecución del Programa de Rescate de Vegetación se protege una cantidad representativa de las especies con alto valor de importancia ecológica para la vegetación del predio y del sistema ambiental, ya que se removerán y reubicarán individuos de especies listadas en alguna categoría de riesgo en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, y de aquellas especies que presentan altos valores de importancia de acuerdo a los estudios forestales realizados en el predio.

- Disminución de la cobertura vegetal y alteración del paisaje

Respecto a la disminución de la cobertura vegetal y la alteración del paisaje, son impactos propios del cambio de uso de suelo forestal para el desplante de infraestructura urbana; y dado que el proyecto tiene una vida útil mínima de 90 años el impacto es permanente.

Es importante tomar en cuenta que el predio en cuestión pertenece al Centro de Población de Cancún en donde el paisaje es principalmente urbano, protagonizado por desarrollos habitacionales similares al que se evalúa e infraestructura de servicios urbanos.

Aunado a ello, el nuevo uso de suelo que se pretende dar al predio está contemplado en los programas de ordenamiento territorial con jurisdicción en esta superficie, por lo que la alteración del paisaje es un impacto de mediana intensidad respecto de la zona urbana.

Por otro lado, con base en los estudios de vegetación en el área de estudio y en el predio, se observó que la vegetación del predio se encuentra bien representada en el sistema ambiental, por lo que el cambio de uso de suelo no compromete la diversidad de especies vegetales ni pone en riesgo a las especies dominantes en el predio. Con el fin de mitigar el impacto sobre la diversidad vegetal, se llevará a cabo un cambio de uso de suelo parcial, es decir que se mantendrá una superficie con vegetación nativa en el predio.

Con la ejecución del Programa de Rescate de Vegetación se protege una cantidad representativa de las especies con alto valor de importancia ecológica para la vegetación del predio y del sistema ambiental, ya que se removerán y reubicarán individuos de especies listadas en alguna categoría de riesgo en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, y de aquellas especies que presentan altos valores de importancia de acuerdo a los estudios forestales realizados en el predio.

- Alteración de la calidad y erodabilidad del suelo

A pesar de las medidas de mitigación para proteger el recurso suelo, prevalecerá la superficie alterada en el área de desplante del proyecto, en la que no será posible su recuperación, con la consecuente modificación de su estructura y pérdida de porosidad y permeabilidad permanentes en el área afectada. Por esta razón el impacto se considera residual.

- Modificación de la geomorfología del sitio

Aun con las medidas de mitigación, como la reducción del área de afectación, la modificación del relieve del predio por la actividad de nivelación del área de desplante permanecerá durante toda la vida útil del proyecto, por lo que este impacto se considera residual.

X.4 DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DEL ESCENARIO SIN PROYECTO

Como fue señalado en el capítulo V, relacionado con el análisis de las condiciones ambientales del predio, éste se encuentra en un estado de perturbación entre intermedio y fuerte ya que, aunque presenta especies características de una condición de sucesión tardía, exhibe bajos valores de índices de diversidad, con una dominancia de especies herbáceas y arbustivas.

En este sentido, con base en los datos de los índices de diversidad analizados en el capítulo V del presente Documento Técnico Unificado, se concluye que el predio presenta una vegetación secundaria de selva mediana subperennifolia.

En comparación con la microcuenca Cancún, el predio exhibe menor riqueza y diversidad, ya que el paisaje circundante se encuentra alterado por la presencia de desarrollos inmobiliarios similares al que se evalúa y por la presencia de infraestructura urbana.

X.5 DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DEL ESCENARIO CON PROYECTO

Con el desarrollo del proyecto, el sistema ambiental del predio se verá afectado en cierta medida pero sin poner en riesgo la integridad funcional del sistema ambiental y sin eliminar del todo los diferentes servicios ambientales que proporciona.

Por las dimensiones del proyecto se considera que este permitirá el mantenimiento del equilibrio ecológico y la permanencia del ecosistema, así mismo no afectará la calidad, estructura o función de los componentes ambientales, por lo que se asegura que se respeta la integridad funcional y la capacidad de carga del ecosistema. No afectará ecosistemas excepcionales o únicos, no afectará poblaciones de especies únicas, prioritarias o con estatus legal. Su desarrollo y operación no provocará desabasto de recursos naturales o de servicios públicos (suministro de agua potable y tratamiento de aguas residuales) debido a que ya estaba previsto su desarrollo y uso habitacional. Además es importante considerar las dimensiones del predio y/o proyecto con las dimensiones de la microcuenca y/o sistema ambiental para el proyecto. Los argumentos que sustentan tal afirmación se han documentado a lo largo del presente estudio, y se resumen a continuación:

- El desarrollo del proyecto no representa un riesgo significativo a la biodiversidad de la flora o fauna presente, debido a que no se trata de una comunidad clímax, más bien se trata de un estado secundario en proceso de regeneración
- Desde el punto de vista urbano y de paisaje, tanto la construcción como la operación del proyecto contribuirá por una parte a consolidar las áreas urbanizadas del municipio. Además de que el desarrollo del proyecto ya estaba previsto en los instrumentos de regulación ecológica y urbana.
- La valoración cualitativa de los impactos ambientales potenciales derivados del cambio de uso de suelo arrojó un valor de importancia total adverso. Sin embargo, dicho resultado es poco significativo y mitigable mediante la implementación precisa y oportuna de las medidas propuestas.

Adicionalmente, se considera que, con el estado de conservación del predio, éste representa solo una pequeña parte de la riqueza y diversidad de la microcuenca en la que se encuentra. El ambiente circundante se encuentra afectado por otros desarrollos similares al evaluado e infraestructura urbana. Esto fortalece aún más la justificación de que el proyecto, no representa un riesgo importante para el sistema ambiental estudiado, ni modificaciones importantes al mismo.

X.6 DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DEL ESCENARIO CONSIDERANDO LAS MEDIDAS DE MITIGACIÓN

Las medidas de mitigación propuestas en el numeral X.1 del presente capítulo, lograrán reducir significativamente el impacto ambiental del proyecto, sobre todo en lo que se refiere a la limitación de la superficie afectable por el mismo, lo cual reduce las afectaciones a la flora, la fauna, el suelo y la pérdida de recarga del acuífero.

Las buenas prácticas en el manejo de los residuos sólidos y líquidos, evitarán que los mismos lleguen a los principales elementos receptores, tales como el suelo y el acuífero subterráneo, que son de los recursos y elementos más importantes del medio.

Una vez aplicadas las medidas de mitigación, los impactos residuales considerados serán: la modificación de los procesos hidrológicos, la reducción de la cobertura vegetal, la reducción del hábitat de la fauna silvestre, la modificación de la estructura, porosidad y permeabilidad del suelo y la alteración del paisaje. Sin embargo, estos impactos fueron minimizados con la inclusión de áreas permeables y áreas verdes y la implementación de un programa de rescate de flora.

X.7 PRONÓSTICO AMBIENTAL

A lo largo de las afectaciones que se prevé realizar en el predio con el desarrollo del proyecto, si bien algunos elementos se verán afectados y algunos servicios ambientales se verán disminuidos (más no eliminados), se anticipa que la implementación del proyecto no pondrá en riesgo la integridad funcional del sistema ambiental, considerando además que la aplicación de las medidas de prevención y mitigación previstas por el proyecto reducirán en gran parte las afectaciones que pudieran suscitarse. Además de lo anterior, el sistema ambiental presenta afectaciones y un paisaje afectado por otros desarrollos inmobiliarios similares al que se evalúa, y no representa un cambio drástico de la calidad perceptual del medio.

Los factores ambientales que se verán afectados por las obras del proyecto, en términos de mayor a menor valor de importancia de impactos son: la captación del agua, la biodiversidad, degradación física del suelo, lo anterior sin dejar de tomar en cuenta los demás servicios que de alguna manera también se vieron afectados. También se determinó que la mayoría de los impactos a los servicios, se generaran principalmente durante uno de los componentes, como es la fase de preparación del sitio, así mismo en este y en otros capítulos del estudio se realizó un análisis de cada uno de los componentes de los servicios, explicando, el grado de impacto, así como justificando y proponiendo en su caso alguna medida de protección y mitigación, y su área de influencia.

X.8 PROGRAMA DE MANEJO AMBIENTAL

Con el fin de dar cumplimiento a los objetivos del programa, se deberán realizar visitas periódicas de supervisión con por lo menos un técnico debidamente capacitado y con la experiencia necesaria en procesos de inspección o auditoría ambiental, quién en compañía de la persona que asigne el promovente, realice un recorrido del proyecto, verificando que se lleva a cabo el cumplimiento de las medidas de prevención, mitigación, compensación y/o corrección a las que se comprometió en los documentos de impacto ambiental, así como los términos y condicionantes establecidos en las autorizaciones en materia ambiental emitidas por la autoridad competente.

A continuación se indican las líneas estratégicas sobre las que se deberá basar la supervisión ambiental del proyecto, considerando las medidas de mitigación propuestas **(Cuadro X:3)**

Cuadro X:3. Programa de manejo ambiental para el proyecto Arbolada II.

LÍNEA ESTRATÉGICA	ETAPA DEL PROYECTO	OBJETIVOS	IMPACTO AL QUE VA DIRIGIDA LA ACCIÓN	MOMENTO DE EJECUCIÓN	RECURSOS NECESARIOS PARA SU EJECUCIÓN
Pláticas de concientización	Preparación del sitio y construcción	Generar un estado de conciencia ambiental en el personal de la obra.	Contaminación del agua, Contaminación de suelo, Disminución en las poblaciones de fauna silvestre	Previo al inicio de las obras de cambio de uso de suelo y construcción y posteriormente dos veces al año. .	A consideración del personal encargado de la impartición de las pláticas.
Recuperación del material de desmonte y despalme	Preparación del sitio	Aprovechamiento del material vegetal y pétreo removido en la superficie de cambio de uso de suelo.	Pérdida de suelo	Durante el desmonte y despalme.	Criba mecánica Palas Trituradora mecánica Lonas o plásticos para resguardo Equipo o maquinaria de transporte
Contratación de servicios sanitarios	Preparación del sitio y Construcción	Evitar la práctica del fecalismo al aire libre y la consecuente contaminación del suelo y del agua.	Contaminación del suelo, Contaminación del agua	Durante las tres etapas del proyecto.	Será necesario cubrir el monto económico por la renta de los sanitarios y su respectivo mantenimiento

LÍNEA ESTRATÉGICA	ETAPA DEL PROYECTO	OBJETIVOS	IMPACTO AL QUE VA DIRIGIDA LA ACCIÓN	MOMENTO DE EJECUCIÓN	RECURSOS NECESARIOS PARA SU EJECUCIÓN
Programa de Rescate de Fauna	Previo al cambio de uso de suelo en terreno forestal (CUSTF)	Proteger la integridad física de la fauna silvestre que habita y/o transita actualmente por el predio en el que se proyecta el desarrollo Arbolada II.	Disminución en las poblaciones de fauna silvestre.	Previo a las actividades de cambio de uso de suelo en terreno forestal.	Se requerirá la contratación de una empresa especializada.
Actividades para la protección y conservación de la biodiversidad	Operación	Proteger a los individuos de flora y fauna que habitarán y/o transitarán dentro de la superficie del Proyecto Arbolada II que será destinada como área verde.	Disminución de las poblaciones de fauna silvestre, Disminución de la cobertura vegetal, Disminución de las especies forestales	Durante la etapa de operación del desarrollo Arbolada II.	Letreros informativos y prohibitivos, Personal y equipo de mantenimiento de áreas verdes.
Programa de Rescate de Vegetación	Previo al cambio de uso de suelo en terreno forestal (CUSTF)	Conservar la diversidad de especies forestales del predio.	Disminución de especies forestales	Previo a las actividades de cambio de uso de suelo en terreno forestal.	Se realizará la contratación de una empresa especializada para llevar a cabo el rescate de individuos vegetales.
Manejo adecuado de materiales de construcción	Construcción, Operación	Evitar impactos ambientales derivados de la dispersión y/o derrame de materiales de construcción.	Contaminación de suelo, Contaminación del agua, Contaminación de la atmósfera	Estas medidas deberán ser aplicadas durante las etapas de Construcción y Operación	Lonas y/o plásticos para cubrir el material pétreo, Sitios adecuados para el almacenamiento de materiales, Contenedores para el almacenamiento temporal del suelo contaminado con materiales líquidos, según las características del contaminante.
Delimitación de las áreas verdes.	Preparación del sitio, Construcción y Operación	Mantener la conectividad biológica dentro del predio, así como conservar los servicios ambientales que ofrece el predio.	Modificación de los procesos hidrológicos, Pérdida del suelo, Reducción del hábitat de fauna silvestre, Disminución de la cobertura vegetal, Alteración del paisaje	Durante la etapa de preparación del sitio, la conformación de áreas verdes modificadas se realizará durante la construcción, y el mantenimiento de las áreas verdes se realizará durante la etapa de operación.	Material para el acordonamiento de las áreas verdes naturales, e identificación de elementos arbóreos a conservar. Personal, material y equipo para el mantenimiento de áreas verdes modificadas.
Programa de Reforestación y Jardinería	Construcción y Operación	Integrar la vegetación original al diseño del proyecto, y garantizar la conformación y el mantenimiento adecuado de las áreas verdes.	Pérdida del suelo, Disminución de la cobertura vegetal, Modificación de los procesos hidrológicos, Contaminación del suelo, Contaminación del agua, Alteración del paisaje	Durante las etapas de Construcción y operación.	Mano de obra, Equipo y material de jardinería
Sistema de drenaje pluvial	Construcción y Operación	Llevar a cabo la inyección de agua pluvial en el subsuelo,	Modificación de los procesos hidrológicos,	Durante la etapa de construcción, y su mantenimiento y	Materiales de construcción, Mano de Obra, Maquinaria y

LÍNEA ESTRATÉGICA	ETAPA DEL PROYECTO	OBJETIVOS	IMPACTO AL QUE VA DIRIGIDA LA ACCIÓN	MOMENTO DE EJECUCIÓN	RECURSOS NECESARIOS PARA SU EJECUCIÓN
		asegurando que esta acción cumpla con la normatividad ambiental aplicable.	Contaminación del agua	funcionamiento durante la etapa de operación	herramienta
Plan de Manejo de Residuos Sólidos Urbanos y de Manejo Especial	Preparación del sitio, Construcción y operación	Garantizar el manejo integral de los residuos sólidos urbanos y de manejo especial que se generen durante el cambio de uso de suelo y durante la construcción del proyecto Arbolada II.	Contaminación del suelo, Contaminación del agua, Afectación	Durante las etapas de preparación de sitio, construcción y operación	Trituradora mecánica para material vegetal, Criba mecánica, Contenedores plásticos de 200 L, Bolsas plásticas, Material para desplante de sitios para almacenamiento temporal, Bitácora de seguimiento y mano de obra.
Medidas para el uso eficiente del agua	Operación	Promover la disminución en el consumo de agua durante la operación del proyecto.	Explotación del acuífero	Durante la etapa de operación del desarrollo Arbolada II	Bitácoras de seguimiento, Capital humano

X.9 SEGUIMIENTO Y CONTROL

Como estrategia para el seguimiento y control de las medidas de prevención y mitigación propuestas anteriormente, se deberá realizar una inspección periódica por personal debidamente capacitado en materia de inspección o auditoría ambiental. Durante dicha inspección, el personal contratado deberá verificar el cumplimiento de las medidas propuestas de acuerdo con el método de supervisión indicado en el Programa de Manejo Ambiental.

Para documentar los hechos respecto al manejo ambiental dentro de las obras, el personal encargado de realizar el seguimiento levantará evidencias a través de una lista de chequeo, en donde la información vertida deberá sustentarse con registros fotográficos, en su caso, copias de la documentación que acredite arrendamiento de servicios, comprobación de insumos, entre otros. Asimismo, el personal de seguimiento deberá realizar las observaciones necesarias en la misma bitácora, esto con el fin de proporcionar una herramienta de mejora al promovente respecto al manejo ambiental que se lleva a cabo.

Para la realización del recorrido, el personal encargado del seguimiento deberá estar acompañado de una persona de la empresa promovente, al término de este recorrido, se deberá firmar el original y copias de la lista de chequeo que incluirá además las observaciones realizadas por la empresa a cargo de la supervisión ambiental, quedando el original en manos de esta última, mientras que con la copia, el promovente queda

informado y responsabilizado de los cambios o mejoras que deban realizarse para el cumplimiento de los objetivos de cada una de las medidas de mitigación propuestas.

En un plazo no mayor a los cinco días naturales posteriores a la visita de supervisión, la empresa contratada deberá hacer llegar al promovente un informe técnico derivado del recorrido de inspección realizado, en donde deberá indicar el grado de cumplimiento de las medidas y condicionantes estipuladas. En este mismo documento, la empresa contratada deberá también indicar y sugerir las acciones que el promovente deberá realizar para corregir los incumplimientos identificados, de la misma forma, y aun cuando lo mencionen las medidas ni las condicionantes ambientales, en caso de que se detecte alguna infracción a la legislación ambiental aplicable, se deberán realizar recomendaciones pertinentes a la empresa promovente con el fin de que estas infracciones sean corregidas.

Una vez entregado el informe, la empresa promovente contará con cinco días hábiles para ejecutar las recomendaciones y sugerencias señaladas en el informe técnico en el entendido que dicho plazo no aplicará para el caso de presentarse la autoridad ambiental a realizar alguna visita de inspección y ésta fije los plazos y términos de acuerdo a la legislación correspondiente en que deban ser atendidas sus recomendaciones. La inspección se realizará de forma mensual, y al cabo de cuatro meses continuos, se elabora un informe cuatrimestral, mismo que será entregado a la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) con copia para la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PROFEPA); en la **Figura X:1**, se esquematiza mediante un diagrama de bloques la secuencia de actividades que conlleva la estrategia propuesta.

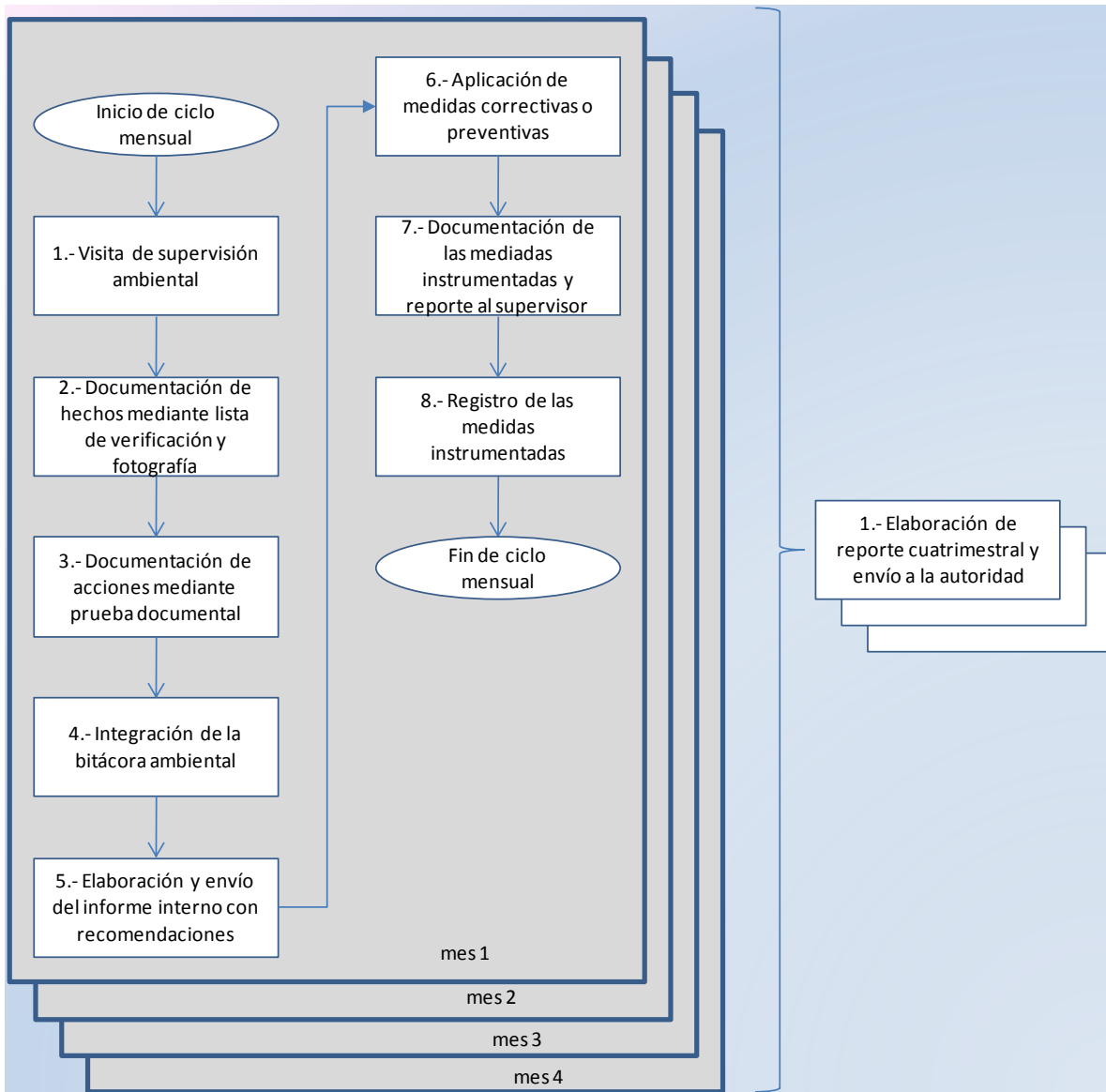


Figura X:1. Diagrama de bloques para las actividades derivadas de la estrategia de supervisión ambiental a lo largo de un ciclo cuatrimestral.

El siguiente esquema indica mediante un diagrama de Gantt, la programación de las actividades relacionadas con la supervisión ambiental del desarrollo Arbolada II.

ESTRATEGIA 1: SUPERVISIÓN AMBIENTAL (CICLO CUATRIMESTRAL)																							
Supervisión _____																							
Fecha de inicio _____		Mes 1				Eval	Mes 2				Eval	Mes 3				Eval	Mes 4				Eval		
Fecha de término _____		1	2	3	4	A	1	2	3	4	B	1	2	3	4	C	1	2	3	4	D		
ACTIVIDADES		RESPONSABLE																					
Supervisión Ambiental																							
1	Visita de Inspección al predio	Empresa contratada para la Supervisor Ambiental	P	■					■					■					■				
			R																				
2	Documentación de hechos y acciones	Empresa contratada para la Supervisor Ambiental	P	■					■					■					■				
			R																				
3	Integración de la bitácora ambiental	Empresa contratada para la Supervisor Ambiental	P	■					■					■					■				
			R																				
4	Elaboración del reporte y envío al promovente con las recomendaciones pertinentes	Empresa contratada para la Supervisor Ambiental	P		■					■					■					■			
			R																				
5	Instrumentación de las medidas preventivas o correctivas y reporte al supervisor	Promovente	P			■					■					■					■		
			R																				
6	Registro de las medidas preventivas o correctivas instrumentadas	Empresa contratada para la Supervisor Ambiental	P			■					■					■					■		
			R																				
7	Elaboración de informe cuatrimestral y entrega al promovente	Empresa contratada para la Supervisor Ambiental	P																			■	
			R																				
8	Entrega de Informe a la Autoridad Correspondiente	Empresa contratada para la Supervisor Ambiental/Promovente	P																			■	
			R																				
Marcadores																							
	Fecha actual de avances																						
■	P Fecha de compromiso de la tarea																						
■	R Fecha final de ejecución de la tarea																						
X	Porcentaje de avance en la tarea																						
	Fecha de evaluación de la Supervisión																						

XI SERVICIOS AMBIENTALES QUE PUDIERAN PONERSE EN RIESGO POR EL CAMBIO DE USO DE SUELO PROPUESTO

XI.1 PROVISIÓN DE AGUA EN CALIDAD Y CANTIDAD

Este servicio ambiental está relacionado con la función de los bosques y selvas tropicales como reguladores del agua y garantes de su disponibilidad y calidad. Muchos de los patrones hídricos observados en una cuenca, al igual que la cantidad y calidad del agua que de ella emana, dependen de su relieve y pendiente, así como de su tamaño, ubicación geográfica, tipo de suelo y, por supuesto, del conjunto de los ecosistemas que la conforman (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales).

Los múltiples estratos de la vegetación interceptan el agua de la lluvia y la canalizan lentamente por hojas, ramas y troncos hacia el suelo, de manera que regulan el escurrimiento pluvial y evitan que el suelo se sature. A su vez, la densa hojarasca y suelos con un alto porcentaje de porosidad y materia orgánica, característicos de ecosistemas tropicales, permiten la filtración lenta hacia el subsuelo a manera de filtro natural, generando un reservorio de agua dulce.

Chow, et al. (1994)⁶⁸, menciona que el coeficiente de escurrimiento está en función del tipo de suelo y cubierta vegetal presente, de tal manera que una zona con suelo de textura arenosa y vegetación en abundancia, tendrá menor capacidad de escurrimiento (mayor infiltración) que una zona carente de vegetación donde no existen horizontes edáficos. El retiro de la vegetación potencializa el escurrimiento de agua en una cuenca, proceso que repercute en el balance hidrológico de la misma al disminuir el suministro gradual de agua al acuífero, sin embargo tomando en cuenta las dimensiones del predio (18.02 ha) con respecto a las dimensiones de la microcuenca (265,875.25 ha), una variación en el coeficiente de escurrimiento por más drástico que sea el cambio, no podrá alterar el flujo ni cantidad disponible de agua en la microcuenca.

Con los datos obtenidos del Balance Hídrico de la microcuenca Cancún cuya superficie abarca 265,875.25 ha, se obtuvo el volumen de captación de precipitación que es de 3,540.08 hm³/año (1,331.48 mm de precipitación*265,875.25 ha), tomando como base la información proporcionada por las estaciones meteorológicas ubicadas dentro de la microcuenca con un periodo de registro de 22 años. En el **Cuadro XI:1** se muestra un

⁶⁸ Chow V. T., D. Maidment, L. Mays. 1994. Hidrología Aplicada. McGraw-Hill

extracto del Balance hídrico completo de la microcuenca con las variables necesarias para poder realizar la comparación con el área de afectación del predio, resultando que en la microcuenca existe un volumen de infiltración de 207.6 hm³ (207.6 millones de metros cúbicos) anuales.

Cuadro XI:1. Balance hídrico de la microcuenca Cancún.

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	TOTAL
PP	103.3	58.6	45.1	37.6	85.1	167.5	77.3	94.3	182.2	264.4	133.2	83	1331.5
ETR	89.1	58.6	45.1	37.6	85.1	167.5	77.3	94.3	168.3	153.4	129.3	83	1188.6
Coef. esc.	0.128	0.128	0.128	0.128	0.128	0.128	0.128	0.128	0.128	0.128	0.128	0.128	
ESC	13.22	7.5	5.77	4.81	10.89	21.44	9.89	12.07	23.32	33.84	17.05	10.62	170.42
INF (mm)	0.98	0	0	0	0	0	0	0	0	77.16	0	0	78.14
INF (hm ³)	2.61	0	0	0	0	0	0	0	0	205.15	0	0	207.76

Estableciendo el balance hídrico para la superficie del predio en las condiciones ambientales bajo las cuales se presenta actualmente se tiene que este presenta una infiltración media anual de 3,433.24 m³ (**Cuadro XI:2**), los cuales equivalen al 0.0017% de la infiltración total en de la microcuenca.

Cuadro XI:2. Cálculo de infiltración en el predio en condiciones actuales.

Parámetro	Valor
Superficie del predio	18.02 ha
K	0.16
Ce	0.093
Escurrimiento	22,313.74 m ³
Precipitación	239,932.7 m ³
Evapotranspiración real	214,185.72 m ³
Infiltración	3,433.24 m³

Considerando que para tener una valoración y un marco de referencia adecuado, se necesita considerar las implicaciones que tienen las actividades del proyecto en el comportamiento hidrológico del predio, se llevó a cabo el cálculo de los parámetros de infiltración considerando los usos de suelos propuestos por el proyecto, cuyos resultados se presentan en el **Cuadro XI:3**.

Cuadro XI:3. Cálculo de infiltración en el predio con proyecto.

Uso	Ha	PP	ESC	ETR	Infiltración
Lotes unifamiliares	4.83	64,310.48	16,077.62	57,409.38	0
Lotes multifamiliares	0.64	8,521.47	2,130.37	7,607.04	0
Lote comercial	0.01	133.15	33.29	118.86	0
Vialidad	4.26	56,721.05	14,860.91	50,634.36	0
Guarnición	1.06	14,113.69	3,697.79	12,599.16	0
Restricciones en frentes de lotes unifamiliares	2.59	34,485.33	4,862.43	30,784.74	0
Restricciones en fondo de lotes unifamiliares	1.63	21,703.12	3,060.14	19,374.18	0
Restricciones lotes multifamiliares	0.36	4,793.33	675.86	4,278.96	0
Restricción lote comercial	0.01	133.15	18.77	118.86	0
Donación	2.23	29,692.00	2,761.36	26,505.78	424.86
Vialidad adopasto	0.4	5,325.92	1,011.92	4,754.40	0
TOTAL	18.02	42587.706	9469.125	214,185.72	424.86

No obstante que las condiciones del proyecto pudieran significar un decremento en la cantidad de infiltración natural dentro del predio, es necesario considerar que el balance generado se encuentra sustentado bajo el supuesto de que el escurrimiento producido en las vialidades del proyecto se considera una salida (o pérdida en el sistema); supuesto que se encuentra distante de la condición real si se toma en cuenta que todo el escurrimiento pluvial en las vialidad será canalizado a pozos de absorción, representan un volumen de infiltración de 6,086.69 m³ el cual será un volumen 77% superior al del predio en condiciones naturales.

Es necesario recalcar que el proyecto contempla todo un sistema de drenaje pluvial independiente al sistema de drenaje sanitario, en donde este último canalizará las aguas al sistema de drenaje municipal cuyo efluente terminará en la planta de tratamiento municipal. Los pozos de absorción de aguas pluviales en las vialidades del proyecto con un sistema de filtros y retención de grasas que permita garantizar la calidad del agua que se infiltra en los mismos.

XI.2 CAPTURA DE CARBONO

Para el cálculo del contenido de carbono en la superficie forestal donde se efectuará el cambio de uso de suelo, se optó por utilizar el método propuesto por el Panel Intergubernamental del Cambio Climático modificado por Fragoso (2003)⁶⁹, el cual utiliza como base las existencias reales totales, así como el factor de densidad de las especies, factor de contenido de carbono, factor de expansión por crecimiento de raíces y la edad media de las especies de acuerdo con la siguiente expresión⁷⁰.

$$CO_2 = \sum_{i=1}^n \frac{V_i * Dn_i * F_{CO_2} * B_s}{Em_i}$$

Donde:

CO_2 = Fijación de carbono (ton/sup/año)

i = especie i -ésima

n = Número de especies

V_i = Volumen total árbol de la especie i (m^3 VTA / ha)

Dn_i = Factor de densidad de la especie i (ton de materia seca / m^3)

FCO_2 = Factor de contenido de carbono (parámetro constante = 0.45)

B_s = Factor de expansión correspondiente al crecimiento de raíces (parámetro constante = 1.3)

Em_i = Edad media de la especie i la cual se calcula a partir de la siguiente expresión:

$$Em_i = Dm_i / Im_i$$

Dónde:

Im_i = Incremento corriente anual de la especie i (cm/año)

Dm_i = Diámetro medio de la especie i

$$Im_i = 0.071465 + (0.023954 * Dm_i) - (0.0000246 * Dm_i^2)$$

⁶⁹ Fragoso, L. P. 2003. Estimación del contenido y captura de carbono en biomasa aérea del predio "Cerro Grande" municipio de Tancítaro, Michoacán, México. Tesis de licenciatura. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Uruapan, Michoacán, 2003.

⁷⁰ Meza, V., F. Mora, E. Chaves, W. Fonseca. 2003. Crecimiento y edad del bosque natural con y sin manejo en el trópico húmedo de costa rica. XII Congreso Forestal Mundial, Quebec City, Canadá. FAO.

Los resultados de cada una de las variables descritas se presentan en el **Cuadro XI:4**, cabe señalar que el factor de densidad para cada especie ha sido tomado de Sotomayor (2005)⁷¹, sin embargo dado que no se encontró referencia bibliográfica para la densidad de madera de cada una las especies, fue ocupado el valor medio de densidad de madera para especies latifoliadas, en todas aquellas especies sin referencia.

Cuadro XI:4. Estimación de la fijación de CO₂ (ton/año) en el predio.

Especie	Vi/ha	Dni	Dmi	Imi	Emi	Ton /ha/año	Ton CO ₂ /año
<i>Bursera simaruba</i>	0.341906	0.43	11.98	0.35	34.23	0.0025	0.0451
<i>Caesalpinia violacea</i>	0.034991	0.56	10.19	0.31	32.87	0.0003	0.0054
<i>Ceiba aesculifolia</i>	0.074444	0.56	17.35	0.48	36.15	0.0007	0.0126
<i>Coccoloba spicata</i>	0.263976	0.56	11.245	0.34	33.07	0.0026	0.0469
<i>Cordia dodecandra</i>	0.048473	0.78	10.98	0.33	33.27	0.0007	0.0126
<i>Exothea diphylla</i>	0.048473	0.56	10.98	0.33	33.27	0.0005	0.009
<i>Ficus cotinifolia</i>	0.104222	0.56	11.62	0.35	33.2	0.001	0.018
<i>Ficus maxima</i>	0.105647	0.56	12.415	0.37	33.55	0.001	0.018
<i>Gliricidia sepium</i>	0.052229	0.37	11.78	0.35	33.66	0.0003	0.0054
<i>Lonchocarpus rugosus</i>	0.163399	0.56	10.82	0.33	32.79	0.0016	0.0288
<i>Lysiloma latisiliquum</i>	2.88457	0.63	13.79	0.4	34.48	0.0308	0.555
<i>Metopium brownei</i>	0.377527	0.37	14.09	0.4	35.23	0.0023	0.0414
<i>Piscidia piscipula</i>	0.366099	0.7	12.31	0.36	34.19	0.0044	0.0793
<i>Platymiscium yucatanum</i>	0.050298	0.56	10.19	0.31	32.87	0.0005	0.009
<i>Sabal yapa</i>		0.56	16.34	0.46	35.52	0	0
<i>Swartzia cubensis</i>	0.065824	0.83	10.66	0.32	33.31	0.001	0.018
<i>Thevetia gaumeri</i>	0.126244	0.56	11.19	0.34	32.91	0.0013	0.0234
<i>Thouinia paucidentata</i>	0.053624	0.56	10.82	0.33	32.79	0.0005	0.009
<i>Vitex gaumeri</i>	2.544791	0.67	15.44	0.44	35.09	0.0284	0.5118
<i>Ziziphus mauritiana</i>	0.050662	0.56	10.5	0.32	32.81	0.0005	0.009
Fijación de CO₂ en el predio (ton/año)						0.0809	1.4577

Como resultado del cálculo de carbono almacenado por la vegetación presente en el predio se tiene que la fijación media anual es de 0.081 ton/ha, lo cual genera un estimado de carbono total fijado en el predio de 1.45 ton/año. Sin embargo, Masera *et al.*, (2001)⁷² señala que el contenido medio de carbono en selvas perennes es de 186 ton/ha mientras que las selvas deciduas presentan un contenido medio de carbono de 54 ton/ha, ambos están muy por encima del contenido de carbono del predio. Lo anterior puede ser un

⁷¹ Sotomayor C. J. R., 2005. Características mecánicas y clasificación de la madera de 150 especies mexicanas. Investigación e ingeniería de la madera. Vol. 1, Núm. 1, Morelia, Michoacán, México, Junio 2005.

⁷² Masera O. R., A. D. Cerón y A. Ordóñez. Forestry mitigation options for Mexico: finding synergies between national sustainable development priorities and global concerns. 2001. Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change 6: 291–312, 2001. © 2001 Kluwer Academic Publishers. Printed in the Netherlands.

indicador de que el potencial de fijación de carbono en el predio es reducido. Por otra parte cerca del 38.07 % del total de CO₂ del predio se encuentra en una sola especie (*Manilkara zapota* con 0.555 ton/ha) y cerca del 81% del carbono total está almacenado únicamente en 10 de las 76 especies del estrato arbóreo (**Figura XI:1**).

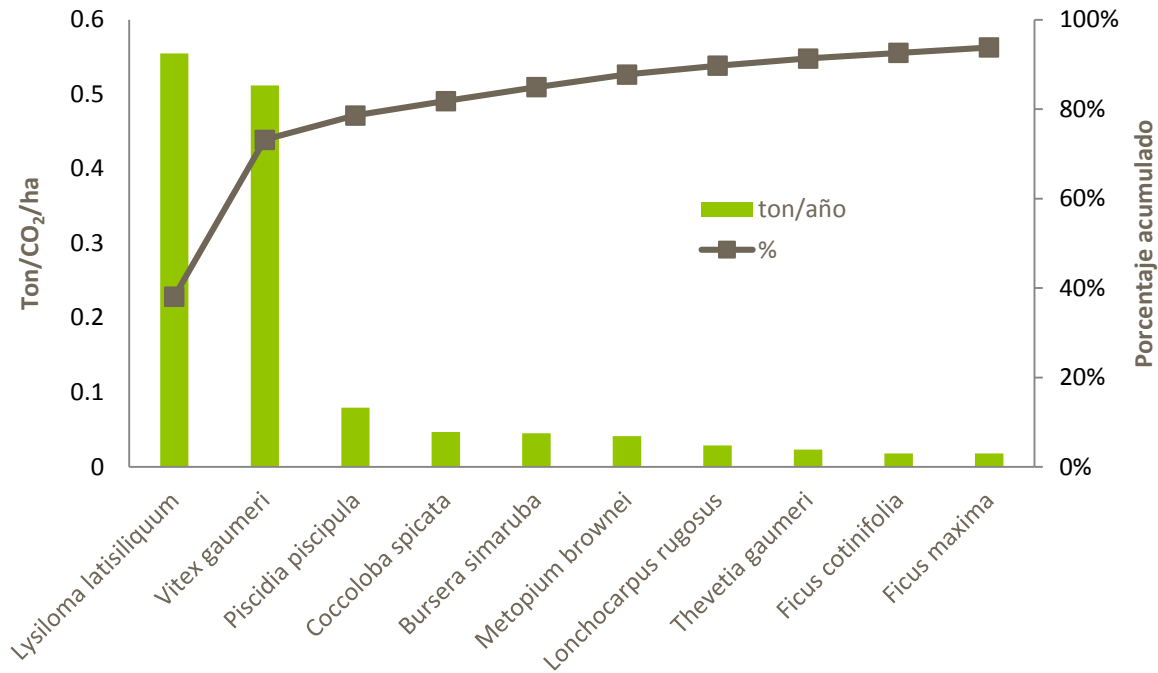
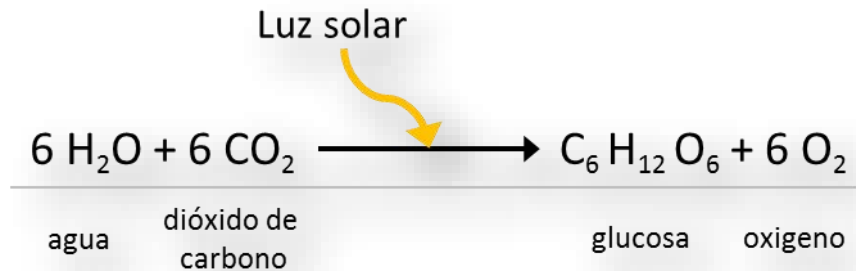


Figura XI:1. Especies principales por su fijación de CO₂

XI.3 GENERACIÓN DE OXIGENO

Mucho se ha especulado sobre el papel de los bosques en la producción de oxígeno para el hombre a través de la fotosíntesis, al grado de denominar a muchas reservas de ecosistemas forestales como “pulmones”, sin embargo, la gran mayoría de los científicos coinciden que los bosques tropicales húmedos maduros no aportan contribución alguna al oxígeno del planeta, sino que se encuentran en estado de equilibrio y, por la descomposición de la materia orgánica y respiración, consumen tanto oxígeno como el que producen mediante la fotosíntesis (Caufield, 1982 citado por Quevedo 1986)⁷³

⁷³ Wang, T., & Li, F. 2014. Forest Indicator: Forest Area (% of Land Area). In Human Green Development Report 2014 (pp. 171-187). Springer Berlin Heidelberg.



Inversamente, la respiración usa la sustancia orgánica y el oxígeno para producir dióxido de carbono, agua y energía.



De acuerdo con las ecuaciones anteriores, 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.

El hombre no debe preocuparse por sus reservas de oxígeno en la tierra, ya que la cantidad de la cual dispone es prácticamente ilimitada, según Quevedo (Op. Cit.), en el hipotético caso de que la fotosíntesis cesase, es decir, que las plantas terrestres y la flora marinas sean eliminadas del ambiente, el real problema no sería la falta de oxígeno, sino la falta de alimentos.

Por otra parte otros autores señalan que los bosques juegan un papel crucial en la fijación de carbono y generación de oxígeno, puesto que los ecosistemas forestales mantienen el balance entre el oxígeno y el dióxido de carbono presente en el aire. De acuerdo con Li

Fengli (2012)⁷⁴, una hectárea de bosque latifoliado absorbe cerca de una tonelada de dióxido de carbono y produce 0.75 toneladas de oxígeno al día, mientras que según Foster⁷⁵, un cálculo ha señalado que un árbol grande en crecimiento, tarda 12 horas para efectuar la fotosíntesis (en las condiciones dadas de un bosque tropical) para convertir en oxígeno respirable el CO₂ producido por una persona en un día.

Lo cierto es que no se sabe con exactitud cuánto oxígeno genera una planta durante la fotosíntesis, ni cuánto 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 la microcuenca existen una vasta extensión de selva mediana subperennifolia equivalente a una superficie de 63,996.50 ha, se puede concluir categóricamente que el servicio ambiental de liberación de oxígeno, no se pondrá en riesgo con el cambio de uso de suelo propuesto, toda vez que la superficie donde se perderá la vegetación sólo representa el 0.00028% de la vegetación de Selva mediana subperennifolia que existe en la microcuenca definida para el estudio; lo anterior sin considerar la superficie que existe respecto a la vegetación secundaria (VSA) de éste mismo ecosistema dentro de la microcuenca y que equivale a 135,450.08 ha.

XI.4 AMORTIGUAMIENTO DEL IMPACTO DE FENÓMENOS NATURALES

Es difícil estimar con precisión la importancia de la superficie del proyecto sometida a cambio de uso de suelo con respecto a este servicio ambiental. Además, la mayoría de los autores estiman esta importancia de manera indirecta, basándose en los costos o daños que provoca la presencia de inundaciones o tempestades con respecto a la remoción de vegetación. Los fenómenos naturales más recurrentes en la zona donde se ubica el predio del proyecto, son los huracanes, tormentas tropicales y Nortes, los cuales acarrear 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

⁷⁴ Li Fengli (2012) On forests' role in protecting ecological environment. Priv Technol (07):2-3

⁷⁵ Foster, P. W. 1975. Introducción a la Ciencia Ambiental. México, El Ateneo, 186 p.

ramas y defoliación total, como lo observaron Sánchez *et al.*, (2006)⁷⁶ con el paso del huracán Wilma en 2005. 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 ambiente.

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 naturales como los huracanes y tormentas tropicales, por lo que éste servicio ambiental se verá afectado con el cambio de uso de suelo propuesto; sin embargo, es importante resaltar que a pesar de que el proyecto se encuentra en una zona habitacional de media y alta densidad de acuerdo con el PDU, este contempla la permanencia de la vegetación y todos los árboles de las áreas destinadas como áreas verdes, buscando reducir los costos por mantenimiento de las mismas, además de que con esta medida se permite la disminución en el impacto de los servicios ambientales como la amortiguación de fenómenos naturales. Por otra parte dicho servicio se verá impactado de forma imperceptible al momento que se compara la cantidad de vegetación a remover con la vegetación presente en la cuenca.

XI.5 MODULACIÓN O REGULACIÓN CLIMÁTICA

La estimación del grado de modificación o alteración de este servicio ambiental por efecto del cambio de uso de suelo es muy compleja, puesto que los Servicios Ambientales no necesariamente tienen una relación de uno a uno con las propiedades ecosistémicas. Muchas veces un servicio ambiental es el resultado de dos o más propiedades ecosistémicas mientras que en otros casos una propiedad ecosistémica contribuye a la formulación de dos o más servicios ambiental (Costanza *et al.* 1997⁷⁷, Díaz *et al.* 2006⁷⁸, 2007⁷⁹). A su vez, las propiedades ecosistémicas incluyen no sólo la dinámica biogeoquímica a corto plazo (relacionada con productividad, descomposición, ciclado de

⁷⁶ Sánchez O. S., L. Mendizábal, S. Calmé. Recuperación foliar en un achual después del paso del huracán Wilma por la reserva ecológica del Eden, Quintana Roo. *Foresta Veracruzana*, Vol. 8, Núm. 1. 2006, pp. 37-42. Recursos Genéticos Forestales, México.

⁷⁷ Costanza, R; d'Arge, R; de Groot, R; Farber, S; Grasso, M; Hannon, B; Limburg, K; Naeem, S; O'Neill, RV; Paruelo, J; Raskin, RG; Sutton, P; van den Belt, M. 1997. The value of the world's ecosystem services and natural capital. *Nature* 387: 253-260.

⁷⁸ Díaz, S; Lavorel, S; Chapin III, FS; Tecco, PA; Gurvich, DE; Grigulis, K. 2006. Functional diversity – at the crossroads between ecosystem functioning and environmental filters. In *Terrestrial ecosystems in a changing World*. Canadell, J; Pitelka, LF; Pataki, D. Eds. p. 103-113.

⁷⁹ Díaz, S; Lavorel, S; Stuart Chapin, F; Tecco, PA; Gurvich, DE; Grigulist, K. 2007. Functional Diversity – at the Crossroads between Ecosystem Functioning and Environmental Filters. In: *Canadell, JG; Pataki, DE; Pitelka, LF. Terrestrial Ecosystems in a Changing World*. Springer-Verlag, Nueva York. P. 81-91.

nutrientes, etc.), sino también el equilibrio ecosistémico a largo plazo (Leps *et al.* 1982, Chapin *et al.* 2000, Grime 2001).

En razón de lo anterior, la regulación climática, ya sea, a través del secuestro biológico de carbono o por intercambios de energía con la atmosfera, es un servicios ambiental cuyo origen está ligado a diversos rasgos del ecosistema como son: la productividad primaria, la acumulación de carbono en vegetación, la acumulación de carbono en el suelo, la descomposición, el albedo y rugosidad del dosel, el intercambio de calor entre la vegetación y atmosfera así como la evapotranspiración, entre otros (Casanoves *et al.*, 2011)⁸⁰. De tal manera que la cuantificación del impacto del cambio de uso de suelo es una labor por de más compleja.

Si tomamos en cuenta un enfoque sistémico, podemos visualizar el medio físico en el que se encuentra inmerso el proyecto, como un sistema en el que existe un balance de materia y energía. Al momento de haber un cambio en la composición natural del medio, es posible generar alteraciones que rompan el equilibrio de dicho sistema. Bajo este paradigma, encontramos que existirán cambios de temperatura en el sotobosque y a nivel de mesofauna, registrando aumentos de evaporación debido a la radiación directa, así como cambios en los ciclos biogeoquímicos naturales a una escala local. Sin embargo, considerando el entorno urbano que rodea el área donde se llevará a cabo el proyecto, es posible que las alteraciones locales queden marcadas como eventos aislados, en donde la capacidad de resistencia del sistema, junto con medidas de mitigación, disminuyan el efecto negativo.

A manera de conclusión, se puede decir que resulta evidente el cambio de patrones climáticos locales con el desarrollo del proyecto, ya que es posible generar variaciones en la evapotranspiración, evaporación, radiación en el suelo, desecación, así como aumento de la temperatura, entre otros. Sin embargo, dichos cambios no podrán ser cruciales en la dinámica de la cuenca, considerando que la superficie del predio resulta poco significativa en comparación con ésta, aunada a que se trata de una zona en proceso de urbanización.

Algunos datos señalan que durante el verano, los ecosistemas forestales son de 2 a 4 °C más templados que en áreas urbanas abiertas y la humedad relativa es de 15 a 25 % mayor (Li Fengli, Op. cit.), lo cual indica que el mantener la cobertura vegetal en las áreas verdes de donación contribuye a la disminución de la afectación sobre este servicio ambiental.

⁸⁰ Casanoves F., L. Pla, J. A. Di Rienzo (Eds.). 2011. Valoración y análisis de la diversidad funcional y su relación con los servicios ecosistémicos. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE). Turrialba, C.R. 84 p.

XI.6 PROTECCIÓN DE LA BIODIVERSIDAD ECOSISTEMAS Y FORMAS DE VIDA

Si bien la remoción de la cobertura vegetal disminuye la aportación de este servicio ambiental, la zona donde se pretende desarrollar el proyecto ya pertenecen su mayoría a una zona urbana y de acuerdo con el plan de desarrollo urbano vigente el proyecto

quedará inmerso en un área completamente urbana, razón por la cual el servicio ambiental de protección a la biodiversidad, ecosistemas y formas de vida es menor al que se puede presentar en las regiones menos influenciadas por la acción antropogénica dentro de la microcuenca. Para tener un marco de referencia a cerca de la importancia del resto de la microcuenca en relación al predio y con respecto a la prestación de este servicio, se ha considerado el concepto de especies sombrilla, ya que estas son especies que requieren de grandes extensiones para el mantenimiento de poblaciones mínimas viables, por lo que garantizar la conservación de sus poblaciones pudiera implicar la protección de poblaciones de otras

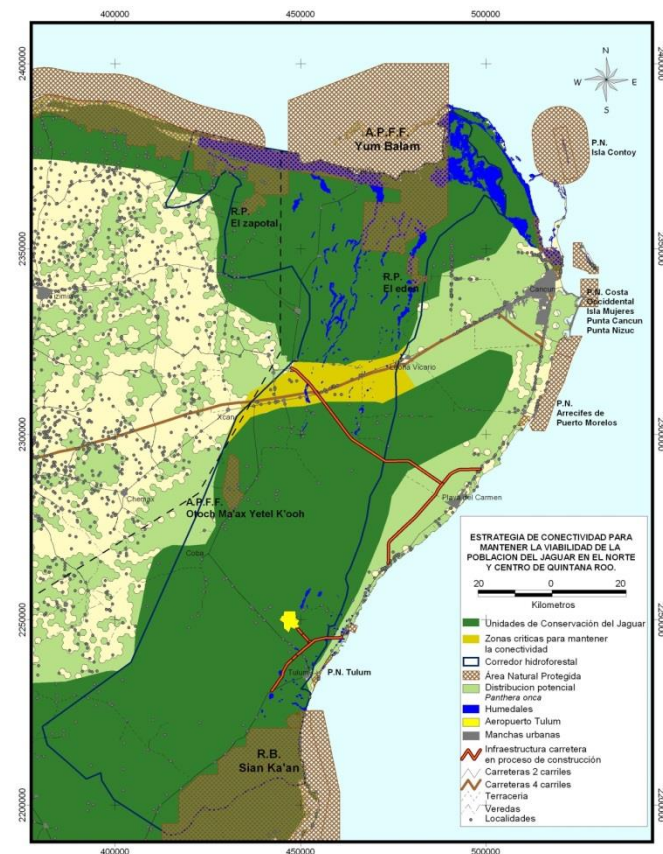


Figura XI:2 Corredor Biológico del Jaguar en el Noreste de la Península de Yucatán.

especies simpátricas de su mismo gremio (Berger, 1997⁸¹; Roberger y Angelstam, 2004⁸²; Favreau *et al.*, 2006⁸³), especies de menor nivel trófico (Caro y O'Doherty, 1999⁸⁴), o una sección apreciable del ecosistema. Además las especies sombrilla han sido ampliamente

⁸¹ Berger J. 1997. Population constraints associated with the use of black rhino as an umbrella species for desert herbivores. *Cons. Biol.* 11: 69-78.

⁸² Roberger y Angelstam, 2004. Usefulness of the umbrella species concept as a conservation tool. *Cons. Biol.* 18: 76-85.

⁸³ Favreau J, Drew A, Hess G, Rubino M, Koch F, Eschelbach K. 2006. Recommendations for assessing the effectiveness of surrogate species approaches. *Biodiv. Cons.* 15: 3949-3969.

⁸⁴ Caro T, O'Doherty G.1999. On the use of surrogate species in conservation biology. *Cons. Biol.* 13: 805-814

utilizadas para la selección y diseño de áreas protegidas (Noss *et al.*, 1996⁸⁵; Caro y O'Doherty, 1999⁸⁶; Hitt y Frissell, 2004⁸⁷) como el caso de los ñus (*Connochaetes taurinus*) utilizados para definir los límites del Parque Nacional Serengeti en Tanzania, o el jaguar (*Panthera onca*) empleado para diseñar la Reserva de Cockscomb en Belice (Caro, 2003)⁸⁸. A razón de lo anterior se considera que el corredor de una especie sombrilla podrá representar de manera indirecta la zonas donde se presenta un alto valor para el servicio ambiental de protección de la biodiversidad, ecosistemas y formas de vida.

Considerando lo anterior, se ha tomado al Jaguar como especie sombrilla de la microcuenca, de tal manera que la definición de su corredor biológico o área de importancia para su distribución (**Figura XI:2**), indica de manera indirecta la zona dentro de la microcuenca donde se presente el mayor potencial de prestación del servicio en comento. Dado que el predio donde se pretende establecer el proyecto Arbolada II, se encuentra fuera del corredor de la especie sombrilla (jaguar), se determina que el proyecto no presentará decremento del servicio ambiental protección de la biodiversidad, ecosistemas y formas de vida.

XI.7 PROTECCIÓN Y RECUPERACIÓN DE SUELOS

Si bien es ampliamente reconocido que la cobertura vegetal juega un papel fundamental en la producción de sedimentos y aumento de la erosión, la experiencia de campo indica que más que la existencia de árboles, otras variables son de igual o mayor importancia en el control de los procesos erosivos (Porras 2003)⁸⁹, como por ejemplo la cobertura y composición del suelo, el tipo de clima, regímenes e intensidad máxima de lluvias, tipo de terreno, y grado de las pendientes. El bosque natural, a través de sus raíces más profundas y la existencia de sotobosque, presenta los menores niveles de erosión y sedimentación, sin embargo la introducción de otros usos del suelo, como agricultura, no necesariamente significa desastres en términos de erosión si dicho cambio es acompañado de prácticas adecuadas de conservación de suelos. De la misma manera, la introducción de proyectos de reforestación no necesariamente disminuye la

⁸⁵ Noss R, Quigley H, Hornocker M, Merrill T, Paquet P. 1996. Conservation Biology and Carnivore Conservation in the Rocky Mountains. *Cons. Biol.* 10: 949-963.

⁸⁶ Caro T, O'Doherty G. 1999. On the use of surrogate species in conservation biology. *Cons. Biol.* 13: 805-814.

⁸⁷ Hitt NP, Frissell CA (2004) A case study of surrogate species in aquatic conservation planning. *Aquat. Cons.: Mar. Freshw. Ecosyst.* 14: 625-633.

⁸⁸ Caro T (2003) Umbrella species: critique and lessons from East Africa. *Anim. Cons.* 6: 171-181.

⁸⁹ Porras I. T. 2003. Valorando los servicios ambientales de protección de cuencas: consideraciones metodológicas. International Institute for Environment and Development (IIED) Presentado en el III Congreso Latinoamericano de Protección de Cuencas. Arequipa, 9-13 de junio de 2003

sedimentación a menos que sea acompañada por prácticas de conservación, como diseño apropiado de caminos, tipo de maquinaria, entre otros.

En razón de lo anterior, se llevó a cabo una estimación de la tasa de erosión con y sin proyecto, lo cual arrojó como resultado que la erosión media en el predio pasa de ligera (**9.6 ton/ha/año**) a nula (**0.89 ton/ha/año**), muy por debajo de niveles críticos definidos por la FAO, de tal manera que el proyecto no aumentará la tasa de erosión del suelo, por el contrario, se manifestará una disminución de la misma. La disminución de la tasa de erosión con proyecto se debe principalmente a que el efecto que representa el factor LS se ve considerablemente mermado por las actividades de nivelación que se llevarán a cabo con el proyecto.

No obstante lo anterior, dada la naturaleza del proyecto, el cual contempla la remoción total de suelo y cimentación de obra en gran parte del predio, inevitablemente se tendrá un impacto irreversible sobre el suelo, razón por la cual la mayor parte de las áreas verdes del proyecto se mantendrán con la vegetación en estado natural al únicamente aplicar un ligero socoleo. Además se han establecido medidas de mitigación que favorecen el aprovechamiento del sustrato edáfico en mejoramiento de las áreas verdes del proyecto.

XI.8 PAISAJE Y RECREACIÓN

Para llevar a cabo una valoración del paisaje actual en la zona donde se llevará a cabo el cambio de uso de suelo se implementó un método indirecto de valoración de categorías estéticas utilizado por el Bureau of Land Management de los Estados Unidos (BLM, 1980)⁹⁰. En el cual se valora en un paisaje aspectos como la morfología, vegetación, existencia o no de agua, color, rareza, entre otros, asignando unos valores ya establecidos para cada uno de ellos según se propone en el **Cuadro XI:5** (Viñals, 2002)⁹¹.

Cuando se suman las diferentes puntuaciones se pueden establecer tres intervalos de los valores según la calidad visual, de tal forma que los paisajes con puntuación entre 19 y 33 son considerados de máxima calidad, los paisajes entre 12 y 18 de calidad media y entre 0 y 11 de calidad baja.

Valor Calidad = morfología + vegetación + agua + color + fondo escénico + rareza + acción antrópica.

⁹⁰ BLM (U.S.D.I., Bureau of Land Management), 1980. Visual resource management program. Government Printing Office, Washington D.C.

⁹¹ Viñals M. J (Editora). 2002. Turismo en espacios naturales y rurales II. Universidad Politécnica de Valencia. 345 p.

Cuadro XI:5. Criterios para la evaluación de la calidad escénica del paisaje.

Componente	Criterios	Valor
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.	5
	Formas erosivas interesantes o relieve variado en tamaño y forma. Presencia de formas y detalles interesantes pero no dominantes o excepcionales.	3
	Colinas suaves, pendiente plana, pocos o ningún detalle singular.	1
Vegetación	Gran variedad de tipos de vegetación, con formas, texturas y distribución.	5
	Cierta variedad en la vegetación pero solo uno o dos tipos.	3
	Escasa o ninguna variedad o contraste en la vegetación.	1
Agua	Factor dominante en el paisaje, limpia y clara, aguas cristalinas o espejos de agua en reposo.	5
	Agua en movimiento o reposo pero no dominante en el paisaje.	3
	Ausente o inapreciable.	0
Variabilidad cromática	Combinaciones de color intensas y variadas o contrastes agradables entre suelo, vegetación, roca agua y nieve	5
	Alguna variedad e intensidad en los colores y contraste del suelo, roca y vegetación, pero no actúa como elemento dominante	3
	Muy poca variación de color o contraste, colores apagados.	1
Fondo escénico	El paisaje circundante potencia mucho la calidad visual.	5
	El paisaje circundante incrementa moderadamente la calidad visual en el conjunto	3
	El paisaje adyacente no ejerce influencia en la calidad del conjunto	1
Singularidad o rareza	Único o poco corriente o muy raro en la región, posibilidad de contemplar fauna y vegetación excepcional.	6
	Característico, o aunque similar a otros en la región	2
	Bastante común en la región	1
Acción antrópica	Libre de actuaciones estéticamente no deseadas o con modificaciones que inciden favorablemente en la calidad visual	2
	La calidad escénica está afectada por modificaciones poco armoniosas, aunque no en su totalidad, o las actuaciones no añaden calidad visual.	0
	Modificaciones intensas y extensas, que reducen o anulan la calidad escénica	0

Fuente: Bureau of Land Management (1980).

Como resultado de la valoración del paisaje con los parámetros descritos en el cuadro anterior se tiene que el predio presenta una calidad del paisaje media (VCP= 8, **Cuadro XI:6**)

Cuadro XI:6. Resultados de la valoración de la calidad del paisaje de acuerdo con el método BLM (1980).

Factor	Valor de Calidad del Paisaje
Morfología	1
Vegetación	1
Agua	0
Variabilidad cromática	1
Fondo escénico	1
Singularidad o rareza	1
Acción antrópica	2
VCP total	7

Otro parámetro considerado para la valoración del paisaje es la capacidad de absorción del mismo, el cual según Viñals (Op. Cit.), es el concepto inversamente proporcional u opuesto a la “fragilidad o vulnerabilidad” visual y se puede medir a en función de la valoración de factores como la pendiente, la diversidad de la vegetación, la estabilidad y erosionabilidad del suelo, la regeneración potencial de la vegetación, etc., a través de la expresión propuesta por Yeomans (1986)⁹²

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

Donde:

P = Pendiente.

D = Diversidad de vegetación

E = Erosionabilidad

V = Actuación humana.

R = Potencial

⁹² Yeomans W. C. 1986. Visual Impact Assessment: Changes in natural and rural environment. John Wiley and sons, New York.

C = Contraste de color

La escala de referencia para la estimación de la capacidad de absorción del paisaje define tres categorías: Baja (CAV < 15), Media (CAV > 15 y <30) y Alta (CAV > 30). La valoración nominal y numérica para las variables descritas se presente en el **Cuadro XI:7**.

Cuadro XI:7. Valores de la capacidad de absorción visual (C.A.V.)

Factor	Características	Valores de C.A.V.	
		Nominal	Numérico
Pendiente (P)	Inclinado (pendiente>55%)	Bajo	1
	Inclinación suave (25-55% pendiente)	Moderado	2
	Poco inclinado (0-25% pendiente)	Alto	3
Diversidad de vegetación (D)	Vegetación escasa	Alto	3
	Hasta dos tipos de vegetación	Moderado	2
	Diversificada	Bajo	1
Estabilidad del suelo y erosionabilidad (E)	Restricción alta derivada de riesgos altos de erosión e inestabilidad, pobre regeneración potencial	Bajo	1
	Restricción moderada debido a ciertos riesgos de erosión e inestabilidad y regeneración potencial	Moderado	2
	Poca restricción por riesgos bajos de erosión e inestabilidad y buena regeneración potencial	Alto	3
Contraste de color (V)	Elementos de bajo contraste	Bajo	1
	Contraste visual moderado	Moderado	2
	Contraste visual alto	Alto	3
Potencial estético (R)	Potencial bajo	Alto	3
	Potencial moderado	Moderado	2
	Potencial alto	Bajo	1
Actuación humana (C)	Fuerte presencia antrópica	Alto	3
	Presencia moderada	Moderado	2
	Casi imperceptible	Bajo	1

Fuente: Yeomans (1986).

En el **Cuadro XI:8** se presentan los valores que posee el predio para cada uno de los parámetros que definen la capacidad de absorción visual.

Cuadro XI:8. Valores de la capacidad de absorción visual del predio.

Factor	Valor de C.A.V.
Pendiente	3
Diversidad de vegetación	3
Estabilidad del suelo y erosionabilidad	3
Contraste de color	1
Potencial estético	3
Actuación humana	3
CAV = P * (D + E + V + R + C)	CAV = 3 * (3 + 3 + 1 + 3 + 3) = 39

Considerando los resultados de la calidad del paisaje y su capacidad de absorción visual, se concluye que el paisaje presente en el predio tiene una calidad media, por tanto el servicio ambiental que presta el ecosistema forestal en este rubro es no es muy alto. Además dadas las características evaluadas tiene una mediana capacidad de absorción de los cambios que en este se puedan manifestar, por tanto la afectación o decremento de este servicio ambiental no será considerable, más aun si se toma en cuenta que en las áreas verdes contempladas por el proyecto no se removerán los individuos arbustivos ni arbóreos, únicamente se llevará a cabo el socoleo.

XII JUSTIFICACIÓN TÉCNICA, ECONÓMICA Y SOCIAL QUE MOTIVE LA AUTORIZACIÓN EXCEPCIONAL DEL CAMBIO DE USO DE SUELO

XII.1 JUSTIFICACIÓN TÉCNICA

XII.1.1 No se compromete la biodiversidad

Considerando la caracterización biológica a nivel de microcuenca y del predio, se tiene que la riqueza de la primera es considerablemente mayor que la segunda pues mientras que en la microcuenca diversos estudios e inventarios han reportado una riqueza de 459 especies de plantas vasculares y 330 especies de fauna, en el predio fueron registradas 103 especies de plantas vasculares y 34 especies de fauna. Asimismo la comparación de índices de diversidad sugiere que la diversidad presente en el predio es menor que en ecosistemas semejantes dentro de la microcuenca, toda vez que el índice de riqueza de Shannon es mayor en cada uno de los estratos de la muestra testigo en comparación de sus semejantes en los sitios de muestreo dentro del predio (**Cuadro XII:1**).

Cuadro XII:1. Índice de diversidad por estrato en el predio y microcuenca Cancún

INDICADOR	ARBÓREO	ARBUSTIVO	HERBÁCEO
PREDIO			
Densidad	95	316	495
No. especies	20	38	56
Índice de diversidad Shannon	2.30	2.90	3.46
Índice de diversidad Simpson	0.83	0.91	0.95
Índice de dominancia Simpson	0.16	0.08	0.04
Índice de Riqueza Margalef	4.17	6.60	8.86
Índice de equidad de Shannon	0.77	0.79	0.86
MICROCUENCA			
Densidad	1299	1075	1014
No. especies	112	89	104
Índice de diversidad Shannon	3.13	4.04	3.92
Índice de diversidad Simpson	0.90	0.97	0.930
Índice de dominancia Simpson	0.09	0.03	0.03

INDICADOR	ARBÓREO	ARBUSTIVO	HERBÁCEO
Índice de Riqueza Margaleft	15.48	12.61	14.88
Índice de equidad de Shannon	0.66	0.90	0.84

En razón de lo anterior es posible concluir que la diversidad presente en la región no se ve comprometida con la ejecución del proyecto, toda vez que la gran mayoría de las especies presentes en el predio se encuentran representadas en la microcuenca.

XII.1.2 No se provoca la erosión de los suelos

Considerando los resultados derivados del cálculo de riesgo de erosión con el proyecto se tiene que en el predio se presenta un nivel de erosión media anual considerada como nula (**0.89 ton/ha/año**), la cual se encuentra por debajo de las tasa de erosión calculada para el predio en las condiciones sin proyecto (**9.6 ton/ha/año**). Esto último en gran medida debido a que el proyecto contempla zonas áreas verdes con vegetación nativa en 2.23 ha y que el factor LS se verá considerablemente disminuido al existir una nivelación del predio en las vialidades y lotes. En conclusión se puede afirmar que el proyecto no causará erosión.

XII.1.3 No se provocará deterioro de la calidad del agua o la disminución en su captación

Haciendo la comparación de los cálculos de infiltración del predio con proyecto y sin proyecto (Capítulo XI) se tiene que el predio presenta una disminución en su capacidad de contribución para dicho rubro, de tal manera que pasa de una infiltración media anual de 3,433.24 m³ a 424.86 m³, sin embargo esta situación se presenta si se considera a la esorrentía pluvial como un pérdida de agua del sistema, situación que no se manifiesta de tal forma ya que toda el agua que escurre a través de las calles será canalizada a los pozos de absorción, generando un volumen de recarga anual de 6,086.69 m³, volumen 77% superior al volumen infiltrado en el predio en las condiciones naturales actuales.

Cabe mencionar que el proyecto contará con un sistema de drenaje totalmente independiente al sistema de drenaje pluvial, evitando con ello la contaminación del efluente de recargado a través de los pozos de absorción. Por tanto, se concluye que el proyecto no mermará la cantidad ni calidad del agua captada.

XII.1.4 El uso alternativo de suelo es más productivo a largo plazo

El desarrollo de las obras proyectadas para “Arbolada II, que incluye el equipamiento, acabados y obras exteriores, así como los costos por concepto de trámite y gestión, requerirán de una inversión total estimada de \$ 80,000,000.00 (Ochenta millones de pesos 00/100 M.N.), cantidad que permeará a distintos sectores productivos entre los que destacan el comercio, servicios, construcción; así como los gobiernos municipal, estatal y federal que se verán beneficiados con el pago de derechos por las diversas autorizaciones aplicables.

Con base en la estimación del volumen por especie de las materias primas forestales derivadas del cambio de uso del suelo que involucra el desarrollo del proyecto, obtenida del inventario forestal de la vegetación que se asume ocupaba el predio, y suponiendo la comercialización en el mercado local de tales materias primas, el máximo beneficio económico que podría haberse obtenido del aprovechamiento forestal del área desmontada se estima en \$ 228,062.73 (doscientos veintiocho mil sesenta y dos pesos 73/100 M.N.) mismo que corresponde a 0.29 % del monto de inversión para la realización de la urbanización del proyecto.

Por otra parte, los resultados del análisis de datos forestales permitió obtener el valor de los recursos forestales no maderables en el predio, el cual se estimó en \$266,566.73 (doscientos sesenta y seis mil, quinientos sesenta y seis pesos 73/100 MN), cifra que representa el 0.33 % de la inversión total del proyecto.

La valoración, directa e indirecta, total que involucra el cambio de uso de suelo en las 18.02 ha que ocupa el predio de estudio resultó en \$1,145,992.72, cifra que representa el 1.43 % de la inversión del proyecto.

Con respecto a la fauna el valor directo e indirecto tiene un valor de \$ 489,286.61 (cuatrocientos ochenta y nueve mil doscientos ochenta y seis pesos 61/100 M.N.) que corresponde al 0.61 % de la inversión total contemplada para la urbanización del proyecto.

En total el valor económico de los recursos biológicos del predio se estima en \$1,901,846.06 (Un millón novecientos un mil ochocientos cuarenta y seis pesos 06/100 M.N.) que corresponde al 2.38 %. De acuerdo con lo anterior el aprovechamiento urbano del predio es económicamente más rentable a largo plazo que su aprovechamiento forestal o la conservación de sus servicios ambientales, más aun considerando que se trata de un terreno localizado en un área urbana regulada por dos instrumentos de planeación de uso del suelo que contemplan el desarrollo de esta zona como parte de la expansión urbana.

XII.2 JUSTIFICACIÓN ECONÓMICA

De acuerdo con datos de la Sociedad Hipotecaria Federal (2012)⁹³, México presenta un déficit inmobiliario de más de 9 millones de viviendas. En Quintana Roo, esta cifra asciende a 84 mil 700. De acuerdo con el boletín de la Asociación Mexicana de Profesionales Inmobiliarios (2015)⁹⁴, Cancún y Playa del Carmen son los dos puntos del estado con mayor demanda del Estado, mismo que ocupa el segundo lugar en demanda de viviendas a nivel nacional. Esto significa que la entidad representa grandes oportunidades de inversión y negocios.

La ciudad se divide en dos extremos, la zona norte, donde se encuentran construidos los fraccionamientos de interés social y la sur, en las que se edifican hogares con mayor plusvalía y comodidad. El proyecto se encuentra ubicado en esta última zona, por lo que representa mayores beneficios económicos. Se estima para el proyecto una inversión aproximada de \$80, 000, 000.00, en el que se esperan obtener ingresos de \$400,000.00 por lote de uso unifamiliar en promedio, lo que resulta en un total de \$293, 200,000.00 para obtener en un periodo aproximado de 10 años. Esto se traduce en un ingreso estimado de \$29, 320,000.00 al año, solo por concepto de venta de lotes unifamiliares, y sin considerar los aumentos en los precios de los mismos por concepto de la plusvalía de la zona.

Además de lo anterior se espera un aumento considerable de la derrama económica en la zona influenciada por el aumento de la demanda de productos y servicios en la zona comercial del propio proyecto, así como en las zonas comerciales cercanas al mismo. Los resultados de la Encuesta Nacional de Gastos en Hogares 2012 y 2013 del INEGI, indicaron que, en promedio se gastaron \$160,163.19 al año en cada hogar, en Quintana Roo. Si durante los 10 primeros años del proyecto se venden, en cada año 73 lotes unifamiliares, se tendría una derrama económica acumulada total en ese periodo de \$643,055,207.85, sólo en lotes unifamiliares distribuidos de la forma en que se muestra en el **Cuadro XII:2**.

Cuadro XII:2. Derrama económica en los hogares establecidos en lotes unifamiliares del proyecto

Año	Gasto por hogar	Lotes vendidos	Lotes acumulados	Derrama económica
1	\$160,163.19	73	73	\$11,691,912.87
2	\$160,163.19	73	146	\$23,383,825.74

⁹³ Sociedad Hipotecaria Federal (2012) México: Rezago habitacional, Demanda de vivienda 2012 y Bono demográfico. Disponible en <http://www.shf.gob.mx/estadisticas/EstudiosVivienda/Documents/Rezago%20habitacional%20y%20Demanda%20de%20vivienda%202012.pdf>

⁹⁴ Asociación Mexicana de Profesionales Inmobiliarios. Boletín. Octubre 2015.

3	\$160,163.19	73	219	\$35,075,738.61
4	\$160,163.19	73	292	\$46,767,651.48
5	\$160,163.19	73	365	\$58,459,564.35
6	\$160,163.19	73	438	\$70,151,477.22
7	\$160,163.19	73	511	\$81,843,390.09
8	\$160,163.19	73	584	\$93,535,302.96
9	\$160,163.19	73	657	\$105,227,215.83
10	\$160,163.19	73	730	\$116,919,128.70
				\$643,055,207.85

Con base en la estimación del volumen por especie de las materias primas forestales derivadas del cambio de uso del suelo que involucra el desarrollo del proyecto, obtenida del inventario forestal de la vegetación que se asume ocupaba el predio, y suponiendo la comercialización en el mercado local de tales materias primas, el máximo beneficio económico que podría haberse obtenido del aprovechamiento forestal del área desmontada se estima en \$ 226,566.73 (Doscientos mil quinientos sesenta y seis pesos. 73/100 M.N.) mismo que corresponde a 0.33 % del monto de inversión para la realización de la urbanización del proyecto.

Por otra parte, los valores ambientales asociados al predio que se evalúa se estimaron en \$1, 145,992.72 (un millón ciento cuarenta y cinco mil novecientos noventa y dos pesos 72/100 M.N.), lo que representa un 1.43% de la inversión total del proyecto. De esta cantidad, \$1, 115, 019.92 (un millón ciento quince mil diecinueve pesos 92/100 M.N.) corresponden a captura de carbono, \$27, 875.50 (veintisiete mil ochocientos setenta y cinco pesos 50/100 M.N.) corresponden al valor farmacéutico de los recursos y \$3,097.28 (tres mil noventa y siete pesos 28/100) se estimaron para el valor de los recursos por existencia propia.

La valoración, directa e indirecta, total que involucra el cambio de uso de suelo en las 18.02 ha que ocupa el predio de estudio resultó en \$1, 412,559.45 (un millón cuatrocientos doce mil quinientos cincuenta y nueve pesos 45/100), cifra que representa el 1.77 % de la inversión del proyecto.

De acuerdo con lo anterior el aprovechamiento urbano del predio es económicamente más rentable a largo plazo que su aprovechamiento forestal o la conservación de sus servicios ambientales, más aun considerando que se trata de un terreno localizado en un área urbana regulada por dos instrumentos de planeación de uso del suelo que contemplan el desarrollo de esta zona como parte de la expansión urbana.

XII.3 JUSTIFICACIÓN SOCIAL

De acuerdo con datos de la Sociedad Hipotecaria Federal (2012), México presenta un déficit inmobiliario de más de 9 millones de viviendas. En Quintana Roo, esta cifra asciende a 84 mil 700. Estos datos señalan un mismo número de familias que viven en hacinamiento o en condiciones impropias de vivienda.

Aunque el flujo de migración en Cancún ha disminuido, debido a que se concentra ahora en dos municipios vecinos, Solidaridad y Tulum, las autoridades encargadas de la planeación de uso de suelo prevén un aumento de la dinámica del crecimiento natural de la población por el gran número de personas nacidas en la ciudad en los últimos años.

Las estimaciones del Programa Municipal de Desarrollo Urbano Sustentable de Benito Juárez, Estado de Quintana Roo, 2012, citado en el Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población de Cancún, Municipio de Benito Juárez, Quintana Roo (2014-2030), indican que la población del municipio de Benito Juárez tendrá una población de 1,703,549 habitantes, de los cuales, el 92.75% , que corresponde a 1,580,011 habitantes, se concentrará en la ciudad de Cancún, lo que representará un incremento en la demanda de vivienda en la ciudad.

El predio de pretendida ubicación del proyecto, se ubica en una zona en la que se han estado desarrollando fraccionamientos de características similares al desarrollo que se evalúa. Otros proyectos inmobiliarios que están localizados al sur de la ciudad de Cancún, donde se pretende ubicar el proyecto, cerca la avenida Huayacán son: La primera etapa de Arbolada, Aqua Residencial Primera Etapa, Aqua Residencial Segunda Etapa, Queen, entre otros. Esta situación permite inferir que el proyecto se encuentra integrado en una zona en la que el desarrollo inmobiliario ha sido planeado a lo largo de los últimos años, ya que responde a la creciente demanda de vivienda, cuenta con condiciones ambientales y sociales similares y es congruente con los principales instrumentos de planeación en los que esta zona tiene incidencia.

Por otra parte, todo tipo de proyectos inmobiliarios traen consigo además del beneficio de la vivienda, otros beneficios asociados, como son las inversiones necesarias para su realización, lo que implica la contratación de empresas que ejecutarán las obras, la compra de insumos, así como los pagos de permisos y derechos. La inversión contribuirá con la creación de empleos temporales que beneficiará a gran cantidad de obreros de la industria de la construcción de la zona y con ello mejorará la calidad de vida de las poblaciones cercanas al desarrollo; impulsará al comercio organizado y significará ingresos en materia de impuestos y permisos al Municipio de Benito Juárez, al gobierno estatal y federal.

XIII DATOS DE INSCRIPCIÓN EN EL REGISTRO DE LA PERSONA QUE HAYA FORMULADO EL ESTUDIO Y EN SU CASO DEL RESPONSABLE DE DIRIGIR LA EJECUCIÓN

XIII.1 RESPONSABLE TÉCNICO

Ing. Alejandro Martínez Ramírez (se anexa copia simple de Identificación Oficial).

XIII.2 REGISTRO FEDERAL DE CAUSANTE, CURP Y CÉDULA PROFESIONAL DEL RESPONSABLE TÉCNICO.

Clave de registro federal de contribuyentes: MARA – 750110 – 3E3.

Clave única de Registro de Población (CURP): MARA750110HJCRML00.

Cédula Profesional número: 4362010 (se anexa copia simple).

Título: Ing. Agrónomo Forestal de Fecha 27 de Enero de 2005.

Se anexa copia simple de los documentos probatorios.

XIII.3 NÚMERO DE INSCRIPCIÓN EN EL REGISTRO FORESTAL NACIONAL

Libro COLIMA, Tipo UI, Personas Físicas Prestadoras de Servicios Técnicos Forestales – Inscripciones, Volumen 2, Número 3.

XIII.4 DOMICILIO PARA OÍR Y RECIBIR NOTIFICACIONES

Av. Nichupté No. 20 Mz 2, SM 19. Centro Corporativo Atrium, Locales 403 y 404, Cancún, Quintana Roo. Teléfonos (998) 887 14 72 y 892 04 92; correo electrónico: info@sylvatica.com.mx.

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

XIV.1 PLANES DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO DEL TERRITORIO (POET)

El municipio de Benito Juárez, al cual pertenece el predio donde se ubica el proyecto Arbolada II, cuenta con un Programa de Ordenamiento Ecológico Local (POEL), el cual fue publicado en el Periódico Oficial del Estado de Quintana Roo el 27 de Febrero del 2014. Dicho ordenamiento cuenta con 28 Unidades de Gestión Ambiental (UGA), siendo la UGA 21 en la cual se ubica el proyecto (**Figura XIV:1**). De acuerdo con el mismo instrumento, ésta UGA se delimitó con base al polígono del Centro de Población establecido en el Programa Municipal de Desarrollo Urbano del Municipio de Benito Juárez. Dicha UGA posee una superficie de 34,937.17 hectáreas, las cuales presentan diferentes tipos de vegetación, siendo la zona urbana la que presenta una mayor extensión; en el **Cuadro XIV:1** se muestra la superficie que ocupa cada uno de ellos.

Cuadro XIV:1. Usos de suelo y vegetación de la UGA 21.

Clave	Condiciones de la vegetación	Hectáreas	(%)
ZU	Zona urbana	10,622.07	30.40
VS2	Vegetación secundaria arbórea de la 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 gramínoideas	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

Fuente: Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Benito Juárez.

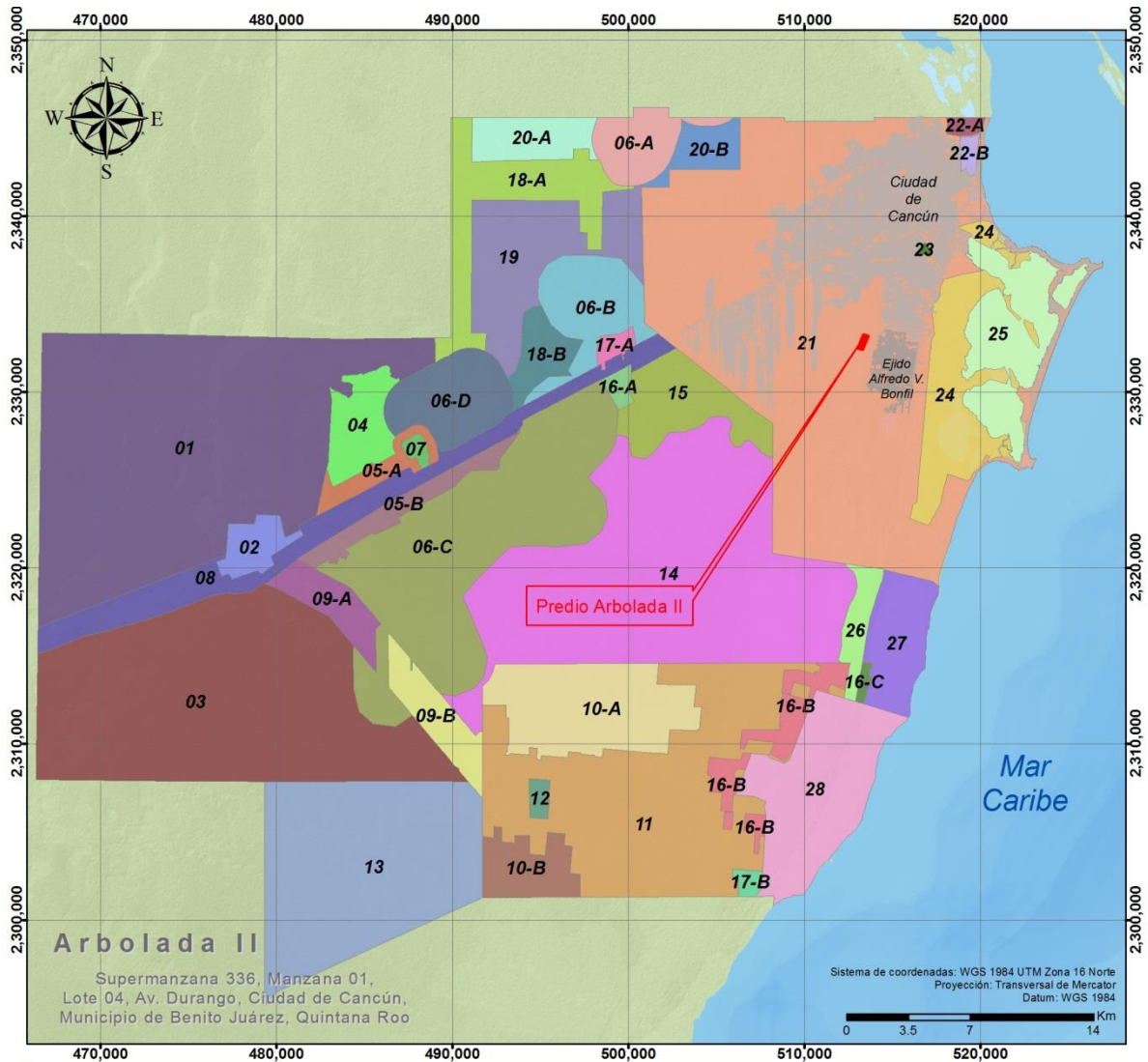


Figura XIV.1. Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Benito Juárez. Fuente: Elaboración propia a partir del Periódico Oficial del Estado de Quintana Roo el 27 de Febrero de 2014.

Dicho ordenamiento posee criterios ecológicos generales y particulares, los cuales son entendidos como aquellos que se establecen para orientar las acciones de preservación y restauración del equilibrio ecológico, el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales y la protección al ambiente. Estos criterios describen aspectos generales o específicos que norman los diversos usos de suelo, así como los parámetros y estándares que deberán cumplirse, incluidos parámetros de aprovechamiento y sustentabilidad.

XIV.1.1 Criterios generales

En razón de lo anterior a continuación se presenta la vinculación del proyecto con los Criterios de Regulación Ecológica Generales, establecidos por el POEL del Municipio de Benito Juárez, Quintana Roo, 2014 y dado su carácter general son aplicables en todo el territorio municipal de Benito Juárez, independientemente de la Unidad de Gestión Ambiental en la que se ubique el proyecto o actividad.

CRITERIO	DESCRIPCIÓN DEL CRITERIO
CG-01	En el tratamiento de plagas y enfermedades de plantas en cultivos, jardines, áreas de reforestación y de manejo de la vegetación nativa deben emplearse productos que afecten específicamente la plaga o enfermedad que se desea controlar, así como los fertilizantes que sean preferentemente orgánicos y que estén publicados en el catálogo vigente por la Comisión Intersecretarial para el Control de Proceso y Uso de Plaguicidas, Fertilizantes y Substancias Tóxicas (CICOPLAFEST).

En el mantenimiento y cuidado de las áreas verdes y ajardinadas del proyecto se aplicarán productos para el control de plagas y enfermedades específicos a la plaga o enfermedad que se presente, los cuales, al igual que los fertilizantes y abonos requeridos, serán preferentemente. Únicamente se emplearán los productos que no se encuentren como prohibidos o restringidos dentro del catálogo vigente de la CICOPLAFEST. La ejecución de estas acciones, tal y como se disponen en el presente instrumento normativo, serán supervisadas por el personal asignado para el mantenimiento de las áreas verdes y de conservación una vez que dé inicio la etapa de operación del proyecto.

CRITERIO	DESCRIPCIÓN DEL CRITERIO
CG-02	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

El cambio de uso de suelo descrito en apartados anteriores y calendarizado en el programa de trabajo se llevará a cabo con actividades mecánicas, en ningún momento se llevará a cabo para tal fin el uso de agroquímicos. Si bien el proyecto Arbolada II contempla el establecimiento de áreas verdes jardinadas, el empleo de agroquímicos no será una actividad rutinaria ni mucho menos intensiva puesto que únicamente se emplean especies nativas resistentes y con la capacidad de adaptarse a las condiciones climáticas de la región.

CRITERIO	DESCRIPCIÓN DEL CRITERIO
CG-03	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.

La superficie solicitada para el cambio de uso de suelo forestal por el proyecto, corresponde a la totalidad del predio (18.02 ha), sin embargo este contará con áreas verdes jardinadas, las cuales tendrán en su composición total especies nativas, principalmente provenientes de los trabajos de rescate y conservación de individuos arbóreos representativos.

CRITERIO	DESCRIPCIÓN DEL CRITERIO
CG-04	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 de cisternas, dispuesto en áreas con jardines o en las áreas con vegetación nativa remanente de cada proyecto. El drenaje pluvial de estacionamientos públicos y privados así como de talleres mecánicos deberá contar con sistemas de retención de grasas y aceites.

El proyecto Arbolada II contempla la instalación de una red de drenaje pluvial y una red de drenaje sanitario de forma totalmente independiente, por lo cual se cumple con la regulación dispuesta por este criterio.

CRITERIO	DESCRIPCIÓN DEL CRITERIO
CG-05	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.

El artículo 132 de la Ley de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente del Estado de Quintana Roo, publicada en el Periódico Oficial el 29 de Junio de 2001, establece que para la recarga de mantos acuíferos, en las superficies de predios que se pretendan utilizar para obras e instalaciones, se deberá permitir la infiltración 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 tal efecto, este mismo artículo establece que predios con un área menor de 100 metros cuadrados deberán proporcionar como área verde el 10% como mínimo; en predios con superficie mayor a 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 en predios cuya superficie sea de 3,001 metros cuadrados en adelante, proporcionarán como área verde el 40% como mínimo.

El predio en el que se pretende llevar a cabo el proyecto de urbanización “Arbolada II” cuenta con una superficie de 18.02 ha, por lo cual, dada la condicionante del presente criterio, se debe mantener el 40% de esta superficie como área permeable (7.21 ha).

En el **Cuadro XIV:2** se presenta la superficie que será permeable de acuerdo con el diseño del proyecto Arbolada II, la cual en su totalidad ocupará una superficie de 7.22 ha, equivalentes al 40.1% de la superficie total del predio, razón por la cual el proyecto cumple con lo indicado en este criterio. Asimismo en la **Figura XIV:2** se muestra la distribución de la superficie permeable del proyecto.

Cuadro XIV:2. Superficie de suelo permeable del proyecto Arbolada II.

Permeabilidad	Uso	Superficie (ha)	%
Impermeable	Lotes unifamiliares	4.83	26.80
	Lotes multifamiliares	0.64	3.55
	Lote comercial	0.01	0.06
	Vialidades	4.26	23.64
	Guarnición	1.06	5.88
Permeable	Donación	2.23	12.38
	Frente de lotes unifamiliares	2.59	14.37
	Fondo lotes unifamiliares	1.63	9.05
	Restricciones lotes multifamiliares	0.36	2.00
	Restricción lote comercial	0.01	0.06
	Adopasto (vialidad)	0.4	2.22
Total		18.02	100.00





Documento Técnico Unificado Modalidad A

Arbolada II

Supermanzana 330, Mza 01, Lote 1-02
Avenida Villa Mallorca
Ciudad de Cancún, Quintana Roo.

Áreas permeables

<ul style="list-style-type: none"> Donación Restricciones frente lotes unifamiliares Restricciones fondo lotes unifamiliares 	<ul style="list-style-type: none"> Restricciones lotes multifamiliares Restricción lote comercial Vialidad adopasto
------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Figura XIV:2. Superficie permeable del proyecto Arbolada II. Fuente: Elaboración propia a partir del diseño arquitectónico del proyecto.

CRITERIO	DESCRIPCIÓN DEL CRITERIO
CG-06	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.

El predio donde se pretende llevar a cabo el proyecto Arbolada II presenta condiciones homogéneas en cuanto a la vegetación y demás elementos naturales que lo conforman, no es posible llevar a cabo una zonificación dado que existe un solo tipo de vegetación (VSa/SMQ) y no hay variabilidad en sus elementos ambientales, como variedad en los tipos de suelo o presencia de elementos kársticos de consideración como cenotes, rejolladas o zonas inundables. Además el predio donde se pretende establecer el proyecto Arbolada II se encuentra inmerso en la zona urbana de la Ciudad de Cancún (**Figura XIV:3**) y por tal motivo está considerado dentro del programa de desarrollo urbano de dicho centro de población. Lo anterior indica que la fragmentación de los ecosistemas ya ha sido generada con anterioridad, de tal manera que el proyecto no generará fragmentación que no haya sido considerada en los instrumentos de planeación.

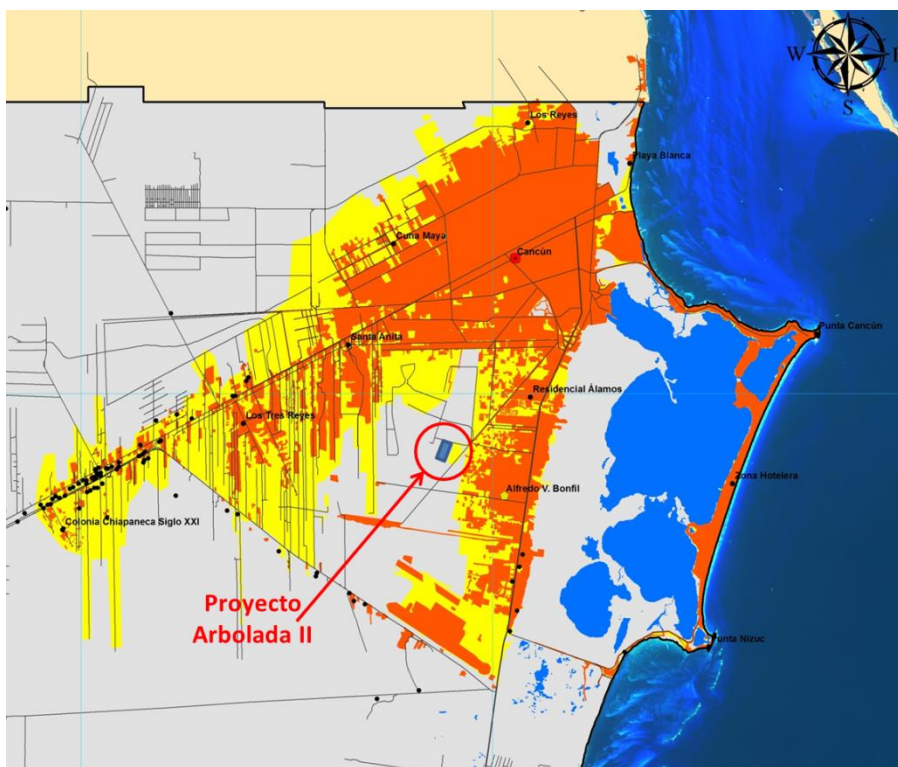


Figura XIV:3. Mapa de la mancha urbana de la Ciudad de Cancún, Municipio de Benito Juárez. La superficie en color naranja representa la extensión de la zona urbana para el año 2006, mientras que la superficie en color amarillo representa su extensión para el año 2011. Fuente: Fase de Caracterización del Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Benito Juárez.

No obstante el proyecto contempla áreas verdes ajardinadas que funcionarán como corredor, puesto que éstas contarán las especies nativas provenientes del rescate de vegetación y de las especies arbóreas representativas que se mantendrán en pie y tendrán distintas funciones ecológicas como proveer de alojamiento a especies de fauna silvestre de aves y reptiles, sitios de anidamiento, alimento entre otros.

CRITERIO	DESCRIPCIÓN DEL CRITERIO
CG-07	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.

El predio donde se pretende desarrollar el proyecto Arbolada II se encuentra dentro de los límites de la poligonal establecida por el Programa de Desarrollo Urbano del Municipio de Benito Juárez, razón por la cual se encuentra considerada como zona urbana y a razón de esto cumple con lo establecido en este criterio ecológico.

CRITERIO	DESCRIPCIÓN DEL CRITERIO
CG-08	Los humedales, rejolladas inundables, petenes, cenotes, cuerpos de agua superficiales, presentes en los predios deberán ser incorporados a las áreas de conservación.

En el predio no se presentan humedales, rejolladas inundables, petenes, cenotes o cuerpos de agua superficiales, razón por la cual este criterio no le es aplicable al proyecto.

CRITERIO	DESCRIPCIÓN DEL CRITERIO
CG-09	Salvo en las UGA urbanas, los desarrollos deberán ocupar el porcentaje de aprovechamiento o desmonte correspondiente para la UGA en la que se encuentre, y ubicarse en la parte central del predio, en forma perpendicular a la carretera principal. Las áreas que no sean intervenidas no podrán ser cercadas o bardeadas y deberán ubicarse preferentemente a lo largo del perímetro del predio en condiciones naturales y no podrán ser desarrolladas en futuras ampliaciones.

Dado que el proyecto Arbolada II se ubica en la UGA 21 Zona Urbana Cancún, se encuentra sujeto los porcentajes de aprovechamiento o desmote establecido en el Programa de Desarrollo Urbano vigente, por lo tanto este criterio no le es aplicable.

CRITERIO	DESCRIPCIÓN DEL CRITERIO
CG-10	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.

Todas las vialidades contempladas por el proyecto Arbolada II son para el acceso a las zonas destinadas a los usos habitacional unifamiliar, habitacional multifamiliar y comercial, todos ellos usos urbanos contemplados en el PDU para la zona de crecimiento denominada “Complejo Urbano Sur” (**Figura XIV:4**), razón por la cual todas las vialidades y caminos contemplados son compatibles con el uso propuesto y por consiguiente cumplen con el criterio.

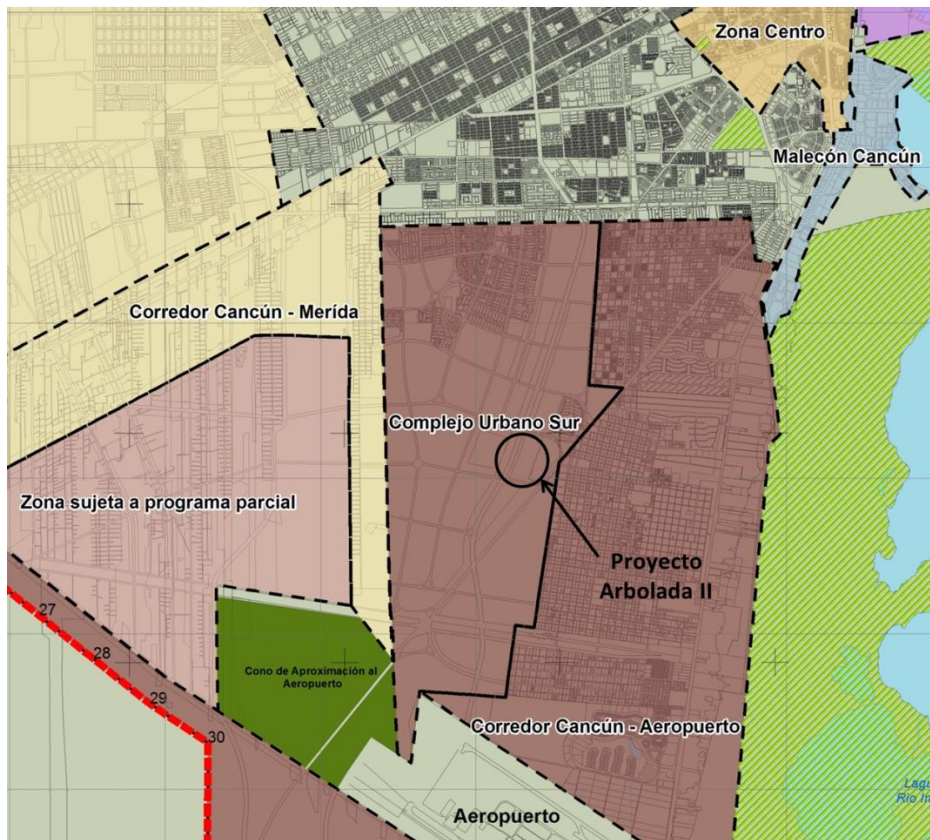


Figura XIV:4. Polígonos de Actuación del Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población de Cancún. Fuente: Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población Cancún 2014-2030.

CRITERIO	DESCRIPCIÓN DEL CRITERIO
CG-11	El porcentaje de desmonte que se autorice en cada predio, deberá estar acorde a cada uso compatible y no deberá exceder el porcentaje establecido en el lineamiento ecológico de la UGA, aplicando el principio de equidad y proporcionalidad.

Como se mencionó anteriormente, Arbolada II es un proyecto de urbanización que se ubica en la UGA 21 “Zona Urbana Cancún” cuyos usos compatibles y porcentajes de aprovechamiento son establecidos por el Programa de Desarrollo Urbano, que a su vez, señala a la zona donde se encuentra el predio como zona de crecimiento urbano con uso habitacional, razón por la cual el porcentaje de desmonte se encuentra en concordancia con el uso propuesto y por lo tanto se cumple con este criterio.

CRITERIO	DESCRIPCIÓN DEL CRITERIO
CG-12	En el caso de desarrollarse varios usos de suelo compatibles en el mismo predio, los porcentajes de desmonte asignados a cada uno de ellos sólo serán acumulables hasta alcanzar el porcentaje definido en el lineamiento ecológico.

El uso de suelo pretendido para el proyecto Arbolada II es totalmente urbano y se encuentra en concordancia con los usos permitidos por el PDU (habitacional unifamiliar, habitacional multifamiliar y comercial). No se contempla, al corto ni largo plazo, el establecimiento de algún otro uso contemplado en el POEL (forestal, ganadero, turístico, entre otros), por lo que este criterio no es aplicable al proyecto.

CRITERIO	DESCRIPCIÓN DEL CRITERIO
CG-13	En la superficie de aprovechamiento autorizada previo al desarrollo de cualquier obra o actividad, se deberá de ejecutar un programa de rescate de flora y fauna.

Tal como se menciona en el programa de trabajo, como parte de las actividades del proyecto, se tiene contemplado un programa de rescate y reubicación de la vegetación forestal afectada y un programa de rescate y reubicación de fauna cuya ejecución será previa al inicio de las actividades que implican el cambio de uso de suelo, por lo cual el proyecto cumple con este criterio.

CRITERIO	DESCRIPCIÓN DEL CRITERIO
CG-14	En los predios donde no exista cobertura arbórea, o en el caso que exista una superficie mayor desmontada a la señalada para 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 unidad de gestión ambiental y la actividad compatible que pretenda desarrollarse.

Este criterio es de aplicación para aquellos predios en los que se cumplen dos condiciones: la falta cobertura arbórea parcial o total en el predio y que el mismo se encuentre en una UGA con una superficie máxima de aprovechamiento establecida en por el instrumento. Dado que el predio presenta vegetación secundaria derivada selva mediana subperennifolia en toda su extensión y que el POEL no establece superficie máxima de aprovechamiento para la UGA 21, pues sede esta regulación al Programa de Desarrollo Urbano vigente, este criterio no le es aplicable al proyecto.

CRITERIO	DESCRIPCIÓN DEL CRITERIO
CG-15	En los ecosistemas forestales deberán eliminarse los ejemplares de especies exóticas considerados como invasoras por la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) que representen un riesgo de afectación o desplazamiento de especies silvestres. El material vegetal deberá ser eliminado mediante procedimientos que no permitan su regeneración y/o propagación.

Las especies consideradas como exóticas invasoras serán removidas del predio considerando las especificaciones de este criterio, además las áreas verdes jardinadas contarán con especies nativas, evitando en todo momento el manejo e introducción de especies exóticas invasoras.

CRITERIO	DESCRIPCIÓN DEL CRITERIO
CG-16	La introducción y manejo de palma de coco (<i>Cocus nucifera</i>) debe restringirse a las variedades que sean resistentes a la enfermedad conocida como “amarillamiento letal del cocotero”.

Las áreas verdes ajardinadas contempladas en el proyecto contarán con especies nativas, derivadas principalmente del rescate de vegetación y las especies arbóreas que este mismo instrumento sugiere respetar.

CRITERIO	DESCRIPCIÓN DEL CRITERIO
CG-17	<p>Se permite el manejo de especies exóticas, cuando:</p> <ul style="list-style-type: none"> • La especie no esté catalogada como especie invasora por la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad y/o La SAGARPA. • La actividad no se proyecte en cuerpos naturales de agua. • El manejo de fauna, en caso de utilizar encierros, se debe realizar el tratamiento secundario por medio de biodigestores autorizados por la autoridad competente en la materia de aquellas aguas provenientes de la limpieza de los sitios de confinamiento. • Se garantice el confinamiento de los ejemplares y se impida su dispersión o distribución al medio natural. • Deberán estar dentro de una Unidad de Manejo Ambiental o PIMVS.

El proyecto Arbolada II, al ser únicamente un proyecto de urbanización no contempla actividades implicadas con el manejo de especies exóticas, razón por la cual este criterio no es aplicable al mismo.

CRITERIO	DESCRIPCIÓN DEL CRITERIO
CG-18	No se permite la acuicultura en cuerpos de agua en condiciones naturales, ni en cuerpos de agua artificiales con riesgo de afectación a especies nativas.

Dada la naturaleza del proyecto, en este no se llevarán a cabo actividades acuícolas, por lo cual el proyecto cumple con este criterio.

CRITERIO	DESCRIPCIÓN DEL CRITERIO
CG-19	Todos los caminos abiertos que estén en propiedad privada, deberán contar con acceso controlado, a fin de evitar posibles afectaciones a los recursos naturales existentes.

El proyecto contempla el establecimiento de vialidades al interior del predio, las cuales estarán conectadas a las vialidades públicas a través de accesos controlados por el lado este y oeste del predio. El acceso al predio durante la etapa de urbanización será controlado de manera que únicamente tenga acceso el personal contratado para la construcción.

CRITERIO	DESCRIPCIÓN DEL CRITERIO
CG-20	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.

El predio donde se pretende establecer el proyecto Arbolada II no presenta cenotes, rejolladas ni cuerpos de agua, razón por la cual este criterio no le es aplicable al mismo.

CRITERIO	DESCRIPCIÓN DEL CRITERIO
CG-21	Donde se encuentren vestigios arqueológicos, deberá reportarse dicha presencia al Instituto Nacional de Antropología e Historia (INAH) y contar con su correspondiente autorización para construcción de la obra o realización de actividades.

En el predio donde se pretende establecer el proyecto Arbolada II no existen vestigios arqueológicos, por lo cual este criterio no le es aplicable.

CRITERIO	DESCRIPCIÓN DEL CRITERIO
CG-22	El derecho de vía de los tendidos de energía eléctrica de alta tensión sólo podrá ser utilizado conforme a la normatividad aplicable, y en apego a ella no podrá ser utilizado para asentamientos humanos.

El predio donde se pretende establecer el proyecto Arbolada II, no intersecta con ningún derecho de vía de tendido eléctrico, de tal manera que este criterio no le es aplicable al proyecto.

CRITERIO	DESCRIPCIÓN DEL CRITERIO
CG-23	La instalación de infraestructura de conducción de energía eléctrica de baja tensión de comunicación deberá ser subterránea en el interior de los predios, para evitar la contaminación visual del paisaje y afectaciones a la misma por eventos meteorológicos extremos y para minimizar la fragmentación de ecosistemas.

Toda la instalación eléctrica contemplada en el proyecto Arbolada II está diseñada para ser subterránea, esto con el fin de disminuir los conflictos con la naturaleza del diseño del proyecto y evitar la contaminación visual al interior del mismo. Con ello se cumple con lo establecido en este criterio.

CRITERIO	DESCRIPCIÓN DEL CRITERIO
CG-24	Los taludes de los caminos y carreteras deberán ser reforestados con plantas nativas de cobertura y herbáceas que limiten los procesos de erosión.

Este criterio no le es aplicable al proyecto, ya que al tratarse de un proyecto de urbanización todas las vías de acceso contempladas por el mismo corresponden a vialidades urbanas, que por reglamentación municipal deben estar provistas con banquetas o guarniciones, por lo no habrá taludes que puedan generar un riesgo de erosión.

CRITERIO	DESCRIPCIÓN DEL CRITERIO
CG-25	En ningún caso la estructura o cimentación de las construcciones deberá interrumpir la hidrodinámica natural superficial y/o subterránea.

Las condiciones del topográficas del terreno propician en el flujo hidrológico superficial sea prácticamente nulo, de tal manera que no se desarrollan corrientes superficiales. Por otra parte al ser Arbolada II un proyecto cuyo propósito es el cambio de uso de suelo para la urbanización de lotes para vivienda particular, las obras y actividades del mismo no contemplan estructuras que puedan interrumpir la hidrodinámica subterránea natural. De tal forma que al no causar tal interrupción, se considera que el proyecto cumple con este criterio.

CRITERIO	DESCRIPCIÓN DEL CRITERIO
CG-26	De acuerdo a lo que establece el Reglamento Municipal de Construcción, los campamentos de construcción o de apoyo y todas las obras en general deben: <ul style="list-style-type: none"> • Contar con al menos una letrina por cada 20 trabajadores. • 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).

- Establecer las medidas necesarias para almacenamiento, retiro, transporte y disposición final de los residuos sólidos generados.
- Establecer medidas para el correcto manejo, almacenamiento, retiro, transporte y disposición final de los residuos peligrosos.

Este criterio no aplica al proyecto Arbolada II ya que por su cercanía con la Ciudad de Cancún, no será requerida la instalación de campamentos de apoyo.

CRITERIO	DESCRIPCIÓN DEL CRITERIO
CG-27	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 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.

Este criterio no le es aplicable al proyecto debido a que no es el objetivo del mismo instalar u operar un sitio de disposición final de residuos sólidos urbanos.

CRITERIO	DESCRIPCIÓN DEL CRITERIO
CG-28	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.

Los materiales derivados de las excavaciones para instalación de tubería de drenaje sanitario y pluvial, así como demás servicios, son considerados como de manejo especial y como tales serán dispuestos únicamente en sitios avalados por la autoridad competente.

CRITERIO	DESCRIPCIÓN DEL CRITERIO
CG-29	La disposición final de residuos sólidos únicamente podrá realizarse en los sitios previamente aprobados para tal fin.

Se prevé la generación de residuos sólidos durante todas las etapas que comprenden el desarrollo del proyecto, preparación del sitio, construcción y operación. En la etapa de preparación del sitio, se generarán residuos sólidos derivados de las actividades de desmonte y despalme, compuestos por material vegetal y material pétreos. Por una parte, el material vegetal será triturado para su posterior utilización como mejorador de suelos, mientras que los materiales pétreos serán reutilizados en su mayoría para el relleno y nivelación en las zonas del predio que así lo requieran, el material restante, en caso de que éste se genere, será almacenado temporalmente para su posterior disposición en los sitios autorizados para la disposición de residuos sólidos de manejo especial por la autoridad competente.

Por último los residuos sólidos generados durante la etapa de urbanización serán dispuestos en contenedores de plástico de alta densidad de 200 lt para su posterior disposición en sitios de autorizados a través del servicio de limpieza municipal.

CRITERIO	DESCRIPCIÓN DEL CRITERIO
CG-30	Los desechos biológicos infecciosos no podrán disponerse en el relleno sanitario y/o en depósitos temporales de servicio municipal.

Dada la naturaleza del proyecto Arbolada II no serán generados desechos biológico-infecciosos, de tal forma que el criterio no es aplicable al mismo.

CRITERIO	DESCRIPCIÓN DEL CRITERIO
CG-31	Los sitios de disposición final de RSU deberán contar con un banco de material pétreo autorizado dentro de área proyecta, mismo que se deberá ubicar aguas arriba de las celdas de almacenamiento y que deberá proveer diariamente del material de cobertura.

Al igual que el criterio CG-27, este criterio no le es aplicable al proyecto debido a que no es el objetivo del mismo instalar u operar un sitio de disposición final de residuos sólidos urbanos, por el contrario se trata de un proyecto de urbanización.

CRITERIO	DESCRIPCIÓN DEL CRITERIO
CG-32	Se prohíbe la quema de basura, así como su entierro o disposición a cielo abierto.

Los residuos que se generen durante las diferentes etapas del proyecto, serán manejados y dispuestos conforme la normatividad aplicable lo indique, sin incluir procesos de incineración, entierro o disposición a cielo abierto.

CRITERIO	DESCRIPCIÓN DEL CRITERIO
CG-33	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.

Durante las etapas de preparación del sitio y de construcción, los residuos sólidos serán almacenados en contenedores de polietileno de alta densidad con un volumen de 200 Litros cada uno, los cuales serán trasladados a los sitios, que el servicio de limpia municipal o la autoridad competente, indique para la recolección o, en su caso, la disposición final de estos. Los contenedores plásticos serán colocados en áreas específicamente delimitadas e identificadas con el fin de contribuir con la supervisión del manejo integral de los residuos.

Por otro lado, durante la etapa de operación del proyecto, los residuos sólidos que se generen, serán almacenados de forma temporal en sitios que atenderán lo establecido en los artículos 30, 32, y 33 del Reglamento de la Ley General de Residuos de Quintana Roo respecto a las condiciones en las que deberán ser almacenados los residuos, y las características que deberán reunir los contenedores de acuerdo al tipo de residuo que almacenarán.

CRITERIO	DESCRIPCIÓN DEL CRITERIO
CG-34	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.

En cumplimiento con el presente criterio de regulación ecológica, los materiales pétreos y materiales vegetales que se utilicen para la construcción del proyecto serán adquiridos, únicamente, de fuentes y bancos locales que cuenten con las autorizaciones vigentes correspondientes.

CRITERIO	DESCRIPCIÓN DEL CRITERIO
CG-35	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 tocas 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.

De acuerdo con la caracterización del área de estudio y la información contenida en los demás instrumentos de política ambiental como el Programa de Desarrollo Urbano de Centro de Población Cancún y el Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Benito Juárez, en el predio donde se pretende llevar a cabo el proyecto no existe la presencia documentada y explícita de ríos subterráneos, de tal forma que el proyecto cumple con este criterio.

CRITERIO	DESCRIPCIÓN DEL CRITERIO
CG-36	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 la indique la autoridad competente en la materia.

El ninguna de las etapas del proyecto Arbolada II se llevarán a cabo actividades agrícolas, pecuarias o forestales, por lo cual este criterio no le aplica al proyecto.

CRITERIO	DESCRIPCIÓN DEL CRITERIO
CG-37	Todos los proyectos que impliquen la remoción de la vegetación y el despalme del suelo deberán realizar acciones para 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.

Como se mencionó en el criterio anterior, durante las actividades de desmonte y despalme en el área sujeta a cambio de uso de suelo, se obtendrá material vegetal y material pétreo, los cuales serán separados manualmente y en caso de requerirse, mecánicamente mediante el uso de cribas. Una vez que estos materiales se han separado debidamente, el material vegetal será triturado para su posterior compostaje y utilización

como mejorador de suelo en las áreas verdes jardinadas y en las superficies en las que indique la autoridad competente.

CRITERIO	DESCRIPCIÓN DEL CRITERIO
CG-38	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.

De acuerdo con el POEL Benito Juárez, el proyecto Arbolada II se encuentra únicamente en la UGA 21, en la cual los parámetros de aprovechamiento aplicables al predio, como la densidad, estarán sujetos a lo establecido en el Programa de Desarrollo Urbano vigente, mismo que su vez menciona que la zona donde se ubica el predio corresponde al “Complejo Urbano Sur”, el cual posee una política de Crecimiento Urbano. El diseño del proyecto busca en todo momento apearse a esta regulación, de tal manera que no existirá transferencia de densidades, razón por la cual se cumple con lo dispuesto en este criterio.

CRITERIO	DESCRIPCIÓN DEL CRITERIO
CG-39	El porcentaje de desmonte permitido en cada UGA que impliquen el cambio de uso de suelo de la vegetación forestal, solo podrá realizarse cuando la autoridad competente expida por excepción las autorizaciones de cambio de uso de suelo de los terrenos forestales.

El Proyecto Arbolada II, requiere previa autorización para el cambio de uso de suelo en terreno forestal, ya que se pretende llevar a cabo el desmonte en una superficie forestal de 18.02 ha, razón por la cual se ha desarrollado el presente Documento Técnico Unificado y una vez que la autoridad emita la resolución del mismo se estará cumpliendo plenamente con este criterio.

XIV.1.2 Criterios específicos

De acuerdo con lo establecido en el POEL del municipio de Benito Juárez los criterios específicos aplicables a la UGA 21 se presentan el **Cuadro XIV:3**.

Cuadro XIV:3. Criterios específicos aplicables a la UGA 21 del POEL Benito Juárez.

Recursos y procesos prioritarios	Criterios de regulación ecológica
Agua	01, 02, 03, 04, 05, 06, 07, 08, 09, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17
Suelo y subsuelo	19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29
Flora y fauna	30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41
Paisaje	43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59

Criterios específicos para el recurso agua

CRITERIO	Recurso Agua
URB-01	En tanto no existan sistemas municipales para la conducción y tratamiento de las aguas residuales municipales, los promoventes de nuevos proyectos, de hoteles, fraccionamientos, condominios industrias y similares, deberán instalar y operar por su propia cuenta, sistemas de tratamiento y reciclaje de las aguas residuales, ya sean las autoridades competentes y las normas oficiales mexicanas aplicables en la materia.

El predio donde se instalará el proyecto se encuentra prácticamente en la mancha urbana de la ciudad de Cancún, por lo que colinda con una avenida que cuenta con el sistema de conducción del drenaje sanitario, el cual es dirigido a una planta de tratamiento municipal. El sistema de drenaje sanitario del proyecto será conectado a dicho sistema con lo cual el proyecto cumple con este criterio.

CRITERIO	Recurso Agua
URB-02	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 biodegestores para que en

sus domicilios particulares se realice de manera permanente un tratamiento de aguas negras domiciliarias. Estos sistemas deberán estar aprobados por la autoridad ambiental competente.

El empleo de biodigestores o algún otro sistema de tratamiento el drenaje sanitario no serán utilizados en el proyecto ya que todo el sistema de drenaje del proyecto estará conectado a la red municipal y será independiente del sistema de drenaje pluvial.

CRITERIO	Recurso Agua
URB-03	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.

Como se mencionó anteriormente, todo el sistema de drenaje sanitario del proyecto Arbolada II estará conectado al sistema de drenaje municipal, a través de la ampliación de la red de drenaje existente, tal cual lo condiciona el oficio CAPA-DG-DPE/0669/2015 (factibilidad condicionada emitida por CAPA) con lo cual el proyecto cumple con este criterio.

CRITERIO	Recurso Agua
URB-04	Los sistemas de producción agrícola intensiva (invernaderos, hidroponía y viveros) que se establezcan dentro de los centros de población deben reducir la pérdida del agua de riego, limitar la aplicación de agroquímicos y evitar la contaminación de los mantos freáticos.

El proyecto Arbolada II no contempla el establecimiento de ningún tipo de sistema de producción agrícola intensivo, por lo cual este criterio no le es aplicable.

CRITERIO	Recurso Agua
URB-05	En el caso de los campos de golf o usos de suelo similares que reunieran 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.

El proyecto Arbolada II no contempla el establecimiento de campo de golf, por lo que este criterio no le es aplicable.

CRITERIO	Recurso Agua
URB-06	Los proyectos de campos deportivos y/o del 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.

Como se mencionó anteriormente, el proyecto Arbolada II no contempla el establecimiento de campo de golf pero si el establecimiento de áreas verdes jardinadas, dentro de las cuales el uso de fertilizante y pesticidas químicos será el mínimo para garantizar el cumplimiento de este criterio.

CRITERIO	Recurso Agua
URB-07	No se permite la disposición de aguas residuales sin previo tratamiento hacia los cuerpos de agua, zonas inundables y/o al suelo y subsuelo, por lo que se promoverá que se establezca un sistema integral de drenaje y tratamiento de aguas residuales.

Debido a que el proyecto Arbolada II estará conectado al sistema de drenaje municipal, no se llevará a cabo la disposición de aguas residuales hacia cuerpos de agua, zonas inundables y/o al suelo y subsuelo, por lo que se cumple con este criterio.

CRITERIO	Recurso Agua
URB-08	En las zonas urbanas y sus reservas del Municipio de Benito Juárez se deberán establecer espacios jardinados que incorporen elementos arbóreos y arbustivos de especies nativas.

Todas las áreas verdes del proyecto Arbolada II estarán ajardinadas con individuos arbóreos y arbustivos de especies nativas cumpliendo con este criterio.

CRITERIO	Recurso Agua
URB-09	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 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.

Este es un criterio cuya observación compete a las autoridades encargadas del diseño y aprobación de los planes de desarrollo urbano, sin embargo el proyecto Arbolada II cuenta con áreas verdes con función recreativa, las cuales representan una superficie de 1.78 ha, equivalentes al 79.82% del área de donación, además el proyecto colinda con zonas, que de acuerdo con el Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población Cancún 2014-2030, son denominadas áreas verdes de valor ambiental, públicas y privadas que tienen una función recreativa (**Figura XIV:5**), por lo que se cumple con este criterio.

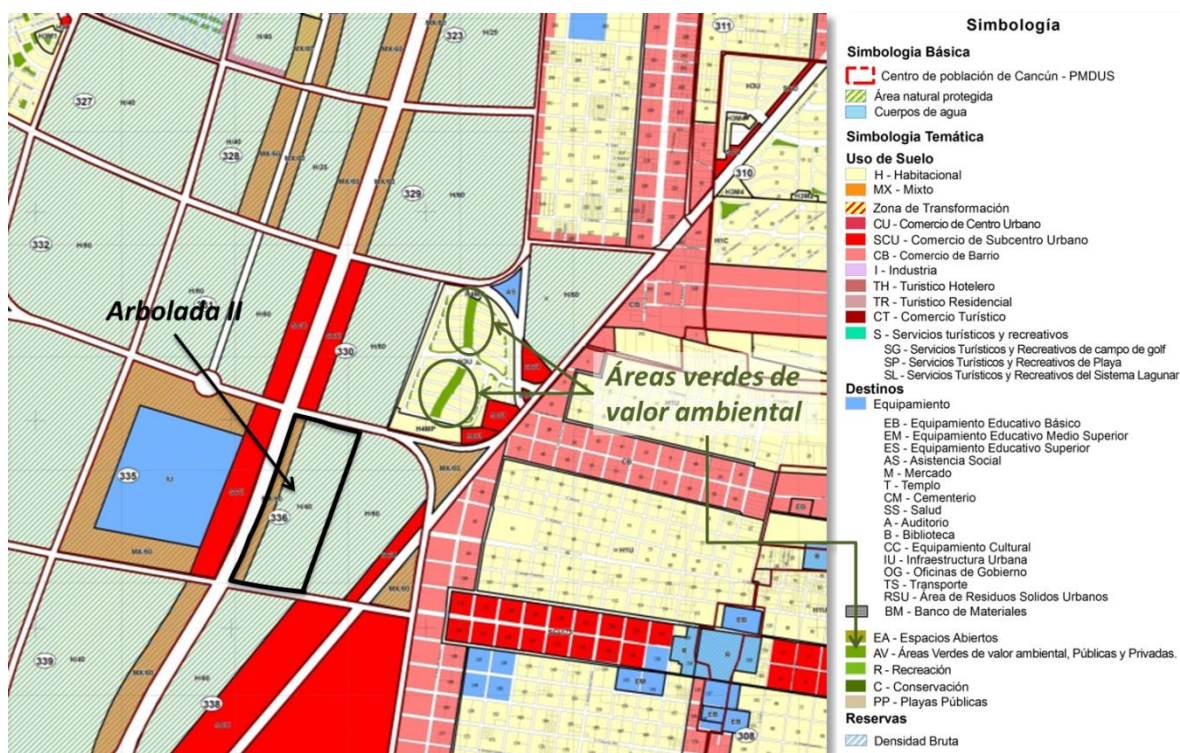


Figura XIV:5. Áreas verdes recreativas colindantes al proyecto. Fuente: Periódico Oficial del Estado de Quintana Roo, Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población, Cancún 2014-2030.

CRITERIO	Recurso Agua
URB-10	Los cenotes, rejolladas inundables y cuerpos de agua presentes en los centros de población deben formar parte de las áreas verdes, asegurando que la superficie establecida para tal destino del suelo garantice el mantenimiento de las condiciones ecológicas de dichos ecosistemas.

En el predio no se encuentran estructuras kársticas como las mencionadas en este criterio por lo cual no le aplica al proyecto.

CRITERIO	Recurso Agua
URB-11	Para el ahorro del recurso agua, las nuevas construcciones deberán implementar tecnologías que aseguren el ahorro y uso eficiente del agua.

En lo que respecta a las obras y actividades derivadas del cambio de uso de suelo, motivación del presente estudio, el proyecto Arbolada II, no contempla construcciones, ya que únicamente serán ejecutadas obras correspondientes a la remoción de la vegetación, preparación del sitio y urbanización del predio.

CRITERIO	Recurso Agua
URB-12	En las plantas de tratamiento de aguas residuales y de desactivación de lodos deberán implementarse procesos para la disminución de olores y establecer franjas de vegetación arbórea de al menos 15 m de ancho que presten el servicio de barreras dispersantes de malos olores dentro del predio que se encuentren dichas instalaciones.

Dado que el proyecto Arbolada II se conectará a la red de drenaje municipal, este no contará con planta de tratamiento, razón por la cual este criterio no le es aplicable.

CRITERIO	Recurso Agua
URB-13	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.

Todo el sistema de canalización del drenaje pluvial contará con trampas de grasas y sólidos previas a la disposición en pozos de absorción, por lo cual se cumple con el criterio

CRITERIO	Recurso Agua
URB-14	Los crematorios deberán realizar un monitoreo y control de sus emisiones a la atmósfera.

El proyecto no contempla el establecimiento de crematorios por lo cual este criterio no le aplica.

CRITERIO	Recurso Agua
URB-15	Los cementerios deberán impermeabilizar paredes y piso de las fosas, con el fin de evitar contaminación al suelo, subsuelo y manto freático.

El proyecto no contempla el establecimiento de cementerios por lo cual este criterio no le aplica.

CRITERIO	Recurso Agua
URB-16	Los proyectos en la franja costera dentro de las UGA urbanas deberán tomar en cuenta la existencia de las bocas de tormenta que de manera temporal desaguan las zonas sujetas a inundación durante la ocurrencia de lluvias extraordinarias o eventos ciclónicos. Por ser tales sitios zonas de riesgo, en los espacios públicos y privados se deben de realizar obras de Ingeniería permanentes que en una franja que no será menos de 20 m conduzcan y permitan el libre flujo que de manera natural se establezca para el desagüe.

El proyecto Arbolada II no se encuentra en la franja costera o cercana a esta, por tal razón no se presentan bocas de tormenta y en consecuencia este criterio no le es aplicable.

CRITERIO	Recurso Agua
URB-17	Serán susceptibles de aprovechamiento los recursos biológicos forestales, tales como semilla, que generen los arboles urbanos, con fines de propagación por parte de particulares, mediante la autorización de colecta de recursos biológicos forestales.

En todas las etapas contempladas en el proyecto Arbolada II no es de interés el aprovechamiento de los recursos biológicos por lo que este criterio no es aplicable al mismo.

Crterios específicos para el recurso suelo y subsuelo

CRITERIO	Recurso Suelo y subsuelo
URB-19	La autorización emitida por la autoridad competente para la explotación de bancos de materiales pétreos deberá sustentarse en los resultados provenientes de estudios de mecánica de suelos y geohidrológicos que aseguren que no existan afectaciones irreversibles al recurso agua, aun en los casos de afloramiento del acuífero para extracción debajo del manto freático. Estos estudios deberán establecer claramente cuáles serán las medidas de mitigación aplicables al proyecto y los parámetros y periodicidad para realizar el monitoreo que realizarse durante todas las etapas del proyecto, incluyendo las actividades de la etapa de abandono.

Dado que el proyecto Arbolada II es un proyecto de urbanización, no se contempla la explotación de bancos de materiales pétreos, por lo cual este criterio no le es aplicable.

CRITERIO	Recurso Suelo y subsuelo
URB-20	Con el objeto de integrar cenotes, rejolladas, cuevas y cavernas a las áreas públicas urbanas, se permite realizar un aclareo, poda y modificación de vegetación rastrera y arbustiva presente, respetando en todo momento los elementos arbóreos y vegetación de relevancia ecológica, así como la estructura geológica de estas formaciones.

En el predio no se encuentran estructuras kársticas como las mencionadas en este criterio por lo cual no le aplica al proyecto.

CRITERIO	Recurso Suelo y subsuelo
URB-21	Los bancos de materiales autorizados deben respetar una zona de amortiguamiento que consiste en una barrera vegetal alrededor del mismo, conforme lo señala el Decreto 36, del Gobierno del Estado; y/o la disposición jurídica que la sustituya.

Dado que el proyecto Arbolada II es un proyecto de urbanización, no se contempla la explotación de bancos de materiales pétreos, por lo cual este criterio no le es aplicable.

CRITERIO	Recurso Suelo y subsuelo
URB-22	Para evitar la contaminación del suelo y subsuelo, en las actividades de extracción y

exploración de materiales pétreos deberán realizarse acciones de acopio, separación, utilización y disposición final de cualquier tipo de residuos generados, en el marco de lo que establezcan las disposiciones jurídicas aplicables.

Dado que el proyecto Arbolada II es un proyecto de urbanización, no se contempla la explotación de bancos de materiales pétreos, por lo cual este criterio no le es aplicable.

CRITERIO	Recurso Suelo y subsuelo
URB-23	Para reincorporar las superficies afectadas por extracción de materiales pétreos a las actividades económicas del municipio, deberá realizarse la rehabilitación de dichas superficie en congruencia con los usos que prevean los instrumentos de planeación vigentes para la zona.

El predio donde se pretende llevar a cabo el proyecto Arbolada II no presenta o presentó actividades de extracción de materiales pétreos, por lo cual este criterio no le es aplicable.

CRITERIO	Recurso Suelo y subsuelo
URB-24	Los generadores de Residuos de Manejo Especial y los Grandes generadores de Residuos Sólidos Urbanos deberán contar con un plan de manejo de los mismos, en apego a la normatividad vigente en la materia.

El proyecto Arbolada II contempla un plan de manejo de residuos sólidos urbanos, razón por la cual cumple con este criterio.

CRITERIO	Recurso Suelo y subsuelo
URB-25	Para el caso de fraccionamientos habitacionales, el fraccionador deberá construir a su cargo y entregar al Ayuntamiento por cada 1000 viviendas previstas en el proyecto de fraccionamiento, parque o parques públicos recreativos con sus correspondientes áreas jardinadas y arboladas con una superficie mínima de 5,000 metros cuadrados, mismos que podrán ser relacionados a las áreas de donación establecidas en la legislación vigente en la materia. Tratándose de fracciones en el número de viviendas previstas en el fraccionamiento, las obras de equipamiento urbano serán proporcionales, pudiéndose construir incluso en predios distintos al fraccionamiento.

Dado que le proyecto Arbolada II está diseñado para el establecimiento de un total de 893 viviendas, le corresponden un total de 5,200 m² de parques recreativos con áreas verdes

jardinadas y arboladas, sin embargo dicho proyecto contempla una superficie de 1.78 ha con áreas verdes con función recreativa, las cuales equivalen al 79.82% del área de donación total. Por esta razón el proyecto cumple con el criterio.

CRITERIO	Recurso Suelo y subsuelo
URB-26	En las etapas de crecimiento de la mancha urbana considerada por el PDU, para mitigar el aumento de la temperatura y la sensación térmica en 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 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.

El proyecto Arbolada II además de contar con las áreas verdes jardinadas con función recreativa, señaladas en el criterio anterior (1.78 ha), contempla una superficie total de área de donación de 2.23 ha, las cuales serán áreas verdes jardinadas, por lo cual se cumple con este criterio

CRITERIO	Recurso Suelo y subsuelo
URB-27	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.

Las áreas verdes con fines recreativos contempladas en el proyecto no contemplan infraestructura u obra civil de equipamiento, únicamente contarán juegos infantiles a base de materiales de la región, los cuales ocuparán un área mucho menor al 30% de las áreas verdes, por lo cual el proyecto cumple con este criterio.

CRITERIO	Recurso Suelo y subsuelo
URB-28	Para evitar las afectaciones por inundaciones, se prohíbe el establecimiento de fraccionamientos habitacionales así como de infraestructura urbana dentro del espacio excavado de las sascaberas en desuso y en zonas en donde los estudios indiquen que existe el riesgo de inundación (de acuerdo al Atlas de Riesgos del municipio y/o del estado).

El predio donde se pretende desarrollar el proyecto Arbolada II no se encuentra sobre una sascabera y nunca ha tenido algún uso relacionado con la extracción de materiales

pétreos. De igual forma se encuentra fuera de las zonas inundables pues como se muestra en modelo digital de elevación, el predio se ubica fuera de las zonas más bajas del municipio de Benito Juárez.

CRITERIO	Recurso Suelo y subsuelo
URB-29	En la construcción de fraccionamientos dentro de las áreas urbanas, se permite la utilización de 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.

Todos los materiales pétreos requeridos por el proyecto serán obtenidos de bancos de materiales autorizados por lo que no serán generados excedentes, de tal manera que no aplica este criterio.

Crterios específicos para los recursos flora y fauna

CRITERIO	Recursos Flora y Fauna
URB-30	En zonas inundables, se deben mantener las condiciones naturales de los ecosistemas y garantizar la conservación de las poblaciones silvestres que la habitan. Por lo que las actividades recreativas de contemplación deben ser promovidas y las actividades de aprovechamiento extractivo y de construcción deben ser condicionadas.

Este criterio no le es aplicable al proyecto Arbolada II debido a que este no se encuentra en una zona inundable.

CRITERIO	Recursos Flora y Fauna
URB-31	Las áreas destinadas a la conservación de la biodiversidad y/o del agua que colinden con las áreas definidas para los asentamientos humanos, deberán ser los sitios prioritarios para ubicar los ejemplares de plantas y animales que sean rescatados en el proceso de eliminación de la vegetación.

Las plantas derivadas del rescate de vegetación serán reintroducidas en las áreas verdes jardinadas del proyecto, esto con el fin de mitigar el impacto ambiental in situ de la pérdida de cobertura vegetal, sin embargo la reubicación de las plantas rescatadas se

realizará en los sitios prioritarios señalados por el POEL toda vez que la autoridad competente así lo determine. Por el contrario las especies de fauna rescatas serán introducidas en un ecosistema similar al del predio en un área aledaña al mismo.

CRITERIO	Recursos Flora y Fauna
URB-32	Deberá preverse un mínimo de 50% de la superficie de los espacios públicos jardinados para que tengan vegetación natural de la zona y mantener todos los árboles nativos que cuenten con DAP mayores de 15 cm, en buen estado fitosanitario y que no representen riesgo de accidentes para los usuarios.

Todas las áreas jardinadas con fines recreativos del proyecto Arbolada II (1.78 ha) contarán con especies nativas y en dichas zonas se mantendrán los individuos arbóreos con DAP mayor a 15 cm.

CRITERIO	Recursos Flora y Fauna
URB-33	Deberán establecerse zonas de amortiguamiento de la menos 50m 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.

Arbolada II, al ser un proyecto de urbanización no contempla el establecimiento de zonas industriales o centrales de abasto, además no se encuentra colindante a zonas industriales, por lo cual este criterio no le aplica.

CRITERIO	Recursos Flora y Fauna
URB-35	No se permite introducir o liberar fauna exótica en parques y/o áreas de reservas urbanas.

Todos los individuos que estarán presentes en las áreas verdes jardinadas del proyecto Arbolada II serán de especies nativas, por lo cual se cumple con este criterio.

CRITERIO	Recursos Flora y Fauna
URB-36	Las áreas con presencia de ecosistemas de manglar dentro de los centros de población deberán ser consideradas como Áreas de Preservación Ecológica para

garantizar el mantenimiento de los bienes y servicios ambientales que proveen por lo que no podrán ser modificadas con el fin de proporcionar una mejor calidad de vida para los habitantes del municipio; con excepción de aquellas que cuenten previamente con un plan de manejo autorizado por la autoridad ambiental competente.

En el predio donde se pretende establecer el proyecto Arbolada II no se encuentran ecosistemas de manglar, por lo cual este criterio no le es aplicable.

CRITERIO	Recursos Flora y Fauna
URB-37	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.

El Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población Cancún 2014-2030, a diferencia del instrumento que le antecedió, no contempla etapas de desarrollo dentro de la poligonal que regula. No obstante como se puede apreciar en la zonificación primaria de dicho instrumento (**Figura XIV:6**), las áreas circundantes al proyecto ya han sido ocupadas razón por la cual no se incumple con este criterio.

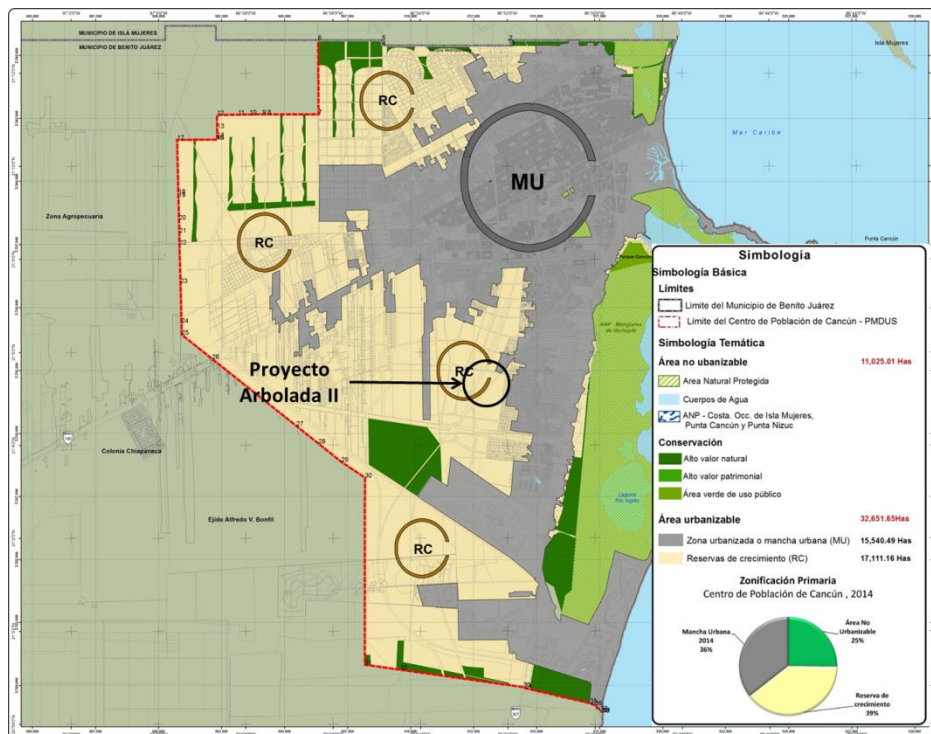


Figura XIV:6
Zonificación primaria del PDU del Centro de Población Cancún.
Fuente: Periódico Oficial del Estado de Quintana Roo, Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población, Cancún 2014-2030.

CRITERIO	Recursos Flora y Fauna
URB-38	Las áreas verdes de los estacionamientos descubiertos públicos y privados deben ser diseñadas en forma de camellones continuos y deberá colocarse por lo menos un árbol por cada dos cajones de estacionamiento.

La disposición de este criterio es aplicable a los lotes multifamiliares y comerciales del proyecto, en los cuales se llevará a cabo la disposición de un árbol por cada dos cajones de estacionamiento, lo cual estará presente en el reglamento interno del proyecto.

CRITERIO	Recursos Flora y Fauna
URB-39	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 las obras necesarias en la carretera que las divide para que la fauna pueda transitar entre ambos terrenos, sin que pueda ser atropellada.

El predio donde se pretende establecer el proyecto Arbolada II no se encuentra ubicado a en zonas de manglar ni al Sur del Área Natural Protegida “Manglares de Nichuté” por lo cual lo dispuesto en este criterio no es aplicable al proyecto.

CRITERIO	Recursos Flora y Fauna
URB-40	En las previsiones de crecimiento de las áreas urbanas colindantes con las ANPs, se deberán mantener corredores biológicos que salvaguarden la conectividad entre los ecosistemas existentes.

La zona donde se pretende desarrollar el proyecto Arbolada II, no se encuentra colindante con ningún ANP, por lo cual este criterio no es aplicable al proyecto.

CRITERIO	Recursos Flora y Fauna
URB-41	Los proyectos urbanos deberán reforestar camellones y áreas verdes colindantes a las ANPs y parques municipales deberán reforestar con especies nativas que sirvan de refugio y alimentación para la fauna silvestre, destacando el chicozapote (<i>Manilkara zapota</i>), la guaya (<i>Talisia olivaeiformis</i>), capulín (<i>Muntingia calabura</i>),

Ficus spp, entre otros.

Todas las áreas verdes contempladas por el proyecto Arbolada II serán reforestadas con especies nativas presentes originalmente en el predio, incluyendo los individuos rescatados. Cabe señalar que dichas áreas contemplaran individuos de las especies *Manilkara zapota* y *Ficus spp.*, ya que, de acuerdo con el trabajo de campo, son especies que se encuentran en el listado de vegetación del predio.

Crterios específicos para el recurso paisaje

CRITERIO	Recurso Paisaje
URB-43	Las áreas verdes y en las áreas urbanas de conservación, deberán contar con el equipamiento adecuado para evitar la contaminación por residuos sólidos, ruido, aguas residuales y fecalismo al aire libre.

El uso de las áreas comunes, incluyendo las áreas verdes contempladas por el proyecto estará sujeto a las disposiciones del reglamento interno, el cual contempla horarios de uso, restricciones de paseo de mascotas, métodos de disposición de residuos sólidos, entre otros; todo ello con el fin de evitar la contaminación por residuos sólidos, ruido, aguas residuales y fecalismo al aire libre.

CRITERIO	Recurso Paisaje
URB-44	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.

El predio donde se pretende establecer el proyecto Arbolada II no se encuentra colindante con la Zona Federal Marítimo-Terrestre (ZFMT), por lo cual las disposiciones de este criterio no le son aplicables.

CRITERIO	Recurso Paisaje
URB-45	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.

Todas las actividades de reforestación y jardinería, ya sean las dispuestas en los programas de rescate y reubicación de especies de la vegetación forestal afectada o las designadas por la autoridad competente usarán especies nativas acordes al ecosistema afectado, razón por la cual el proyecto cumple con este criterio.

CRITERIO	Recurso Paisaje
URB-46	El establecimiento de actividades de la industria concretera y similares debe ubicarse a una distancia mínima de 500 metros del asentamiento humano más próximo y debe contar con barreras naturales perimetrales para evitar la dispersión de polvos.

El proyecto Arbolada II es un proyecto de urbanización cuyo objetivo no tiene relación alguna con la instalación u operación de industria concretera, razón por la cual este criterio no le es aplicable.

CRITERIO	Recurso Paisaje
URB-47	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.

Como se mencionó anteriormente el predio donde se pretende establecer el proyecto no colinda con la ZFMT, por lo cual las disposiciones establecidas en este criterio ecológico no son aplicables al proyecto.

CRITERIO	Recurso Paisaje
URB-48	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-

En todas las áreas verdes contempladas por el proyecto se mantendrá la vegetación arbórea y palmas de la vegetación original, de tal manera que el proyecto cumplirá con este criterio.

CRITERIO	Recurso Paisaje
URB-49	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.

El predio donde se pretende establecer el proyecto no tiene colindancia con la ZFMT ni con playas, por lo cual este criterio no le es aplicable.

CRITERIO	Recurso Paisaje
URB-50	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 marítima y Coccoloba uvifera y palmas Thrinax radiata, Coccothrinax readii.

En el predio donde se pretende establecer el proyecto Arbolada II no se presenta vegetación de duna, por lo cual este criterio no es aplicable al mismo.

CRITERIO	Recurso Paisaje
URB-51	La selección de sitios para la rehabilitación de dunas y la creación infraestructura de retención de arena deberá tomar en cuenta los siguientes criterios: Que haya evidencia de la existencia de dunas en los últimos 20 años. Que los vientos prevalecientes soplen en dirección a las dunas. 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. 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. Las dunas rehabilitadas deberán ser reforestadas.

Al igual que el criterio anterior, tampoco este criterio es aplicable al proyecto debido a que el predio no colinda con playas ni presente vegetación de duna, por lo que no se contemplan labores de rehabilitación de las mismas.

CRITERIO	Recurso Paisaje
URB-52	<p>En las playas de anidación de tortugas marinas se deben realizar las siguientes medidas precautorias:</p> <p>Evitar la remoción de la vegetación nativa y la introducción de especies exóticas en el hábitat de anidación.</p> <p>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.</p> <p>Retirar de la playa, durante la temporada de anidación, cualquier objeto movable que tenga la capacidad de atrapar, enredar o impedir el paso de las tortugas anidadoras y sus crías.</p> <p>Eliminar, reorientar o modificar cualquier instalación o equipo que durante la noche genera una emisión o reflexión de luz hacia la playa de anidación y emergencia de crías de tortuga marina.</p> <p>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:</p> <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. <p>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.</p>

El predio donde se pretende establecer el proyecto Arbolada II no se encuentra o colinda con playas, vegetación de duna ni ZFMT, por lo cual este criterio no le es aplicable.

CRITERIO	Recurso Paisaje
URB-53	<p>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.</p>

El predio donde se pretende establecer el proyecto Arbolada II no se encuentra o colinda con playas, vegetación de duna ni ZFMT, por lo cual este criterio no le es aplicable.

CRITERIO	Recurso Paisaje
URB-54	En las dunas no se permite la instalación de tuberías de drenaje pluvial, la extracción de arena, ni ser utilizadas como depósitos de la arena o sedimentos que se extraen de los dragados que se realizan para mantener la profundidad en los canales de puertos, bocas de lagunas o lagunas costeras.

El predio donde se pretende establecer el proyecto Arbolada II no se encuentra o colinda con playas, vegetación de duna ni ZFMT, por lo cual este criterio no le es aplicable.

CRITERIO	Recurso Paisaje
URB-55	La construcción de infraestructura permanente o temporal debe quedar fuera de las dunas pioneras (embrionarias).

El predio donde se pretende establecer el proyecto Arbolada II no se encuentra o colinda con playas, vegetación de duna ni ZFMT, por lo cual este criterio no le es aplicable.

CRITERIO	Recurso Paisaje
URB-56	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.

El predio donde se pretende establecer el proyecto Arbolada II no se encuentra o colinda con playas, vegetación de duna ni ZFMT, por lo cual este criterio no le es aplicable.

CRITERIO	Recurso Paisaje
URB-57	La restauración de playas deberá realizarse con arena que tenga una composición química y granulometría similar a la de la playa que se va a rellenar. El material arenoso que se empleará en la restauración de playas deberá tener la menor concentración de materia orgánica, arcilla y limo posible para evitar que el materia se consolide formando escarpes pronunciados en las playas por efecto del oleaje.

El proyecto Arbolada II no se encuentra cercano a la zona de playa ni contempla la restauración de las mismas por lo que este criterio no le es aplicable.

CRITERIO	Recurso Paisaje
URB-58	Se prohíbe la extracción de arena en predios ubicados sobre la franja litoral del municipio con cobertura de matorral costero.

El predio donde se pretende establecer el proyecto Arbolada II no se encuentra o colinda con playas, vegetación de duna, vegetación de matorral costero ni ZFMT o franja litoral del municipio, por lo cual este criterio no le es aplicable.

CRITERIO	Recurso Paisaje
URB-59	En las áreas verdes los residuos vegetales producto de las podas y deshierbes deberán incorporarse al suelo después de su composteo. Para mejorar la calidad del suelo y de la vegetación.

Todos los residuos vegetales producto de las podas y deshierbes serán recolectados para su posterior composteo e incorporación a las áreas verdes del proyecto, por lo cual se cumple con este criterio.

XIV.2 DECRETOS Y PROGRAMAS DE CONSERVACIÓN Y MANEJO DE LAS ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS

En el ámbito de las declaratorias de áreas naturales protegidas, el predio en estudio y la zona donde se encuentra inmerso no forma parte de algún área natural protegida, ni colindan con alguna de éstas. La más cercana es el Área Natural Protegida, con categoría de área de protección de flora y fauna, la región conocida como Manglares de Nichupté, a 3.77 km al Este del predio de estudio, y a 5 km, en dirección Noreste, se encuentra el Área Natural Protegida Parque Kabah, con categoría de Parque Urbano (**Figura XIV:7**).

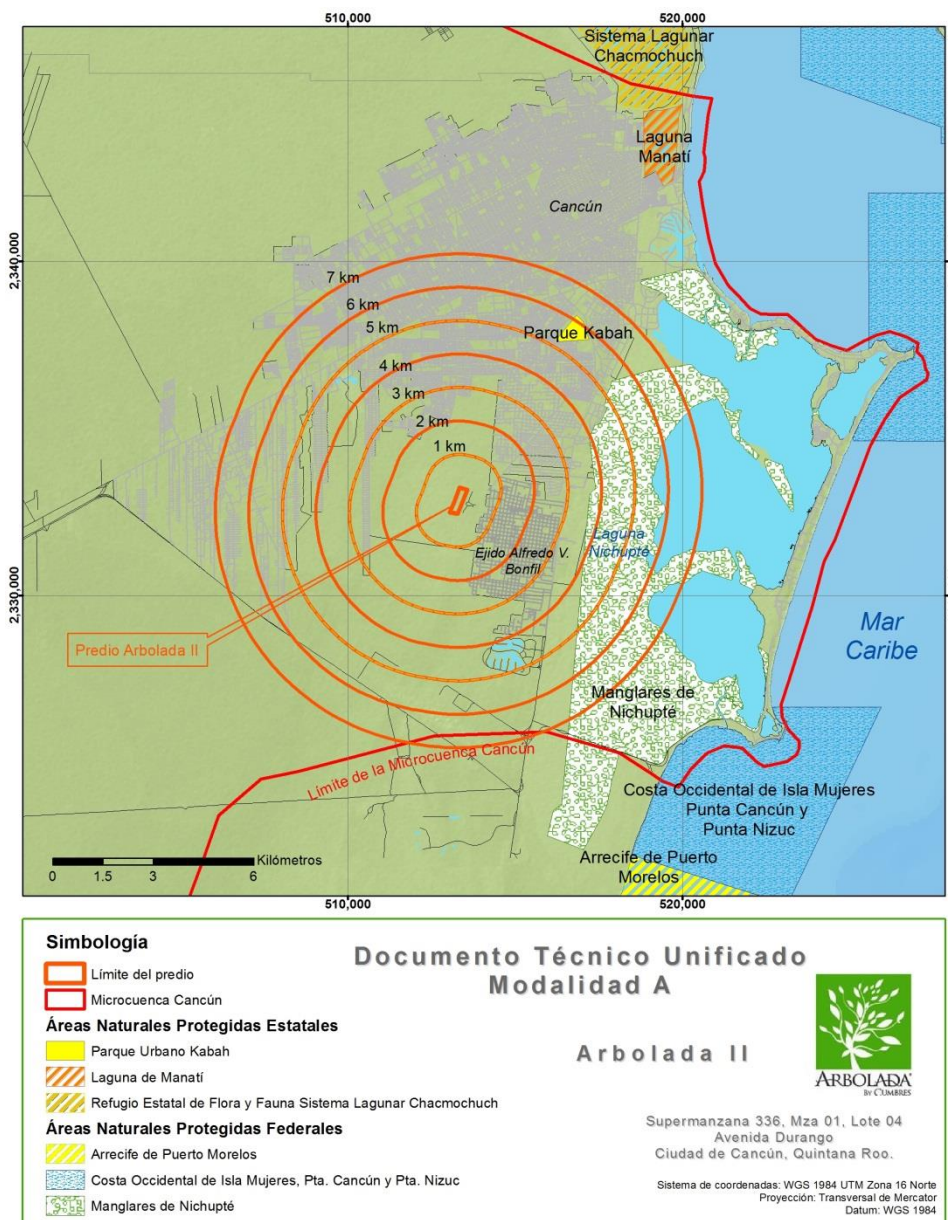


Figura XIV:7. Distancia del predio a las Áreas Naturales Protegidas colindantes.
Fuente: Elaboración propia a partir de CONANP (Op. Cit.).

XIV.3 REGIONES PRIORITARIAS

Las regiones prioritarias propuestas por la CONABIO no establecen criterios que regulen el aprovechamiento o uso del suelo contra los cuales pueda ser contrastado el proyecto propuesto para determinar su factibilidad ambiental.

Tal como se señala en la página web de la CONABIO, el Programa Regiones Prioritarias para la Conservación de la Biodiversidad de la CONABIO “se orienta a la detección de áreas, cuyas características físicas y bióticas favorezcan condiciones particularmente importantes desde el punto de vista de la biodiversidad.” “Este Programa forma parte de una serie de estrategias instrumentadas por la CONABIO para la promoción a nivel nacional para el conocimiento y conservación de la biodiversidad de México.” Como se ve, su propósito no es establecer criterios de factibilidad ambiental para el desarrollo de proyectos.

El Proyecto Regiones Terrestres Prioritarias (RTP)⁹⁵, en particular, tiene como objetivo general la determinación de unidades estables desde el punto de vista ambiental en la parte continental del territorio nacional, que destaquen la presencia de una riqueza ecosistémica y específica comparativamente mayor que en el resto del país, así como una integridad ecológica funcional significativa y donde, además, se tenga una oportunidad real de conservación.

Por su parte, el Programa de Regiones Hidrológicas Prioritarias (RHP)⁹⁶, tiene el objetivo de obtener un diagnóstico de las principales subcuencas y sistemas acuáticos del país considerando las características de biodiversidad y los patrones sociales y económicos de las áreas identificadas, para establecer un marco de referencia que pueda ser considerado por los diferentes sectores para el desarrollo de planes de investigación, conservación uso y manejo sostenido.

XIV.3.1 Región Hidrológica Prioritaria 105 Corredor Cancún-Tulum

Esta región tiene como antecedentes importantes los estudios de clasificación de regiones hidrológicas de la Secretaría de Recursos Hidráulicos, las características particulares que presenta son, una extensión de 1,715 km² distribuidos a lo largo del corredor que lleva el mismo nombre, con límites de: 21°10'48" a 20°20'24" Latitud Norte y 87°28'12" a 86°44'24" Longitud Oeste (**Figura XIV:8**).

⁹⁵ Arriaga, L., J. M. Espinoza, C. Aguilar, E. Martínez, L. Gómez y E. Loa (coordinadores). 2000. Regiones terrestres prioritarias de México. Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad. México.

⁹⁶ Arriaga, L., V. Aguilar, J. Alcocer. 2002. "Aguas continentales y diversidad biológica de México". Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México.

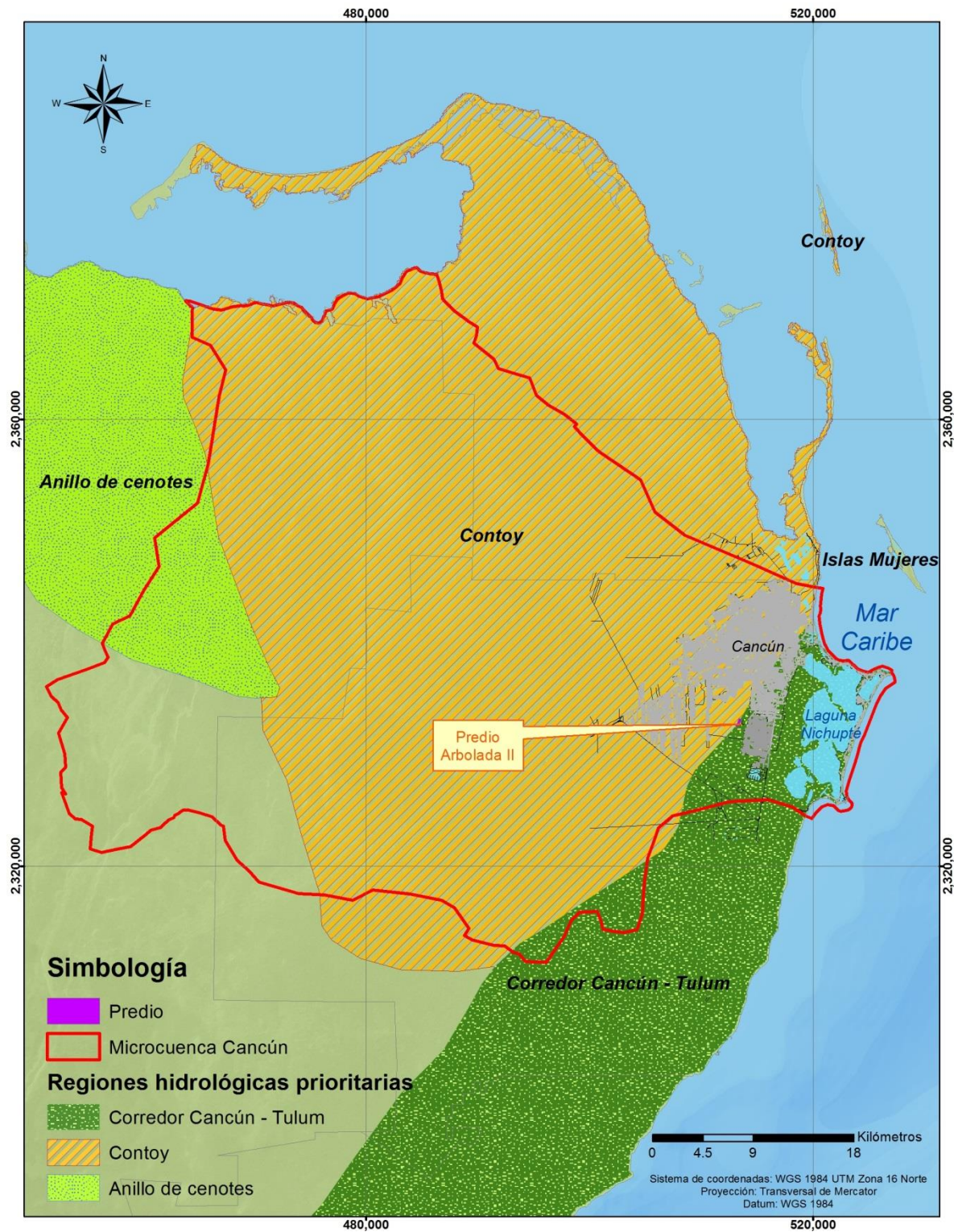


Figura 8. Región hidrológica prioritaria 105. Fuente: Elaboración propia a partir de Arriaga et al, (1998), disponible en la cartografía en línea www.conabio.gob.mx.

XIV.3.2 Región terrestre prioritaria 146 Dzilam - Ría Lagartos - Yum Balam

Esta región posee un alto valor tanto biogeográfico como sistémico y constituye un área homogénea desde el punto de vista topográfico, las características particulares que presenta son; una extensión de 3,204 km², con límites de 21°10' 48" a 21°37' 48" latitud Norte y 86°47' 24" a 89°56' 24" longitud Este. Dentro de esta RTP se incluyen dos áreas naturales protegidas, Isla Holbox y Ría Lagartos, ambas muy distanciadas del predio de estudio. El predio se ubica fuera de los límites establecidos para la Región Terrestre Prioritaria 146 Dzilam-Ría Lagartos-Yum Balam, sin embargo se menciona ya que es la que es la más cercana, aproximadamente a 9.58 km en dirección Norte (**Figura XIV:9**).



Figura XIV:10. Región terrestre prioritaria 105

XIV.3.3 Región marina prioritaria Dzilam - Contoy

El proyecto Arbolada II se encuentra inmerso en la Región Marina Prioritaria Dzilam-Contoy, que cuenta con una extensión total de 31,143 km², cuyo polígono se ubica desde los 22°50'24" a 21°5'24" Latitud Norte y 88°52'48" a 86°31'12" Longitud Oeste (**Figura XIV:11**).

De acuerdo con las valoraciones realizadas por la CONABIO, la Región Marina Prioritaria Dzilam-Contoy, está compuesta por playas, dunas, marismas, petenes y arrecifes de gran importancia biológica, está considerada como zona de transición entre la biota del Golfo de México y la del Mar Caribe, posee diversidad de plancton, moluscos, poliquetos, equinodermos, crustáceos, tortugas, peces, aves, mamíferos marinos, se describen endemismos con respecto a la vegetación como es el caso de (*Mammillaria spp*, *Coccothrinax readii*, *Echites yucatanensis*, *Hylocereus undatus*, *Krugiodendron jeneum*, *Nopalia gaumeri*), es una zona migratoria de reproducción, anidación, crecimiento y refugio de aves, crustáceos y peces.

Todo ello aunado a diversas problemáticas dentro de las cuales destaca: Modificación del entorno por fractura de arrecifes, remoción de pastos marinos y dragado, Contaminación: en los muelles y puertos, por petróleos, embarcaciones pesqueras, turísticas y de carga, por último el uso de los recursos como la presión sobre la langosta y el caracol rosado; debido a la pesca ilegal, arrastres, trampas no selectivas y colecta de especies exóticas.

Cabe destacar que la región prioritaria propuestas por la CONABIO no establece criterios que regulen el aprovechamiento o uso del suelo contra los cuales pueda ser contrastado el proyecto propuesto para determinar su factibilidad ambiental.

En cuanto a las Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves, el proyecto Arbolada II no se encuentra inmerso en ninguna de estas

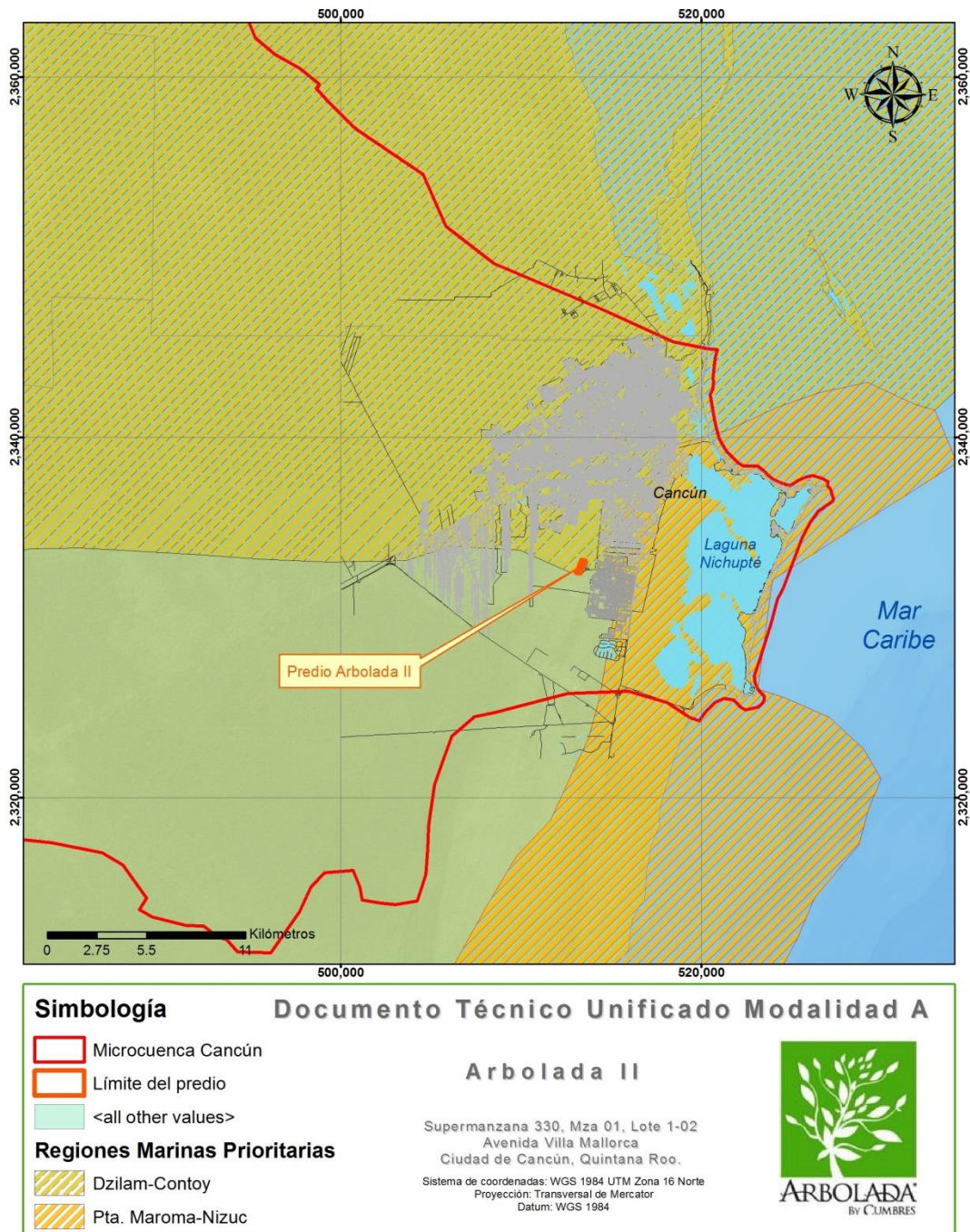


Figura XIV:12. Regiones marinas prioritarias. Fuente: Elaboración propia a partir de Arriaga et al, (1998), disponible en la cartografía en línea www.conabio.gob.mx

XIV.4 NORMAS OFICIALES MEXICANAS

XIV.4.1 Norma Oficial Mexicana NOM-045-SEMARNAT-2006

Esta Norma Oficial Mexicana establece los límites máximos permisibles de coeficiente de absorción de luz y el porcentaje de opacidad, provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación que usan diesel como combustible, procedimiento de prueba y características técnicas del equipo de medición.

Su cumplimiento es obligatorio para los propietarios o legales poseedores de los citados vehículos, unidades de verificación y autoridades competentes. Se excluyen de la aplicación de la presente Norma, la maquinaria equipada con motores a diesel empleada en las actividades agrícolas, de la construcción y de la minería.

Esta norma aplica al proyecto en los vehículos de transporte de materiales que usen diésel como combustible. Se llevará a cabo la verificación y, en su caso el mantenimiento vehicular periódicos para garantizar que los límites máximos permisibles de la Norma se cumplan. Esto mediante una unidad de verificación autorizada.

XIV.4.2 NORMA Oficial Mexicana NOM-041-SEMARNAT-2015

Esta Norma Oficial Mexicana establece los límites máximos permisibles de emisión de hidrocarburos, monóxido de carbono, oxígeno y óxido de nitrógeno; así como el nivel mínimo y máximo de la suma de monóxido y bióxido de carbono y el Factor Lambda. Es de observancia obligatoria para el propietario, o legal poseedor de los vehículos automotores que circulan en el país o sean importados definitivamente al mismo, que usan gasolina como combustible, así como para los responsables de los Centros de Verificación, y en su caso Unidades de Verificación Vehicular, a excepción de vehículos con peso bruto vehicular menor de 400 kg (kilogramos), motocicletas, tractores agrícolas, maquinaria dedicada a las industrias de la construcción y de la minería.

La Norma es aplicable al proyecto para los vehículos de supervisión de obra o cualquier otro vehículo empleado en la misma, que use gasolina como combustible. Estos vehículos se someterán a verificación en concordancia con la normatividad aplicable en el Estado de Quintana Roo, en una unidad de verificación autorizada.

XIV.4.3 Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010

Esta Norma Oficial Mexicana establece el listado de especies nativas de México de flora y fauna silvestres, categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o

cambio. Es de observancia obligatoria 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 en el territorio nacional, establecidas por esta Norma. Al respecto, en el predio se encontraron dos especies de flora citada en esta norma: la palma chit (*Thrinax radiata*) y el guayacán (*Tabebuia chrysantha*), las cuales está registrada en la categoría de especies amenazadas. En cuanto a las especies de fauna, únicamente se encontró un ejemplar de la especie *Ctenosaura similis*, que se encuentra en categoría de amenazada en la norma. Teniendo en cuenta que las obras proyectadas afectarán una superficie estimada dentro de la cual existen individuos de estas especies, el proyecto contempla la implementación de medidas preventivas y de mitigación como son: la ejecución de un Programa de rescate y reubicación de especies de vegetación forestal afectada y un Programa de Reforestación y Jardinería, y un programa de rescate y reubicación de fauna donde todos los individuos que se encuentren en el predio serán rescatados y reubicados de tal manera que no se afectará la población de la especie identificada dentro de la norma.

XIV.4.4 Norma Oficial Mexicana NOM-080-SEMARNAT-1994

Esta norma oficial mexicana establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido proveniente del escape de los vehículos automotores, motocicletas y triciclos motorizados en circulación y su método de medición. Se aplica a vehículos automotores de acuerdo a su peso bruto vehicular, y motocicletas y triciclos motorizados que circulan por las vías de comunicación terrestre, exceptuando los tractores para uso agrícola, trascabos, aplanadoras y maquinaria pesada para la construcción y los que transitan por riel.

Aplica al proyecto en relación a la emisión de ruido proveniente de los vehículos de transporte de materiales y de supervisión de obra que circulen por las vías de comunicación terrestre. Se dará mantenimiento periódico a dichos vehículos para garantizar que el nivel de ruido cumpla con la Norma en comento.

XIV.4.5 Norma Oficial Mexicana NOM-161-SEMARNAT-2011

Esta Norma Oficial Mexicana es de observancia obligatoria en todo el territorio nacional para: Los grandes generadores de Residuos de Manejo Especial; los grandes generadores de Residuos Sólidos Urbanos.; los grandes generadores y los productores, importadores, exportadores, comercializadores y distribuidores de los productos que al desecharse se convierten en Residuos de Manejo Especial sujetos a un Plan de Manejo y las Entidades Federativas que intervengan en los procesos establecidos en la presente Norma. Quedan



excluidos los generadores de residuos provenientes de la Industria Minero-Metalúrgica, de conformidad con los artículos 17 de la Ley y 33 de su Reglamento.

El proyecto no está incluido entre los criterios de excepción que establece la Norma. Además, el proyecto generará una cantidad mayor a los 80 m³ de Residuos de la Construcción, Mantenimiento y Demolición en General, por lo que, de acuerdo con su Anexo Normativo, esta norma le es aplicable.

Por las razones anteriormente expuestas, se anexa al presente Documento Técnico Unificado el Plan de Manejo de Residuos Sólidos Urbanos y de Manejo Especial.

XIV.5 PLANES O PROGRAMAS DE DESARROLLO URBANO (PDU)

XIV.5.1 Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población Cancún 2014-2030

De acuerdo con el Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población Cancún 2014-2030, publicado en el Periódico Oficial del Estado de Quintana Roo el 16 de octubre de 2014, el predio cuenta con usos de suelo H/40 (**Figura XIV:13**).

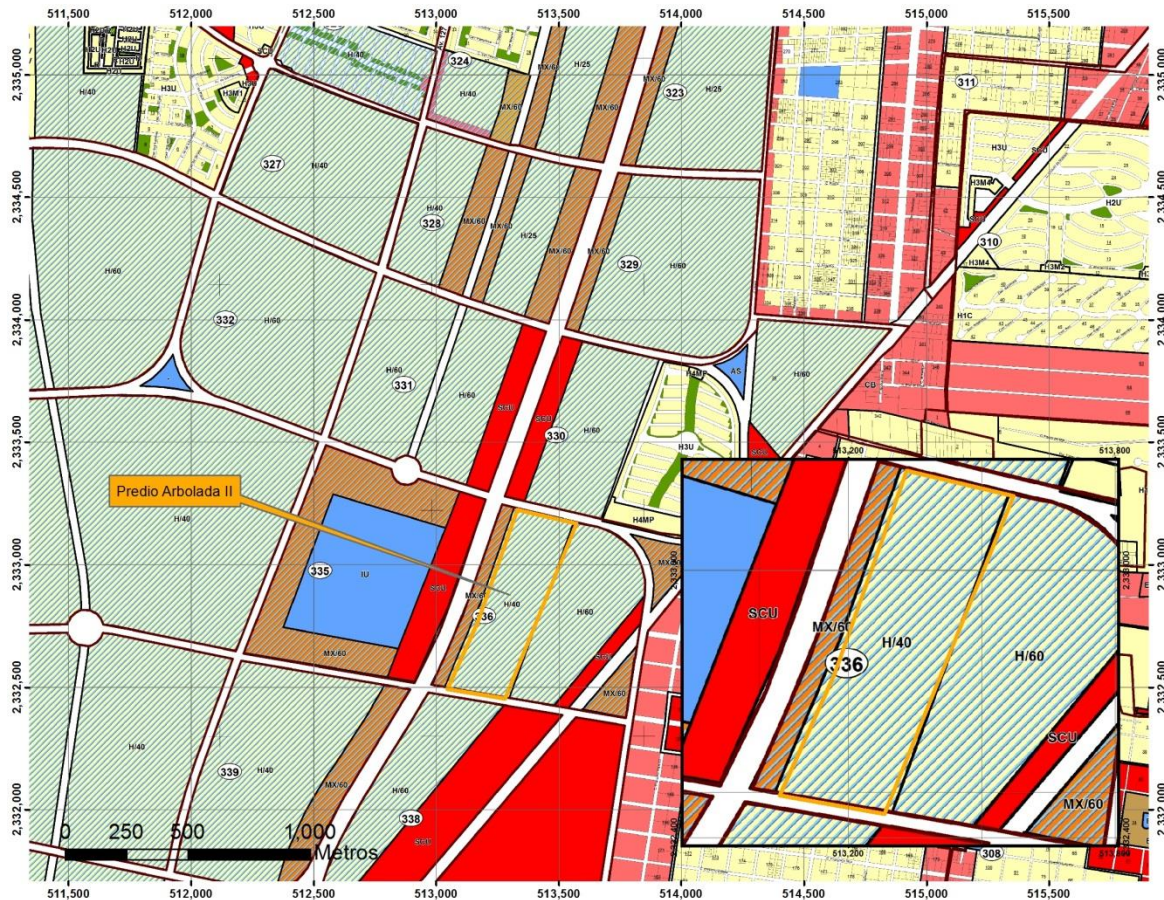


Figura XIV:13. Ubicación del predio dentro del Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población Cancún 2014-2030. Fuente: Elaboración propia a partir PDU/CP

Con base en los usos de suelo permitidos establecidos por el mismo PDU/CP de Cancún 2014-2030, se solicitó a la Secretaría Municipal de Ecología y Desarrollo Urbano la Licencia de Fraccionamiento del predio en cuestión, la cual fue resuelta de forma favorable mediante el Oficio No. SMEYDU/01918/2014 y en favor de la empresa Banca MIFEL S.A. Fideicomiso 642/2005. En dicho documento, se aprueba de forma definitiva la Licencia de Fraccionamiento No. 04/2014 para el desarrollo del proyecto Arbolada II, la cual contempla los usos y superficies indicadas en el **Cuadro XIV:4**.

Cuadro XIV:4. Usos de suelo y superficies para el desarrollo Arbolada II.

USO DE FRACCIONAMIENTO	LOTES	SUPERFICIE (ha)	%	Viviendas
Uso Habitacional Multifamiliar (H3M4)	4	1.00	5.55	128
Uso Habitacional Unifamiliar (H4UP)	593	9.05	50.22	593
Uso Comercial (C2A)	1	0.02	0.11	
Área verde recreativa de donación	7	1.78	9.88	
Área verde de donación	35	0.45	2.5	
Vialidad		4.66	25.86	
TOTAL		18.02	100.00	
Total de viviendas		721		
Densidad bruta (viv/ha)		40.0		

Por otro lado, respecto a las restricciones a las que estarán sujetos los adquirentes de cada uno de los lotes unifamiliares, en el **Cuadro XIV:5** se indican las restricciones establecidas por el PDUCP de Cancún (2014-2030) y las que establecerá el promovente del proyecto en el Reglamento Interno del Fraccionamiento.

Cuadro XIV:5. Restricciones aplicables a los lotes de vivienda unifamiliar según Programa de Desarrollo Urbano.

Zona	Rangos Superficie		Densidad neta	Restricciones mínimas (m)					Máximo de niveles		Rango CUS		COS	Clave
				Frente lote	Frente		Fondo	Laterales	Niveles	Altura	Mín	Máx		
					Planta baja	Otros niveles								
Densidad baja	Min	300	1 Viv/Lote	12	6*	5	5	10% del frente por cada lado o el 20% de un solo lado	3	11.3	0.2	1	45%	H1U
	Max	600		>12 a <20	6*	5	5							
Densidad media	Min	200	1 Viv/Lote	10	6*	5	3	10% del frente un solo lado o 5% de cada lado	3	11.3	0.25	1	50%	H2U
	Max	500		>10 a <20	6*	5	3	10% del frente por cada lado						
Densidad alta	Min	128	1 Viv/Lote	De 8 a <10	5	5	3	10% del frente un solo lado o 5% de cada lado	3	10.5	0.4	1	60%	H3U
	Max	240		>10 a <20	5	5	3							
Densidad alta popular	Min	110	1 Viv/Lote	7.2	5	3	3**	Ninguna	3	10.5	0.5	1	70%	H4UP
	Max	160		>8										

Respecto a los lotes multifamiliares, en el **Cuadro XIV:6** se indican las restricciones establecidas por el Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población Cancún 2014-2030 y las que establecerá el promovente del proyecto en el Reglamento Interno del Fraccionamiento.

Cuadro XIV:6. Restricciones aplicables a los lotes de vivienda unifamiliar según Programa de Desarrollo Urbano.

Zona	Rangos de superficie		Densidad neta	Restricciones mínimas (m)				Máximo de niveles	CUS		COS	Clave
				Frente lote	Frente	Fondo	Laterales		Mín	Máx		
Densidad baja	Mín	600	C	20	5	5	1/3 de altura o 3m mínimo de un lado	4	0.6	1.2	30%	H1M
	Máx	800										
	Mín	5,000	I	50				4	0.6	1.5	50%	H1M2
	Máx											
	Mín	2,000	G	40				4	0.6	1.5	50%	H1M3
	Máx											
Densidad media	Mín	450	D	15	5	5	1/3 de altura o 3m mínimo de un lado	4	0.8	1.6	40%	H2M1
	Máx	600										
	Mín	600	G	15				4*	0.8	*1.6	60%	H2M2
	Máx	3,500										
Densidad alta	Mín	375	F	12.5	5	5	1/3 de altura o 3m mínimo de un lado	4	1	2	50%	H3M1
	Máx	800										
	Mín	800	J	12.5				4	1	2	65%	H3M2
	Máx											
	Mín	600	L	12.5				4	1	2	65%	H3M3
	Máx											
	Mín	400	N	12.5				8	1	2	50%	H3M4
	Máx	>400										
Densidad popular	Mín	280	M	16	3	4	1	2	70%	H4MP		
	Máx											

De forma general, el proyecto Arbolada II advierte el cumplimiento de lo establecido por el Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población de Cancún, Municipio de Benito Juárez, Quintana Roo 2014-2030, asimismo, mediante su reglamento interno asegurará que los adquirentes de los lotes, desarrollen proyectos que den cumplimiento con las restricciones establecidas por este mismo instrumento.

XIV.6 OTROS INSTRUMENTOS A CONSIDERAR

XIV.6.1 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

Éste Acuerdo establece en su Artículo Sexto que el documento técnico unificado correspondiente al trámite unificado de cambio de uso de suelo forestal modalidad A, contendrá la información indicada en los artículos 117 de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable y 121 de su Reglamento, así como la señalada en el artículo 12, fracciones I, III, V y VIII, del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en materia de Evaluación del Impacto Ambiental. En apego a lo establecido en dicho Acuerdo es que se presenta este Documento Técnico Unificado, el cual contiene la información solicitado en el Artículo Sexto antes citado, con lo que se da cabal cumplimiento al mismo 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, el proyecto propuesto.

XV ESTIMACIÓN ECONÓMICA DE LOS RECURSOS BIOLÓGICOS FORESTALES DEL ÁREA SUJETA AL CAMBIO DE USO DE SUELO

La valoración económica se ha visto como un instrumento que permite poner en evidencia los diferentes usos de los recursos biológicos y la biodiversidad. Si se muestra que la conservación de la biodiversidad puede tener un valor económico positivo mayor que el de las actividades que la amenazan, la información que se pueda generar sobre sus beneficios ecológicos, culturales, estéticos y económicos apoyará las acciones para protegerla y conservarla productivamente, convirtiéndose en una herramienta importante para influir en la toma de decisiones gubernamentales y sociales, colectivas e individuales.

Por tanto, los objetivos del presente capítulo son: a) la estimación del valor económico de los recursos biológicos por especie, sean esos maderables o no maderables, independientemente si los productos son o no comercializables y b) analizar los beneficios que se están obteniendo por mantener una cubierta forestal que no permite la erosión del suelo y contribuyen a la permeabilidad del agua al subsuelo y que además es refugio, corredor biológico, zona de forrajeo, anidación etc.

Para determinar el valor económico de los recursos forestales de la superficie de cambio de uso de suelo en terreno forestal (CUSTF), se llevó a cabo con base en el estudio realizado por la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) en 1998, “La Diversidad Biológica de México: Estudio de País 1998”, específicamente en su Capítulo VII relacionado con la valoración económica de los recursos biológicos del país. En este estudio, la CONABIO utiliza el término capital natural, para la definición del valor económico de los servicios ambientales, incluyendo valores religiosos, culturales, éticos, estéticos, entre otros. Asimismo, clasifica los valores asociados a los recursos forestales en: valores de uso (directos e indirectos), y valores de no uso (de opinión, de herencia, de existencia), mismos que se enlistan en el **Cuadro XV:1**.

Cuadro XV:1. Clasificación de los valores asociados con los recursos forestales

Valor de uso		Valor de no uso		
<i>Directo</i>	<i>Indirecto</i>	<i>De opción</i>	<i>De herencia</i>	<i>De existencia</i>
Productos de consumo o servicios directos	Beneficios funcionales	Uso directo o indirecto futuro	Valor de legar valores a los descendientes	Valores éticos

Valor de uso	Valor de no uso		
Usos extractivos: <ul style="list-style-type: none"> Materia prima Alimentos Biomasa Cultivo y pastoreo Colecta de especímenes y material genético Conversión a otro uso Hábitat humano 	Ecosistématicas: <ul style="list-style-type: none"> Autopreservación y evaluación del sistema Ciclaje de nutrientes Conocimiento e investigación científica Hábitat migratorio Fijación de nitrógeno 	Continuidad del sistema	Conocimiento de la existencia
	Ambientales: <ul style="list-style-type: none"> Protección y regeneración de suelos Captación y purificación de agua Protección de cuencas Control de plagas Control de inundaciones Protección contra tormentas Regulación climática Retención de carbono Estabilización costera 	Obtención de nueva materia prima Nuevos conocimientos	Protección del hábitat Evitar cambios irreversibles
No extractivo: <ul style="list-style-type: none"> Salud Recreación Actividades culturales y religiosas Navegación Producción audio visual 			

En el **Cuadro XV:2** se presentan los costos de los productos forestales maderables y no maderables. Para los primeros, se tomó el volumen estimado en el capítulo VI; mientras, el precios del metro cubico de madera se obtuvo con base en el reporte de precios de productos forestales maderables de la CONAFOR. Los productos forestales no maderables se obtuvieron con base en el capítulo V mediante la densidad de palmas y epífitas existentes en el predio, mientras los costos por individuo se obtuvieron con base en los precios establecidos por el vivero del Centro de Investigación Científica de Yucatán, A.C.

Cuadro XV:2. Valoración económica de los recursos forestales maderables y no maderables

Especie	Densidad (ind/ha)	Volumen (m³/ha)	Densidad (ind/18.02)	Volumen (m³/18.02 ha)	Valor unitario (MXN)	Medida	Valor total (MXN)
Maderables							
Volumen total árbol	95	7.76	1,711	139.83	\$1,631	m³	\$228,062.73
No maderables							
<i>Thrinax radiata</i>	15	-	270	-	\$ 120	Planta (60 m)	\$32,400.00
<i>Sabal yapa</i>	3	-	54	-	\$ 45	Planta (60 m)	\$2,430.00

Especie	Densidad (ind/ha)	Volumen (m ³ /ha)	Densidad (ind/18.02)	Volumen (m ³ /18.02 ha)	Valor unitario (MXN)	Medida	Valor total (MXN)
<i>Oeceoclades maculata</i>	1	-	18	-	\$ 200	planta	\$3,600.00
<i>Anthurium schlechtendalii</i> *	1	-	N/D	-	\$ 42	planta	\$42.00
<i>Bromelia karatas</i> *	1	-	N/D	-	\$ 32	planta	\$32.00
Total							\$266,566.73

*Vistas en el predio pero no registrada en los sitios de muestreo

Por otro lado, para la valoración económica de la fauna silvestre que habita en el predio se utilizaron los datos obtenidos en el capítulo V. En total, el valor estimado para 33 especies registradas es \$489,286.61 para 18.02 ha (**Cuadro XV:3**).

Cuadro XV:3. Valoración económica de la fauna que habita en el predio

Nombre científico	No. Individuos	Densidad (ind/ha)	Densidad (ind/18.02)	Precio unitario (MX)	Valor total (MXN)
<i>Amazilia yucatanensis</i>	2	1	18	\$93.41	\$1,683.25
<i>Basiliscus vittatus</i>	2	1	18	\$500.00	\$9,010.00
<i>Buteo brachyurus</i>	1	1	18	\$500.00	\$9,010.00
<i>Buteo magnirostris</i>	1	1	18	\$500.00	\$9,010.00
<i>Catathartes aura</i>	10	6	108	\$93.41	\$10,099.49
<i>Chlorostilbon canivetii</i>	1	1	18	\$93.41	\$1,683.25
<i>Columbina talpacoti</i>	7	4	72	\$93.41	\$6,732.99
<i>Coragyps atratus</i>	9	5	90	\$93.41	\$8,416.24
<i>Crotophaga sulcirostris</i>	9	5	90	\$93.41	\$8,416.24
<i>Cyanocorax morio</i>	21	12	216	\$93.41	\$20,198.98
<i>Cyanocorax yncas</i>	12	7	126	\$93.41	\$11,782.74
<i>Cyanocorax yucatanicus</i>	44	24	432	\$93.41	\$40,397.96
<i>Didelphys virginiana</i>	1	1	18	\$4,760.00	\$85,775.20
<i>Dives dives</i>	16	9	162	\$93.41	\$15,149.23
<i>Glaucidium brasilianum</i>	1	1	18	\$93.41	\$1,683.25
<i>Icterus auratus</i>	8	4	72	\$93.41	\$6,732.99
<i>Icterus cucullatus</i>	2	1	18	\$93.41	\$1,683.25
<i>Icterus gularis</i>	2	1	18	\$93.41	\$1,683.25
<i>Icterus prosthemelas</i>	1	1	18	\$93.41	\$1,683.25
<i>Melanerpes aurifrons</i>	2	1	18	\$93.41	\$1,683.25
<i>Mimus gilvus</i>	29	16	288	\$93.41	\$26,931.97
<i>Myiarchus yucatanensis</i>	3	2	36	\$93.41	\$3,366.50
<i>Myiozetetes similis</i>	4	2	36	\$93.41	\$3,366.50
<i>Norops sagrei</i>	3	2	36	\$93.41	\$3,366.50
<i>Ortalis vetula</i>	38	21	378	\$93.41	\$35,348.21
<i>Peromyscus mexicanus</i>	1	1	18	\$4,760.00	\$85,775.20

Nombre científico	No. Individuos	Densidad (ind/ha)	Densidad (ind/18.02)	Precio unitario (MX)	Valor total (MXN)
<i>Pitangus sulphuratus</i>	7	4	72	\$93.41	\$6,732.99
<i>Quiscalus mexicanus</i>	48	27	487	\$93.41	\$45,447.70
<i>Saltator atriceps</i>	2	1	18	\$93.41	\$1,683.25
<i>Saltator coerulescens</i>	4	2	36	\$93.41	\$3,366.50
<i>Sceloporus chrysostictus</i>	3	2	36	\$500.00	\$18,020.00
<i>Tyrannus melancholicus</i>	1	1	18	\$93.41	\$1,683.25
<i>Xiphorhynchus flavigaster</i>	1	1	18	\$93.41	\$1,683.25
Total					\$489,286.61

Por otra parte, en el **Cuadro XV:4** se presentan los valores de los recursos asociados a la flora, con base en la estimación realizada para la Reserva de la Biósfera de Sian Ka'an, presentado en el capítulo VII en "La Diversidad Biológica de México: Estudio de País 1998" por la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). En específico, este estudio muestra valores económicos respecto al servicio de ecoturismo, depósito de carbono, valor farmacéutico de las especies, y por su propia existencia. Sin embargo, debido a la localización y condiciones del predio en estudio, no se contempla el valor de servicio ecoturístico.

Cuadro XV:4. Evaluación económica de los recursos asociados a la flora

Concepto de valoración	Valor por hectárea (USD)	Hectáreas del CUSTF	Valor total (USD)*	Valor total (MXN)
Valor del depósito de carbono por hectárea	\$3,600.00	18.02	\$64,872.00	\$1,115,019.94
Valor farmacéutico anual	\$90.00		\$1,621.80	\$27,875.50
Valor por existencia propia	\$10.00		\$180.20	\$3,097.28
Total				\$1,145,992.72

En resumen, el predio sujeto a cambio de uso de suelo para el proyecto denominado Arbolada II, se valorizó en \$1,901,846.06, incluyendo el valor de los recursos forestales, fauna silvestre y los recursos asociados a la flora (**Cuadro XV:5**).

Cuadro XV:5. Evaluación económica de los recursos naturales del predio

Concepto de valoración	Valor total (MXN)
Recursos forestales	\$266,566.73
Fauna silvestre	\$489,286.61
Recursos asociados a la flora	\$1,145,992.72
Total	\$1,901,846.06

XVI ESTIMACIÓN DEL COSTO DE LAS ACTIVIDADES DE RESTAURACIÓN CON MOTIVO DEL CAMBIO DE USO DE SUELO

La restauración de una superficie sobre la que se ha llevado el cambio de uso de suelo en terreno forestal, requiere de la implementación de acciones diferentes a corto, mediano y largo plazo, las cuales están encaminadas a propiciar un medio adecuado para el desarrollo de la vegetación según su edad y requerimientos de hábitat.

- Corto plazo (1 año)

Las actividades a corto plazo se refieren a aquellas que preparan la superficie a restaurar para recibir a las plantas que serán sembradas. También, contempla las primeras acciones para garantizar las sobrevivencia de las plantas, el mantenimiento y el monitoreo de la evolución de las siembras. En el **Cuadro XVI:1**, se enlistan las actividades a realizar a corto plazo.

Cuadro XVI:1. Actividades de restauración a corto plazo.

ACTIVIDAD, OBRA O PRÁCTICA	DESCRIPCIÓN
Producción y/o adquisición de planta de ciclo largo	Se recomienda la producción de plantas a partir del material vegetal silvestre, ya sea a partir de semilla o propágulos. En caso de adquirir las plántulas, estas deberán cumplir con los siguientes requisitos: <ul style="list-style-type: none">• Deberán presentar un color vigoroso• Follaje frondoso según la especie• Sin signos de enfermedades• Sin signos de ataque por plaga• Raíces sin daño aparente• Sin signos de deshidratación• Sin ramas rotas
Subsoleo con bulldozer	En esta modalidad se utiliza un tractor de oruga. Se recomienda en terrenos muy compactados. La penetración del cincel es de mínimo 0.6m
Reforestación en terreno subsoleado	La actividad se refiere a la reforestación en terrenos que ya han sido trabajados previamente con maquinaria.
Transporte de planta	En caso de que las plantas a sembrar sean adquiridas, estas deberán ser transportadas en vehículos que las protejan de la insolación. Por otro lado, las plantas no deberán colocarse una sobre otra para evitar daños físicos.
Construcción de brecha corta fuego	Esta consiste en realizar una excavación de por lo menos

ACTIVIDAD, OBRA O PRÁCTICA	DESCRIPCIÓN
	20 cm de profundidad y 40 cm de ancho, alrededor del predio.
Cercado	Consiste en el trazo de la línea, limpieza o chapoteo de la vegetación, apertura de pozo para los postes y construcción del cercado
Riego manual	Riego manual con mochila aspersora o cubeta
Fertilización de hojosas	Para la fertilización de las plantas a sembrar, se recomienda únicamente el uso de compuestos orgánicos, o aprobados por la legislación aplicable.
Asistencia técnica	Esta actividad tiene el fin de evaluar el desarrollo de las actividades de restauración en esta primera etapa

- Mediano plazo (2 a 5 años)

Las actividades de mediano plazo tiene el propósito de dar mantenimiento a la restauración, para asegurar la máxima sobrevivencia. En el **Cuadro XVI:2**, se enlistan las actividades a realizar a mediano plazo.

Cuadro XVI:2. Actividades de restauración a medio plazo.

ACTIVIDAD, OBRA O PRÁCTICA	DESCRIPCIÓN
Limpieza, podas o desrames	En general se trata de mantener las condiciones adecuadas para el desarrollo de las plantas sembradas, removiendo hierbas, costando ramas y hojas secas, limpiando el terreno y manteniendo la funcionalidad de la brecha.
Brecha corta fuego (3 años)	
Vigilancia para evitar afectaciones antropogénicas	Se debe mantener el predio en vigilancia con el fin de evitar daños sobre las plantas sembradas.
Asistencia técnica	Para la evaluación de los resultados de esta etapa.

- Largo plazo (>5 años)

Finalmente a largo plazo, se prevé la evaluación de los indicadores que determinen el grado de éxito de las actividades de restauración.

- Costos de la restauración

Para la estimación de los costos de la restauración se tomó como base los costos de los Apoyos 2016 de la CONAFOR, los cuales son presentado en el **Cuadro XVI:3** de acuerdo a las actividades mencionadas anteriormente y los plazos establecidos

Cuadro XVI:3. Costos de la restauración a corto, mediano y largo plazo.

Actividades	Costo unitario	Unidad de medida	Cantidad por hectárea	Costo por hectárea	Costo del proyecto
Corto plazo (1 año)					
Obras de restauración					
Producción de planta de ciclo corto	\$2.50	planta	865	\$2,162.50	\$38,968.25
Subsuelo bulldozer	\$1.00	m ²	-	\$10,000.00	\$180,200.00
Reforestación en suelo subsolado	\$3.12	planta	865	\$2,698.80	\$48,632.38
Transporte de la planta	\$0.34	planta	865	\$294.10	\$5,299.68
Asistencia técnica	\$1,500.00	ha	1	\$1,500.00	\$27,030.00
Protección y mantenimiento					
Brechas corta fuego	\$5,487.00	km	-	-	\$10,974.00
Cercado de postes de madera	\$26,193.00	km	-	-	\$52,386.00
Riego manual	\$2.16	planta	865	\$1,868.40	\$33,668.57
Fertilización	\$2.50	planta	865	\$2,162.50	\$38,968.25
Asistencia técnica	\$1,500.00	hectárea	1	\$1,500.00	\$27,030.00
Total (Corto plazo)					\$463,157.13
Mediano plazo (2 -5 años)					
Mantenimiento					
Limpieza, podas o despalmes (5 años)	\$12.00	planta	865	\$10,380.00	\$187,047.60
Brecha corta Fuego (3 años)	\$1,000.00	km	2	\$2,000.00	\$36,040.00
Fertilización	\$2.50	planta	865	\$2,162.50	\$38,968.25
Vigilancia para evitar afectaciones antropogénicas	\$500.00	visitas	4	\$2,000.00	\$36,040.00
Asistencia técnica	\$1,500.00	visitas	1	\$1,500.00	\$27,030.00
Evaluación de sobrevivencia (5 años)	\$2,500.00	visitas	1	\$2,500.00	\$45,050.00
Reposición de planta (40%)					
Producción de planta de ciclo corto	\$2.50	planta	346	\$865.00	\$15,587.30
Transporte de la planta	\$0.34	planta	346	\$117.64	\$2,119.87
Apertura de la cepa	\$2.89	planta	346	\$999.94	\$18,018.92
Plantación	\$3.12	planta	346	\$1,079.52	\$19,452.95
Asistencia técnica	\$1,500.00	hectárea	1	\$1,500.00	\$27,030.00
Total (Mediano plazo)					\$452,384.89
Largo plazo (5-15años)					
Brecha corta fuego (3 años)	\$1,000.00	km	10	\$10,000.00	\$180,200.00
Vigilancia para evitar afectaciones antropogénicas	\$500.00	visitas	10	\$5,000.00	\$90,100.00
Asistencia técnica	\$750.00	visitas	10	\$7,500.00	\$135,150.00
Medición de indicadores que den muestra del éxito de la restauración	\$3,500.00	visitas	10	\$35,000.00	\$630,700.00
Imprevistos	-	-	-	-	\$100,000.00
Total (Largo plazo)					\$1,136,150.00
Total general					\$2,051,692.02

Con base en los valores obtenidos, el costo de la restauración es \$2, 051,692.02 para los tres plazos establecidos (corto, mediano y largo), con un tiempo máximo de cinco años. Los costos a corto plazo se estimaron en \$463,157.13, en este incluye principalmente el manejo del suelo y plantación. Cabe aclarar, que se propone subsolado con bulldozer bajo el supuesto que el terreno a restaurar será un acahual. Por otra parte, se propone una densidad de 865 individuos por hectárea, ya que de acuerdo con la CONAFOR, es la densidad idónea para las selvas y zonas áridas.

Por otro lado, para las actividades a mediano plazo se estimó un costo de \$452,384.89, incluyendo limpieza, podas y despalmes, mantenimiento de la brecha corta fuego, la fertilización, vigilancia para detectar agentes patógenos y reposición de la planta muerta durante el proceso de aclimatación. Finalmente, en un plazo de 5 a 10 años se proponen las actividades de largo plazo, las cuales consisten principalmente es el mantenimiento y medir el éxito de la reforestación, el costo estimado es \$1,136,150.00.

XVII IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LA INFORMACIÓN SEÑALADA EN LAS FRACCIONES ANTERIORES

XVII.1 BIBLIOGRAFÍA

- Arellano M., J. J. L. 1994. La degradación de suelo por erosión hídrica en Chiapas: evaluación y principios tecnológicos para su control. Tesis Profesional. Departamento de Irrigación de la Universidad Autónoma Chapingo, Estado de México. México.
- Asociación Mexicana de Profesionales Inmobiliarios. Boletín. Octubre 2015.
- Bautista, F., E. Batilori-Sampedro, G. Palacio, M. Ortiz-Pérez y M. Castillo-González. 2005. Integración del conocimiento actual sobre los paisajes geomorfológicos de la Península de Yucatán, p. 33-58. En F. Bautista y G. Palacio (Eds). Caracterización y Manejo de los Suelos de la Península de Yucatán: Implicaciones agropecuarias, forestales y ambientales. Universidad Autónoma de Campeche, Universidad Autónoma de Yucatán. 282 p.
- Bautista-Zuñiga F., Cram-Heydrich S. y Sommer Cervantes I. 2004. Suelos. En: Bautista-Zuñiga F., Delfin-Gonzalez H., Palacio Prieto J.L. y Delgado-Carranza M.C. pp. 73-115. Técnicas de muestreo para manejadores de recursos naturales, UNAM, México, D.F.
- Berger J. 1997. Population constraints associated with the use of black rhino as an umbrella species for desert herbivores. *Cons. Biol.* 11: 69-78.
- Bezaury-Creel J.E., J. Fco. Torres, L. M. Ochoa. 2007. Base de Datos Geográfica de Áreas Naturales Protegidas Estatales del Distrito Federal y Municipales de México - Versión 1.0, Agosto 30, 2007. The Nature Conservancy / PRONATURA A.C / Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad / Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas
- BLM (U.S.D.I., Bureau of Land Management), 1980. Visual resource management program. Government Printing Office, Washington D.C.
- Butterlin, J. y F. Bonet. 1963. Carta Geológica de la Península de Yucatán. Ingeniería Hidráulica en México. En Morán C. D., 1984. Geología de la República Mexicana
- Caro T, O'Doherty G. 1999. On the use of surrogate species in conservation biology. *Cons. Biol.* 13: 805-814.
- Caro T (2003) Umbrella species: critique and lessons from East Africa. *Anim. Cons.* 6: 171-181.

- Carreón-Santos R.J. y Valdez-Hernández J.I. 2014. Estructura y diversidad arbórea de vegetación secundaria derivada de un selva mediana subperennifolia en Quintana Roo. *Revista Chapingo Serie Ciencias Forestales y del Ambiente* 20:119-129.
- Cancino J. 2006. *Dendrometría básica*. Universidad de Concepción, Facultad de Ciencias Forestales, Concepción, Chile.
- Casanoves F., L. Pla, J. A. Di Rienzo (Eds.). 2011. *Valoración y análisis de la diversidad funcional y su relación con los servicios ecosistémicos*. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE). Turrialba, C.R. 84 p.
- Charvet G., 2009. *Exploration, modeling and management of groundwater resources in Northern Quintana Roo, Mexico*. Master Thesis. Technical University of Denmark.
- Chow V. T., D. Maidment, L. Mays. 1994. *Hidrología Aplicada*. McGraw-Hill
- CONAFOR. 2003. SIRE-Paquete Tecnológico. *Tabebuia chrysantha* (Jacq.) Nicholson. Comisión Nacional Forestal. Disponible en: <<http://www.conafor.gob.mx:8080/documentos/docs/13/1006Tabebuia%20chrysantha.pdf>>
- CONAGUA, 2002. *Determinación de la disponibilidad de agua en el acuífero Cerros y Valles, Estado de Quintana Roo*, Comisión Nacional del Agua, Subgerencia Técnica.
- CONAFOR. 2013. *Inventario Estatal Forestal y de Suelos Quintana Roo 2013*. Comisión Nacional Forestal, Zapopan, Jalisco.
- CONAFOR. 2012. *Inventario Nacional Forestal y de Suelos. Informe 2004-2009*. Comisión Nacional Forestal. Zapopan, Jalisco.
- CONANP, 2014. *Datos espaciales de las Áreas Naturales Protegidas Federales de México construidos con apego a decretos de creación publicados en el Diario Oficial de la Federación 1917-2013. Manejo de datos espaciales con herramientas de los sistemas de información geográfica de la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas*. Diciembre 2014.
- Conesa Fernández. 1997. *Guía metodológica para la evaluación del impacto ambiental*. Ediciones Mundi-Prensa, España.
- Conjunto de datos vectoriales fisiográficos de Quintana Roo, escala 1:1,000,000, Serie I.
- Cortés, T.H.G. 1991. *Caracterización de la erosividad de la lluvia en México utilizando métodos multivariados*. Tesis maestría en Ciencias. Colegio de Postgraduados, Montecillo, México, 168 pp.
- Costanza, R; d'Arge, R; de Groot, R; Farber, S; Grasso, M; Hannon, B; Limburg, K; Naeem, S; O'Neill, RV; Paruelo, J; Raskin, RG; Sutton, P; van den Belt, M. 1997. *The value of the world's ecosystem services and natural capital*. *Nature* 387: 253-260.
- Cruz G. B., 2003. *La cuenca como unidad de planeación ambiental*. En: 4° Seminario sobre instrumentos económicos para cuencas ambientales. 2003. Dirección general de

- Investigación de Política y Economía Ambiental. Instituto Nacional de Ecología-SEMARNAT.
- Curtis J.T. y McIntosh R.P. 1951. An upland forest continuum in the Prairie-Forest border region of Wisconsin. *Ecology*, 32:476-496.
- Díaz, S; Lavorel, S; Chapin III, FS; Tecco, PA; Gurvich, DE; Grigulis, K. 2006. Functional diversity – at the crossroads between ecosystem functioning and environmental filters. In *Terrestrial ecosystems in a changing World*. Canadell, J; Pitelka, LF; Pataki, D. Eds. p. 103-113.
- Díaz, S; Lavorel, S; Stuart Chapin, F; Tecco, PA; Gurvich, DE; Grigulist, K. 2007. Functional Diversity – at the Crossroads between Ecosystem Functioning and Environmental.
- Duno de Stedano R. 2010. Leguminosas. En: Durán R. y Méndez M. Eds. *Biodiversidad y Desarrollo Humano en Yucatán*, p. 188, CICY, CONABIO, SEDUMA, Yucatán.
- Espinosa, G. (2001) *Fundamentos de Evaluación de Impacto Ambiental*. Banco Interamericano de Desarrollo y Centro de Estudios para el Desarrollo, Chile (Coed.).183 pp.
- Favreau J, Drew A, Hess G, Rubino M, Koch F, Eschelbach K. 2006. Recommendations for assessing the effectiveness of surrogate species approaches. *Biodiv. Cons.* 15: 3949-3969.
- Fernández-Carnevali G.C., Tapia-Muñoz J.L., Duno de Stefano R., Ramírez-Morillo I.M., Can Itza L., Hernández-Aguilar S. y Castillo A. 2012. La flora de la Península de Yucatán Mexicana: 250 años de conocimiento florístico. *Biodiversitas*, 101:6-10.
- Filters. In: Canadell, JG; Pataki, DE; Pitelka, LF. *Terrestrial Ecosystems in a Changing World*. Springer-Verlag, Nueva York. P. 81-91.
- Fragoso, L. P. 2003. Estimación del contenido y captura de carbono en biomasa aérea del predio “Cerro Grande” municipio de Tancitaro, Michoacán, México. Tesis de licenciatura. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Uruapan, Michoacán, 2003.
- Foster, P. W. 1975. *Introducción a la Ciencia Ambiental*. México, El Ateneo, 186 p.
- García E. 2003. Distribución de la precipitación en la República Mexicana. *Investigaciones Geográficas (Mx)* [en línea] abril de 2003.
- García, E. 1981. *Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Köppen para Adaptarlo a las Condiciones de la República Mexicana*. Offset Larios. México. 246 p.
- García-Esteban L., Guindeo-Casasus A., Peraza-Oramas C. y Palacios de Palacios P. 2003. *La madera y su anatomía*. Muni-Prensa. México, D.F.
- Godínez-Ibarra O. y López-Mata L. 2002. Estructura, composición, riqueza y diversidad de árboles en tres muestras de selva mediana subperennifolia. *Anales del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México. Serie botánica*, 73:283-314.
- Gómez Orea. 1999. *Evaluación del impacto ambiental*. Ediciones Mundi-Prensa, España.

- Gutiérrez M. A y Cervantes M. A. 2008b. Estudios Realizados en el Acuífero Norte de Quintana Roo, México, p9-35. En Gutiérrez M. A y Cervantes M. A. (Eds) Estudio Geohidrológico del Norte de Quintana Roo. Universidad de Quintana Roo, Unidad Académica Cozumel, Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología. México.
- Hitt NP, Frissell CA (2004) A case study of surrogate species in aquatic conservation planning. *Aquat. Cons.: Mar. Freshw. Ecosyst.* 14: 625-633.
- INEGI, 2004. Guía para la interpretación de cartografía edafológica.
- INIFAP. 2010. Propuesta de ordenamiento productivo de las regiones áridas y semiáridas del estado de Coahuila. INIFAP-SAGARPA. Centro de Investigación Regional Noreste. Hidrológico-ambiental. Tesis Doctoral. Colegio de Postgraduados. Montecillo, Texcoco, Edo. De México.
- INIFAP. 2010. Propuesta de ordenamiento productivo de las regiones áridas y semiáridas del estado de Coahuila. INIFAP-SAGARPA. Centro de Investigación Regional Noreste.
- INEGI. 2005. Guía para la interpretación cartográfica de uso del suelo y vegetación Serie III. INEGI, México, D.F.
- INEGI, 2005. Guía para la interpretación de Cartografía Geológica.
- IUSS Grupo de Trabajo WRB. 2007. Base Referencial Mundial del Recurso Suelo. Primera actualización 2007. Informes sobre Recursos Mundiales de Suelos No. 103. FAO, Roma.
- Leigue-Gómez J.W. 2011. Regeneración natural de nueve especies maderables en un bosque intervenido de la Amazonia Boliviana. *Acta Amazónica*, 41:135-142.
- Li Fengli (2012) On forests' role in protecting ecological environment. *Priv Technol* (07):2-3
- Lugo Hubp, J., J. F. Acevedo Quesada, R. Espinaza Pereña, 1992. Rasgos geomorfológicos mayores de la Península de Yucatán. *Revista del Instituto de Geología*, 9:2: 143-150.
- Magurran A. E. 2013. *Measuring biological diversity*. Blackwell Science, Oxford.
- Mandrugano-Rodriguez, S. 2011. Conceptos generales de ecología poblacional en el manejo de fauna silvestre. En: Gallina-Tesaro, S. y López-González, C., Eds. *Manual de Técnicas para el estudio de la fauna*, pp. 37-60, Universidad Autónoma de Querétaro e Instituto de Ecología, AC.
- Masera O. R., A. D. Cerón y A. Ordóñez. *Forestry mitigation options for Mexico: finding synergies between national sustainable development priorities and global concerns*. 2001. *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change* 6: 291-312, 2001. © 2001 Kluwer Academic Publishers. Printed in the Netherlands.
- Meza, V., F. Mora, E. Chaves, W. Fonseca. 2003. Crecimiento y edad del bosque natural con y sin manejo en el trópico húmedo de costa rica. XII Congreso Forestal Mundial, Quebec City, Canadá. FAO.

- Miranda F. y Hernández X. E. 1963. Los tipos de vegetación de México y su clasificación. UNAM-ENA. México, D.F.
- Miranda F. 1959. La vegetación de la Península de Yucatán, En: Beltrán E. Ed. Los recursos naturales del sureste y su aprovechamiento, pp. 215-271, Instituto Mexicano de Recursos Naturales Renovables, México.
- Moreno-D. A.; Renner-I. 2007. Gestión integral de cuencas. La experiencia del proyecto regional de cuencas andinas. Centro Internacional de la Papa y Gobierno de Alemania. Lima, Perú. 234
- Moncada J., P. 2007. Evaluación y perspectivas del crecimiento turístico en el caribe mexicano (Quintana Roo, México). Tesis de Doctorado. Universidad Antonio de Nebrija.
- Noss R, Quigley H, Hornocker M, Merrill T, Paquet P. 1996. Conservation Biology and Carnivore Conservation in the Rocky Mountains. *Cons. Biol.* 10: 949-963.
- Olmsted C. I., López A. y Durán R. 1983. Vegetación de Sian Ka'an. En: CIQROO. Ed. Sian Ka'an, estudios preliminares de una zona en Quintana Roo propuesta como Reserva de la Biosfera, pp. 63-83, Centro de Investigaciones Científicas de Quintana Roo A.C., Quintana Roo.
- Pérez D. J., Villalobos D.M., Rosete V. F., Salinas C. E., Remond N. y Navarro S. E. 2011. Proyecto N° INE/ADA-016/2011: Elaboración de la cartografía del uso del suelo y de la vegetación en México, del período 1976-2008, Escala 1:250,000. Instituto Nacional de Ecología, SEMARNAT (www.ine.gob.mx/emapas/).
- Pérez N, S. 2013. Erosión hídrica en cuencas costeras de Chiapas y estrategias para su restauración hidrológico-ambiental. Tesis Doctoral. Colegio de Postgraduados. Montecillo, Texcoco, Edo. De México.
- Periódico Oficial del estado de Quintana Roo. 2014. Modificación del Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Benito Juárez, Quintana Roo. <<http://sema.qroo.gob.mx/bitacora/index.php/descargas-de-ordenamientos-y-plaes-de-manejo/programa-de-ordenamiento-ecologico-local-del-municipio-de-benito-juarez#>> (Consultado abril 2016)
- Pielou, E. C. 1966. The measurement of diversity in different types of biological collections. *Journal of theoretical biology*, 13:131-144.
- Pla, L. 2006. Biodiversidad: inferencia basada en el índice de Shannon y la riqueza. *Interciencia*, 31:583-590.
- Pope, K. O., A. C. Ocampo, G. L. Kinsland, and R. Smith. 1996. Surface expression of the Chicxulub Crater. *Geology* 24:527-530.
- Porrás I. T. 2003. Valorando los servicios ambientales de protección de cuencas: consideraciones metodológicas. International Institute for Environment and

- Development (IIED) Presentado en el III Congreso Latinoamericano de Protección de Cuencas. Arequipa, 9-13 de junio de 2003
- Prezas H., B. 2011. Áreas Naturales Protegidas de Quintana Roo. En: Pozo, C., Armijo Canto, N. y Calmé, S. (editoras). 2011. Riqueza Biológica de Quintana Roo. Un análisis para su conservación, Tomo I. El Colegio de la Frontera Sur (Ecosur), Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), Gobierno del Estado de Quintana Roo y Programa de Pequeñas Donaciones (ppd). México, D. F.
- Roberger y Angelstam, 2004. Usefulness of the umbrella species concept as a conservation tool. *Cons. Biol.* 18: 76-85.
- Roskov Y., Abucay L., Orrell T., Nicolson D., Kunze T., Culham A., Bailly N., Kirk P., Bourgoin T., DeWalt R.E., Decock W., De Wever A., eds. (2015). Species 2000 & ITIS Catalogue of Life, 2015 Annual Checklist. Digital resource at www.catalogueoflife.org/annual-checklist/2015. Species 2000: Naturalis, Leiden, the Netherlands.
- Santacruz De León, G. 2011. Estimación de la erosión hídrica y su relación con el uso de suelo en la cuenca del río Cahoacán, Chiapas, México.
- Sarabia, A. 1985. Un enfoque de sistemas para el desarrollo agrícola. IICA. Serie Desarrollo Institucional. San José, Costa Rica. 265 p.
- Sánchez O. S., L. Mendizábal, S. Calmé. Recuperación foliar en un acahual después del paso del huracán Wilma por la reserva ecológica del Eden, Quintana Roo. *Foresta Veracruzana*, Vol. 8, Núm. 1. 2006, pp. 37-42. Recursos Genéticos Forestales, México.
- Sélem-Salas, C.I. Sosa-Escalante, J. y Hernández-Betancourt, S. 2004. Aves y mamíferos En: Bautista-Zúñiga, F., Delfín-González, H., Palacio Prieto, J.L. y Delgado-Carranza, M.C. Eds.. *Técnicas de muestreo para manejadores de recursos naturales*, pp. 269-303, Universidad Nacional Autónoma de México, Universidad Autónoma de Yucatán, Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología e Instituto Nacional de Ecología.
- SEMARNAT-UACH. 2003. Evaluación de la pérdida de suelos por erosión hídrica y eólica en la República Mexicana, escala 1:1,000,000. Memoria 2001-2002.
- Shannon C. E. y Weaver W. 1964. *The Mathematical Theory of Communication*. University of Illinois Press, Urbana.
- Smith T.M. y Smith R.L. 2007. *Ecología Sexta edición*. Editorial Pearson. Madrid, España.
- Sociedad Hipotecaria Federal (2012) México: Rezago habitacional, Demanda de vivienda 2012 y Bono demográfico. Disponible en <http://www.shf.gob.mx/estadisticas/EstudiosVivienda/Documents/Rezago%20habitacional%20y%20Demanda%20de%20vivienda%202012.pdf>
- Sotomayor C. J. R., 2005. Características mecánicas y clasificación de la madera de 150 especies mexicanas. *Investigación e ingeniería de la madera*. Vol. 1, Núm. 1, Morelia, Michoacán, México, Junio 2005.

- Southworth, C. S., 1994. Structural and hydrologic applications of remote sensing data, Eastern Yucatán Península, México. Proceedings of the first multidisciplinary Conference on Sinkholes/Orlando, Florida.15-17 oct 1984.
- Tulczyk, M. S., E. Perry, Ch. E. Duller y M. Villasuso, 1993. Influence of the Holbox fracture on the karst geomorphology and hydrogeology of northern Quintana Roo, Yucatan Peninsula, Mexico. Applied Karst Geology, Beck (ed). Balkema, Rotterdam. Proceedings of the fourth Multidisciplinary Conference on Sinkholes and the Engineering and Environmental Impact of Karst Panama City/ Florida. 25-27 January 1993.
- Ugalde L.A. 1981. Conceptos básicos de dasometría. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. Programa de Recursos Naturales Renovables. Turrialba, Costa Rica.
- Vidal Z. R. 2005. Regiones Climáticas de México. Universidad Autónoma de México. México. D.F.
- Viñals M. J (Editora). 2002. Turismo en espacios naturales y rurales II. Universidad Politécnica de Valencia. 345 p.
- Wang, T., & Li, F. 2014. Forest Indicator: Forest Area (% of Land Area). In Human Green Development Report 2014 (pp. 171-187). Springer Berlin Heidelberg.
- Weitzenfeld, H. 1996. Manual Básico sobre Evaluación del Impacto en el Ambiente y la Salud Segunda Edición. Centro Panamericano de Ecología Humana y Salud División de Salud y Ambiente, Organización Panamericana de la Salud y Organización Mundial de la Salud (eds.). México.
- World Vision. 2004. Manual de manejo de cuencas. El Salvador. 154 p
- Yeomans W. C. 1986. Visual Impact Assessment: Changes in natural and rural environment. John Wiley and sons, New York.
- Zavala-Cruz J., David J. Palma, Carlos R. Fernández Cabrera, Antonio López Castañeda y Edgar Shirma. Degradación y conservación de suelos en la cuenca del Río Grijalva, Tabasco. Gobierno del Estado de Tabasco, SEMARNAT, COLPOS y PEMEX.

XVII.2 FOTOGRAFÍAS



Figura 1. Etiquetado de uno de los sitios de muestreo de vegetación



Fotografía 2. Apunte de datos de la dendrometría realizada en el sitio del proyecto



Fotografía 3. Thrinax radiata en un sitio de muestreo



Fotografía 4. Condición de la vegetación en un sitio de muestreo



Fotografía 3. Árboles marcados en uno de los sitios de muestreo de vegetación

XVII.3 METODOLOGÍA PARA LA EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES

Como se ha señalado en el capítulo IX del Documento Técnico Unificado para el proyecto Arbolada II, la metodología utilizada para la valoración de los impactos derivados en el predio por el cambio de uso de suelo en terrenos forestales es la propuesta por Conesa Fernández (1997)⁹⁷ y Gómez Orea (1999)⁹⁸, que consiste primero en identificar las acciones que pueden causar impactos sobre uno o más factores del medio susceptibles de recibirlos; en segundo término se procede a valorar los impactos para determinar su grado de importancia y, por último, se establecen las medidas preventivas, correctivas o compensatorias necesarias.

Dicha metodología fue elegida por encima de otras como la matriz de Leopold, check list o el método Batelle debido a que presenta diversas ventajas. La primer ventaja sobresaliente es que el método Conesa-Fernández permite hacer una valoración completa de los impactos considerando el factor que será impactado así como la actividad que generará el impacto, todo ello partiendo de una valoración inicial de la importancia de los elementos ambientales sujetos a recibir impactos. En segundo lugar el análisis de impactos puede ser aplicado por igual a cada una de las fases del proyecto, lo cual es de

⁹⁷ Conesa Fernández-Vítora, V., 1997. Guía Metodológica para la Evaluación del Impacto Ambiental. 3ª. ed. Ediciones Mundi-Prensa. 412 p

⁹⁸ Gómez Orea, D., 1999. Evaluación del Impacto Ambiental: un instrumento preventivo para la gestión ambiental. Coedición Ediciones Mundi-Prensa y Editorial Agrícola Española, S.A. 701 p

suma importancia si se considera que cualquier tipo de proyecto debe evaluarse desde el punto de vista de su interacción recíproca con el medio y, por tanto, en términos de la capacidad de acogida del proyecto por el mismo y de los efectos de éste sobre aquél (Conesa-Fernández, 1997) .En ese sentido, la evaluación del impacto ambiental debe partir del análisis de las diferentes etapas del proyecto, y del estudio del entorno o área de influencia de aquél.

Siguiendo las metodologías propuestas por Conesa-Fernández (1997) y Gómez-Orea (1999), en el proceso de evaluación del impacto ambiental es necesario primero identificar las acciones que pueden causar impactos sobre uno o más factores del medio susceptibles de recibirlos; en segundo término se procede a valorar los impactos para determinar su grado de importancia y, por último, se establecen las medidas preventivas, correctivas o compensatorias necesarias.

El propósito de la evaluación del impacto ambiental, según el Artículo 28 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente es establecer las condiciones a que se sujetará la realización de obras y actividades que puedan causar desequilibrio ecológico o rebasar los límites y condiciones establecidos en las disposiciones aplicables para proteger el ambiente y preservar y restaurar los ecosistemas, a fin de evitar o reducir al mínimo sus efectos negativos sobre el ambiente.

Por lo tanto, en el proceso de evaluación del impacto ambiental únicamente se está interesado en identificar y mitigar aquellas modificaciones imputables al proyecto que potencialmente puedan ser causantes de contingencia ambiental , desequilibrio ecológico, emergencia ecológica o daño ambiental irreversible , puesto que son éstas y no otras las que se consideran significativas para determinar la viabilidad del proyecto.

XVII.3.1 Metodología propuesta

La metodología propuesta para ser aplicada en el estudio de impacto ambiental del proyecto Arbolada II consiste, primero, en identificar las acciones que pueden causar impactos sobre uno o más factores del medio susceptibles de recibirlos; en segundo término se procede a identificar estos factores ambientales; y por último se valoran los impactos para determinar su grado de importancia. A continuación se describe la metodología empleada para la identificación y evaluación de los impactos ambientales del proyecto. Ver documentos anexos en relación a la metodología detallada.

Esta metodología corresponde al tipo de matrices de interacción de causa-efecto, que se caracterizan como cuadros de doble entrada en una de las cuales se disponen las acciones del proyecto que causan impactos y en la otra los elementos o factores ambientales relevantes receptores de los efectos. En la matriz se señalan las casillas donde se puede producir una interacción, las cuales identifican impactos potenciales, cuya significancia habrá de evaluarse posteriormente.

El uso de esta metodología presenta las siguientes ventajas: relaciona impactos con acciones, además de la identificación de impactos, tiene la propiedad de evaluar, predecir y es relativamente fácil de elaborar y de evaluar, además de que constituye un buen método para mostrar resultados preliminares. Además de las ventajas generales que presentan los métodos basados en relaciones causa-efecto, el método propuesto se justifica por proveer una alta certidumbre en la identificación de impactos, una valoración que limita en gran medida la subjetividad al considerar criterios de manifestación cualitativa de los impactos para determinar su importancia y, la cuantificación de efectos con el uso de valores numéricos y su posterior transformación a unidades conmensurables de importancia final. La interpretación de los resultados, por su tratamiento numérico, es objetiva y fácil de comunicar.

XVII.3.2 Identificación de las acciones del proyecto que pueden causar impactos

De entre toda la gama de acciones que intervienen en la relación causa-efecto que define un impacto ambiental, susceptibles de producir impactos concretos en cualquiera de las etapas del proyecto, se deben seleccionar aquellas que sean relevantes, excluyentes/independientes, fácilmente identificables, localizables y cuantificables (Gómez Orea, 1999)⁹⁹, ya que algunas de ellas no son significativas desde el punto de vista ambiental porque no modifican o alteran el ambiente o los recursos naturales, o bien porque su efecto es bajo o se puede anular con la adecuada y oportuna aplicación de medidas de prevención o mitigación.

Por otro lado, para la identificación de acciones, según Conesa-Fernández (1997), se deben diferenciar los elementos del Proyecto de manera estructurada, atendiendo entre otros los siguientes aspectos:

- Acciones que modifican el uso del suelo
- Acciones que implican emisión de contaminantes
- Acciones derivadas de almacenamiento de residuos
- Acciones que implican sobreexplotación de recursos
- Acciones que implican sub-explotación de recursos
- Acciones que actúan sobre el medio biótico

⁹⁹Según Gómez Orea (1999) estos términos deben entenderse como sigue

- Relevantes: han de ajustarse a la realidad del proyecto y ser capaces de desencadenar efectos notables,
- Excluyentes/independientes: para evitar solapamientos que puedan dar lugar a duplicaciones en la contabilidad de los impactos,
- Fácilmente identificables: susceptibles de una definición nítida y de una identificación fácil sobre planos o diagramas de proceso,
- Localizables: atribuibles a una zona o punto concreto del espacio en que se ubica el proyecto,
- Cuantificables: en la medida de lo posible, deben ser medibles en magnitudes físicas, y quedar descritas con la mayor aproximación posible en términos de:
 - Magnitud: superficie y volumen ocupados
 - Localización espacial
 - Flujo
 - Momento en que se produce la acción y plazo temporal en que opera.

- Acciones que dan lugar al deterioro del paisaje
- Acciones que repercuten sobre las infraestructuras
- Acciones que modifican el entorno social, económico y cultural
- Acciones derivadas del incumplimiento de la normatividad ambiental vigente

Tales acciones y sus efectos deben quedar determinados al menos en intensidad, extensión, persistencia, reversibilidad, recuperabilidad y momento en que intervienen en el proceso¹⁰⁰.

XVII.3.3 Identificación de los factores ambientales del entorno susceptibles a recibir impactos

Por otra parte los factores ambientales, son los elementos y procesos del medio que suele diferenciarse en dos Sistemas: Medio Físico y Medio Socioeconómico. El Medio Físico incluye tres subsistemas que son el Medio Inerte o Físico propiamente dicho, el Medio Biótico y el Medio Perceptual; en tanto que el Medio Socioeconómico incluye el Medio Socio-Cultural y el Medio Económico.

A cada uno de los subsistemas pertenece una serie de componentes ambientales susceptibles de recibir impactos, entendidos como elementos, cualidades y procesos del entorno que pueden ser afectados por el proyecto. La afectación, puede ser negativa o positiva.

Para seleccionar los componentes ambientales, tanto Gómez Orea (1999), como Conesa Fernández (1997), coinciden en que deben considerarse los siguientes criterios:

- Ser representativos del entorno afectado, y por tanto del impacto total producido por la ejecución del Proyecto sobre el Medio.
- Ser relevantes, es decir, portadores de información significativa sobre la magnitud e importancia del impacto.
- Ser excluyentes, es decir, sin solapamientos ni redundancias.

¹⁰⁰Según Conesa Fernández (1997), estos términos deben entenderse como sigue

- Intensidad. Se refiere al grado de incidencia de la acción sobre el factor, en el ámbito específico en que actúa. La escala de valoración está comprendida entre 1 y 12, en el que 12 expresa una destrucción total del factor en el área en la que se produce el efecto, y 1 indica una afectación mínima.
- Extensión. Se refiere al área de influencia teórica del impacto en relación con el entorno del proyecto, es decir, el porcentaje de área respecto al entorno en que se manifiesta el efecto.
- Persistencia. Se refiere al tiempo que, supuestamente, permanecería el efecto desde su aparición y, a partir del cual el factor afectado retornaría a las condiciones iniciales previas a la acción por medios naturales o mediante la introducción de medidas correctoras.
- Reversibilidad. Se refiere a la posibilidad de reconstrucción del factor afectado por el proyecto, es decir, la posibilidad de retornar a las condiciones iniciales previas a la acción, por medios naturales, una vez aquella deja de actuar sobre el medio.
- Recuperabilidad. Se refiere a la posibilidad de reconstrucción, total o parcial, del factor afectado como consecuencia del proyecto, es decir, la posibilidad de retornar a las condiciones iniciales previas a la actuación, por medio de la intervención humana.
- Momento en que interviene. Se refiere a la etapa del proceso constructivo en donde tiene lugar: fase pre-constructiva, constructiva u operacional.

- De fácil identificación tanto en su concepto como en su apreciación sobre información estadística, cartográfica o trabajos de campo.
- De fácil cuantificación, dentro de lo posible, ya que muchos de ellos serán intangibles o inconmensurables.

La valoración de los componentes ambientales, toma en cuenta la importancia y magnitud del mismo. Sin embargo, en muchos casos no es posible medir objetivamente tales parámetros y es necesario aplicar criterios subjetivos en su valoración. Cuando éste es el caso, se puede adoptar el criterio sugerido por Conesa-Fernández (1997): el valor ambiental de un factor o de una unidad de inventario es directamente proporcional al grado cualitativo enumerado a continuación:

- Extensión: área de influencia en relación con el entorno
- Complejidad: compuesto de elementos diversos
- Rareza: no frecuente en el entorno
- Representatividad: carácter simbólico. Incluye carácter endémico
- Naturalidad: natural, no artificial
- Abundancia: en gran cantidad en el entorno
- Diversidad: abundancia de elementos distintos en el entorno
- Estabilidad: permanencia en el entorno
- Singularidad: valor adicional por la condición de distinto o distinguido
- Irreversibilidad: imposibilidad de que cualquier alteración sea asimilada por el medio debido a mecanismos de autodepuración
- Fragilidad: endeblez, vulnerabilidad y carácter precedero de la cualidad del factor
- Continuidad: necesidad de conservación
- Insustituibilidad: imposibilidad de ser sustituido
- Clímax: proximidad al punto más alto de valor ambiental de un proceso
- Interés ecológico: por su peculiaridad ecológica
- Interés histórico-cultural: Por su peculiaridad histórico-monumental-cultural
- Interés individual: por su peculiaridad a título individual (carácter epónimo, mutante)
- Dificultad de conservación: dificultad de subsistencia en buen estado
- Significación: importancia para la zona del entorno.

Los distintos factores del medio presentan importancias distintas de unos respecto a otros, en cuanto a su mayor o menor contribución a la situación ambiental. Considerando que cada factor representa sólo una parte del medio ambiente, es importante disponer de un mecanismo según el cual todos ellos se puedan contemplar en conjunto, y además ofrezcan una imagen coherente de la situación al hacerlo, o sea, ponderar la importancia

relativa de los factores en cuanto a su mayor o menor contribución a la situación del medio ambiente.

Con éste fin se atribuye a cada factor un peso o índice ponderal, expresado en unidades de importancia (UIP), y el valor asignado a cada factor resulta de la distribución relativa de mil unidades asignadas al total de factores ambientales (Medio Ambiente de Calidad Óptima) (Esteban Bolea, 1984, En: Conesa Fernández, 1997).

Los distintos factores del medio presentan importancias distintas de unos respecto a otros, en cuanto a su mayor o menor contribución a la situación ambiental. Considerando que cada factor representa sólo una parte del medio ambiente, es importante disponer de un mecanismo según el cual todos ellos se puedan contemplar en conjunto, y además ofrezcan una imagen coherente de la situación al hacerlo, o sea, ponderar la importancia relativa de los factores en cuanto a su mayor o menor contribución a la situación del medio ambiente.

Con este fin se atribuye a cada factor un peso o índice ponderal, expresado en unidades de importancia (UIP), y el valor asignado a cada factor resulta de la distribución relativa de mil unidades asignadas al total de factores ambientales (Medio Ambiente de Calidad Óptima) (Esteban Bolea, 1984, En: Conesa Fernández, 1997).

XVII.3.4 Identificación, descripción y valoración de impactos potenciales

El estudio de impacto ambiental es una herramienta fundamentalmente analítica, de investigación prospectiva de lo que puede ocurrir, por lo que la clarificación de todos los aspectos que lo definen y en definitiva de los impactos (interrelación Acción del Proyecto-Factor del medio), es indispensable. Por lo tanto, no es válido pasar a un proceso de evaluación de impactos sin un análisis previo en el que se enuncien, describan y examinen los factores más importantes constatados, justificando por qué merecen una determinada valoración.

En esta fase se cruzan las dos informaciones (factores del medio, acciones del proyecto), con el fin de prever las incidencias ambientales derivadas tanto de la ejecución del proyecto, como de su operación, para poder valorar su importancia.

La valoración cualitativa se efectúa a partir de la matriz de impactos en la que en cada casilla de cruce se anota la importancia del impacto determinada como se indicará más adelante. Con esta matriz se mide el impacto ambiental (Iij) generado por una acción simple de una actividad (Ai) sobre un factor ambiental considerado (Fj), es decir, que se medirá el impacto con base al grado de manifestación cualitativa del efecto que quedará reflejado en lo que definimos como importancia del impacto.

La importancia del impacto es pues, el ratio mediante el cual medimos cualitativamente el impacto ambiental, en función, tanto del grado de incidencia o intensidad de la alteración producida, como de la caracterización del efecto, que responde a su vez a una serie de atributos de tipo cuantitativo. El valor de importancia del impacto, se establece en función de 11 características.

La primera de ellas se refiere a la naturaleza del efecto (positivo o negativo), en tanto que la segunda representa el grado de incidencia o intensidad del mismo y los nueve restantes (extensión, tipo de efecto, plazo de manifestación, persistencia, reversibilidad, recuperabilidad, sinergia, acumulación y periodicidad), los atributos que caracterizan a dicho efecto.

Dichas características se representan por símbolos que ayudan a visualizar e identificar rápidamente a cada una y forman parte de una ecuación que indica la importancia del efecto de una acción sobre un factor ambiental. A saber:

$$I = \pm (3IN + 2EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC)$$

Donde:	I	= Importancia del impacto
	±	= Signo
	IN	= Intensidad
	EX	= Extensión
	MO	= Momento
	PE	= Persistencia
	RV	= Reversibilidad
	SI	= Sinergia
	AC	= Acumulación
	EF	= Efecto
	PR	= Periodicidad
	MC	= Recuperabilidad

La importancia del impacto se representa por un número que se deduce de dicha ecuación, en función del valor asignado a los símbolos considerados, según se muestra en el **Cuadro XVII:1**.

La importancia del impacto toma valores entre 13 y 100. En términos generales puede afirmarse que los valores inferiores a 25 son irrelevantes, entre 25 y 50 moderados, entre 50 y 75 severos y superiores a 75 deben considerarse críticos.

Siguiendo el método propuesto por Conesa Fernández (1997), en aquellas casillas de cruce que correspondan a los impactos más importantes, a los que se produzcan en lugares o momentos críticos y sean de imposible corrección y que darán lugar a las mayores puntuaciones en el recuadro relativo a la importancia, se le superpondrán las llamadas

Alertas o Banderas Rojas, para llamar la atención sobre el efecto y buscar alternativas en el proyecto que eliminen la causa y la permuten por otra de efectos menos nocivos.

Si no es posible modificar la actividad o acción impactante, deben buscarse medidas correctivas, de mitigación o de compensación que anulen, palien o mitiguen los efectos negativos.

Cuadro XVII:1. Importancia del Impacto. Se indican las 11 características que conforman la importancia del impacto, así como los valores que pueden adoptar cada una dependiendo de su grado de acción. Tomado de Conesa Fernández (1997).

NATURALEZA		INTENSIDAD (IN) (grado de destrucción)	
- Impacto Beneficioso	+	- Baja	1
- Impacto Perjudicial	-	- Media	2
		- Alta	4
		- Muy Alta	8
		- Total	12
EXTENSIÓN (EX) (Área de influencia)		MOMENTO (MO) (Plazo de la manifestación)	
- Puntual	1	- Largo Plazo	1
- Parcial	2	- Medio Plazo	2
- Extenso	4	- Inmediato	4
- Total	8	- Crítico	(+4)
- Crítica	(+4)		
PERSISTENCIA (PE) (Permanencia del efecto)		REVERSIBILIDAD (RV)	
- Fugaz	1	- Corto Plazo	1
- Temporal	2	- Medio Plazo	2
- Permanente	4	- Irreversible	4
SINERGIA (SI) (Regularidad de la manifestación)		ACUMULACIÓN (AC) (Incremento progresivo)	
- Sin sinergismo (simple)	1	- Simple	1
- Sinérgico	2	- Acumulativo	4
- Muy sinérgico	4		
EFECTO (EF) (Relación causa-efecto)		PERIODICIDAD (PR) (Regularidad de la manifestación)	
- Indirecto	1	- irregular o aperiódico y discontinuo	1
- Directo	4	- Periódico	2
		- Continuo	4
RECUPERABILIDAD (MC) (Reconstrucción por medios humanos)		IMPORTANCIA (I)	
- Recuperable de manera inmediata	1	$I = \pm (3IN + 2EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC)$	
- Recuperable a medio plazo	2		
- Mitigable	4		
- Irrecuperable	8		

A fin de clarificar el significado de las características expresadas y sus valores, se describe a continuación cada una de ellas.

Signo. El signo hace referencia al carácter benéfico (+) o perjudicial (-) de las distintas acciones que van a actuar sobre los factores considerados. Sin embargo, en ocasiones no es fácil predecir el efecto por lo que se puede incluir un tercer valor (x), que refleja efectos cambiantes difíciles de predecir.

Intensidad. Se refiere al grado de incidencia de la acción sobre el factor, en el ámbito específico en que actúa. La escala de valoración está comprendida entre 1 y 12, en el que 12 expresa una destrucción total del factor en el área en la que se produce el efecto, y 1 indica una afectación mínima.

Extensión. Se refiere al área de influencia teórica del impacto en relación con el entorno del proyecto, es decir, el porcentaje de área respecto al entorno en que se manifiesta el efecto. Esta característica se valora con escala entre 1 y 8 en la que 1 representa un efecto muy localizado o puntual y 8 representa una ubicación de influencia generalizada en todo el entorno del proyecto. Esta característica introduce un valor adicional que aplica si el impacto se produce en un lugar crítico. En este caso se deben sumar cuatro unidades al número que resultó de la valoración del porcentaje de extensión en que se manifiesta. Cuando éste es el caso, y además se trata de un impacto peligroso para el cual no es posible introducir medidas correctoras, deberá buscarse otra alternativa a la actividad.

Momento. El plazo de manifestación del impacto alude al tiempo que transcurre entre la aparición de la acción y el comienzo del efecto sobre el factor del medio considerado. Cuando el tiempo transcurrido sea nulo, el momento será inmediato, y si es inferior a un año, Corto Plazo, asignándole en ambos casos un valor de 4. Si el período de tiempo va de 1 a 5 años, Medio Plazo, se asigna el valor 2 y si el efecto tarda en manifestarse más de 5 años se califica con 1, Largo Plazo. Si ocurriese alguna circunstancia que hiciese crítico el momento del impacto, cabría atribuirle un valor de 1 a 4 unidades que se suman al valor obtenido previamente, según su momento de acción.

Persistencia. Se refiere al tiempo que, supuestamente, permanecería el efecto desde su aparición y, a partir del cual el factor afectado retornaría a las condiciones iniciales previas a la acción por medios naturales o mediante la introducción de medidas correctoras. Si la persistencia del efecto tiene lugar durante menos de 1 año, consideramos que la acción produce un efecto fugaz, asignándole un valor de 1. Si dura entre 1 y 10 años, se califica como temporal (2) y si el efecto tiene una duración superior a 10 años, se considera permanente y debe calificarse con un valor de 4.

Reversibilidad. Se refiere a la posibilidad de reconstrucción del factor afectado por el proyecto, es decir, la posibilidad de retornar a las condiciones iniciales previas a la acción, por medios naturales, una vez aquella deja de actuar sobre el medio. Siguiendo los intervalos de tiempo expresados para la característica previa, al Corto Plazo, se le asigna un valor de 1, si es a Medio Plazo 2 y si el efecto es irreversible 4.

Recuperabilidad. Se refiere a la posibilidad de reconstrucción, total o parcial, del factor afectado como consecuencia del proyecto, es decir, la posibilidad de retornar a las condiciones iniciales previas a la actuación, por medio de la intervención humana. Si el efecto es totalmente recuperable se le asigna un valor de 1 o 2, según lo sea de manera inmediata o a medio plazo, si lo es parcialmente, el efecto es mitigable, y toma un valor de 4, que se resta al valor de importancia total. Cuando el efecto es irre recuperable se le asigna el valor de 8. Si el efecto es irre recuperable pero existe la posibilidad de aplicar medidas compensatorias, entonces el valor que se adopta es 4.

Sinergia. Este atributo contempla el reforzamiento de dos o más efectos simples. La componente total de la manifestación de los efectos simples, provocados por acciones que actúan simultáneamente, es superior a la que cabría esperar de la manifestación de efectos cuando las acciones que las provocan actúan de manera independiente no simultánea. Cuando una acción actuando sobre un factor, no es sinérgica con otras acciones que actúan sobre el mismo factor, el atributo toma valor 1, si se presenta un sinergismo moderado 2 y si es altamente sinérgico 4.

Acumulación. Este atributo da idea del incremento progresivo de la manifestación del efecto, cuando persiste de forma continuada o reiterada la acción que lo genera. Cuando una acción no produce efectos acumulativos, el efecto se valora como 1 y si el efecto es acumulativo se califica con 4.

Efecto. Este atributo se refiere a la relación causa-efecto, o sea a la forma de manifestación del efecto sobre un factor, como consecuencia de una acción. El efecto puede ser directo o primario, siendo en este caso la repercusión de la acción a consecuencia directa de ésta y se califica con el valor 4. En el caso de que el efecto sea indirecto o secundario, su manifestación no es consecuencia directa de la acción, sino que tiene lugar a partir de un efecto primario, actuando éste como una acción de segundo orden. En este caso se califica con 1.

Periodicidad. Se refiere a la regularidad de manifestación del efecto, bien sea de manera cíclica o recurrente (efecto periódico), de forma impredecible en el tiempo (efecto irregular), o constante en el tiempo (efecto continuo). A los efectos continuos se les asigna un valor de 4, a los periódicos 2 y a los de aparición irregular y a los discontinuos con 1.

XVII.3.5 Medidas de prevención y/o corrección de impactos potenciales

No se debe pasar a las conclusiones respecto de la evaluación de los impactos, sin tomar en cuenta que éstos pueden ser mitigados o compensados por las acciones propuestas. Sin embargo, la eficiencia y eficacia de tales medidas, dependerá de la adecuada y oportuna aplicación de las mismas en los momentos sugeridos.

De acuerdo con Conesa Fernández (1997), prevenir, paliar o corregir el impacto ambiental significa introducir medidas preventivas y/o correctoras durante y después de implementar el proyecto a fin de:

- Explotar en mayor medida las oportunidades que brinda el medio en aras al mejor logro ambiental del proyecto o actividad.
- Anular, atenuar, evitar, corregir o compensar los efectos negativos que las acciones derivadas del proyecto producen sobre el medio ambiente, en el entorno de aquellas.
- Incrementar, mejorar y potenciar los efectos positivos que pudieran existir.

Adicionalmente, Gómez Orea (1999) señala que para la identificación y adopción de las medidas se deben tener en cuenta los siguientes criterios:

- Viabilidad técnica,
- Eficacia y eficiencia ambiental,
- Viabilidad económica y financiera, y
- Facilidad de implantación, mantenimiento, seguimiento y control.

Las medidas a tomar pueden ser de varios tipos. Protectoras, es decir, que evitan la aparición del efecto modificando los elementos que definen la actividad. Correctoras de impactos recuperables, dirigidas a anular, atenuar, corregir o modificar las acciones y efectos sobre los procesos productivos, condiciones de funcionamiento, factores del medio como agente transmisor, factores del medio como agente receptor u otros parámetros, como la modificación del efecto hacia otro de menos magnitud o importancia. Compensatorias, de impactos irrecuperables e inevitables, que no evitan la aparición del efecto, ni lo anulan o atenúan, pero contrapesan de alguna manera la alteración del factor. En cualquiera de los casos se debe incluir un apartado en el que se presente un informe de las medidas que se aplicarán incluyendo al menos lo siguiente:

- Impacto al que se dirige o efecto que pretende corregir, prevenir o compensar
- Definición de la medida
- Objetivo
- Momento óptimo para la introducción de la medida. Prioridad y urgencia
- Eficacia y/o eficiencia

XVII.3.6 Valoración cualitativa de las acciones impactantes y de los factores ambientales impactados

- Valoración relativa

Una vez determinada la importancia de los impactos y efectuada la ponderación de los distintos factores del medio, se está en la posibilidad de desarrollar el modelo de valoración cualitativa propuesto por Conesa-Fernández (1997), con base en la importancia I_i de los efectos que cada Acción A_i de la actividad produce sobre cada factor del medio F_j .

Dicho modelo, contempla el análisis de los impactos negativos mediante el empleo de una matriz, en las que las filas indican los factores ambientales que recibirían las alteraciones más significativas; y las columnas las acciones relevantes causantes de éstos. Se omiten las acciones cuyo efecto no es relevante y los factores que son inalterados o lo son débilmente o de manera temporal, capaces de retornar a las condiciones previas.

La suma ponderada de la importancia del impacto negativo de cada elemento tipo, por columnas (I_{Ri}), identificará las acciones más agresivas (altos valores negativos) y las poco agresivas (bajos valores negativos), pudiendo analizarse las mismas según sus efectos sobre los distintos subsistemas.

Así mismo, la suma ponderada de la importancia del efecto de cada elemento tipo, por filas (I_{Rj}), indicará los factores ambientales que reciben en mayor o menor medida, las consecuencias del funcionamiento de la actividad considerando su peso específico, o lo que es lo mismo, el grado de participación que dichos factores tienen en el deterioro del medio ambiente.

El impacto neto de una nueva actividad, en cada una de las fases o situaciones temporales estudiadas, es la diferencia entre la situación del medio ambiente modificado por causa del proyecto, considerando las medias de mitigación aplicables y la situación tal y como habría evolucionado sin la presencia de aquel.

Ahora bien, la calidad final del medio ambiente es debida, no sólo a la consecuencia de las acciones impactantes en la propia fase de funcionamiento del proyecto, sino también a la existencia previa de alguna acción causante de efectos irreversibles o de efectos continuos producidos y estudiados en otra fase anterior. Este tipo de efectos ($IRPj$), se destacan y su importancia total ponderada se indica en la columna correspondiente de la matriz de importancia.

En la última columna de la matriz se relacionan las importancias totales de los efectos finales sobre los factores ambientales (I_{Rj}) obtenidas como suma algebraica de la importancia relativa del impacto en la fase de funcionamiento del proyecto y la importancia relativa del impacto de las acciones cuyo efecto es irreversible o permanece durante largo plazo o a lo largo de la vida del proyecto.

La importancia total de los efectos causados en los distintos componentes y subsistemas presentes en la matriz de impactos (I_{Ri}) se calcula como la suma ponderada por columnas de los efectos de cada uno de los elementos tipo correspondientes a los componentes y subsistemas estudiados. No es válida la suma algebraica.

- Valoración absoluta

La suma algebraica de la importancia del impacto de cada elemento tipo por columnas (I_i), constituye otro modo, aunque menos representativo y sujeto a sesgos importantes, de identificar la mayor o menor agresividad de las acciones (Conesa Fernández, 1997).

De la misma manera que la establecida previamente, la suma algebraica de la importancia del impacto de cada elemento por filas (I_j), indica los factores ambientales que sufren en mayor o menor medida las consecuencias de la actividad.

De forma análoga a la dispuesta para la valoración relativa, se incluye una columna en la matriz de importancia para reflejar la importancia absoluta del efecto causado durante la fase de construcción o funcionamiento, y otra columna en la que se reflejan los efectos totales permanentes (I_{Pj}), obtenidos en este caso por suma algebraica. Se incluye una tercera columna para indicar la importancia de los efectos absolutos totales (I_j), sobre cada uno de los factores considerados, mediante suma algebraica de todas las columnas.

No debe olvidarse que los valores obtenidos de la importancia del impacto en los elementos tipo de la matriz, no son comparables entre sí, o sea, en la proporción que sus valores numéricos lo indican puesto que se trata de variables no proporcionales.

Sin embargo, el hecho que una importancia sea mayor que otra, sí implica que el impacto de la primera acción sobre el factor considerado es mayor que el de la segunda sobre el mismo factor, pues se trata de variables ordinales.

Análisis del modelo.- Siguiendo con Conesa-Fernández (1997), una vez realizada la valoración cualitativa por los dos métodos descritos quedan definidas:

- La importancia total I_i , de los efectos debidos a cada acción i

$$I_i = \sum_j I_{ij}$$

- La importancia total ponderada I_{Ri} , de los mismos

$$I_{Ri} = \sum_j I_{ij} \cdot P_j / \sum_j P_j$$

- La importancia total I_j , de los efectos causados a cada factor j

$$I_j = \sum_i I_{ij}$$

- La importancia total ponderada I_{Rj} , de los mismos

$$I_{Rj} = \sum_i I_{ij} \cdot P_i / \sum_i P_i$$

- La importancia total I, de los efectos debidos a la actuación

$$I = \sum_i I_j = \sum_i I'_i + I_P = I' + I_P$$

- La importancia total ponderada IR, de los mismos

$$I_R = \sum_j I_{Rj} = \sum_j I'_{Ri} + I_{PR} = I'_{R} + I_{PR}$$

Con esta metodología el modelo de la suma ponderada en función del peso específico de un factor sobre los demás, se aproxima suficientemente a la realidad medioambiental estudiada, haciendo siempre la salvedad que, en esta valoración cualitativa, se consideran aspectos de los efectos con un grado de manifestación cualitativo y por tanto sujeto a errores de mayor magnitud que los que se podrían cometer al llevar a cabo una valoración cuantitativa. En el **Cuadro XVII:2** se muestra gráficamente la estructura de la matriz de importancia resultante del análisis descrito.

Cuadro XVII:2. Matriz de Importancia. En busca de una mayor claridad y comprensión de la metodología descrita, se muestra la estructura de la matriz de importancia que resultaría de su aplicación. FUENTE: Conesa Fernández, 1997.

FACTORES	UIP	SITUACIÓN 1								SITUACIÓN 2									
		ACCIONES				N + 1				ACCIONES				N + 1		N + 2		N + 3	
		1	2	i	n	TOTAL		1	2	1	2	i	n	TOTAL		Total efectos permanentes de la Sit. 1		Importancia total	
		A	A	A	A	Ab	Rel	A	A	A _i	A	A	Rel	Ab.	Rel.	Ab	Rel.		
F₁	P₁	1	2	i	n	.	.	1	2	n	b		
F₂	P₂																		
F_j	P_j			<i>I_{ij}</i>	<i>I_{nj}</i>	<i>I_j</i>	<i>I_{Rj}</i>			<i>I'_{ij}</i>	<i>I'_n</i>	<i>I'_j</i>	<i>I'_{Rj}</i>	<i>I_{pj}</i>	<i>I_{RPj}</i>	<i>I_j</i>	<i>I_{Rj}</i>		
F_m	P_m																		
Total	Absoluto			<i>I_i</i>		<i>I</i>	-			<i>I'_i</i>		-	<i>I'</i>	-		<i>I</i>	-		
	Relativo			<i>I_{Ri}</i>		-	<i>I_R</i>			<i>I'_{Ri}</i>		-	-	<i>I'_{R}</i>		-	<i>I_{R}}</i>		