

Documento Técnico Unificado para el Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales
Modalidad B-Particular.

Proyecto "Puerto Calizza"

CAPITULO I. DATOS GENERALES DEL PROYECTO Y DEL PROMOVENTE

Contenido

I.1 Datos Generales del proyecto 2

I.1.1 Nombre del proyecto 2

I.1.2. Ubicación del proyecto 2

I.1.3. Duración del proyecto 2

I.2. Datos Generales del promovente 2

I.2.1 Nombre o Razón Social 2

I.2.2 Registro Federal de Contribuyentes 2

I.2.3 Dirección del Promovente para oír y recibir notificaciones 4

I.3. Responsable de la elaboración del documento técnico unificado 4

I.3.1 Nombre del Responsable técnico del documento técnico unificado en materia de impacto ambiental 4

I.3.2 Registro Federal de Contribuyentes o CURP 4

I.3.3 Dirección del Responsable técnico del documento 4

I.3.4 Datos de inscripción en el Registro de la persona que haya formulado el documento en materia forestal y, en su caso, del responsable de dirigir la ejecución del cambio de uso de suelo. 5

Índice de Figuras.

Cuadro 1. 1. Identificación de la persona que elaboro el estudio técnico justificativo
5

Cuadro 1. 2. Certificado de inscripción en el Registro Forestal Nacional del
Responsable Técnico 6

I.1 Datos Generales del proyecto

I.1.1 Nombre del proyecto

"Puerto Calizza"

I.1.2. Ubicación del proyecto

El proyecto se localiza en la localidad de Puerto Morelos, perteneciente al municipio del mismo nombre que fue creado en fechas recientes y que debido a eso ha realizado cambios en su padrón catastral, de tal forma que la nomenclatura del predio ha cambiado del título de propiedad a la nomenclatura actual.

Se observa en el título de propiedad que la dirección original fue: SUPERMANZANA 02, MANZANA 01 LOTE 1-45, DE LA RESERVA TERRITORIAL DEL IPAE, LOCALIDAD DE PUERTO MORELOS, MUNICIPIO BENITO JUÁREZ, QUINTANA ROO. CLAVE CATASTRAL: 602200200145000. (Anexo).

La nomenclatura actual la dirección oficial es: SUPERMANZANA 60, MANZANA 01 LOTE 1-45, MUNICIPIO DE PUERTO MORELOS, ESTADO DE QUINTANA ROO. Con la cual el municipio reconoce el mismo predio del título de propiedad, tal como se observa en la certificación de medidas y colindancias (oficio MPM/TM/DC/46/I/2017), así como en la carta de uso de suelo expedido por la Dirección de Catastro municipal del ahora Municipio de Puerto Morelos (Anexo)

Para efecto del presente estudio se manifiesta el predio con la dirección actual oficial del predio como SUPERMANZANA 60, MANZANA 01 LOTE 1-45, AV. VALLARTA, MUNICIPIO DE PUERTO MORELOS, ESTADO DE QUINTANA ROO, tal como aparece actualmente en la constancia de nomenclatura emitida mediante oficio MPM/TM/DC/0991/X/2017 (anexo)

I.1.3. Duración del proyecto

El plazo solicitado para la realización del proyecto y puesta en operación es de 8 años a partir de la fecha de autorización. La operación es de 90 años.

I.2. Datos Generales del promovente

I.2.1 Nombre o Razón Social

Juan Ignacio Cabeza de Vaca Oviedo

I.2.2 Registro Federal de Contribuyentes

I.2.3 Dirección del Promovente para oír y recibir notificaciones

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

TSU. Manuel Vargas Hernández

I.3.1 Nombre del Responsable técnico del documento técnico unificado en materia de impacto ambiental

Biol. Horacio Ocampo López

I.3.2 Registro Federal de Contribuyentes o CURP

I.3.3 Dirección del Responsable técnico del documento

I.3.4 Datos de inscripción en el Registro de la persona que haya formulado el documento en materia forestal y, en su caso, del responsable de dirigir la ejecución del cambio de uso de suelo.

El responsable técnico forestal es el TSU. Manuel Vargas Hernández, con REGISTRO FORESTAL NACIONAL Libro Mex, Tipo UI Persona Física Prestador

CAPITULO II. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

Contenido

II. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO.....	7
II.1. Información General	7
II.1.1 Naturaleza del proyecto.....	7
II.1.2 Objetivo del proyecto.....	7
II.1.3 Ubicación física.....	8
II.1.4 Urbanización del área.....	10
II.1.5 Inversión requerida	11
II.2. Características particulares del Proyecto	11
II.2.1 Dimensiones del proyecto.....	11
II.2.1.1. Dimensiones generales del proyecto	11
II.2.1.1. Dimensiones del proyecto enfocadas al Cambio de Uso de Suelo.	13
II.2.2 Representación gráfica regional.....	15
II.2.3 Representación gráfica local	16
II.2.4 Etapas de Preparación del Sitio y Construcción.....	17
II.2.4.1 Preparación del Sitio	17
II.2.4.1 Construcción.....	19
II.2.5 Descripción de obras y actividades provisionales del proyecto.....	27
II.2.6 Descripción de obras asociadas al proyecto	28
II.2.7 Estimación del volumen por especie de las materias primas forestales derivadas del cambio de uso del suelo.....	28
II.2.7.1 Tipo de Vegetación.....	28
II.2.7.2 Metodología del inventario forestal en el predio del proyecto	29
II.2.7.2.1 Diseño de muestreo	29
II.2.7.2.2 Procesamiento de la información	34
II.2.7.2.3 Estimaciones realizadas	34
II.2.7.2.4 Caracterizando la vegetación.....	34
II.2.7.2.5. Indicadores de Diversidad.....	34
II.2.7.2.6 Indicadores de Estructura	35
II.2.7.2.7 Especies y familias botánicas (Índice de riqueza de especies) en Selva Mediana Subperennifolia	36
II.2.7.2.8. Diversidad específica por sitio de muestreo y estrato.....	45
II.2.7.2.9. Cantidad de individuos por sitio de muestreo y estrato	45

II.2.7.2.10. Índices de Riqueza específica de Shannon-Wiener en Selva Mediana Subperennifolia.	46
II.2.7.2.11. Índice de Valor de Importancia en Selva Mediana Subperennifolia.	49
II.2.7.2.12. Abundancia y densidad de arbolado en Selva Mediana Subperennifolia.....	54
II.2.7.2.13. Diámetros.....	58
II.2.7.2.14 Alturas	59
II.2.7.2.15. Área basal por hectárea	60
II.2.7.2.16. Volumen por hectárea	62
II.2.7.3 Número de individuos por especie que se espera remover	64
II.2.7.3.1 Estimación de volúmenes por propietario/predio.....	65
II.2.7.3.2. Estimación de volúmenes por especie y tipo de vegetación a remover	67
II.2.7.4 Especies forestales con estatus.....	69
II.2.8 Caracterización de la fauna silvestre dentro del predio	69
II.2.8.1 Descripción del método de muestreo.....	69
II.2.8.2 Especies animales en la NOM 059-SEMARNAT-2010.	74
II.2.9 Estimación económica de los recursos biológicos forestales del área sujeta al cambio de uso del suelo	75
II.2.9.1. Valoración económica directa.....	75
II.2.9.2. Valor del depósito de carbono por hectárea	76
II.2.9.3. Valor farmacéutico.....	78
II.2.9.4. Valor de la actividad ecoturística	79
II.2.9.5. Valor económico de los recursos forestales del predio por su propia existencia.....	79
II.2.9.6. Valor económico de las materias primas forestales	80
II.2.9.7. Valor económico de las especies de fauna silvestre	82
II.2.10 Operación y mantenimiento	83
II.2.11 Desmantelamiento y abandono de las instalaciones.....	84
II.2.12 Programa de trabajo	84
II.2.13 Generación y manejo de residuos líquidos y emisiones a la atmósfera	86
II.2.14 Residuos	88

Índice de Figuras:

Figura 2.1. Plano Georreferenciado del predio.....	9
Figura 2.2. Plano de zonificación del aprovechamiento del predio, en amarillo el área destinada para el desarrollo de Puerto Calizza, mientras que el achurado muestra el área que no forma parte del presente proyecto y se deja para posterior desarrollo.....	12
Figura 2.5. Plano de Conjunto con la lotificación.....	13
Figura 2.6. Superficies de Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales.	15
Figura 2.7. Ubicación del predio respecto de la cuenca	16
Figura 2.8. Imagen de satélite mostrando la ubicación del predio donde se ubica Puerto Calizza, en relación a la Comunidad de Puerto Morelos	17
Figura 2.9. Ubicación del proyecto con base a la carta de uso de suelo serie IV.....	28
Figura 2.10. Estado de la vegetación del predio.	29
Figura 2.11. . En estas imágenes se aprecia que cada sitio se identificó con una marca representativa	31
Figura 2.12. En estas imágenes se aprecia el trabajo de campo, apreciándose el marcaje e cada ejemplar arbóreo identificado en los sitios de muestreo	31
Figura 2.13. En estas imágenes se aprecia el trabajo de campo, apreciándose el marcaje e cada ejemplar arbóreo identificado en los sitios de muestreo	32
Figura 2.14. Participación de las familias botánicas presentes en el predio en función de la cantidad de especies representadas.....	37
Figura 2.15. Participación por familia botánica en la riqueza específica para el estrato arbóreo en Selva mediana subperennifolia	40
Figura 2.16. Participación por familia botánica en la riqueza específica en el estrato arbustivo de Selva Mediana Subperennifolia.....	42
Figura 2.17. Participación por familia botánica en la riqueza específica en el estrato herbáceo de Selva Mediana Subperennifolia.....	44
Figura 2.18. Diversidad específica por sitio de muestreo y por estrato.	45
Figura 2.19. Cantidad de individuos por sitio de muestreo por estrato	46
Figura 2.20. IVI para el estrato arbóreo en Selva Mediana Subperennifolia.	51
Figura 2.21. IVI para el estrato arbustivo en Selva Mediana Subperennifolia.	53
Figura 2.22. Gráfico de la curva del valor de importancia para las especies del estrato herbáceo en Selva Mediana Subperennifolia.....	54
Figura 2.23. Diversidad de especies del estrato arbóreo.....	56
Figura 2.24. Diversidad de especies del estrato arbustivo.....	57
Figura 2.25. Diversidad de especies del estrato herbáceo.....	58
Figura 2.26. Distribución de diámetros.....	59
Figura 2.27. Distribución de alturas	60

Figura 2.28. Área basal por especie en el predio.....	62
Figura 2.29. Comparación del volumen total existente en el conjunto de predios y el afectado por el desplante.....	69
Figura 2.30. Clasificación de valores	76
Figura 2.31. Valores farmacéuticos de cuasi-opción de los bosques mexicanos.....	78
Figura 2.32. Valores farmacéuticos de cuasi-opción de los bosques mexicanos.....	79
Figura 2.33. Evidencias de valores de existencia en México.....	80
Figura 2.34. Plano de Etapas de Ejecución del proyecto	86

Índice de Cuadros:

Cuadro 2. 1. Coordenadas UTM, Zona 16, Datum, WGS-84	9
Cuadro 2. 2. Elementos del Plan Maestro con superficies y porcentajes de utilización en el predio del proyecto Puerto Calizza.....	12
Cuadro 2. 3. Dimensiones del proyecto enfocadas al cambio de uso de suelo	14
Cuadro 2.5. Ubicación de los sitios de muestreo en el predio.....	29
Cuadro 2. 6. Participación de las familias botánicas presentes en el predio en función de la cantidad de especies representadas.....	36
Cuadro 2. 7. Participación de las familias botánicas presentes en el predio en función de la cantidad de especies representadas.....	37
Cuadro 2. 8. Familias en el estrato arbóreo	39
Cuadro 2. 9. Principales familias botánicas y especies presentes en estrato arbóreo de Selva Mediana Subperennifolia.....	40
Cuadro 2. 10. Familias del estrato arbustivo.....	42
Cuadro 2. 11. Principales familias botánicas y especies presentes en estrato arbustivo de Selva Mediana Subperennifolia.....	43
Cuadro 2. 12. Familias estrato herbáceo	43
Cuadro 2. 13. Principales familias botánicas y especies presentes en estrato herbáceo de Selva Mediana Subperennifolia.....	44
Cuadro 2. 14. Índice de Diversidad Shannon- Wiener Estrato Arbóreo.....	46
Cuadro 2. 15. Índice de Diversidad Shannon- Wiener Estrato Arbustivo	48
Cuadro 2. 16. Índice de Diversidad Shannon- Wiener Estrato Herbáceo	49
Cuadro 2. 17. Valor de Importancia de las especies en el estrato arbóreo en Selva Mediana Subperennifolia.....	50
Cuadro 2. 18. Valor de importancia para el estrato arbustivo en Selva Mediana Subperennifolia..	52
Cuadro 2. 19. Valor de importancia para el estrato herbáceo en Selva	53
Cuadro 2. 20. Diversidad de especies muestreadas en el estrato arbóreo Predio.....	54
Cuadro 2. 21. Diversidad de especies muestreadas en el estrato arbustivo Predio.....	56
Cuadro 2. 22. Diversidad de especies muestreadas en el estrato herbáceo Predio.....	58
Cuadro 2. 23. Distribución de los Diámetros	59
Cuadro 2. 24. Distribución del alturas.....	59
Cuadro 2. 25. Área basal por hectárea.....	60
Cuadro 2. 26. Volumen por hectárea	63
Cuadro 2. 27. Valores de Pérdida por cambio de uso de suelo por hectárea (dlls).....	77

Cuadro 2. 28. Valor de las materias forestales arbóreas	81
Cuadro 2. 29. Estimación económica indirecta de los recursos biológicos del predio del proyecto.	83
Cuadro 2. 30. Resumen final de la estimación económica de recursos.....	83

II. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

II.1. Información General

II.1.1 Naturaleza del proyecto

El proyecto consiste en la urbanización de un polígono que pondrá a la venta lotes unifamiliares y multifamiliares, que cuenten con una urbanización e infraestructura de un fraccionamiento habitacional de alto nivel.

En donde se propone que cada propietario diseñe y construya su vivienda acorde al reglamento de imagen arquitectónica, que regule tanto las construcciones en alturas y capacidad de construcción, así como sus acabados exteriores, colores y áreas verdes. Así como el parámetro base de conservación del 20% de cada lote en su estado natural, y los lineamientos que señale la autoridad municipal. El predio actualmente se ubica fuera del polígono regulado por algún programa o plan de desarrollo urbano.

El presente documento tiene el objetivo de describir las obras del proyecto para la obtención de la autorización de cambio de uso de suelo en materia de impacto ambiental, así como forestal ambiental para una superficie de 8.57 has que corresponden a actividades de urbanización del fraccionamiento; y la autorización en materia de impacto ambiental para la construcción y operación de la planta de tratamiento y la planta de osmosis inversa (desaladora).

El proyecto Puerto Calizza constará de 343 lotes unifamiliares y 4 lotes multifamiliares con áreas verdes, vialidades, áreas comunes como son CASA CLUB, ALBERCA, SPA, GIMNASIO, contará con todos los servicios de urbanización y el desarrollo de infraestructura primaria para abastecer la demanda de agua potable, drenaje sanitario, energía eléctrica; así mismo se contará con vialidades, banquetas, señalamientos, alumbrado público, entre otros.

II.1.2 Objetivo del proyecto

- El proyecto Puerto Calizza tiene por objetivo la urbanización y lotificación de un polígono que tiene una superficie total de 36.10 ha, con el fin de poner a la venta lotes habitacionales y comerciales que contarán con todos los servicios.
- Solicitar el Cambio de uso de suelo en materia forestal y ambiental para una superficie de 8.57 has que corresponden a actividades de urbanización del polígono de actuación.
- Contribuir al desarrollo del Centro Urbano de Puerto Morelos ya que de acuerdo con el POEL 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, enfocado a las obras y actividades involucradas en el proceso de cambio de uso de suelo

La propuesta del proyecto está fundamentada en las consideraciones de carácter ambiental definidas por los criterios de regulación ecológica y urbanos establecidos por la actualización del Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Benito Juárez, Quintana Roo publicada en el periódico oficial del Gobierno del Estado el 28 de febrero de 2014.

El Promovente está especializado en el ramo inmobiliario y llevara a cabo una lotificación y urbanización de manera preliminar en esta evaluación con el objetivo de vender los lotes con todos los servicios urbanos, para que posteriormente cada propietario pueda construir su propia vivienda, que por si mismas o en conjunto con otros lotes de este mismo proyecto, serán sometidas al proceso de evaluación para obtener su cambio de uso de suelo en terrenos forestales.

El proyecto "Puerto Calizza" se desarrollará y urbanizará para posteriormente se pueda construir casas de alta calidad urbanística bajo un contexto de desarrollo urbano debidamente planeado que permita mantener la calidad de vida de los habitantes de la zona sin afectar sensiblemente la calidad ambiental de la región.

En el Capítulo III del presente DTU modalidad "B" referente a la Vinculación con los Ordenamientos Jurídicos, se hace un análisis completo de la compatibilidad y el cumplimiento del proyecto con los criterios establecidos en dichos ordenamientos regulatorios.

Otra consideración importante para promover el proyecto "Puerto Calizza, es la definición de carácter socioeconómica ya que con este proyecto se pretende atender parcialmente el déficit que actualmente existe en la oferta de vivienda de calidad para el segmento con nivel de ingreso medio, por lo que el promovente basa la decisión de inversión precisamente en el parámetro económico, sin perder de vista su viabilidad ambiental. En el Capítulo VI referido a la justificación técnica, económica y social del proyecto se hace un análisis amplio al respecto de la viabilidad del proyecto en términos ambientales, económicos y sociales.

II.1.3 Ubicación física

El proyecto "**Puerto Caliza**" se ubica en **supermanzana 60, manzana 01 lote 1-45, en el Municipio de Puerto Morelos, Estado de Quintana Roo**, con una superficie de 56.02 has (560,191.98 m²).

En la siguiente figura se presenta el plano georreferenciado del predio, el cual se encuentra delimitado por las siguientes coordenadas geográficas, conforme al certificado de medidas y colindancias anexo al presente documento:

Vértice	X	Y
1	505,937.6733	2,307,033.8547
2	505,865.7421	2,306,151,3861
3	505,237.1887	2,306,199.7118
4	505,304.5315	2,307,082.5331
1	505,937.6733	2,307,033.8547

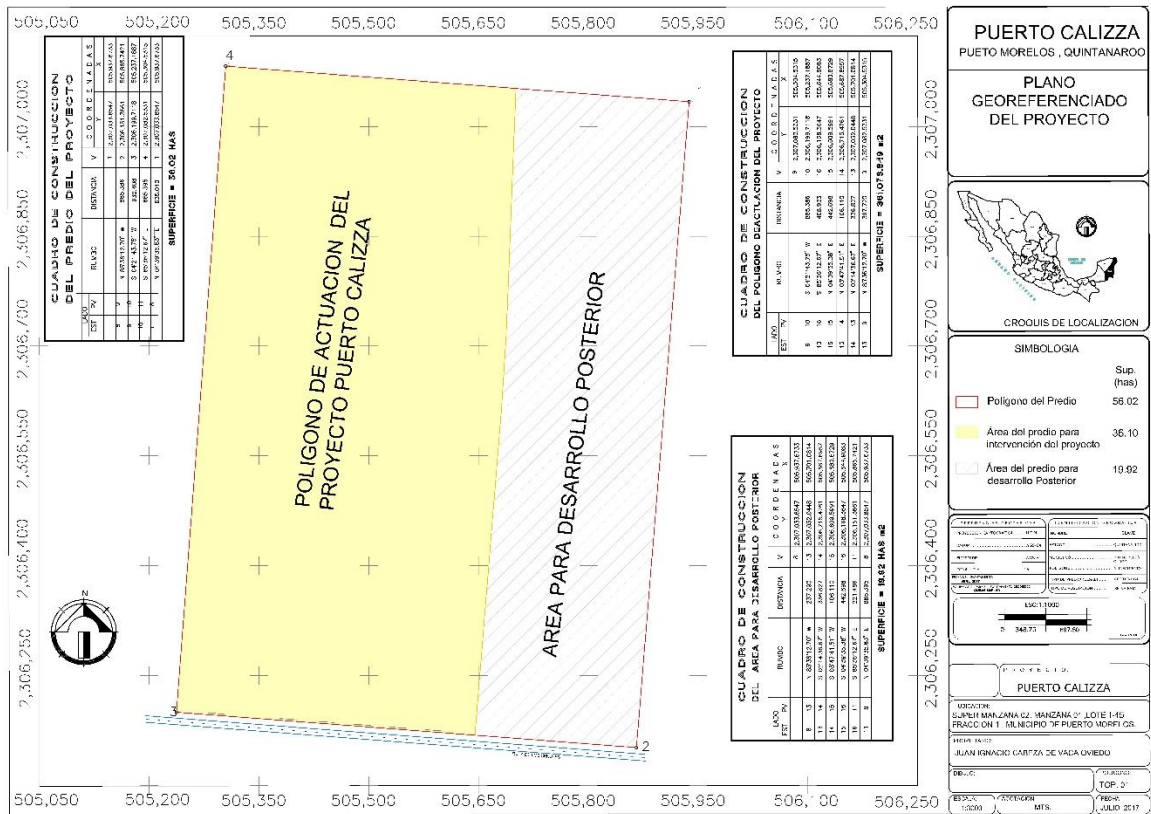


Figura 2.1. Plano Georreferenciado del predio

Se observa en la figura que del predio únicamente se realizará el cambio de uso de suelo en una fracción del predio, el resto se conservará para obras futuras.

II.1.4 Urbanización del área

El predio actualmente no cuenta con ningún servicio, se cuenta con la factibilidad del servicio de energía eléctrica por parte de la CFE, para el abastecimiento de agua potable se propone la utilización de una planta de osmosis inversa, extrayendo el agua de un pozo de agua salobre ubicado al interior del predio, para el tratamiento de agua se construirá una planta de tratamiento con capacidad suficiente para los lotes que se proponen, para el manejo de residuos sólidos urbanos se contará con el servicio municipal, como parte de la urbanización se implementará un área para su acopio y separación en espera del servicio municipal.

Las vialidades internas también las construirá el promovente, en la misma superficie que ocupan las vialidades se construirá la red de servicio eléctrico, agua potable, drenaje y alcantarillado, y se dejará espacio para servicios telefónico y señal por cable, a fin de evitar cableado aéreo en un futuro.

Vialidades internas

Al predio se puede llegar a través de la Carretera Estatal Puerto Morelos – Leona Vicario, ya que el predio colinda con esta en su sección Sur, y a partir de ahí se realizarán las vialidades internas del proyecto para el acceso a los lotes.

Agua potable

Este servicio se suministrará por el desarrollo, ya que se instalará una planta potabilizadora de agua, que brindará el servicio a todos los habitantes del proyecto, para ello se obtendrán en su momento, los permisos correspondientes de CONAGUA para los pozos de extracción del agua subterránea dentro del predio, y para los pozos de rechazo del agua producto de la osmosis inversa para lo cual se cumplirá con las Normas Oficiales Mexicanas que corresponden. La línea hidráulica se trazará en el interior de las banquetas con la intención de colocar toma domiciliaria en muretes de cada lote.

Drenaje pluvial

Se construirán 14 captadores pluviales con trampa de sólidos y arenoso, para una mayor eficiencia evitando que se lleguen a obstruir o tapar descargando el agua a través de un tubo de pvc a un pozo de 6" de diámetro con una profundidad de 15 a 18 mts distribuidos a lo largo de las vialidades en el condominio "PUERTO CALIZZA" con la finalidad de evitar encharcamientos de agua y conservar el aporte pluvial al manto subterráneo característico del sitio.

Drenaje sanitario

Se ubicará línea de drenaje conforme al proyecto, se trazará la línea de drenaje al centro de las vialidades, nivelando con equipo topográfico para las pendientes

necesarias y los escurrimientos, toda la red de drenaje se conducirá a la planta de tratamiento de aguas residuales.

Energía eléctrica

se trazara conforme al proyecto en el arroyo de la vialidad paralela a las guarniciones, conforme a las normas de C.F.E. (COMISIÓN FEDERAL DE ELECTRICIDAD) realizando una transición de la vialidad principal (Carretera Puerto Morelos –Leona Vicario) que se encuentra frente al acceso "PUERTO CALIZZA", se colocará alumbrado público se colocara a cada 50 metros.

Durante el proceso de la obra se solicitará a C.F.E. Un medidor provisional de obra por el tiempo que sea necesario hasta contar con el mismo servicio.

Transporte público

Este servicio se encuentra disponible en la zona donde se ubica el predio del proyecto, mismo que se encuentra operado por diferentes compañías, sobre la Carretera Estatal Puerto Morelos – Leona Vicario.

II.1.5 Inversión requerida

Para la urbanización del proyecto dentro del predio se contempla una inversión total de \$28,517,915.34 de pesos.

II.2. Características particulares del Proyecto

II.2.1 Dimensiones del proyecto

II.2.1.1. Dimensiones generales del proyecto

El Promovente cuenta con un lote de 56.02 has, de los cuales únicamente somete a evaluación 36.10 has para la instalación del proyecto Puerto Calizza, las 19.92 has., restantes serán motivo de aprovechamiento posterior, para el cual a su debido tiempo se tramitarán las autorizaciones correspondientes, en apego a los parámetros y lineamientos urbanísticos que apliquen en su momento.

Documento Técnico Unificado para el Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales
Modalidad B-Particular. Proyecto "Puerto Calizza"

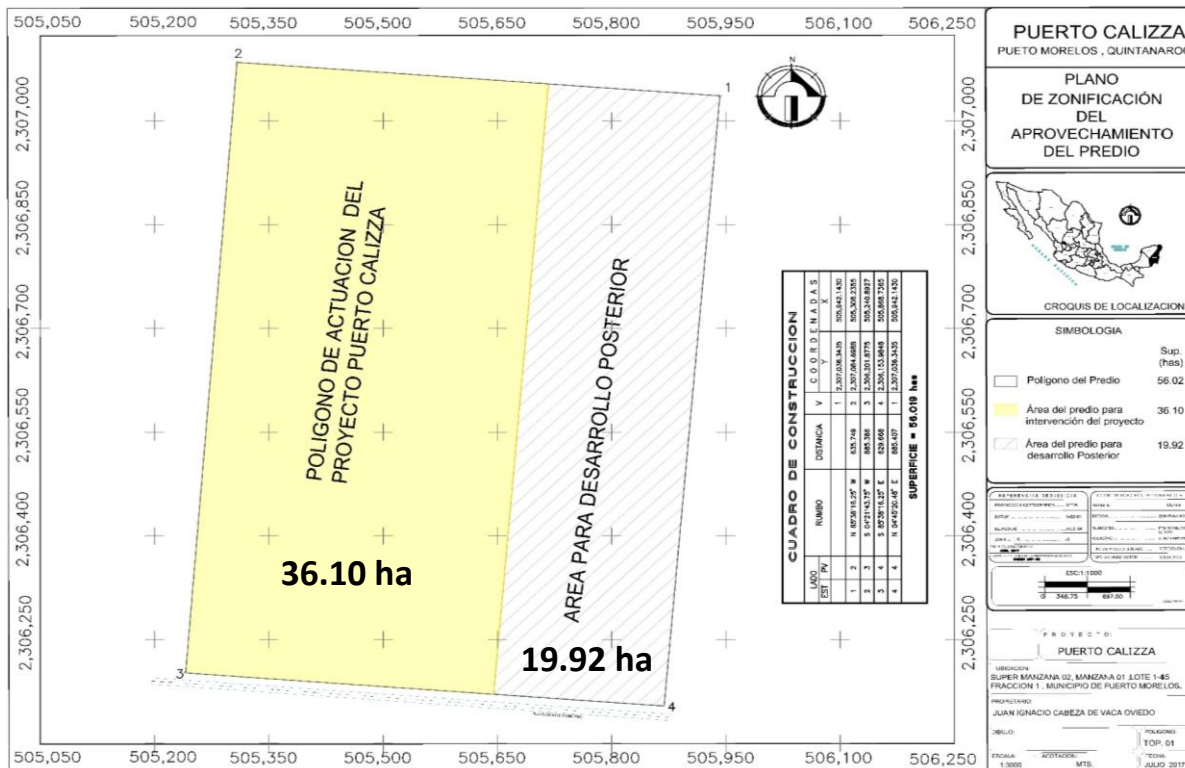


Figura 2.2. Plano de zonificación del aprovechamiento del predio, en amarillo el área destinada para el desarrollo de Puerto Calizza, mientras que el achurado muestra el área que no forma parte del presente proyecto y se deja para posterior desarrollo.

El proyecto total de Puerto Calizza, contemplando las etapas futuras se desarrollará en una superficie total de 36.10 hectáreas, donde se distribuirán las distintas áreas y usos del proyecto, las cuales se muestran en el cuadro 2.2, en donde se indica el área que ocupará cada uno de los elementos del proyecto, y se muestra gráficamente en el plano de conjunto del proyecto (figura 2.5).

Cuadro 2. 2. Elementos del Plan Maestro con superficies y porcentajes de utilización en el predio del proyecto Puerto Calizza			
Uso asignado	Sup. (m ²)	Sup (has)	%
Habitacional unifamiliar	135,122.22	13.51	37.43
Conservación a futuro en lotes unifamiliares (20%)	33,780.55	3.38	9.36
Habitacional multifamiliar	1,600.00	0.16	0.44
Estacionamiento vivienda multifamiliar	667.83	0.07	0.19
Vialidades internas	71,618.24	7.16	19.84
Andadores	2,059.70	0.21	0.57
Casa club	1,198.84	0.12	0.33
Alberca	565.75	0.06	0.16
Canchas deportivas	3,057.86	0.31	0.85
Caseta de ventas	706.85	0.07	0.20
Área verde cenote	2,170.25	0.22	0.60
Estacionamiento para visitas	424.85	0.04	0.12
Cámara de basura	192.00	0.02	0.05

Cuadro 2. 2. Elementos del Plan Maestro con superficies y porcentajes de utilización en el predio del proyecto Puerto Calizza			
Uso asignado	Sup. (m ²)	Sup (has)	%
Caseta	92.25	0.01	0.03
Planta de tratamiento de agua	648.69	0.06	0.18
Planta potabilizadora de agua	400.00	0.04	0.11
Áreas verdes esparcimiento	6,855.83	0.69	1.90
Áreas verdes comunes	3,750.96	0.38	1.04
Lote muestra	316.19	0.03	0.09
Área verde reserva para vivero	2,533.70	0.25	0.70
Áreas de conservación (acceso)	18,503.39	1.85	5.13
Áreas de conservación	74,712.08	7.47	20.70
Totales	360,978.03	36.10	100.00

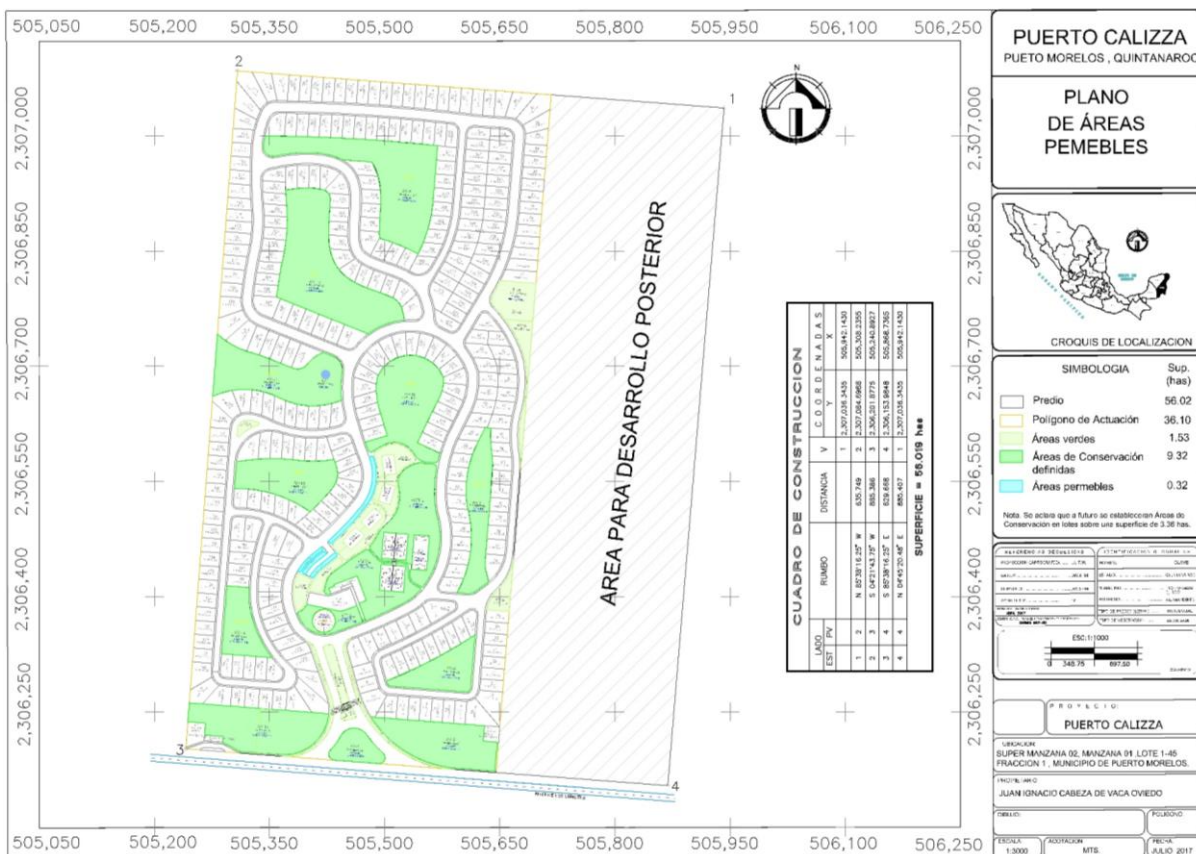


Figura 2.3. Plano de Conjunto con la lotificación.

II.2.1.1. Dimensiones del proyecto enfocadas al Cambio de Uso de Suelo.

El predio consta de una superficie total de 56.01 hectáreas (560,191.98m²), de los cuales para la instalación del Proyecto en su totalidad conforme al Plan Maestro se requieren 36.10 has (360,978.03 m²), sin embargo debido a que el proyecto en evaluación consiste en la urbanización y lotificación del predio, únicamente se somete a través del presente Documento Técnico Unificado, consiste en el

otorgamiento del cambio de uso de suelo en materia de impacto ambiental y forestal, sobre una superficie de **8.57 has** (85,700.00 m²), las cuales se distribuyen de la siguiente manera:

Cuadro 2. 3. Dimensiones del proyecto enfocadas al cambio de uso de suelo					
Clasificación	Tipo de vegetación afectada	Obra y/o destino	Sup. m ²	Sup. Has	%
Superficie solicitada para el Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales	Selva Mediana Subperennifolia	Estacionamiento vivienda multifamiliar	667.83	0.07	0.2
		Vialidades internas	71,618.24	7.16	19.8
		Andadores	2,059.70	0.21	0.6
		Casa club	1,198.84	0.12	0.3
		Alberca	565.75	0.06	0.2
		Canchas deportivas	3,057.86	0.31	0.8
		Caseta de ventas	706.85	0.07	0.2
		Estacionamiento para visitas	424.85	0.04	0.1
		Cámara de basura	192.00	0.02	0.1
		Caseta	92.25	0.01	0.0
		Planta de tratamiento de agua	648.69	0.06	0.2
		Planta potabilizadora de agua	400.00	0.04	0.1
		Áreas verdes comunes	3,750.96	0.38	1.0
		Lote muestra	316.19	0.03	0.1
	Subtotal de la superficie solicitada para el CUSTF		85,700.00	8.57	23.7
Superficie NO incluida en el Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales	Selva Mediana Subperennifolia	Habitacional unifamiliar	135122.22	13.51	37.4
		Conservación a futuro en lotes unifamiliares	33780.55	3.38	9.4
		Habitacional multifamiliar	1600.00	0.16	0.4
		Áreas verdes esparcimiento	6,855.83	0.69	1.9
		Área verde cenote	2,170.25	0.22	0.6
		Área verde reserva para vivero	2,533.70	0.25	0.7
	Subtotal de la superficie no solicitada		182,062.55	18.21	50.44
Superficie de conservación	Selva Mediana Subperennifolia	Áreas de conservación (acceso)	18503.39	1.85	5.1
		Áreas de conservación	74712.08	7.47	20.7
	Subtotal de las áreas de conservación		93,215.47	9.32	25.82
	TOTAL DE LA SUPERFICIE DEL PREDIO		360,978.03	36.10	100.00

Las áreas verdes y de conservación considerando la ocupación de los lotes a futuro será del 39.42% del predio.

Obra y/o destino	Sup. m ²	Sup. Has	%
Áreas verdes comunes	3,750.96	0.3751	1.04
Conservación a futuro en lotes unifamiliares	33,780.55	3.3781	9.36
Áreas verdes esparcimiento	6,855.83	0.6856	1.90
Área verde cenote	2,170.25	0.2170	0.60
Área verde reserva para vivero	2,533.70	0.2534	0.70
Áreas de conservación (acceso)	18503.39	1.8503	5.13
Áreas de conservación	74712.08	7.4712	20.70
Total áreas verdes y de conservación	142,306.76	14.2307	39.42

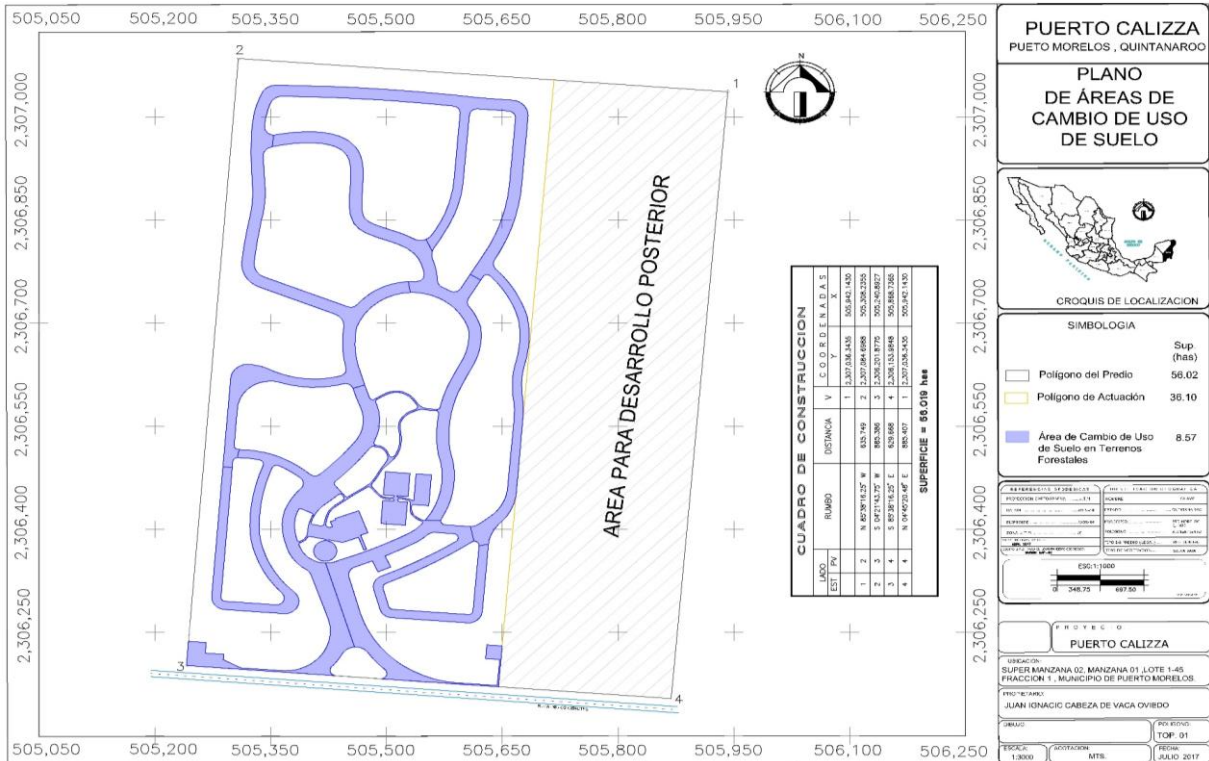


Figura 2.4. Superficies de Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales.

Para el caso de las superficies no incluidas en el Cambio de Uso de Suelo, consisten en las superficies de los predios y algunas áreas comunes, las cuales serán sometidas a evaluación cuando se haga la venta de los lotes, la evaluación se realizará de manera individual por cada lote o conjunto de ellos.

II.2.2 Representación gráfica regional

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

A la segunda Región denominada Yucatán Este, le corresponden también en Quintana Roo dos Cuencas que ocupan poco menos de 70% de la entidad; llamadas *Bahía de Chetumal* y otras donde se aprecian las corrientes superficiales Hondo, Azul, Escondido y Ucum, además de los cuerpos de agua L. Bacalar, L. San Felipe, L. Mosquitero, L. Chile Verde, L. Nohbec y L. La Virtud; mientras que en la Cuenca *Cuencas Cerradas* se tienen únicamente cuerpos de agua y son: L.

Chunyaxché, L. Chinchancanab, L. Campechen, L. Boca Paila, L. Paytoro, L. Ocom y L. Esmeralda. (INEGI, 2011)

Por lo tanto, con base en la carta hidrológicas del INEGI, el predio se ubica dentro de la cuenca denominada "Quintana Roo", lo cual se pudo apreciar en la siguiente figura.

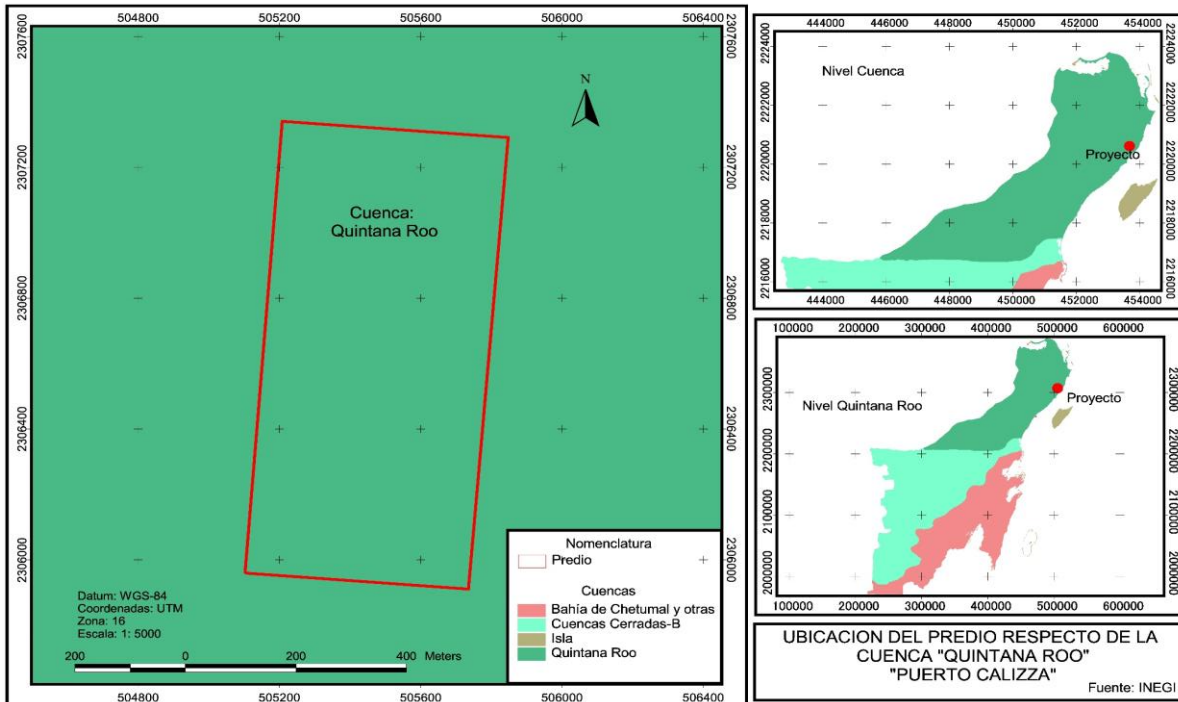


Figura 2.5. Ubicación del predio respecto de la cuenca

II.2.3 Representación gráfica local

El proyecto "**Puerto Caliza**" se ubica en la Carretera estatal Puerto Morelos - Leona Vicario, **supermanzana 60, manzana 01 lote 1-45, en el Municipio de Puerto Morelos, Estado de Quintana Roo**, con una superficie de 56.10 has (560,191.98 m²).

En la siguiente figura se presenta el plano georreferenciado del predio, el cual se ubica en la zona conocida como "Ruta de los cenotes" en la localidad de Puerto Morelos, se ubica a



Figura 2.6. Imagen de satélite mostrando la ubicación del predio donde se ubica Puerto Calizza, en relación a la Comunidad de Puerto Morelos

El predio del proyecto cuenta con una superficie total de 56.02 hectáreas (560,191.98 m²).

II.2.4 Etapas de Preparación del Sitio y Construcción.

II.2.4.1 Preparación del Sitio

Previo a las labores de desmonte y despalme por el desarrollo del proyecto, se llevarán a cabo actividades de ahuyentamiento para desplazar hacia otros sitios posibles individuos de las especies de fauna silvestre presentes en el área de trabajo, en su caso, se rescatarán las de lento desplazamiento y se procederá a liberarlos en las áreas adyacentes fuera de las obras.

Las técnicas a emplear para la realización de los trabajos serán las comúnmente utilizadas, para la remoción de la vegetación manual y maquinaria, desalojando el material vegetal resultante hacia el sitio de disposición final autorizado.

a) Preparación e implementación del Cambio de Uso de suelo.

Notificación de inicio de las actividades con motivo del cambio de uso de suelo; Previo al inicio de las actividades se procederá a presentar el aviso ante la Delegación de SEMARNAT y PROFEPA.

Delimitación física de las áreas de desmonte; Se delimitarán físicamente las áreas de desplante con respecto al área arbolada que se dejará como área de conservación.

Se colocarán letreros informativos y preventivos relacionados con las actividades de seguridad, peligro, respeto por la flora y la fauna, límites de velocidad y otros que se consideren necesarios para el buen desarrollo de la obra.

Preparación y rescate de especies de flora a rescatar; Para el rescate de individuos de flora se procederá a su identificación, marcado y proceso de extracción y traslado hacia un área del predio donde se instalará el vivero provisional.

Antes de iniciar las obras se instalará un vivero temporal con el fin de que los ejemplares de la vegetación que se rescaten se mantengan en el predio hasta su reforestación, la cual se planea llevar a cabo cuando se concluyan las actividades por secciones en el proyecto.

En caso que en las áreas a desmontar existan especies que, por su fase de crecimiento, estatus en la NOM-059-SEMARNAT-2010, endemismo o utilidad, serán rescatadas y conservadas en un vivero.

Una vez delimitadas las áreas de desplantes y de conservación se procederá a realizar el rescate ecológico de flora. El rescate estará dirigido por un profesional con amplio conocimiento de la flora nativa se encargará de marcar con cinta de color visible las plantas que deberán ser rescatadas, tomando como base las disposiciones establecidas en el oficio de autorización y en su caso del DTU y lo señalado por la autoridad ambiental; el rescate de flora incluirá tanto individuos completos como partes vegetativas o reproductivas (frutos y semillas).

Rescate de fauna (solo en caso de detectarse); En caso de detectarse individuos de fauna silvestre se procederá a implementar el programa de rescate y su reubicación hacia el segmento del predio que actualmente se deja sin tocar, en áreas naturales aledañas al predio o donde la autoridad juzgue conveniente.

En el caso de la fauna, una brigada se encargará de localizar los especímenes que por diversas razones no tengan posibilidad de desplazamiento cuando inicie el despalme de la vegetación. En estos casos se emplearán técnicas adecuadas de captura y transporte, según el grupo al que pertenezca la especie (reptiles, aves o mamíferos), para reubicarlos en las zonas que aseguren al máximo su sobrevivencia.

Manejo de las especies vegetales para su conservación dentro del área del vivero provisional en el predio; El vivero provisional contará con las condiciones adecuadas para el mantenimiento de las especies rescatadas y posterior reforestación en sitios que se usarán para jardinería o para restauración dentro del predio. (Esta actividad se realiza desde el momento del rescate hasta el proceso de enriquecimiento o restauración)

Desmante. - Se eliminará la vegetación únicamente en las áreas destinadas para tales efectos, las cuales están debidamente georreferenciadas en el presente DTU-

B, por lo que el resto de la vegetación se mantendrá en su sitio y será apoyado con reforestación con las mismas plantas rescatadas. Como medida de mitigación principal se llevará a cabo previo a esta actividad un Programa de Rescate de Flora y Fauna.

El desmonte del predio será dirigido por personal debidamente capacitado de acuerdo a los criterios ambientales que se emitan en las disposiciones oficiales y en este DTU.

En las áreas liberadas colindantes con los predios adyacentes se utilizará machete, hacha y motosierra para el corte de la vegetación. Los individuos arbóreos de mayor talla se derribarán hacia las zonas de corte de vegetación y en ningún caso se realizará hacia las zonas adyacentes predio. En el caso de los troncos de árboles, serán seccionados en dimensiones que permitan su traslado por trabajadores hacia zonas de acopio temporal. En general la vegetación será derribada con maquinaria pesada.

Despalme. - Durante el proceso de despalme, se realizará el rescate de tierra vegetal donde las condiciones de abundancia y/o espesor de la capa del suelo lo permitan. Este material será concentrado temporalmente en el sitio y transportado a la zona de vivero para su uso en la propagación de plantas o producción de composta.

Retiro del material vegetal resultante del desmonte; Los troncos seleccionados obtenidos del derribo direccional se trasladarán a un sitio donde se almacenarán para su uso posterior en la construcción y posteriormente retirados a un sitio de disposición final debidamente autorizada o, en su defecto, serán triturados para realizar composta. El sitio de almacenamiento tendrá un acceso restringido para evitar que puedan presentarse accidentes o posibles incendios por descuido o negligencia.

Los troncos que no sean seleccionados para su uso en la construcción del proyecto serán retirados inmediatamente a sitios de disposición final debidamente autorizados o en su caso, picados con la ayuda de un molino a fin de obtener composta para jardinados.

Entrega del informe de final del CUS. Una vez terminado el proceso de despalme se precederá a presentar el informe final del cambio de uso del suelo avalado por el Responsable técnico (Ingeniero forestal), a la Delegación de la SEMARNAT y de la PROFEPA.

II.2.4.1 Construcción

Vialidades internas

Al predio se puede llegar a través de la Carretera Estatal Puerto Morelos – Leona Vicario, ya que el predio colinda con esta en su sección Sur, y a partir de ahí se realizarán las vialidades internas del proyecto para el acceso a los lotes.

Instalación de la red de agua potable, sanitaria, energía eléctrica y telefonía

Red principal de agua potable. - Se realizarán la excavación de zanjas, plantillas compactadas, instalación de tuberías en red principal, colocación de válvulas y rellenos compactados, para distribuir el agua desde la planta potabilizadora, que será una desalinizadora por osmosis inversa.

Red de drenaje sanitario. - Se realizarán las zanjas necesarias manualmente y se colocarán las plantillas compactadas para la posterior colocación de las tuberías sanitaria, se rellenarán las zanjas con material de banco y con producto de la excavación. La conexión se realizará directamente a la planta de tratamiento del proyecto.

Drenaje pluvial

Se construirán 14 captadores pluviales con trampa de sólidos y arenoso, para una mayor eficiencia evitando que se lleguen a obstruir o tapar descargando el agua a través de un tubo de pvc a un pozo de 6" de diámetro con una profundidad De 15 a 18 mts distribuidos a lo largo de las vialidades en el condominio "PUERTO CALIZZA" con la finalidad de evitar encharcamientos de agua y conservar el aporte pluvial al manto subterráneo característico del sitio.

Energía eléctrica

se trazara conforme al proyecto en el arroyo de la vialidad paralela a las guarniciones, conforme a las normas de C.F.E. (COMISIÓN FEDERAL DE ELECTRICIDAD) realizando una transición de la vialidad principal (Carretera Puerto Morelos –Leona Vicario) que se encuentra frente al acceso "PUERTO CALIZZA", se colocará alumbrado público se colocara a cada 50 metros.

Módulo para tratar agua de pozo salobre, por medio de ósmosis inversa con capacidad de producción de 200 m³/día de permeado a una concentración de sólidos disueltos totales (SDT) menor a 250 ppm.

Para el diseño de la planta se consideró agua salobre de menos 10,000 ppm de SDT y está diseñada para salinidades de hasta 10,000 PPM de SDT. Este módulo es de la marca H2o Innovation ® modelo HBW-200-205.El sistema de bombeo de alta presión consistirá en una bomba centrífuga marca Grundfos con motor de 20.0 HP y partes húmedas fabricadas en acero inoxidable 316L con suficiente resistencia a la corrosión del agua salobre. Se utilizará un banco de diez membranas de osmosis inversa mca. LG para la eliminación de sales.

El diseño supone que el agua cruda proviene de un pozo playero, por lo que el pretratamiento incluido constará de filtro multi-media, inhibidor de incrustaciones y filtro de cartuchos.

A continuación se describen los principales equipos y componentes que conforman la planta que se incluye en la presente propuesta:

A) Patín estructural.- El soporte estructural de cada módulo de ósmosis inversa estará fabricado en acero estructural con recubrimiento de poliuretano líquido para ambiente marino.

B) Cabezales y tubería.-

- Cabezales de alta presión.- Los cabezales a la descarga de la bomba de alta presión y rechazo de cada módulo estarán fabricados en acero inoxidable 316 ced. 10.
- Cabezales de baja presión.- Las tuberías de alimentación, purgas y permeado estarán fabricadas en PVC ced. 80.
- Conexiones.- Las conexiones serán del tipo victaulic.

C) Puertos de muestreo

En los puertos de muestreo de cada módulo se utilizarán válvulas tipo bola fabricadas en A.I. 316 en líneas de alta presión y PVC ced. 80 en baja presión para tomar muestras en los siguientes puntos:

- Entrada al filtro multimedia
- Salida del filtro multimedia
- -Salida del filtro de cartuchos
- -Permeado de recipientes de presión
- -Permeado final
- -Rechazo

E) Portafiltro de cartuchos

El módulo contará con un portafiltros de 5 cartuchos tipo vertical fabricado en acero inoxidable 316. El portafiltro maneja una presión de diseño de 85 psi y una presión de ruptura de 200 psi.

El cartucho filtrante tendrá un grado de filtración de 1 a 5 micras y se fabrica en polipropileno extruido con un diámetro de 2.5 pulg. x 30 pulg. de largo. El cartucho es desechable con una duración aproximada de 30 a 45 días de operación continua.

F) Equipo de bombeo de alta presión

El sistema de bombeo de alta presión de la planta consistirá en una bomba centrífuga marca Grundfos con partes húmedas en acero inoxidable 316L con motor de 20 HP.

G) Banco de membranas

El módulo contará con Diez membranas para agua salobre marca LG, instaladas en dos recipientes de presión marca Protec o equivalente. Las membranas tienen un área de filtración de 440 ft² con un rechazo de sales de 99.8%.

Cada recipiente de presión (portamembranas) albergará cinco membranas y estará fabricado en fibra de vidrio (FRP) diseñado para trabajar a una presión de 450 psi.

H) Instrumentación

Para el control y monitoreo de las condiciones de operación y protección de los equipos, la planta contará con la siguiente instrumentación:

- Manómetros en filtros dual media y en porta filtros de cartuchos
- Transmisores de conductividad con doble celda c/u para medir la conductividad del agua de pozo y agua permeada.
- Interruptor de baja presión en bomba de alta presión.
- Interruptor de alta presión en bomba de alta presión.
- Manómetros en la alimentación a membranas y rechazo.
- Dos monitores de flujo en cada planta para medir el caudal de permeado y rechazo
- Transmisor de pH en las líneas de permeado para controlar la dosificación de sosa.

I) Gabinetes (Tableros)

Los gabinetes y registros de control y fuerza serán NEMA 12. Estos contarán con PLC/Pantalla alarmas audibles y visibles así como selectores manuales para la operación automática/manual de la planta

DESCRIPCIÓN OPERACIONAL DE LA PLANTA

La planta de Osmosis Inversa marca H2o Innovation ® modelo HBW-200-205 opera de la siguiente manera:

Pretratamiento.- El agua salada requiere de un pretratamiento y acondicionamiento químico para poder ser alimentada a las membranas. Es de gran importancia el realizar un pretratamiento adecuado ya que de lo contrario las membranas sufrirían taponamientos e incrustaciones constantes incrementando la frecuencia de limpiezas y reduciendo la vida útil de las mismas.

El pretratamiento consiste en los siguientes equipos:

- a) Filtro multimedia de operación manual
- b) Dosificación de inhibidor de incrustaciones

c) Un filtro pulidor de cartuchos

Filtro multi-media.-El proceso comienza con la alimentación del agua de pozo con una salinidad de hasta 10,000 ppm de sales disueltas hacia el filtro multimedia.

El agua pasa a través de los lechos filtrantes como arena y antracita para eliminar sólidos suspendidos mayores a 20 micras. El filtro posee un manifold de cinco válvulas manuales tipo mariposa, las cuales se posicionan de la siguiente manera:

- -Servicio
- -Retrolavado
- -Enjuague

En la etapa de servicio el agua se alimenta por la parte superior por medio de un distribuidor interno pasando por los lechos filtrantes. El agua filtrada se recolecta en el fondo del filtro por medio de un colector interno y pasa a la siguiente etapa de filtración fina (filtro pulidor de cartuchos). Dependiendo de la suciedad del agua, el filtro permanece en la posición de servicio durante horas, hasta que el lecho filtrante se encuentre lo suficientemente sucio para ser retrolavado.

La etapa de retrolavado comenzará cuando el filtro haya atrapado una alta cantidad de sólidos provocando una caída de presión alta superior a las 15 psi. Dicha caída de presión deberá ser detectada por el operador para que inicie la etapa de retrolavado en forma manual. El retrolavado consiste en pasar agua salada a contra corriente por la parte inferior del filtro expandiendo los lechos filtrantes y expulsando los sólidos retenidos por la parte superior del filtro. El agua sucia se descarga a la línea de drenaje. La duración del retrolavado es normalmente de 20 a 30 minutos.

Una vez finalizado el retrolavado, el filtro se posicionará en la etapa de enjuague en forma manual. El enjuague consiste en retirar el remanente de agua sucia que queda dentro del filtro después de un retrolavado. Al posicionarse las válvulas en la etapa de enjuague, el agua pasa por la parte superior del filtro, pasa por el lecho filtrante y se recolecta en el fondo por medio del colector como si estuviera en servicio. La única diferencia es que el agua de enjuague en lugar de irse hacia la planta de ósmosis se descarga a la línea de drenaje. El enjuague toma alrededor de 10 a 15 minutos.

Pulidor de cartucho.- El agua una vez filtrada por el filtro multimedia, pasará al módulo a través de un filtro pulidor de cartuchos para remover los sólidos en suspensión mayores a una micra.

El filtro está fabricado en acero inoxidable 316 para resistir cualquier tipo de corrosión debido al agua salada. En el interior del filtro se encuentra el medio filtrante el cual consiste en cinco cartuchos cilíndricos desechables fabricados de polipropileno extruido. Los cartuchos tienen un grado de filtración de hasta una micra y se deberán reemplazar por nuevos cuando la caída de presión sea mayor a 12 psi o cada 45 días de uso, lo que suceda primero.

Dosificador de inhibidor de incrustaciones.- Para evitar cualquier tipo de incrustación inorgánica debido a la alta dureza del agua de mar, cada módulo de ósmosis inversa contará con un dosificador de inhibidor de incrustaciones.

El inhibidor de incrustaciones se inyectará en la línea de alimentación previa al filtro de cartuchos. La dosificación requerida para mantener las membranas libres de incrustaciones es de 5 ppm.

El equipo consta de una bomba dosificadora de diafragma de desplazamiento positivo la cual se puede regular tanto la abertura del diafragma como la frecuencia de pulsaciones. El inhibidor se preparará en un tanque de polietileno de alta densidad con capacidad de 100 lt.

Proceso de Osmosis Inversa.- Una vez que el agua está filtrada y acondicionada pasa a través del sistema de bombeo de alta presión para alimentar al banco de membranas.

El banco de membranas consistirá de diez elementos de 8" de diámetro x 40" de longitud marca LG distribuidos en 2 recipientes en un arreglo 2:0.

Las membranas del módulo se encargarán de reducir la salinidad del agua de 10,000 ppm hasta menos de 250 ppm de SDT y una dureza menor a 80 PPM produciendo un flujo de 200 m³/día a una recuperación promedio de 50% con respecto al flujo de alimentación. A esta razón de flujo de permeado (producto), las membranas estarán trabajando a un flux de 12.0 gal /día ft².

Planta de tratamiento de aguas residuales:

La planta de tratamiento de aguas residuales, será construida en etapas, conforme se vayan desarrollando las etapas del condominio, como se pretende que el agua tratada sea utilizada para el riego de las áreas verdes, por lo tanto, cumplirá con la Norma Oficial Mexicana NOM-003-SEMARNAT-1997, el excedente se inyectara a un pozo de rechazo, para lo cual se contará previamente con la autorización de la CONAGUA.

PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES TIPO BIO-WHEEL™ CON CAPACIDAD DE 160 M3PD

El diseño propuesto se basa en las siguientes características del agua residual del influente y los límites del efluente:

Parámetro	Unidades	Influente ¹	Calidad del Efluente Requerido ²
Flujo Diario Promedio	m ³ /d	160	N/A
Flujo Diario Máximo	m ³ /d	220	N/A
Flujo Diario Mínimo	m ³ /d	100	N/A
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5)	mg/L	350	< 30
Sólidos Suspendidos Totales (SST)	mg/L	260	< 30
Amonia Total	mg/L	45	N/A
Nitrógeno Total Kjeldahl (NTK)	mg/L	60	N/A
Nitrógeno Total	mg/L	60	< 15
Fósforo Total	mg/L	12	< 1
Coliformes Fecales	NMP/100 mL	10 ⁷	< 200
Coliformes Totales	NMP/100 mL	10 ⁵	< 2,000

El proceso de tratamiento incluye los siguientes subsistemas descritos de la siguiente manera:

1. Cribado Fino
2. Tanque de Homogenización
3. Reactor Biológico Aerobio
4. Sistema de Clarificación
5. Sistema de Manejo de Lodos Activados
6. Tanque de Almacenamiento de Lodos

CRIBADO FINO.- Canastas coladoras con apertura de ¼” son instaladas previo a la alimentación al sistema para asegurar la remoción de escombros y fibras con el fin de proteger el equipo de la planta. Están fabricadas en acero inoxidable para su operación en manual.

TANQUE DE HOMOGENIZACIÓN.- El sistema cumple con la función de aminorar los cambios de flujos de entrada que suceden durante el tiempo. El volumen de homogenización provee almacenamiento de agua cruda durante los periodos de alto flujo y alimentación durante los periodos de bajo flujo, de manera que se pueda mantener una alimentación constante hacia los procesos siguientes.

Otra función importante es aminorar o diluir aguas con concentraciones altas de alguna sustancia. Un ejemplo típico sería descargas concentradas de detergentes o solventes al flujo de alimentación, las cuales pueden bajar la eficiencia de la PTAR. Aquí el tanque homogenizador retiene dichas concentraciones altas, diluyéndolas con el agua residual, con el fin de tener concentraciones bajas o estables.

REACTOR BIOLÓGICO AERÓBICO.- El sistema de tratamiento biológico aerobio proporciona la eliminación de la demanda de oxígeno (DBO) conformada

principalmente por la materia orgánica del agua residual. Para ello es importante conservar una concentración de oxígeno cercana a los 1.5 – 2.0 mg/L o ppm para una buena operación. Los sistemas convencionales para suministrar oxígeno son sopladores y difusores colocados en el fondo del tanque.

Sin embargo, la tecnología Bio-Wheel™ permite mejorar dicha aireación, sustituyendo a los sopladores-difusores, disminuyendo en un 50% el consumo de energía. Además cuentan con una superficie de fijación que permite crear una capa fija de biomasa, disminuyendo la generación de lodos en un 30% a 50% y aumentando la remoción de DBO en un 25%. Con estas mejoras se puede obtener un ahorro del 30% en el espacio que requiere la PTAR con respecto a sistemas convencionales.

SISTEMA DE CLARIFICACIÓN.- La clarificación se logra por la separación de sólidos y retención de biomasa del efluente para proporcionar una calidad superior de agua, logrado por un clarificador secundario de estilo integrado rectangular. El clarificador tiene una geometría cónica cuadrada donde los sólidos precipitan en la parte inferior del mismo. El flujo inferior recaudado por el sistema de remoción es regresado al proceso vía bombas de retorno de lodos (RAS). El agua que desborda al final del tanque es el agua tratada, la cual se pasa a un sistema de desinfección.

SISTEMAS DE LODOS ACTIVADOS.- Los lodos activados son regresados del tanque clarificador al tanque del Bio-Reactor continuamente para prevenir la acumulación de sólidos, usando las bombas de retorno de lodos activados (por sus siglas en inglés RAS). El flujo de retorno tiene una tasa de 1 a 2 veces el valor de la velocidad de alimentación.

Para controlar la concentración de licor mixto en los tanques del Bio-reactor se requiere periódicamente remover los lodos. Esto se ajusta con un dren ubicado en la corriente de recirculación que permita destinar parte del recirculado a un tanque de almacenamiento de lodos. Un analizador MLSS (opcional) puede ser instalado en cada reactor aeróbico para permitir la remoción automática basada en la concentración MLSS. La concentración de diseño MLSS es de 2.5 – 4 g/L basada en el índice apropiado de F: M en base al flujo del diseño.

TANQUE DE ALMACENAMIENTO DE LODOS.- Los lodos activados son enviados al tanque de almacenamiento de lodos por las bombas de retorno RAS por medio de un dren intermitente de lodos de desecho (por sus siglas en inglés WAS). Los sopladores y difusores de burbujas dentro de estos tanques son usados para mantener un ambiente aerobio y minimizar la proliferación de olores.

Una vez desactivados los lodos se dejan reposar y decantar. Se separa la fase superior de agua con la bomba decantadora para recircularla al tanque homogenizador. Esto permite concentrar los lodos para que después sean removidos totalmente del sistema.

En el caso necesario de vaciar uno de los Bio-reactores es posible utilizar este tanque como almacenamiento temporal, evitando la pérdida de biomasa del sistema y facilitando el procedimiento.

A continuación se presenta un esquema de las dimensiones de la planta de cada una de las operaciones unitarias. El Bio-reactor contiene una Bio-Wheel™, para tratar 160 m³/d con 350 DBO.

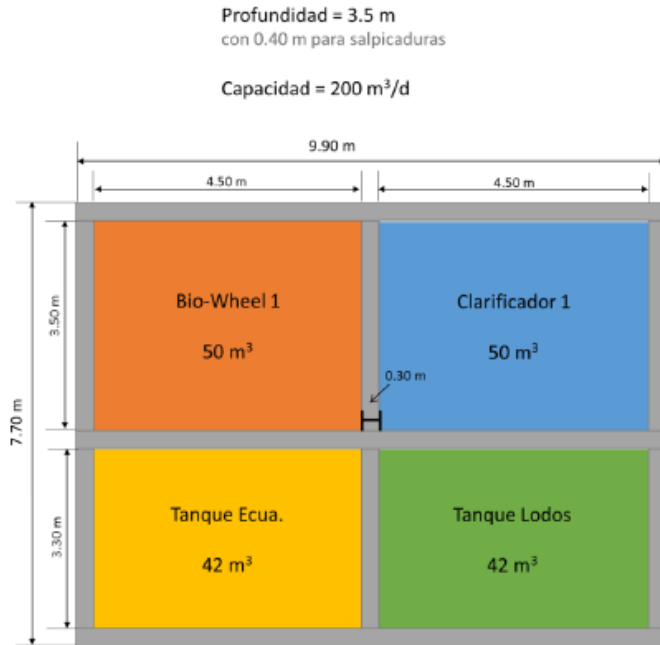
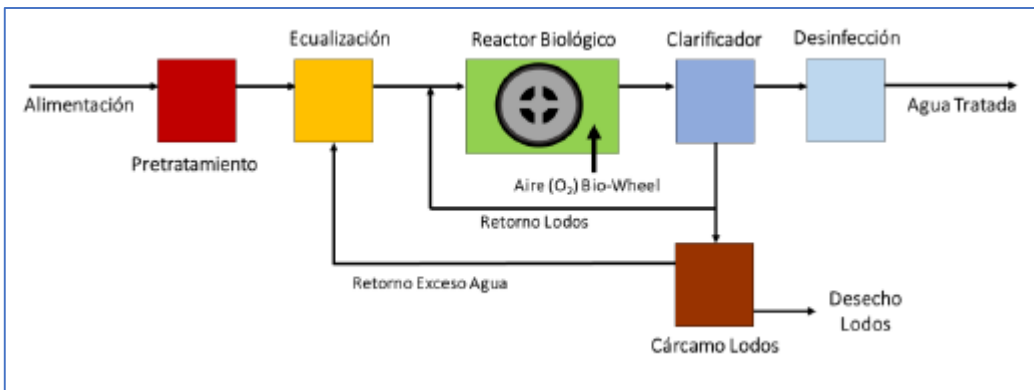


Diagrama de flujo del proceso:



II.2.5 Descripción de obras y actividades provisionales del proyecto

Se contempla la instalación de una bodega de 5 X 5 m construida con materia prefabricada, que servirá para el almacenaje de equipo e insumos que puedan ser afectados por la intemperie el cual será desmantelado al término de la obra. Se colocará dentro de la zona de obras.

Para los servicios sanitarios durante las etapas de preparación de sitio y construcción, se colocará una letrina tipo SANIRENT por cada 10 personas laborando en la obra, para evitar el fecalismo al aire libre.

Dentro de las áreas sujetas a aprovechamiento, se instalará un vivero provisional para contener y dar mantenimiento a las plántulas rescatadas de las áreas de cambio de uso del suelo. El vivero será de carácter rústico con el espacio suficiente

para contener un tanque de agua de 2500 l, área de manejo de sustrato y llenado de bolsas, así como las áreas de mantenimiento de planta.

II.2.6 Descripción de obras asociadas al proyecto

No existen obras asociadas al proyecto.

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

II.2.7.1 Tipo de Vegetación

De acuerdo con la carta de uso de suelo y vegetación del INEGI (escala 1:250000), Serie V, el predio se encuentra cubierto por una Vegetación Secundaria Arbustiva de Selva Mediana Subperennifolia, lo que es congruente con la vegetación que se desarrolla en el predio verificada mediante el inventario forestal, sin embargo el predio actualmente presenta indicios de que si fue aprovechado forestalmente en algún momento y que actualmente cuenta con los 3 estratos de vegetación; arbóreo, arbustivo y herbáceo, por lo cual se define que el tipo de vegetación existente en el predio es una **Vegetación de Selva Mediana Subperennifolia en proceso de restauración**.

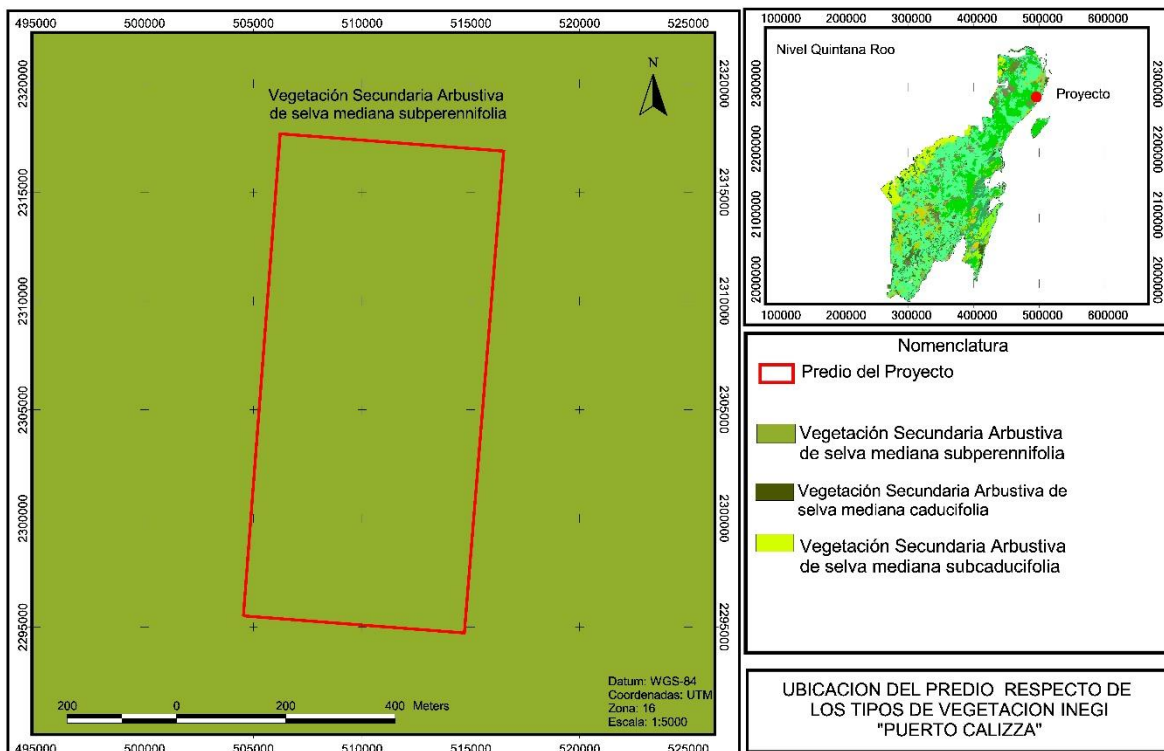


Figura 2.7. Ubicación del proyecto con base a la carta de uso de suelo serie IV



Figura 2.8. Estado de la vegetación del predio.

II.2 7.2 Metodología del inventario forestal en el predio del proyecto

II.2.7.2.1 Diseño de muestreo

La vegetación se caracterizó aplicando el método de cuadrantes con un sistema aleatorio, levantando un total de 8 sitios de muestreo.

Cuadro 2.4. Ubicación de los sitios de muestreo en el predio		
No. sitio	Coordenadas UTM Zona 16, Datum WGS-84	
	X	Y
1	0505588	2306215
2	0505389	2306234
3	0505507	2306380
4	0505615	2306522
5	0505510	2306525
6	0505316	2306682
7	0505648	2306967
8	0505446	2306961

Intensidad de muestreo

En las áreas cubiertas por Selva Mediana Subperennifolia sujetas al cambio de uso de suelo en terrenos forestales se levantaron 8 sitios rectangulares de 500 m² donde se muestreó el estrato arbóreo, para el estrato arbustivo y herbáceo se levantaron 8 subsitios de 50 m², con lo cual se logró obtener intensidades de muestreo del 1.1 %, 0.1 % y 0.1 % respectivamente.

Definición de estratos

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

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

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

VARIABLES LEVANTADAS

En cada sitio levantado se registró la siguiente información:

- Número de sitio. Esta asignación se llevó a cabo sobre los planos, y al llegar al sitio se marcó el número correspondiente mediante la colocación de una placa metálica.
- Número de árbol. - Se tomaron los datos en forma de zig-zag sobre el sitio iniciando de la esquina que fue georreferenciada asignándole un número consecutivo a cada ejemplar encontrado.
- Especie. - Se anotó el nombre común de cada especie.
- Diámetro Normal (DN). - Se utilizó una forcípula metálica para la medición del diámetro de árboles en pie, se tomó de acuerdo a los estándares mundiales que se establecen a 1.30 m del suelo.

- **Altura Total (AT).** Con la ayuda de un estadal graduado métricamente a cada 10 cm, se midió la altura total de cada árbol desde el nivel del suelo hasta su extremo superior.
- **Altura al fuste limpio (AFL).** Se midió con el estadal desde el nivel del suelo a las primeras ramas de la copa.



Figura 2.9. . En estas imágenes se aprecia que cada sitio se identificó con una marca representativa



Figura 2.10. En estas imágenes se aprecia el trabajo de campo, apreciándose el marcaje e cada ejemplar arbóreo identificado en los sitios de muestreo



Figura 2.11. En estas imágenes se aprecia el trabajo de campo, apreciándose el marcaje e cada ejemplar arbóreo identificado en los sitios de muestreo

Equipo utilizado.

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

- Estadal graduado métricamente a cada 10 cm, para medir alturas.
- Forcípula graduada.
- Machete.
- Geoposicionador satelital Garmin con una precisión de ± 30 cm).
- Cámara fotográfica digital
- Cinta métrica de 50 metros
- Pintura en aerosol color rosa fluorescente
- Libreta de campo
- Lápices de grafito
- Plumones permanentes
- Cinta amarilla

Fórmulas utilizadas

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

- *Área basal:*

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

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

Siendo:

RAP = radio a la altura de pecho

DAP = diámetro a la altura de pecho

- Volumen de fuste limpio

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

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

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

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

Las fórmulas utilizadas para el cálculo son las siguientes:

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

Dónde:

VFL = Volumen del fuste limpio
DAP2 = Diámetro al cuadrado
AFL = Altura del fuste limpio

- Volumen total árbol

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

$$\text{Volumen total árbol} = \text{Volumen del Fuste Limpio} \times \text{factor Fn}$$

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

ESPECIES	Factor Fn
Chechen	2.018
Chaca	2.153
Tzalam	2.324
Otras	2.300

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

II.2.7.2.2 Procesamiento de la información

El procesamiento de los datos se realizó análisis y gráficos mediante hojas de cálculo EXCEL, la cual se anexa al presente documento. La información se presenta por medio de tablas generadas a partir de un conjunto de opciones de variables relacionadas con el número de árboles, área basal, clases diamétricas, alturas, volumen de fuste limpio, y volumen total.

II.2.7.2.3 Estimaciones realizadas

El cálculo del número de árboles, el área basal, y el volumen, se expresan por hectárea, por la totalidad de la superficie solicitada para el cambio de uso de suelo. Para el primer caso, se obtiene el promedio de la suma de los valores encontrados en los sitios y se relaciona con la superficie de todas las parcelas de muestreo. Los valores para el área total solicitada se calculan a partir del valor por hectárea, multiplicado por la superficie de cambio de uso de suelo requerida.

II.2.7.2.4 Caracterizando la vegetación.

El análisis de los principales parámetros florísticos y dendrométricos se llevaron a cabo tomando en cuenta los resultados de los sitios de muestreo realizados en el predio. A partir de dicha información se han estimado diversos parámetros y estimadores que describen la condición de la vegetación en su composición y estructura considerando los estratos principales de Selva Mediana Subperennifolia encontrada en el sitio y que corresponde al arbóreo, arbustivo y herbáceo.

Las determinaciones de las características ecológicas de esta asociación vegetal se cuantificaron considerando su diversidad e importancia ecológica mediante los siguientes parámetros tanto para la riqueza específica como para la estructura de la asociación vegetal:

II.2.7.2.5. Indicadores de Diversidad.

- **Índice de Riqueza de especies (S)**

La riqueza específica (S) es la forma más sencilla de medir la biodiversidad, ya que se basa únicamente en el número de especies presentes, sin tomar en cuenta el valor de importancia de las mismas.

(S) es el número total de especies obtenido por un censo o muestreo de la comunidad.

II.2.7.2.6 Indicadores de Estructura

- **Índice de equidad**

Índice de equidad de Shannon-Wiener

La equidad se ha calculado de acuerdo al índice de Shannon-Wiener que expresa la uniformidad de los valores de importancia a través de todas las especies de la muestra. Mide el grado promedio de incertidumbre en predecir a que especie pertenecerá un individuo escogido al azar de una colección. Asume que los individuos son seleccionados al azar y que todas las especies están representadas en la muestra.

Adquiere valores entre 0 cuando hay una sola especie, y el logaritmo de S, cuando todas las especies están representadas por el mismo número de individuos.

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

- **Índice de Valor de Importancia (IVI) o Valor de Importancia Relativa (VIR)**

La suma de las tres medidas relativas mencionadas arriba y calculadas para cada especie constituye un índice denominado el Valor de Importancia (Vli) $Vli = DRi + Fri + CRi$. El valor de VI puede fluctuar de 0 a 3.00 (o 300%). Al dividir el VI por 3, se obtiene una cifra que fluctúa de 0 a 1.00 (o 100%). Este valor se conoce como el porcentaje de importancia. El valor de importancia, o el porcentaje de importancia, provee un estimado global de la importancia de una especie en una comunidad determinada.

VIR= Dominancia relativa + Frecuencia relativa + Densidad relativa

Adicionalmente se estimaron parámetros específicos como se indican a continuación:

- **Parámetros específicos**

Dominancia relativa= $\frac{\text{Dominancia de la Especie X}}{\text{Dominancia de todas las especies}} \times 100$

$$\text{Frecuencia relativa} = \frac{\text{Frecuencia de la Especie X}}{\text{Frecuencia de todas las especies}} \times 100$$

$$\text{Densidad relativa} = \frac{\text{Densidad de la Especie X}}{\text{Densidad de todas las especies}} \times 100$$

II.2.7.2.7 Especies y familias botánicas (Índice de riqueza de especies) en Selva Mediana Subperennifolia

En el inventario forestal fueron registradas especies localizadas en tres estratos para los cuales se aplicaron diferentes intensidades de muestreo como ya se ha descrito previamente.

Se registran en este inventario la presencia de 27 familias botánicas en total y a nivel de estratos las especies se cuentan en 25, 18 y 14 especies para los estratos arbóreo, arbustivo y herbáceo, respectivamente. Se identificó que 10 familias están compartidas en los 3 estratos de la vegetación.

Las Fabaceae aportan 14 especies, es decir, el 22.6% de las especies presentes en este tipo de vegetación, mientras que las Polygonaceae contribuyen con 5 especies y las Euphorbiaceae con 4 especies. Estas 3 familias participan entonces con una tercera parte de todas las especies registradas en este tipo de vegetación.

Cuadro 2. 5. Participación de las familias botánicas presentes en el predio en función de la cantidad de especies representadas			
No.	Familia	Especies	%
1	Fabaceae	14	22.6
2	Polygonaceae	5	8.1
3	Euphorbiaceae	4	6.5
4	Arecaceae	3	4.8
5	Flacourtiaceae	3	4.8
6	Moraceae	3	4.8
7	Rubiaceae	3	4.8
8	Sapindaceae	3	4.8
9	Ebenaceae	2	3.2
10	Malpighiaceae	2	3.2
11	Malvaceae	2	3.2
12	Myrtaceae	2	3.2
13	Sapotaceae	2	3.2
14	Anacardiaceae	1	1.6
15	Apocynaceae	1	1.6
16	Asteraceae	1	1.6
17	Burseracea	1	1.6

Cuadro 2. 5. Participación de las familias botánicas presentes en el predio en función de la cantidad de especies representadas

No.	Familia	Especies	%
18	Celastraceae	1	1.6
19	Commelinaceae	1	1.6
20	Convolvulaceae	1	1.6
21	Erythroxylaceae	1	1.6
22	Icacinaceae	1	1.6
23	Lauraceae	1	1.6
24	Leguminosae	1	1.6
25	Myrsinaceae	1	1.6
26	Poaceae	1	1.6
27	Verbenaceae	1	1.6
		62	100.0

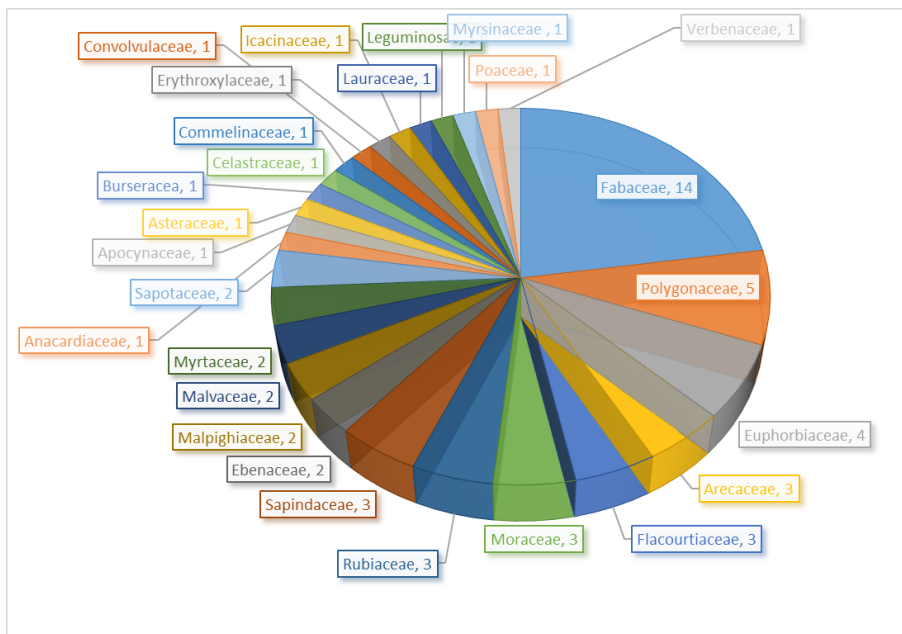


Figura 2.12. Participación de las familias botánicas presentes en el predio en función de la cantidad de especies representadas

Cuadro 2. 6. Participación de las familias botánicas presentes en el predio en función de la cantidad de especies representadas

No.	Nombre común	Nombre científico	Familia	Estrato Arbóreo	Estrato Arbustivo	Estrato Herbáceo
1	Akits	Thevetia gaumeri	Apocynaceae	1	1	0
2	Balche Ka	Lonchocarpus yucatenensis	Leguminosae	1	1	0
3	Bob chel	Coccoloba barbadensis	Polygonaceae	1	1	0
4	Bocan che	Crossopetalum rhacoma	Celastraceae	1	0	1
5	Boob	Coccoloba pubescens	Polygonaceae	1	1	1
6	Box chechen	Metopium brownei	Anacardiaceae	1	1	0

Cuadro 2. 6. Participación de las familias botánicas presentes en el predio en función de la cantidad de especies representadas

No.	Nombre común	Nombre científico	Familia	Estrato Arbóreo	Estrato Arbustivo	Estrato Herbáceo
7	Café xiw	<i>Psychotria nervosa</i>	Rubiaceae	0	0	1
8	Cascarillo	<i>Casearia nitida</i>	Flacourtiaceae	1	1	1
9	Chaca rojo	<i>Bursera simaruba</i>	Burseraceae	1	1	1
10	Chen ak	<i>Ipomoea jalapa</i>	Convolvulaceae	0	0	1
11	Chicozapote	<i>Manilkara zapota</i>	Sapotaceae	1	1	1
12	Chi'it	<i>Thrinax radiata</i>	Arecaceae	1	1	1
13	Chike	<i>Chrysophyllum mexicanum</i>	Sapotaceae	1	1	0
14	Chintok	<i>Krugiodendron ferreum</i>	Commelinaceae	1	0	0
15	Cornozielo	<i>Acacia cornigera</i>	Fabaceae	1	1	0
16	Dzidzilche	<i>Gymnopodium antigonoides</i>	Polygonaceae	1	1	0
17	Eklub	<i>Drypetes lateriflora</i>	Fabaceae	1	0	0
18	Granadillo	<i>Platymiscium yucatanum</i>	Fabaceae	1	0	0
19	Guaya	<i>Talisia olivaeformis</i>	Sapindaceae	1	0	0
20	Guayabillo	<i>Psidium sartorianum</i>	Myrtaceae	1	1	0
21	Higo	<i>Ficus tecolutensis</i>	Moraceae	1	1	0
22	Higuito	<i>Ficus padifolia</i>	Moraceae	1	0	0
23	Huano	<i>Sabal yapa</i>	Arecaceae	1	0	0
24	Ik'iche	<i>Erythroxyllum confusum</i>	Erythroxyllaceae	1	0	0
25	Jabim	<i>Piscidia piscipula</i>	Fabaceae	1	0	0
26	Kanacin	<i>Lonchocarpus rugosus</i>	Fabaceae	1	1	0
27	Kanchunup	<i>Thouinia paucidentata</i>	Sapindaceae	1	0	0
28	Kanolol	<i>Lonchocarpus parviflorus</i>	Fabaceae	1	0	0
29	Kanpokolche	<i>Machaonia lindeniana</i>	Rubiaceae	1	0	0
30	Kantoko	<i>Myrcianthes fragrans</i>	Myrtaceae	1	1	0
31	Katal'ox	<i>Swartzia cubensis</i>	Fabaceae	1	1	0
32	Kitanche	<i>Caesalpinia gaumeri</i>	Fabaceae	1	1	0
33	Laurelillo	<i>Nectandra salicifolia</i>	Lauraceae	1	1	1
34	Majahua	<i>Hampea trilobata</i>	Malvaceae	1	1	1
35	Marlberry	<i>Ardisia Escallonioides</i>	Myrsinaceae	1	1	1
36	Matapalo	<i>Ficus obtusifolia</i>	Moraceae	1	0	0
37	Nacax	<i>Coccothrinax readii</i>	Arecaceae	1	0	1
38	Pakal che	<i>Samyda yucatenensis</i>	Flacourtiaceae	1	1	1
39	Palosanto	<i>Croton niveus</i>	Euphorbiaceae	1	0	0
40	Pomolche	<i>Jatropha gaumeri</i>	Euphorbiaceae	1	1	1
41	Ruda de monte	<i>Diphysa carthagenensis</i>	Fabaceae	1	0	0
42	Sac bob	<i>Coccoloba reflexiflora</i>	Polygonaceae	1	1	0
43	Sac chaca	<i>Euphorbia schlectendalii</i>	Euphorbiaceae	1	0	0
44	Sac pah	<i>Byrsonima bucidaefolia</i>	Malpighiaceae	1	0	1
45	Sac pich	<i>Acacia glomerosa</i>	Fabaceae	1	0	0
46	Sibul	<i>Sapindus saponaria</i>	Sapindaceae	1	0	0
47	Si'it	<i>Laciadis divarigata</i>	Poaceae	0	0	1
48	Silil	<i>Diospyros cuneata</i>	Ebenaceae	1	1	0
49	Sipche	<i>Bunchosia glandulosa</i>	Malpighiaceae	0	1	0
50	Takinche	<i>Caesalpinia yucatenensis</i>	Fabaceae	1	0	0
51	Tamay	<i>Zuelania guidonia</i>	Flacourtiaceae	1	0	0
52	Tazta'ab	<i>Guettarda combsii Urban</i>	Rubiaceae	1	0	0

No.	Nombre común	Nombre científico	Familia	Estrato Arbóreo	Estrato Arbustivo	Estrato Herbáceo
53	Tinto	Haematoxylon campechianum	Fabaceae	1	0	0
54	Tohyub	Coccoloba acapulcensis	Polygonaceae	1	1	0
55	Tulipancillo	Malvaviscus arboreus	Malvaceae	0	0	1
56	Tzalam	Lysiloma latisiliquum	Fabaceae	1	0	0
57	Uvas che	Ottoschulzia pallida	Icacinaceae	1	0	0
58	Xdoj'tani	Chromolaena laevigata	Asteraceae	1	1	0
59	Xpisit che	Diospyros verae-crucis	Ebenaceae	1	1	0
60	Yaiti	Gymnanthes lucida	Euphorbiaceae	1	1	1
61	yax'catzim	Mimosa bahamensis	Fabaceae	1	1	0
62	Yaxnik	Vitex gaumeri	Verbenaceae	1	0	0

Dentro del muestreo de vegetación no se identificó ninguna especie epífita presente en el predio.

Estrato arbóreo

En el estrato arbóreo se localizaron 57 especies de 25 familias botánicas, siendo la familia Fabaceae la más representativa con el 24.6 %, mientras que las demás familias se distribuyen de una manera equitativa.

Familia	Especies	%
Fabaceae	14	24.6
Polygonaceae	5	8.8
Euphorbiaceae	4	7.0
Arecaceae	3	5.3
Flacourtiaceae	3	5.3
Moraceae	3	5.3
Sapindaceae	3	5.3
Ebenaceae	2	3.5
Myrtaceae	2	3.5
Rubiaceae	2	3.5
Sapotaceae	2	3.5
Anacardiaceae	1	1.8
Apocynaceae	1	1.8
Asteraceae	1	1.8
Burseraceae	1	1.8
Celastraceae	1	1.8
Commelinaceae	1	1.8
Erythroxylaceae	1	1.8
Icacinaceae	1	1.8
Lauraceae	1	1.8

Familia	Especies	%
Leguminosae	1	1.8
Malpighiaceae	1	1.8
Malvaceae	1	1.8
Myrsinaceae	1	1.8
Verbenaceae	1	1.8
	57	100.0

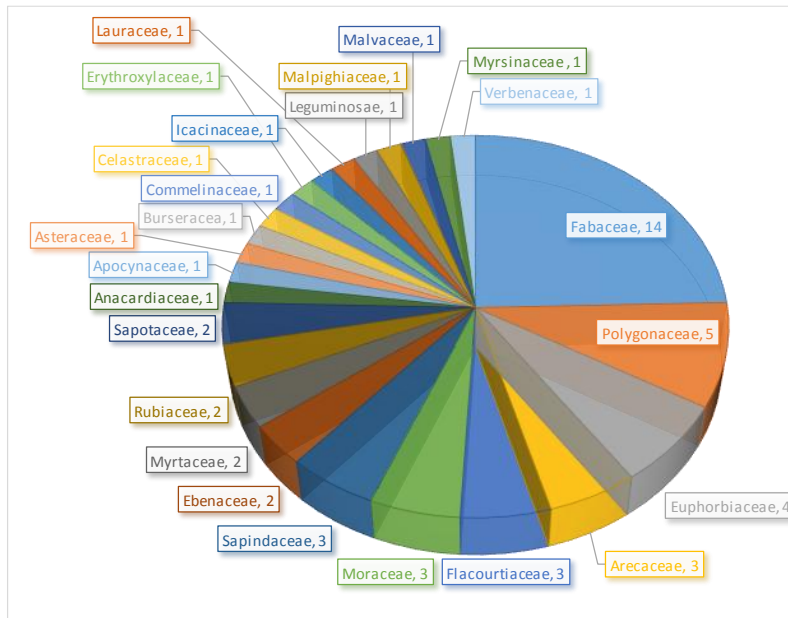


Figura 2.13. Participación por familia botánica en la riqueza específica para el estrato arbóreo en Selva mediana subperennifolia

En el cuadro se identifican las especies registradas para este estrato y la familia a la que pertenecen.

No.	Nombre común	Nombre científico	Familia
1	Box chechen	Metopium brownei	Anacardiaceae
2	Akits	Thevetia gaumeri	Apocynaceae
3	Chi'it	Thrinax radiata	Arecaceae
4	Nacax	Coccothrinax readii	Arecaceae
5	Huano	Sabal yapa	Arecaceae
6	Xdoj'tani	Chromolaena laevigata	Asteraceae
7	Chaca rojo	Bursera simaruba	Burseraceae
8	Bocan che	Crossopetalum rhacoma	Celastraceae
9	Chintok	Krugiodendron ferreum	Commelinaceae
10	Silil	Diospyros cuneata	Ebenaceae
11	Xpsit che	Diospyros verae-crucis	Ebenaceae

Cuadro 2. 8. Principales familias botánicas y especies presentes en estrato arbóreo de Selva Mediana Subperennifolia.			
No.	Nombre común	Nombre científico	Familia
12	Ik'iche	<i>Erythroxylum confusum</i>	Erythroxylaceae
13	Palosanto	<i>Croton niveus</i>	Euphorbiaceae
14	Pamolche	<i>Jatropha gaumeri</i>	Euphorbiaceae
15	Sac chaca	<i>Euphorbia schlectendalii</i>	Euphorbiaceae
16	Yaiti	<i>Gymnanthes lucida</i>	Euphorbiaceae
17	Cornozuelo	<i>Acacia cornigera</i>	Fabaceae
18	Eklub	<i>Drypetes lateriflora</i>	Fabaceae
19	Granadillo	<i>Platymiscium yucatanum</i>	Fabaceae
20	Jabim	<i>Piscidia piscipula</i>	Fabaceae
21	Kanacin	<i>Lonchocarpus rugosus</i>	Fabaceae
22	kanlol	<i>Lonchocarpus parviflorus</i>	Fabaceae
23	Katal'ox	<i>Swartzia cubensis</i>	Fabaceae
24	Kitanche	<i>Caesalpinia gaumeri</i>	Fabaceae
25	Ruda de monte	<i>Diphysa carthagenensis</i>	Fabaceae
26	Sac pich	<i>Acacia glomerosa</i>	Fabaceae
27	Takinche	<i>Caesalpinia yucatenensis</i>	Fabaceae
28	Tinto	<i>Haematoxylon campechianum</i>	Fabaceae
29	Tzalam	<i>Lysiloma latisiliquum</i>	Fabaceae
30	yax'catzim	<i>Mimosa bahamensis</i>	Fabaceae
31	Cascarillo	<i>Casearia nitida</i>	Flacourtiaceae
32	Pakal che	<i>Samyda yucatenensis</i>	Flacourtiaceae
33	Tamay	<i>Zuelania guidonia</i>	Flacourtiaceae
34	Uvas che	<i>Ottoschulzia pallida</i>	Icacinaceae
35	Laurelillo	<i>Nectandra salicifolia</i>	Lauraceae
36	Balche Ka	<i>Lonchocarpus yucatenensis</i>	Leguminosae
37	Sac pah	<i>Byrsonima bucidaefolia</i>	Malpighiaceae
38	Majahua	<i>Hampea trilobata</i>	Malvaceae
39	Higo	<i>Ficus tecolutensis</i>	Moraceae
40	Higuito	<i>Ficus padifolia</i>	Moraceae
41	Matapalo	<i>Ficus obtusifolia</i>	Moraceae
42	Marlberry	<i>Ardisia Escallonioides</i>	Myrsinaceae
43	Guayabillo	<i>Psidium sartorianum</i>	Myrtaceae
44	Kantoko	<i>Myrcianthes fragrans</i>	Myrtaceae
45	Bob chel	<i>Coccoloba barbadensis</i>	Polygonaceae
46	Boob	<i>Coccoloba pubescens</i>	Polygonaceae
47	Dzidzilche	<i>Gymnopodium antigonoides</i>	Polygonaceae
48	Sac bob	<i>Coccoloba reflexiflora</i>	Polygonaceae
49	Tohyub	<i>Coccoloba acapulcensis</i>	Polygonaceae
50	Kanpokolche	<i>Machaonia lindeniana</i>	Rubiaceae
51	Tazta'ab	<i>Guettarda combsii Urban</i>	Rubiaceae
52	Guaya	<i>Talisia olivaeformis</i>	Sapindaceae
53	Kanchunup	<i>Thouinia paucidentata</i>	Sapindaceae
54	Sibul	<i>Sapindus saponaria</i>	Sapindaceae
55	Chicozapote	<i>Manilkara zapota</i>	Sapotaceae
56	Chike	<i>Chrysophyllum mexicanum</i>	Sapotaceae
57	Yaxnik	<i>Vitex gaumeri</i>	Verbenaceae

Estrato arbustivo

Para el estrato arbustivo se contabilizó la presencia de 31 especies y 18 familias botánicas de las cuales la Fabaceae, Polygonaceae aportan cinco especies cada una de ellas. Entre ellas se alcanza casi un tercio del total de especies del estrato.

Familia	Especies	%
Fabaceae	5	16.1
Polygonaceae	5	16.1
Ebenaceae	2	6.5
Euphorbiaceae	2	6.5
Flacourtiaceae	2	6.5
Myrtaceae	2	6.5
Sapotaceae	2	6.5
Anacardiaceae	1	3.2
Apocynaceae	1	3.2
Arecaceae	1	3.2
Asteraceae	1	3.2
Burseracea	1	3.2
Lauraceae	1	3.2
Leguminosae	1	3.2
Malpighiaceae	1	3.2
Malvaceae	1	3.2
Moraceae	1	3.2
Myrsinaceae	1	3.2
	31	100.0

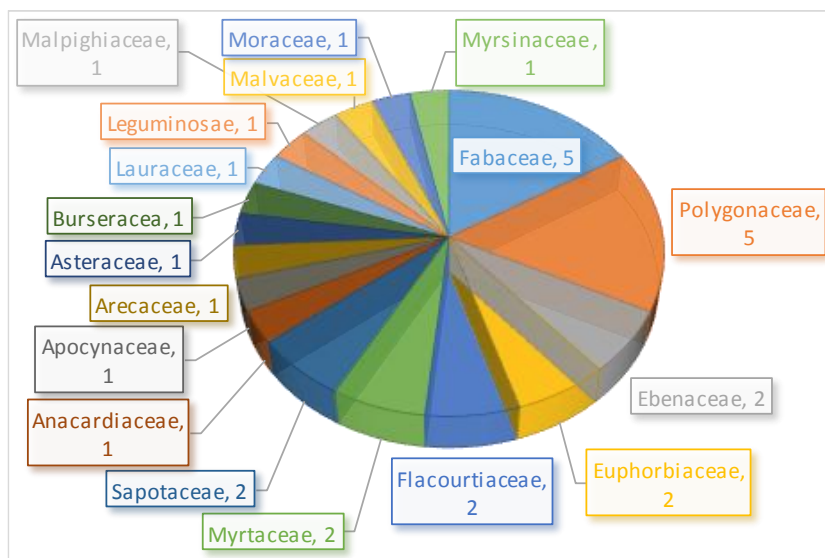


Figura 2.14. Participación por familia botánica en la riqueza específica en el estrato arbustivo de Selva Mediana Subperennifolia.

En el cuadro se pueden identificar las especies localizadas y las familias botánicas a las cuales pertenecen.

Cuadro 2. 10. Principales familias botánicas y especies presentes en estrato arbustivo de Selva Mediana Subperennifolia.			
No.	Nombre común	Nombre científico	Familia
1	Box chechen	Metopium brownei	Anacardiaceae
2	Akits	Thevetia gaumeri	Apocynaceae
3	Chi'it	Thrinax radiata	Arecaceae
4	Xdoj'tani	Chromolaena laevigata	Asteraceae
5	Chaca rojo	Bursera simaruba	Burseraceae
6	Silil	Diospyros cuneata	Ebenaceae
7	Xpisit che	Diospyros verae-crucis	Ebenaceae
8	Pomolche	Jatropha gaumeri	Euphorbiaceae
9	Yaiti	Gymnanthes lucida	Euphorbiaceae
10	Cornozuelo	Acacia cornigera	Fabaceae
11	Kanacin	Lonchocarpus rugosus	Fabaceae
12	Katal'ox	Swartzia cubensis	Fabaceae
13	Kitanche	Caesalpinia gaumeri	Fabaceae
14	yax'catzim	Mimosa bahamensis	Fabaceae
15	Cascarillo	Casearia nitida	Flacourtiaceae
16	Pakal che	Samyda yucatenensis	Flacourtiaceae
17	Laurelillo	Nectandra salicifolia	Lauraceae
18	Balche Ka	Lonchocarpus yucatenensis	Leguminosae
19	Sipche	Bunchosia glandulosa	Malpighiaceae
20	Majahua	Hampea trilobata	Malvaceae
21	Higo	Ficus tecolutensis	Moraceae
22	Marlberry	Ardisia Escallonioides	Myrsinaceae
23	Guayabillo	Psidium sartorianum	Myrtaceae
24	Kantoko	Myrcianthes fragrans	Myrtaceae
25	Bob chel	Coccoloba barbadensis	Polygonaceae
26	Boob	Coccoloba pubescens	Polygonaceae
27	Dzidzilche	Gymnopodium antigonoides	Polygonaceae
28	Sac bob	Coccoloba reflexiflora	Polygonaceae
29	Tohyub	Coccoloba acapulcensis	Polygonaceae
30	Chicozapote	Manilkara zapota	Sapotaceae
31	Chike	Chrysophyllum mexicanum	Sapotaceae

Estrato herbáceo

En el estrato herbáceo se han identificado sólo 18 especies distribuidas en 14 familias botánicas, dentro de las cuáles Arecaceae, Euphorbiaceae, Flacourtiaceae, Malvaceae son las más representativas con 2 especies cada una, acumulando ente ellas el 44.4% de todas las familias.

Cuadro 2. 11. Familias estrato herbáceo		
Familia	Especies	%
Arecaceae	2	11.1
Euphorbiaceae	2	11.1
Flacourtiaceae	2	11.1
Malvaceae	2	11.1
Burseraceae	1	5.6
Celastraceae	1	5.6

Familia	Especies	%
Convolvulaceae	1	5.6
Lauraceae	1	5.6
Malpighiaceae	1	5.6
Myrsinaceae	1	5.6
Poaceae	1	5.6
Polygonaceae	1	5.6
Rubiaceae	1	5.6
Sapotaceae	1	5.6
	18	100

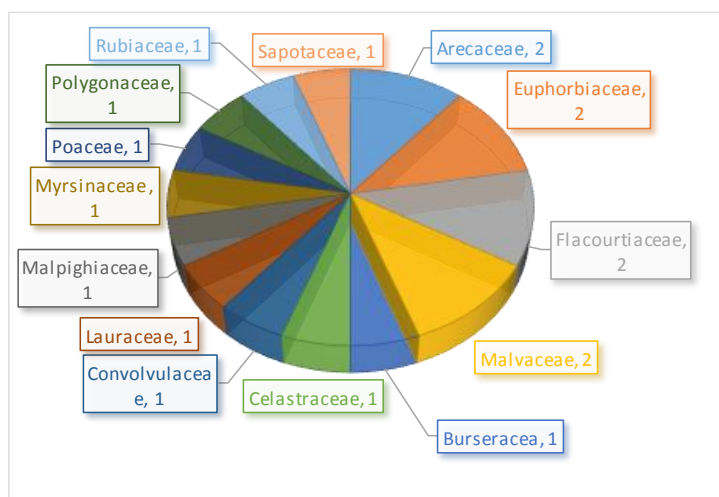


Figura 2.15. Participación por familia botánica en la riqueza específica en el estrato herbáceo de Selva Mediana Subperennifolia.

En el siguiente cuadro se identifican las especies y familias registradas en los sitios del predio.

No.	Nombre común	Nombre científico	Familia
1	Chi'it	<i>Thrinax radiata</i>	Arecaceae
2	Nacax	<i>Coccothrinax readii</i>	Arecaceae
3	Chaca rojo	<i>Bursera simaruba</i>	Burseraceae
4	Bocan che	<i>Crossopetalum rhacoma</i>	Celastraceae
5	Chen ak	<i>Ipomoea jalapa</i>	Convolvulaceae
6	Pomolche	<i>Jatropha gaumeri</i>	Euphorbiaceae
7	Yaiti	<i>Gymnanthes lucida</i>	Euphorbiaceae
8	Cascarillo	<i>Casearia nitida</i>	Flacourtiaceae
9	Pakal che	<i>Samyda yucatenensis</i>	Flacourtiaceae
10	Laurelillo	<i>Nectandra salicifolia</i>	Lauraceae
11	Sac pah	<i>Byrsonima bucidaefolia</i>	Malpighiaceae
12	Majahua	<i>Hampea trilobata</i>	Malvaceae

Cuadro 2. 12. Principales familias botánicas y especies presentes en estrato herbáceo de Selva Mediana Subperennifolia.			
No.	Nombre común	Nombre científico	Familia
13	Tulipancillo	Malvaviscus arboreus	Malvaceae
14	Marlberry	Ardisia Escallonioides	Myrsinaceae
15	Si'it	Laciacis divarigata	Poaceae
16	Boob	Coccoloba pubescens	Polygonaceae
17	Café xiw	Psychotria nervosa	Rubiaceae
18	Chicozapote	Manilkara zapota	Sapotaceae

II.2.7.2.8. Diversidad específica por sitio de muestreo y estrato

Los sitios presentaron una condición homogénea en cuanto al número de especies registradas ya que fluctuaron entre 30 y 45 especies por sitio lo cual es bueno, ya que se percibe un buen estado de conservación en esta parte del predio, siempre con más diversidad en el estrato arbóreo, como se puede apreciar en la siguiente figura:

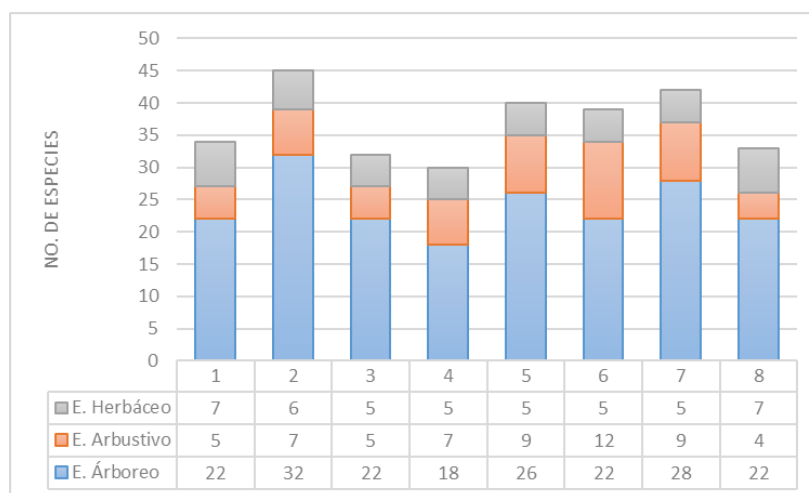


Figura 2.16. Diversidad específica por sitio de muestreo y por estrato.

II.2.7.2.9. Cantidad de individuos por sitio de muestreo y estrato

En los sitios de muestreo se registraron desde 30 individuos para el caso del sitio No. 4, hasta 45 individuos registrados en el sitio No. 2. Se considera que existe una abundancia buena de individuos por sitio, particularmente en el caso de los arbóreos, lo cual se puede apreciar en la siguiente figura.

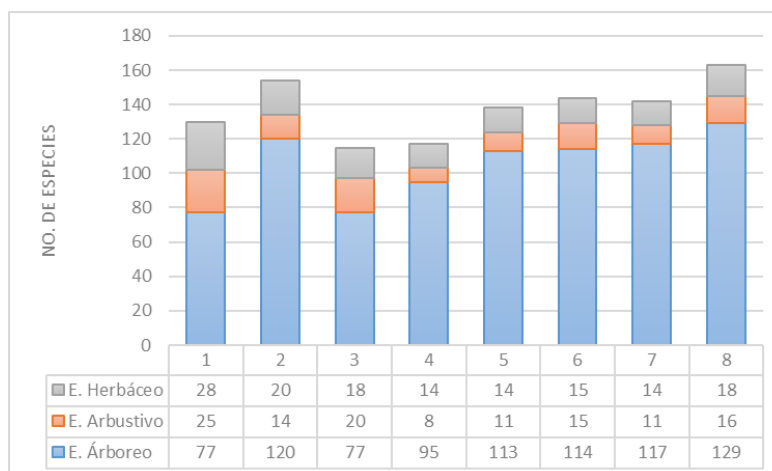


Figura 2.17. Cantidad de individuos por sitio de muestreo por estrato

II.2.7.2.10. Índices de Riqueza específica de Shannon-Wiener en Selva Mediana Subperennifolia.

Complementando la información respecto a la conservación de la riqueza florística de la cuenca con vegetación de Selva Mediana Subperennifolia, se calculó el índice de diversidad utilizando la función de Shannon-Wiener, obteniendo los siguientes resultados por cada estrato florístico:

Cuadro 2. 13. Índice de Diversidad Shannon- Wiener Estrato Arbóreo							
No.	Estrato	Nombre común	Nombre científico	Estatus	Abundancia relativa (pi)	LN (pi)	(pi) x Ln (pi)
1	Arbóreo	Akits	Thevetia gaumeri		0.059	-2.824	0.168
2	Arbóreo	Balche Ka	Lonchocarpus yucatenensis		0.055	-2.907	0.159
3	Arbóreo	Bobchel	Coccoloba barbadensis		0.002	-6.043	0.014
4	Arbóreo	Bocan che	Crossopetalum rhacoma		0.014	-4.251	0.061
5	Arbóreo	Boob	Coccoloba pubescens		0.044	-3.125	0.137
6	Arbóreo	Box chechen	Metopium brownei		0.026	-3.645	0.095
7	Arbóreo	Cascarillo	Casearia nitida		0.050	-2.998	0.150
8	Arbóreo	Chaca rojo	Bursera simaruba		0.043	-3.152	0.135
9	Arbóreo	Chicozapote	Manilkara zapota		0.017	-4.097	0.068
10	Arbóreo	Chi'it	Thrinax radiata	A	0.005	-5.349	0.025
11	Arbóreo	Chike	Chrysophyllum mexicanum		0.001	-6.736	0.008
12	Arbóreo	Chintok	Krugiodendron ferreum		0.002	-6.043	0.014
13	Arbóreo	Cornozuelo	Acacia cornigera		0.006	-5.126	0.030
14	Arbóreo	Dzidzilche	Gymnopodium antigonoides		0.026	-3.645	0.095
15	Arbóreo	Eklub	Drypetes lateriflora		0.005	-5.349	0.025
16	Arbóreo	Granadillo	Platymiscium yucatanum		0.002	-6.043	0.014
17	Arbóreo	Guaya	Talisia olivaeformis		0.002	-6.043	0.014
18	Arbóreo	Guayabillo	Psidium sartorianum		0.013	-4.338	0.057
19	Arbóreo	Higo	Ficus tecolutensis		0.210	-1.560	0.328
20	Arbóreo	Higuito	Ficus padifolia		0.007	-4.944	0.035
21	Arbóreo	Huano	Sabal yapa		0.008	-4.790	0.040
22	Arbóreo	Ik'iche	Erythroxylum confusum		0.001	-6.736	0.008
23	Arbóreo	Jabim	Piscidia piscipula		0.019	-3.963	0.075

Cuadro 2. 13. Índice de Diversidad Shannon- Wiener Estrato Arbóreo							
No.	Estrato	Nombre común	Nombre científico	Estatus	Abundancia relativa (pi)	LN (pi)	(pi) x Ln (pi)
24	Arbóreo	Kanacin	Lonchocarpus rugosus		0.059	-2.824	0.168
25	Arbóreo	Kanchunup	Thouinia paucidentata		0.002	-6.043	0.014
26	Arbóreo	kanlol	Lonchocarpus parviflorus		0.020	-3.903	0.079
27	Arbóreo	Kanpokolche	Machaonia lindeniana		0.007	-4.944	0.035
28	Arbóreo	Kantoko	Myrcianthes fragrans		0.013	-4.338	0.057
29	Arbóreo	Katal'ox	Swartzia cubensis		0.012	-4.433	0.053
30	Arbóreo	Kitanche	Caesalpinia gaumeri		0.015	-4.171	0.064
31	Arbóreo	Laurelillo	Nectandra salicifolia		0.004	-5.637	0.020
32	Arbóreo	Majahua	Hampea trilobata		0.004	-5.637	0.020
33	Arbóreo	Marlberry	Ardisia Escallonioides		0.001	-6.736	0.008
34	Arbóreo	Matapalo	Ficus obtusifolia		0.002	-6.043	0.014
35	Arbóreo	Nacax	Coccothrinax readii	A	0.007	-4.944	0.035
36	Arbóreo	Pakal che	Samyda yucatenensis		0.002	-6.043	0.014
37	Arbóreo	Palosanto	Croton niveus		0.008	-4.790	0.040
38	Arbóreo	Pomolche	Jatropha gaumeri		0.014	-4.251	0.061
39	Arbóreo	Ruda de monte	Diphysa carthagenensis		0.034	-3.368	0.116
40	Arbóreo	Sac bob	Coccoloba reflexiflora		0.006	-5.126	0.030
41	Arbóreo	Sac chaca	Euphorbia schlectendalii		0.001	-6.736	0.008
42	Arbóreo	Sac pah	Byrsonima bucidaefolia		0.006	-5.126	0.030
43	Arbóreo	Sac pich	Acacia glomerosa		0.002	-6.043	0.014
44	Arbóreo	Sibul	Sapindus saponaria		0.001	-6.736	0.008
45	Arbóreo	Silil	Diospyros cuneata		0.029	-3.558	0.101
46	Arbóreo	Takinche	Caesalpinia yucatenensis		0.002	-6.043	0.014
47	Arbóreo	Tamay	Zuelania guidonia		0.002	-6.043	0.014
48	Arbóreo	Tazta'ab	Guettarda combsii Urban		0.005	-5.349	0.025
49	Arbóreo	Tinto	Haematoxylon campechianum		0.005	-5.349	0.025
50	Arbóreo	Tohyub	Coccoloba acapulcensis		0.002	-6.043	0.014
51	Arbóreo	Tzalam	Lysiloma latisiliquum		0.015	-4.171	0.064
52	Arbóreo	Uvas che	Ottoschulzia pallida		0.001	-6.736	0.008
53	Arbóreo	Xdoj'tani	Chromolaena laevigata		0.001	-6.736	0.008
54	Arbóreo	Xpisit che	Diospyros verae-crucis		0.008	-4.790	0.040
55	Arbóreo	Yaiti	Gymnanthes lucida		0.012	-4.433	0.053
56	Arbóreo	yax'catzim	Mimosa bahamensis		0.005	-5.349	0.025
57	Arbóreo	Yaxnik	Vitex gaumeri		0.070	-2.658	0.186
					1.000		3.226

Riqueza (S) =	57
H' Calculada =	3.226
H max =	4.043
Equidad (J) =	0.798
H max - H' =	0.817

El índice de diversidad para el estrato arbóreo de acuerdo con el método de Shannon Wiener fue calculado en 3.226 mientras que la diversidad máxima que puede presentar es de 4.043, lo cual nos da un índice de equidad de 0.798, esto indica que las 57 especies de flora arbórea reportadas, presenta cada una el 79 % de probabilidad de ser encontradas en el sitio. En este estrato se registraron dos

especies enlistas dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010 con la categoría de Amenazadas, las cuales son la Chi'it (*Thrinax radiata*) y Nacax (*Coccothrinax readii*).

Cuadro 2. 14. Índice de Diversidad Shannon- Wiener Estrato Arbustivo							
No.	Estrato	Nombre común	Nombre científico	Estatus	Abundancia relativa (pi)	LN (pi)	(pi) x Ln (pi)
1	Arbustivo	Akits	Thevetia gaumeri		0.010	-4.654	0.044
2	Arbustivo	Balche Ka	Lonchocarpus yucatenensis		0.010	-4.654	0.044
3	Arbustivo	Bob chel	Coccoloba barbadensis		0.086	-2.457	0.211
4	Arbustivo	Boob	Coccoloba pubescens		0.038	-3.268	0.124
5	Arbustivo	Box chechen	Metopium brownei		0.010	-4.654	0.044
7	Arbustivo	Cascarillo	Casearia nitida		0.133	-2.015	0.269
8	Arbustivo	Chaca rojo	Bursera simaruba		0.019	-3.961	0.075
9	Arbustivo	Chicozapote	Manilkara zapota		0.010	-4.654	0.044
10	Arbustivo	Chi'it	Thrinax radiata	A	0.010	-4.654	0.044
11	Arbustivo	Chike	Chrysophyllum mexicanum		0.010	-4.654	0.044
12	Arbustivo	Cornozuelo	Acacia cornigera		0.029	-3.555	0.102
13	Arbustivo	Dzidzilche	Gymnopodium antigonoides		0.019	-3.961	0.075
14	Arbustivo	Guayabillo	Psidium sartorianum		0.029	-3.555	0.102
15	Arbustivo	Higo	Ficus tecolutensis		0.010	-4.654	0.044
16	Arbustivo	Kanacin	Lonchocarpus rugosus		0.086	-2.457	0.211
17	Arbustivo	Kantoko	Myrcianthes fragrans		0.019	-3.961	0.075
18	Arbustivo	Katal'ox	Swartzia cubensis		0.010	-4.654	0.044
19	Arbustivo	Kitanche	Caesalpinia gaumeri		0.010	-4.654	0.044
20	Arbustivo	Laurelillo	Nectandra salicifolia		0.019	-3.961	0.075
21	Arbustivo	Majahua	Hampea trilobata		0.010	-4.654	0.044
22	Arbustivo	Marlberry	Ardisia Escallonioides		0.010	-4.654	0.044
23	Arbustivo	Pakal che	Samyda yucatenensis		0.010	-4.654	0.044
24	Arbustivo	Pomolche	Jatropha gaumeri		0.114	-2.169	0.248
25	Arbustivo	Sac bob	Coccoloba reflexiflora		0.010	-4.654	0.044
26	Arbustivo	Silil	Diospyros cuneata		0.010	-4.654	0.044
6	Arbustivo	Sipche	Bunchosia glandulosa		0.010	-4.654	0.044
27	Arbustivo	Tohyub	Coccoloba acapulcensis		0.076	-2.575	0.196
28	Arbustivo	Xdoj'tani	Chromolaena laevigata		0.019	-3.961	0.075
29	Arbustivo	Xpisit che	Diospyros verae-crucis		0.010	-4.654	0.044
30	Arbustivo	Yaiti	Gymnanthes lucida		0.038	-3.268	0.124
31	Arbustivo	yax'catzim	Mimosa bahamensis		0.124	-2.089	0.259
					1.000		2.931

Riqueza (S) =	31
H' Calculada =	2.931
H max =	3.434
Equidad (J) =	0.854
H max - H' =	0.503

El índice de diversidad en el estrato arbustivo de acuerdo con el método de Shannon Wiener fue calculado en 2.931 mientras que la diversidad máxima que puede presentar es de 3.434, lo cual nos da un índice de equidad de 0.854, esto indica que

las 31 especies de flora arbustiva reportadas, presenta cada una el 85% de probabilidad de ser encontradas en el sitio. Es importante señalar que, de las 21 especies de flora, una se encuentra dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010 que es la que se conoce como Chi'it (*Thrinax radiata*).

Cuadro 2. 15. Índice de Diversidad Shannon- Wiener Estrato Herbáceo							
No.	Estrato	Nombre común	Nombre científico	Estatus	Abundancia relativa (pi)	LN (pi)	(pi) x Ln (pi)
1	Herbáceo	Bocan che	Crossopetalum rhacoma		0.043	-3.153	0.135
2	Herbáceo	Boob	Coccoloba pubescens		0.051	-2.970	0.152
3	Herbáceo	Café xiw	Psychotria nervosa		0.060	-2.816	0.168
4	Herbáceo	Cascarillo	Casearia nitida		0.265	-1.328	0.352
5	Herbáceo	Chaca rojo	Bursera simaruba		0.017	-4.069	0.070
6	Herbáceo	Chicozapote	Manilkara zapota		0.017	-4.069	0.070
7	Herbáceo	Chen ak	Ipomoea jalapa		0.128	-2.054	0.263
8	Herbáceo	Chi'it	Thrinax radiata	A	0.043	-3.153	0.135
9	Herbáceo	Laurelillo	Nectandra salicifolia		0.026	-3.664	0.094
10	Herbáceo	Majahua	Hampea trilobata		0.026	-3.664	0.094
11	Herbáceo	Marlberry	Ardisia Escallonioides		0.017	-4.069	0.070
12	Herbáceo	Nacax	Coccothrinax readii	A	0.026	-3.664	0.094
13	Herbáceo	Pakal che	Samyda yucatenensis		0.171	-1.766	0.302
14	Herbáceo	Pomolche	Jatropha gaumeri		0.034	-3.376	0.115
15	Herbáceo	Sac pah	Byrsonima bucidaefolia		0.017	-4.069	0.070
16	Herbáceo	Si'it	Laciadis divarigata		0.017	-4.069	0.070
17	Herbáceo	Tulipancillo	Malvaviscus arboreus		0.026	-3.664	0.094
18	Herbáceo	Yaiti	Gymnanthes lucida		0.017	-4.069	0.070
					1.000		2.416

Riqueza (S) =	18
H' Calculada =	2.416
H max =	2.890
Equidad (J) =	0.836
H max - H' =	0.474

El índice de diversidad en el estrato herbáceo de acuerdo con el método de Shannon Wiener fue calculado en 2.416 mientras que la diversidad máxima que puede presentar es de 2.890, lo cual nos da un índice de equidad de 0.836, esto indica que las 18 especies de flora arbustiva reportadas, presenta cada una el 83 % de probabilidad de ser encontradas en el sitio. Es importante señalar que, de las 18 especies de flora, dos se encuentra dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010 que es la que se conoce como Chi'it (*Thrinax radiata*) y Nacax (*Coccothrinax readii*).

II.2.7.2.11. Índice de Valor de Importancia en Selva Mediana Subperennifolia.

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

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

Estrato arbóreo

En este estrato se identifican 57 especies, de las cuales los resultados indican que ***Ficus tecolutensis*** alcanza a participar con el 14.5% del IVI estimado en este estrato, seguida por Sabal yapa que aporta otro 8.30%, mientras que las demás especies se distribuyen de manera equitativa.

No.	Estrato	Nombre común	Nombre científico	IVI	%
1	Arbóreo	Higo	<i>Ficus tecolutensis</i>	43.625	14.5
2	Arbóreo	Huano	Sabal yapa	24.871	8.3
3	Arbóreo	Yaxnik	<i>Vitex gaumeri</i>	19.983	6.7
4	Arbóreo	Balche Ka	<i>Lonchocarpus yucatenensis</i>	14.075	4.7
5	Arbóreo	Akits	<i>Thevetia gaumeri</i>	12.668	4.2
6	Arbóreo	Chaca rojo	<i>Bursera simaruba</i>	11.997	4.0
7	Arbóreo	Boob	<i>Coccoloba pubescens</i>	11.489	3.8
8	Arbóreo	Kanacin	<i>Lonchocarpus rugosus</i>	10.537	3.5
9	Arbóreo	Cascarillo	<i>Casearia nitida</i>	10.347	3.4
10	Arbóreo	Box chechen	<i>Metopium brownei</i>	10.053	3.4
11	Arbóreo	Ruda de monte	<i>Diphyssa carthagenensis</i>	8.694	2.9
12	Arbóreo	Silil	<i>Diospyros cuneata</i>	8.109	2.7
13	Arbóreo	Chicozapote	<i>Manilkara zapota</i>	7.777	2.6
14	Arbóreo	Jabim	<i>Piscidia piscipula</i>	7.213	2.4
15	Arbóreo	Dzidzilche	<i>Gymnopodium antigonoides</i>	6.775	2.3
16	Arbóreo	kanlol	<i>Lonchocarpus parviflorus</i>	6.035	2.0
17	Arbóreo	Tzalam	<i>Lysiloma latisiliquum</i>	5.698	1.9
18	Arbóreo	Kitanche	<i>Caesalpinia gaumeri</i>	5.044	1.7
19	Arbóreo	Kantoko	<i>Myrcianthes fragrans</i>	4.400	1.5
20	Arbóreo	Guayabillo	<i>Psidium sartorianum</i>	4.202	1.4
21	Arbóreo	Katal'ox	<i>Swartzia cubensis</i>	4.068	1.4
22	Arbóreo	Yaiti	<i>Gymnanthes lucida</i>	4.018	1.3
23	Arbóreo	Bocan che	<i>Crossopetalum rhacoma</i>	3.710	1.2
24	Arbóreo	Palosanto	<i>Croton niveus</i>	3.643	1.2
25	Arbóreo	Nacax	<i>Coccothrinax readii</i>	3.576	1.2
26	Arbóreo	Sac bob	<i>Coccoloba reflexiflora</i>	3.553	1.2
27	Arbóreo	Xpisit che	<i>Diospyros verae-crucis</i>	3.290	1.1
28	Arbóreo	Pomolche	<i>Jatropha gaumeri</i>	3.255	1.1
29	Arbóreo	Higuito	<i>Ficus padifolia</i>	3.107	1.0
30	Arbóreo	Chi'it	<i>Thrinax radiata</i>	2.902	1.0

Cuadro 2. 16. Valor de Importancia de las especies en el estrato arbóreo en Selva Mediana Subperennifolia.					
No.	Estrato	Nombre común	Nombre científico	IVI	%
31	Arbóreo	Cornozuelo	Acacia cornigera	2.326	0.8
32	Arbóreo	Tinto	Haematoxylon campechianum	2.017	0.7
33	Arbóreo	yax'catzim	Mimosa bahamensis	1.737	0.6
34	Arbóreo	Tazta'ab	Guettarda combsii Urban	1.661	0.6
35	Arbóreo	Kanpokolche	Machaonia lindeniana	1.480	0.5
36	Arbóreo	Eklub	Drypetes lateriflora	1.479	0.5
37	Arbóreo	Majahua	Hampea trilobata	1.447	0.5
38	Arbóreo	Laurelillo	Nectandra salicifolia	1.441	0.5
39	Arbóreo	Takinche	Caesalpinia yucatenensis	1.389	0.5
40	Arbóreo	Tamay	Zuelania guidonia	1.364	0.5
41	Arbóreo	Matapalo	Ficus obtusifolia	1.344	0.4
42	Arbóreo	Sac pah	Byrsonima bucidaefolia	1.125	0.4
43	Arbóreo	Granadillo	Platymiscium yucatanum	1.076	0.4
44	Arbóreo	Sac pich	Acacia glomerosa	1.018	0.3
45	Arbóreo	Sibul	Sapindus saponaria	1.014	0.3
46	Arbóreo	Kanchunup	Thouinia paucidentata	0.905	0.3
47	Arbóreo	Pakal che	Samyda yucatenensis	0.905	0.3
48	Arbóreo	Guaya	Talisia olivaeformis	0.896	0.3
49	Arbóreo	Tohyub	Coccoloba acapulcensis	0.877	0.3
50	Arbóreo	Chintok	Krugiodendron ferreum	0.854	0.3
51	Arbóreo	Bob chel	Coccoloba barbadensis	0.852	0.3
52	Arbóreo	Chike	Chrysophyllum mexicanum	0.686	0.2
53	Arbóreo	Ik'iche	Erythroxyllum confusum	0.686	0.2
54	Arbóreo	Sac chaca	Euphorbia schlectendalii	0.686	0.2
55	Arbóreo	Uvas che	Ottoschulzia pallida	0.679	0.2
56	Arbóreo	Marlberry	Ardisia Escallonioides	0.672	0.2
57	Arbóreo	Xdoj'tani	Chromolaena laevigata	0.672	0.2
			Total	300	100

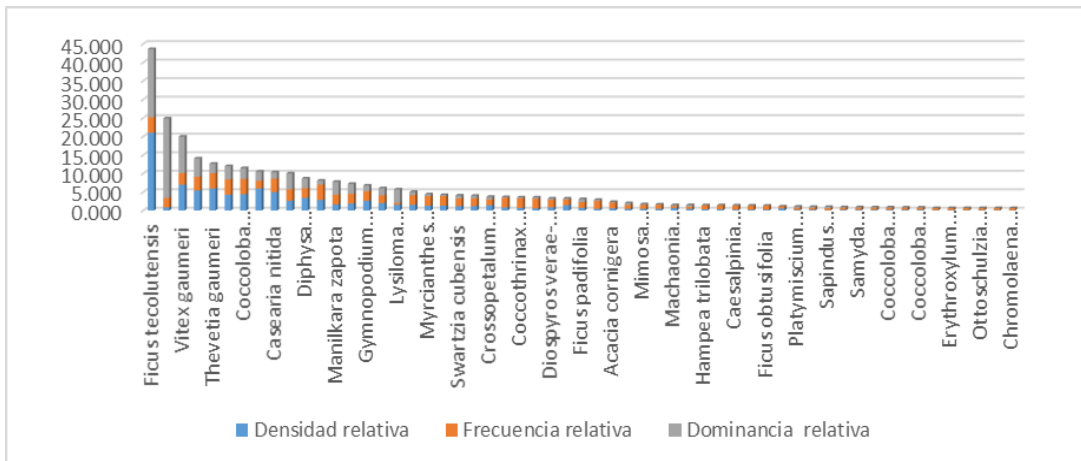


Figura 2.18. IVI para el estrato arbóreo en Selva Mediana Subperennifolia.

Estrato Arbustivo

En el estrato arbustivo se presentan 3 especies dominantes Cascarillo (*Casearia nítida*), Yaax'catzim (*Mimosa bahamensis*), Pomolche (*Jatropha gaumeri*), con un IVI de 41.507, 30.399 y 27.214 respectivamente, acumulando el 33.04 % de todas las especies. El resto de las especies están supeditadas a la dominancia de ésta especie.

Cuadro 2. 17. Valor de importancia para el estrato arbustivo en Selva Mediana Subperennifolia					
No.	Estrato	Nombre común	Nombre científico	IVI	%
1	Arbustivo	Cascarillo	Casearia nitida	41.503	13.83
2	Arbustivo	yax'catzim	Mimosa bahamensis	30.399	10.13
3	Arbustivo	Pomolche	Jatropha gaumeri	27.214	9.07
4	Arbustivo	Tohyub	Coccoloba acapulcensis	20.765	6.92
5	Arbustivo	Kanacin	Lonchocarpus rugosus	19.491	6.50
6	Arbustivo	Bob chel	Coccoloba barbadensis	19.223	6.41
7	Arbustivo	Boob	Coccoloba pubescens	12.118	4.04
8	Arbustivo	Pakal che	Samyda yucatenensis	10.854	3.62
9	Arbustivo	Yaiti	Gymnanthes lucida	10.531	3.51
10	Arbustivo	Guayabillo	Psidium sartorianum	9.956	3.32
11	Arbustivo	Dzidzilche	Gymnopodium antigonoides	9.608	3.20
12	Arbustivo	Kantoko	Myrcianthes fragrans	8.324	2.77
13	Arbustivo	Laurelillo	Nectandra salicifolia	7.794	2.60
14	Arbustivo	Cornozuelo	Acacia cornigera	7.427	2.48
15	Arbustivo	Xdoj'tani	Chromolaena laevigata	5.265	1.76
16	Arbustivo	Chaca rojo	Bursera simaruba	4.585	1.53
17	Arbustivo	Akits	Thevetia gaumeri	4.162	1.39
18	Arbustivo	Chike	Chrysophyllum mexicanum	4.162	1.39
19	Arbustivo	Sipche	Bunchosia glandulosa	4.162	1.39
20	Arbustivo	Balche Ka	Lonchocarpus yucatenensis	3.633	1.21
21	Arbustivo	Box chechen	Metopium brownei	3.633	1.21
22	Arbustivo	Higo	Ficus tecolutensis	3.633	1.21
23	Arbustivo	Katal'ox	Swartzia cubensis	3.633	1.21
24	Arbustivo	Kitanche	Caesalpinia gaumeri	3.633	1.21
25	Arbustivo	Marlberry	Ardisia Escallonioides	3.633	1.21
26	Arbustivo	Sac bob	Coccoloba reflexiflora	3.633	1.21
27	Arbustivo	Silil	Diospyros cuneata	3.633	1.21
28	Arbustivo	Xpsit che	Diospyros verae-crucis	3.633	1.21
29	Arbustivo	Chicozapote	Manilkara zapota	3.255	1.08
30	Arbustivo	Chi'it	Thrinax radiata	3.255	1.08
31	Arbustivo	Majahua	Hampea trilobata	3.255	1.08
			Total	300	100.00

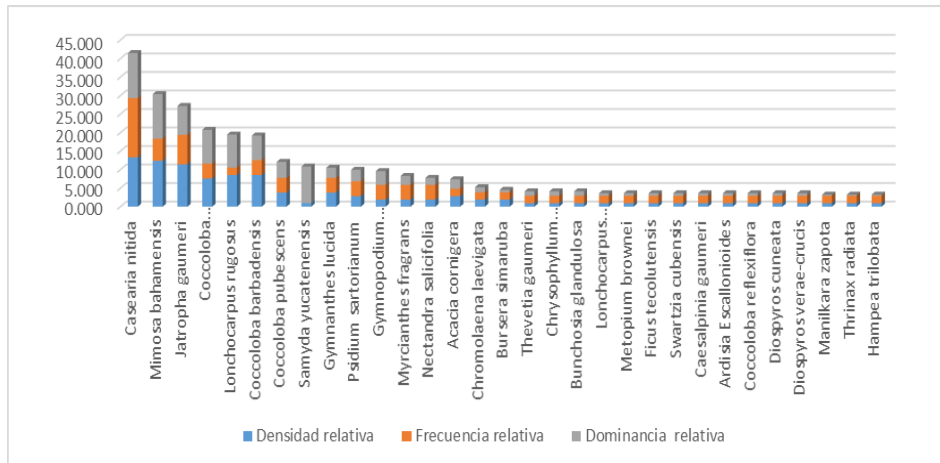


Figura 2.19. IVI para el estrato arbustivo en Selva Mediana Subperennifolia.
Figura. IVI para el estrato arbustivo en Selva Mediana Subperennifolia.

Estrato herbáceo

Para este estrato se ha registrado una importancia ecológica destacada sobre las demás de 3 especies Cascarillo (*Casearia nítida*), Pakal che (*Samyda yucatenensis*), Chen ak (*Ipomoea jalapa*) con valores de IVI de 74.436, 48.077 y 45.085 respectivamente, mientras que el resto de las especies presenta valores menores de 15.812, por lo que estas especies son las dominantes en el estrato bajo.

Cuadro 2. 18. Valor de importancia para el estrato herbáceo en Selva					
No.	Estrato	Nombre común	Nombre científico	IVI	%
1	Herbáceo	Cascarillo	Casearia nitida	72.436	24.15
2	Herbáceo	Pakal che	Samyda yucatenensis	48.077	16.03
3	Herbáceo	Chen ak	Ipomoea jalapa	45.085	15.03
4	Herbáceo	Boob	Coccoloba pubescens	15.812	5.27
5	Herbáceo	Café xiw	Psychotria nervosa	14.744	4.91
6	Herbáceo	Chi'it	Thrinax radiata	14.103	4.70
7	Herbáceo	Bocan che	Crossopetalum rhacoma	11.325	3.77
8	Herbáceo	Pomolche	Jatropha gaumeri	9.615	3.21
9	Herbáceo	Laurelillo	Nectandra salicifolia	7.906	2.64
10	Herbáceo	Majahua	Hampea trilobata	7.906	2.64
11	Herbáceo	Nacax	Coccothrinax readii	7.906	2.64
12	Herbáceo	Tulipancillo	Malvaviscus arboreus	7.906	2.64
13	Herbáceo	Chaca rojo	Bursera simaruba	6.197	2.07
14	Herbáceo	Chicozapote	Manilkara zapota	6.197	2.07
15	Herbáceo	Marlberry	Ardisia Escallonioides	6.197	2.07
16	Herbáceo	Sac pah	Byrsonima bucidaefolia	6.197	2.07
17	Herbáceo	Si'it	Laciadis divarigata	6.197	2.07
18	Herbáceo	Yaiti	Gymnanthes lucida	6.197	2.07
				300	100.00

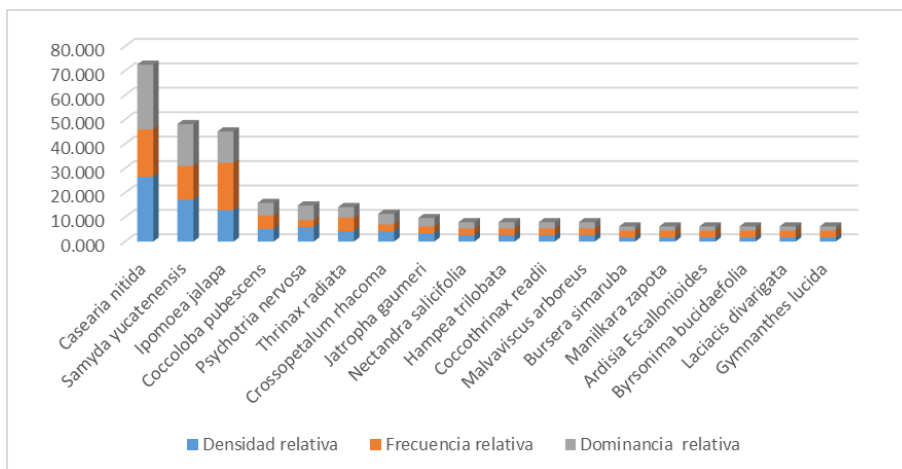


Figura 2.20. Gráfico de la curva del valor de importancia para las especies del estrato herbáceo en Selva Mediana Subperennifolia

II.2.7.2.12. Abundancia y densidad de arbolado en Selva Mediana Subperennifolia

Se ha estimado que en total existen 12,530 individuos/Ha distribuidos en los tres estratos que integran la estructura vertical de la vegetación de Selva Mediana Subperennifolia del predio, teniendo, como es esperado, una alta abundancia en los estratos bajos derivado de la presencia de juveniles.

Estrato arbóreo.

Para el caso del estrato arbóreo se han contabilizado un número total de 2,105 individuos/Ha lo cual se puede interpretar como un número alto, ocasionado por la alta densidad de individuos con diámetros de 5 cm en adelante, siendo los más abundantes el *Ficus tecolutensis*, *Vitex gaumeri*, *Thevetia gaumeri*, *Lonchocarpus rugosus*, *Lonchocarpus yucatenensis*, *Casearia nítida* con más de 100 ejemplares por hectárea, como se puede apreciar en el siguiente cuadro:

No.	Estrato	familia	Nombre común	Nombre científico	Ind/ha	%
1	Arbóreo	Moraceae	Higo	<i>Ficus tecolutensis</i>	442.5	21.0
2	Arbóreo	Verbenaceae	Yaxnik	<i>Vitex gaumeri</i>	147.5	7.0
3	Arbóreo	Apocynaceae	Akits	<i>Thevetia gaumeri</i>	125.0	5.9
4	Arbóreo	Fabaceae	Kanacin	<i>Lonchocarpus rugosus</i>	125.0	5.9
5	Arbóreo	Leguminosae	Balche Ka	<i>Lonchocarpus yucatenensis</i>	115.0	5.5
6	Arbóreo	Flacourtiaceae	Cascarillo	<i>Casearia nitida</i>	105.0	5.0
7	Arbóreo	Polygonaceae	Boob	<i>Coccoloba pubescens</i>	92.5	4.4
8	Arbóreo	Burseracea	Chaca rojo	<i>Bursera simaruba</i>	90.0	4.3
9	Arbóreo	Fabaceae	Ruda de monte	<i>Diphysa carthagenensis</i>	72.5	3.4
10	Arbóreo	Ebenaceae	Silil	<i>Diospyros cuneata</i>	60.0	2.9

Cuadro 2. 19. Diversidad de especies muestreadas en el estrato arbóreo Predio						
No.	Estrato	familia	Nombre común	Nombre científico	Ind/ha	%
11	Arbóreo	Anacardiaceae	Box chechen	Metopium brownei	55.0	2.6
12	Arbóreo	Polygonaceae	Dzidzilche	Gymnopodium antigonoides	55.0	2.6
13	Arbóreo	Fabaceae	kanlol	Lonchocarpus parviflorus	42.5	2.0
14	Arbóreo	Fabaceae	Jabim	Piscidia piscipula	40.0	1.9
15	Arbóreo	Sapotaceae	Chicozapote	Manilkara zapota	35.0	1.7
16	Arbóreo	Fabaceae	Kitanche	Caesalpinia gaumeri	32.5	1.5
17	Arbóreo	Fabaceae	Tzalam	Lysiloma latisiliquum	32.5	1.5
18	Arbóreo	Celastraceae	Bocan che	Crossopetalum rhacoma	30.0	1.4
19	Arbóreo	Euphorbiaceae	Pomolche	Jatropha gaumeri	30.0	1.4
20	Arbóreo	Myrtaceae	Guayabillo	Psidium sartorianum	27.5	1.3
21	Arbóreo	Myrtaceae	Kantoko	Myrcianthes fragrans	27.5	1.3
22	Arbóreo	Fabaceae	Katal'ox	Swartzia cubensis	25.0	1.2
23	Arbóreo	Euphorbiaceae	Yaiti	Gymnanthes lucida	25.0	1.2
24	Arbóreo	Arecaceae	Huano	Sabal yapa	17.5	0.8
25	Arbóreo	Euphorbiaceae	Palosanto	Croton niveus	17.5	0.8
26	Arbóreo	Ebenaceae	Xpisit che	Diospyros verae-crucis	17.5	0.8
27	Arbóreo	Moraceae	Higuito	Ficus padifolia	15.0	0.7
28	Arbóreo	Rubiaceae	Kanpokolche	Machaonia lindeniana	15.0	0.7
29	Arbóreo	Arecaceae	Nacax	Coccothrinax readii	15.0	0.7
30	Arbóreo	Fabaceae	Cornozuelo	Acacia cornigera	12.5	0.6
31	Arbóreo	Polygonaceae	Sac bob	Coccoloba reflexiflora	12.5	0.6
32	Arbóreo	Malpighiaceae	Sac pah	Byrsonima bucidaefolia	12.5	0.6
33	Arbóreo	Arecaceae	Chi'it	Thrinax radiata	10.0	0.5
34	Arbóreo	Fabaceae	Eklub	Drypetes lateriflora	10.0	0.5
35	Arbóreo	Rubiaceae	Tazta'ab	Guettarda combsii Urban	10.0	0.5
36	Arbóreo	Fabaceae	Tinto	Haematoxylon campechianum	10.0	0.5
37	Arbóreo	Fabaceae	yax'catzim	Mimosa bahamensis	10.0	0.5
38	Arbóreo	Lauraceae	Laurelillo	Nectandra salicifolia	7.5	0.4
39	Arbóreo	Malvaceae	Majahua	Hampea trilobata	7.5	0.4
40	Arbóreo	Polygonaceae	Bob chel	Coccoloba barbadensis	5.0	0.2
41	Arbóreo	Commelinaceae	Chintok	Krugiodendron ferreum	5.0	0.2
42	Arbóreo	Fabaceae	Granadillo	Platymiscium yucatanum	5.0	0.2
43	Arbóreo	Sapindaceae	Guaya	Talisia olivaeformis	5.0	0.2
44	Arbóreo	Sapindaceae	Kanchunup	Thouinia paucidentata	5.0	0.2
45	Arbóreo	Moraceae	Matapalo	Ficus obtusifolia	5.0	0.2
46	Arbóreo	Flacourtiaceae	Pakal che	Samyda yucatenensis	5.0	0.2
47	Arbóreo	Fabaceae	Sac pich	Acacia glomerosa	5.0	0.2
48	Arbóreo	Fabaceae	Takinche	Caesalpinia yucatenensis	5.0	0.2
49	Arbóreo	Flacourtiaceae	Tamay	Zuelania guidonia	5.0	0.2
50	Arbóreo	Polygonaceae	Tohyub	Coccoloba acapulcensis	5.0	0.2
51	Arbóreo	Sapotaceae	Chike	Chrysophyllum mexicanum	2.5	0.1
52	Arbóreo	Erythroxylaceae	Ik'iche	Erythroxylum confusum	2.5	0.1
53	Arbóreo	Myrsinaceae	Marlberry	Ardisia Escallonioides	2.5	0.1
54	Arbóreo	Euphorbiaceae	Sac chaca	Euphorbia schlectendalii	2.5	0.1
55	Arbóreo	Sapindaceae	Sibul	Sapindus saponaria	2.5	0.1
56	Arbóreo	Icacinaceae	Uvas che	Ottoschulzia pallida	2.5	0.1
57	Arbóreo	Asteraceae	Xdoj'tani	Chromolaena laevigata	2.5	0.1
					2105	100

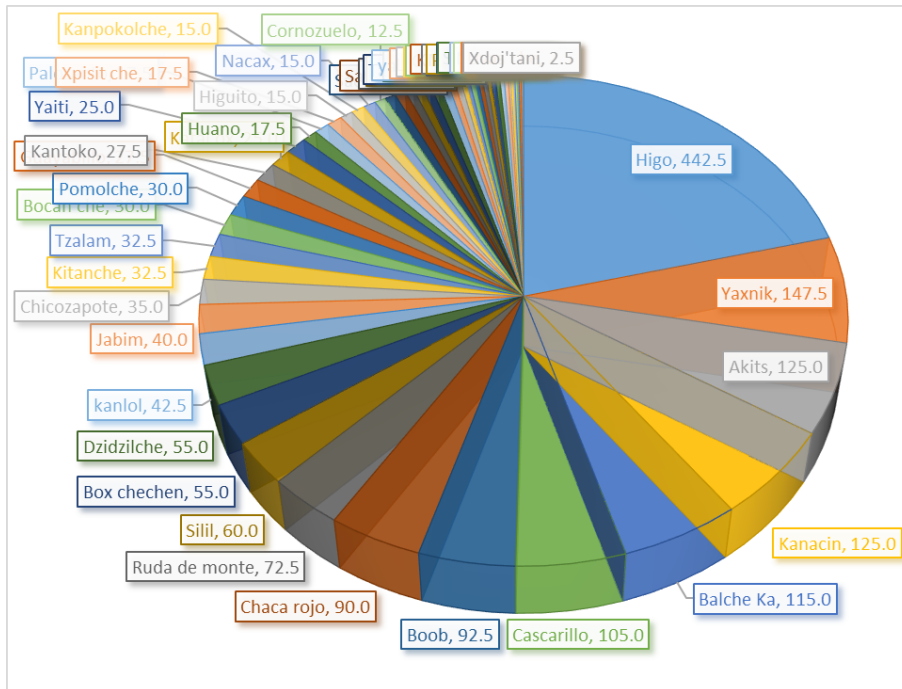


Figura 2.21. Diversidad de especies del estrato arbóreo.

Estrato arbustivo

Para el caso de este estrato se ha estimado con el muestreo, que existen alrededor de 2,625 individuos/ha de los cuales *Casearia nítida*, *Mimosa bahamensis*, *Jatropha gaumeri*, *Coccoloba barbadensis*, *Lonchocarpus rugosus*, *Coccoloba acapulcensis* son los abundantes representando en conjunto el 61.9 por ciento de todas las especies del estrato arbustivo.

Cuadro 2. 20. Diversidad de especies muestreadas en el estrato arbustivo Predio						
No.	Estrato	familia	Nombre común	Nombre científico	Ind/ha	%
1	Arbustivo	Flacourtiaceae	Cascarillo	Casearia nitida	350	13.3
2	Arbustivo	Fabaceae	yax'catzim	Mimosa bahamensis	325	12.4
3	Arbustivo	Euphorbiaceae	Pomolche	Jatropha gaumeri	300	11.4
4	Arbustivo	Polygonaceae	Bob chel	Coccoloba barbadensis	225	8.6
5	Arbustivo	Fabaceae	Kanacin	Lonchocarpus rugosus	225	8.6
6	Arbustivo	Polygonaceae	Tohyub	Coccoloba acapulcensis	200	7.6
7	Arbustivo	Polygonaceae	Boob	Coccoloba pubescens	100	3.8
8	Arbustivo	Euphorbiaceae	Yaiti	Gymnanthes lucida	100	3.8
9	Arbustivo	Fabaceae	Cornozuelo	Acacia cornigera	75	2.9
10	Arbustivo	Myrtaceae	Guayabillo	Psidium sartorianum	75	2.9
11	Arbustivo	Burseracea	Chaca rojo	Bursera simaruba	50	1.9
12	Arbustivo	Polygonaceae	Dzidzilche	Gymnopodium antigonoides	50	1.9
13	Arbustivo	Myrtaceae	Kantoko	Myrcianthes fragrans	50	1.9
14	Arbustivo	Lauraceae	Laurelillo	Nectandra salicifolia	50	1.9
15	Arbustivo	Asteraceae	Xdoj'tani	Chromolaena laevigata	50	1.9

Cuadro 2. 20. Diversidad de especies muestreadas en el estrato arbustivo Predio						
No.	Estrato	familia	Nombre común	Nombre científico	Ind/ha	%
16	Arbustivo	Apocynaceae	Akits	Thevetia gaumeri	25	1.0
17	Arbustivo	Leguminosae	Balche Ka	Lonchocarpus yucatenensis	25	1.0
18	Arbustivo	Anacardiaceae	Box chechen	Metopium brownei	25	1.0
19	Arbustivo	Sapotaceae	Chicozapote	Manilkara zapota	25	1.0
20	Arbustivo	Arecaceae	Chi'it	Thrinax radiata	25	1.0
21	Arbustivo	Sapotaceae	Chike	Chrysophyllum mexicanum	25	1.0
22	Arbustivo	Moraceae	Higo	Ficus tecolutensis	25	1.0
23	Arbustivo	Fabaceae	Katal'ox	Swartzia cubensis	25	1.0
24	Arbustivo	Fabaceae	Kitanche	Caesalpinia gaumeri	25	1.0
25	Arbustivo	Malvaceae	Majahua	Hampea trilobata	25	1.0
26	Arbustivo	Myrsinaceae	Marlberry	Ardisia Escallonioides	25	1.0
27	Arbustivo	Flacourtiaceae	Pakal che	Samyda yucatenensis	25	1.0
28	Arbustivo	Polygonaceae	Sac bob	Coccoloba reflexiflora	25	1.0
29	Arbustivo	Ebenaceae	Silil	Diospyros cuneata	25	1.0
30	Arbustivo	Malpighiaceae	Sipche	Bunchosia glandulosa	25	1.0
31	Arbustivo	Ebenaceae	Xpisit che	Diospyros verae-crucis	25	1.0
					2625	100

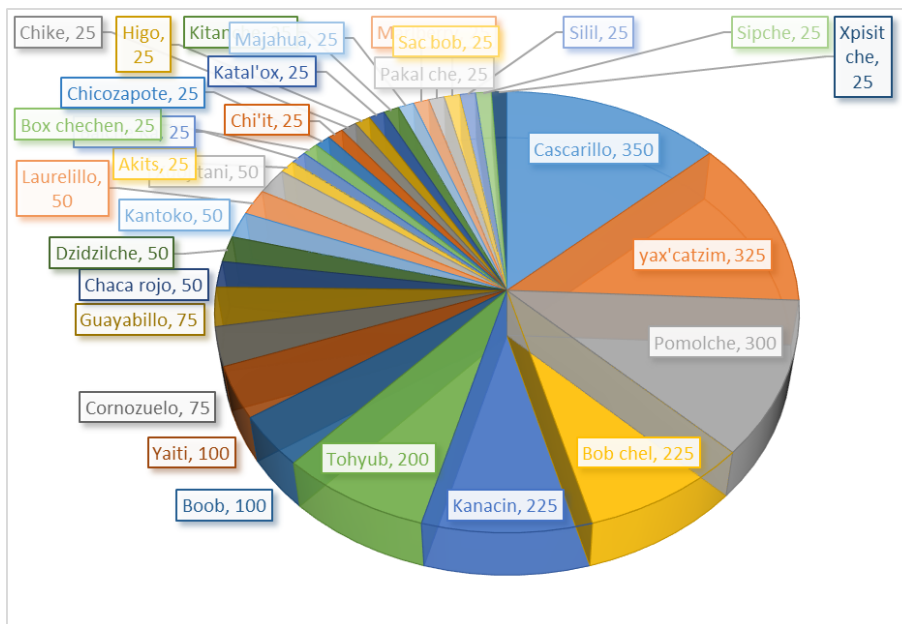


Figura 2.22. Diversidad de especies del estrato arbustivo.

Estrato herbáceo

Para el estrato herbáceo, que por su condición es el más abundante y el que más individuos aporta en el muestreo, se estima que existen 7,800 individuos/ha en los que *Casearia nítida*, *Samyda yucatenensis*, *Ipomoea jalapa* son los más dominantes en este estrato, representando el 56.4% de la población.

Cuadro 2. 21. Diversidad de especies muestreadas en el estrato herbáceo Predio						
No.	Estrato	familia	Nombre común	Nombre científico	Ind/ha	%
1	Herbáceo	Flacourtiaceae	Cascarillo	Casearia nitida	775	26.5
2	Herbáceo	Flacourtiaceae	Pakal che	Samyda yucatenensis	500	17.1
3	Herbáceo	Convolvulaceae	Chen ak	Ipomoea jalapa	375	12.8
4	Herbáceo	Rubiaceae	Café xiw	Psychotria nervosa	175	6.0
5	Herbáceo	Polygonaceae	Boob	Coccoloba pubescens	150	5.1
6	Herbáceo	Celastraceae	Bocan che	Crossopetalum rhacoma	125	4.3
7	Herbáceo	Arecaceae	Chi'it	Thrinax radiata	125	4.3
8	Herbáceo	Euphorbiaceae	Pomolche	Jatropha gaumeri	100	3.4
9	Herbáceo	Lauraceae	Laurelillo	Nectandra salicifolia	75	2.6
10	Herbáceo	Malvaceae	Majahua	Hampea trilobata	75	2.6
11	Herbáceo	Arecaceae	Nacax	Coccothrinax readii	75	2.6
12	Herbáceo	Malvaceae	Tulipancillo	Malvaviscus arboreus	75	2.6
13	Herbáceo	Burseracea	Chaca rojo	Bursera simaruba	50	1.7
14	Herbáceo	Sapotaceae	Chicozapote	Manilkara zapota	50	1.7
15	Herbáceo	Myrsinaceae	Marlberry	Ardisia Escallonioides	50	1.7
16	Herbáceo	Malpighiaceae	Sac pah	Byrsonima bucidaefolia	50	1.7
17	Herbáceo	Poaceae	Si'it	Laciacis divarigata	50	1.7
18	Herbáceo	Euphorbiaceae	Yaiti	Gymnanthes lucida	50	1.7
					2925	100.0

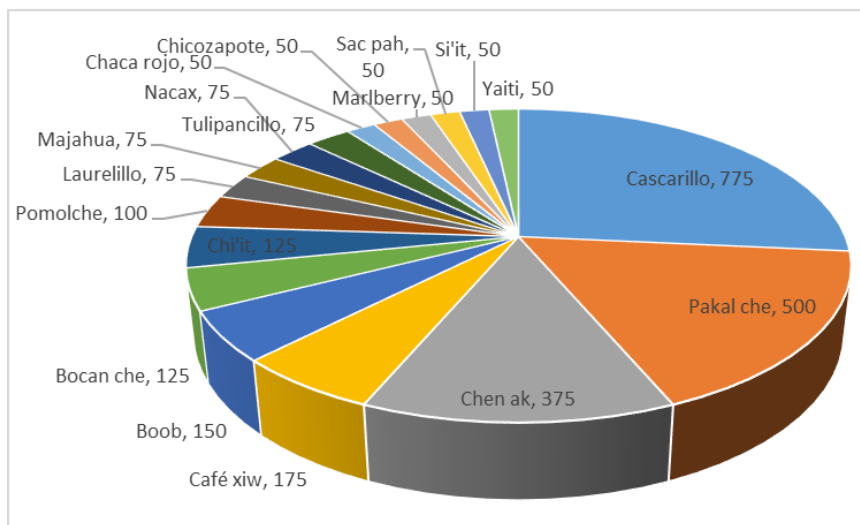


Figura 2.23. Diversidad de especies del estrato herbáceo.

II.2.7.2.13. Diámetros

Como se observa en el siguiente cuadro, el 80.4% de los individuos presentan diámetros menores a 10 cm, el 17.2% de los individuos tienen diámetros de 10.1 a 20 cm por lo cual solo pueden ser considerados como productos para palizada, mientras que solo un 1.3 % de la población presenta diámetros mayores a 30 cm que son las especies de *Metopium brownei*, *Manilkara zapota*, *Sabal yapa*, por lo

cual solo estas 3 especies presentan diámetros mayores que indican que son ejemplares con potencial maderable. Por lo cual podemos concluir que es una selva en desarrollo.

Cuadro 2. 22. Distribución de los Diámetros		
Clases	No. Ejemplares	%
1 a 10	677	80.4
10.1 a 20	145	17.2
20.1 a 30	9	1.1
30.1 a 40	2	0.2
40.1 a 50	5	0.6
50.1 a 60	2	0.2
60.1 a 70	2	0.2
	842	100.0

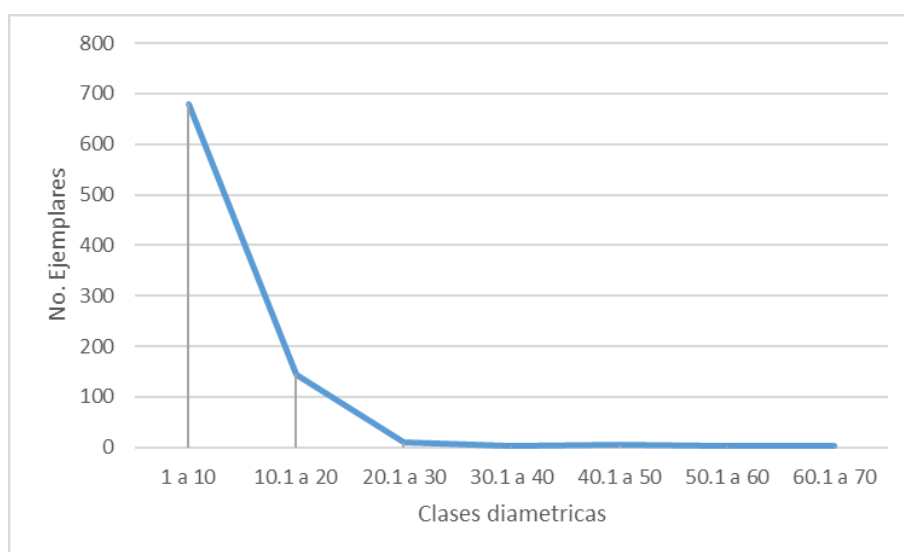


Figura 2.24. Distribución de diámetros

II.2.7.2.14 Alturas

De las especies presentes en el muestreo del predio, se puede observar que el 89.5% de las especies se encuentran en el rango de alturas de los 4 a 6 metros, dentro de las cuales las especies con las mayores alturas son las especies de *Manilkara zapota*, *Piscidia piscipula*, *Lonchocarpus parviflorus*, *Vitex gaumeri*.

Cuadro 2. 23. Distribución del alturas		
Alturas (m)	No. ejemplares	%
1	0	0.0
2	1	0.1
3	8	1.0

Cuadro 2. 23. Distribución del alturas		
Alturas (m)	No. ejemplares	%
4	222	26.4
5	270	32.1
6	260	30.9
7	74	8.8
8	7	0.8
	842	100.0

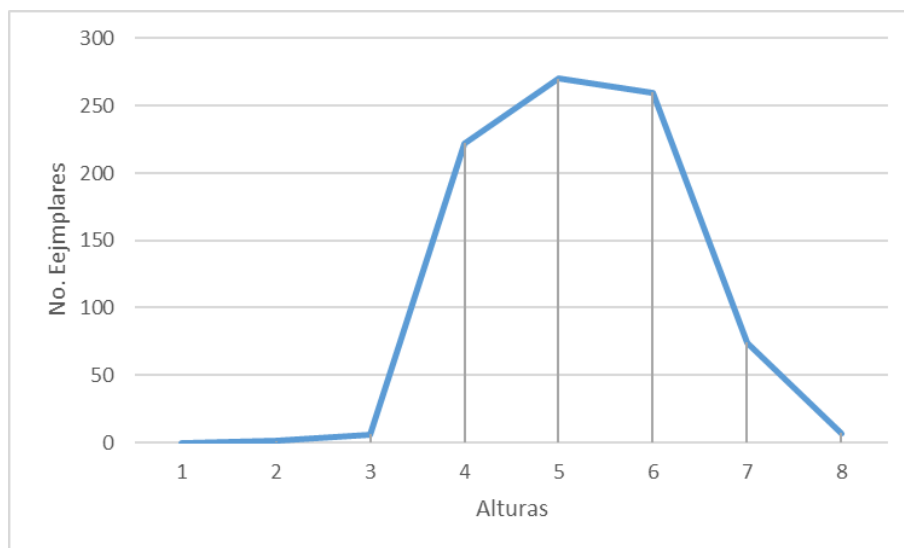


Figura 2.25. Distribución de alturas

II.2.7.2.15. Área basal por hectárea

Con el muestreo realizado se ha podido estimar que existen 15.149 m²/Ha de área basal, cantidad que es alta para la condición del predio, pero posible derivado de la alta densidad de individuos reportada en el muestreo, particularmente en el caso del estrato arbóreo que se tomó a partir de los 5 cm de diámetro normal.

La dominancia de la especie *Sabal yapa* ha quedado evidenciada en este parámetro al contribuir con el 21.4% del área basal total. Le sigue en importancia *Ficus tecolutensis* con un 18.4% del total.

Cuadro 2. 24. Área basal por hectárea				
No.	Nombre común	Nombre científico	AB m ² /has	%
1	Huano	<i>Sabal yapa</i>	3.247	21.4
2	Higo	<i>Ficus tecolutensis</i>	2.793	18.4
3	Yaxnik	<i>Vitex gaumeri</i>	1.492	9.8
4	Balche Ka	<i>Lonchocarpus yucatenensis</i>	0.752	5.0
5	Box chechen	<i>Metopium brownei</i>	0.654	4.3
6	Tzalam	<i>Lysiloma latisiliquum</i>	0.550	3.6

Cuadro 2. 24. Área basal por hectárea				
No.	Nombre común	Nombre científico	AB m ² /has	%
7	Chaca rojo	Bursera simaruba	0.538	3.6
8	Chicozapote	Manilkara zapota	0.532	3.5
9	Boob	Coccoloba pubescens	0.444	2.9
10	Jabim	Piscidia piscipula	0.410	2.7
11	Ruda de monte	Diphysa carthagenensis	0.401	2.6
12	Akits	Thevetia gaumeri	0.388	2.6
13	Kanacin	Lonchocarpus rugosus	0.381	2.5
14	kanlol	Lonchocarpus parviflorus	0.293	1.9
15	Cascarillo	Casearia nitida	0.260	1.7
16	Dzidzilche	Gymnopodium antigonoides	0.236	1.6
17	Silil	Diospyros cuneata	0.165	1.1
18	Kitanche	Caesalpinia gaumeri	0.136	0.9
19	Higuito	Ficus padifolia	0.126	0.8
20	Katal'ox	Swartzia cubensis	0.121	0.8
21	Yaiti	Gymnanthes lucida	0.113	0.7
22	Bocan che	Crossopetalum rhacoma	0.109	0.7
23	Tinto	Haematoxylon campechianum	0.076	0.5
24	Kantoko	Myrcianthes fragrans	0.074	0.5
25	Eklub	Drypetes lateriflora	0.073	0.5
26	Sibul	Sapindus saponaria	0.057	0.4
27	Xpisit che	Diospyros verae-crucis	0.057	0.4
28	Sac bob	Coccoloba reflexiflora	0.054	0.4
29	Chi'it	Thrinax radiata	0.052	0.3
30	Granadillo	Platymiscium yucatanum	0.048	0.3
31	Guayabillo	Psidium sartorianum	0.044	0.3
32	Pomolche	Jatropha gaumeri	0.040	0.3
33	Nacax	Coccothrinax readii	0.039	0.3
34	Sac pich	Acacia glomerosa	0.039	0.3
35	Kanpokolche	Machaonia lindeniana	0.037	0.2
36	yax'catzim	Mimosa bahamensis	0.033	0.2
37	Palosanto	Croton niveus	0.031	0.2
38	Cornozuelo	Acacia cornigera	0.026	0.2
39	Kanchunup	Thouinia paucidentata	0.022	0.1
40	Pakal che	Samyda yucatenensis	0.022	0.1
41	Tazta'ab	Guettarda combsii Urban	0.022	0.1
42	Guaya	Talisia olivaeformis	0.021	0.1
43	Tohyub	Coccoloba acapulcensis	0.018	0.1
44	Takinche	Caesalpinia yucatenensis	0.017	0.1
45	Chintok	Krugiodendron ferreum	0.015	0.1
46	Bob chel	Coccoloba barbadensis	0.014	0.1
47	Tamay	Zuelania guidonia	0.013	0.1
48	Matapalo	Ficus obtusifolia	0.010	0.1
49	Chike	Chrysophyllum mexicanum	0.007	0.0
50	Ik'iche	Erythroxylum confusum	0.007	0.0
51	Majahua	Hampea trilobata	0.007	0.0
52	Sac chaca	Euphorbia schlectendalii	0.007	0.0
53	Laurelillo	Nectandra salicifolia	0.006	0.0
54	Uvas che	Ottoschulzia pallida	0.006	0.0
55	Marlberry	Ardisia Escallonioides	0.005	0.0

Cuadro 2. 24. Área basal por hectárea				
No.	Nombre común	Nombre científico	AB m ² /has	%
56	Xdoj'tani	<i>Chromolaena laevigata</i>	0.005	0.0
57	Sac pah	<i>Byrsonima bucidaefolia</i>	0.002	0.0
			15.149	100

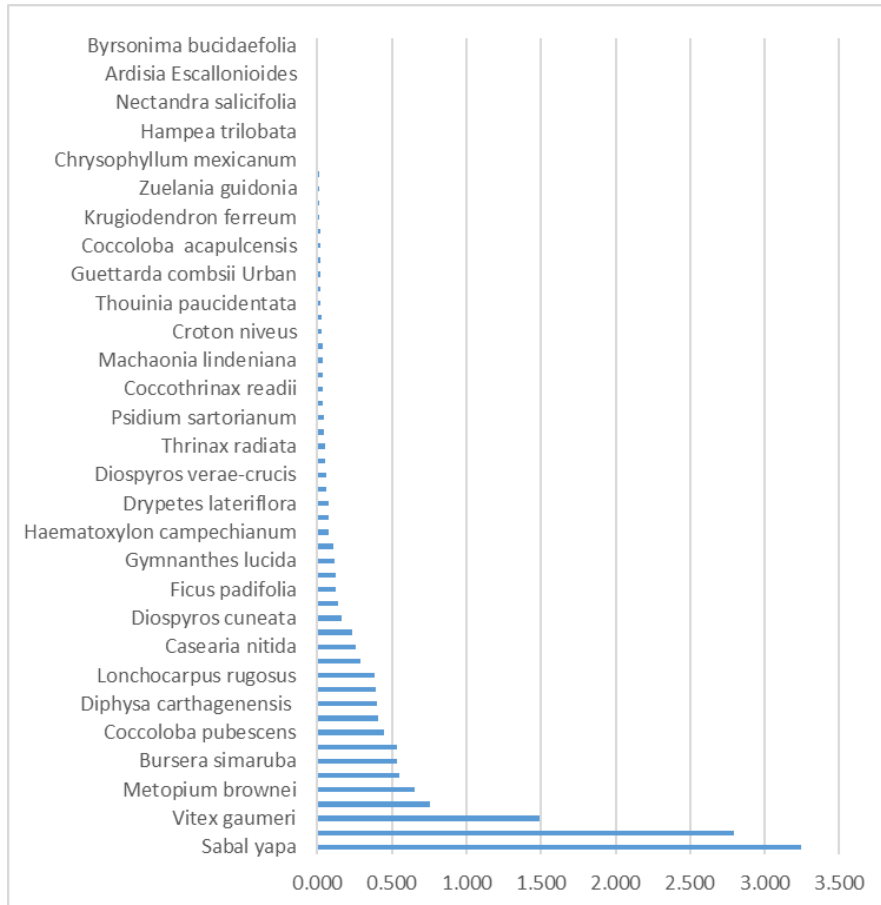


Figura 2.26. Área basal por especie en el predio.

II.2.7.2.16. Volumen por hectárea

En la estimación de volumen para Selva Mediana Subperennifolia en el predio se calcula que existen alrededor de 37.395 m³/ha de Volumen de fuste limpio, mientras que del volumen total árbol se obtuvo 85.330 m³/ha.

La especie más relevante por su aportación es *Ficus tecolutensis* con un 19.9% del total, seguida por *Vitex gaumeri* con 8.9% y *Sabal yapa* con 8.5. Estas tres especies contribuyen con el 37.3 del volumen total estimado para este tipo de vegetación.

Cuadro 2. 25. Volumen por hectárea					
No.	Nombre común	Nombre científico	VFL m ³ /has	VTA m ³ /has	%
1	Higo	Ficus tecolutensis	7.377	16.966	19.9
2	Yaxnik	Vitex gaumeri	3.314	7.623	8.9
3	Huano	Sabal yapa	3.157	7.262	8.5
4	Balche Ka	Lonchocarpus yucatenensis	1.802	4.145	4.9
5	Kanacin	Lonchocarpus rugosus	1.764	4.058	4.8
6	Chaca rojo	Bursera simaruba	1.754	3.777	4.4
7	Box chechen	Metopium brownei	1.567	3.162	3.7
8	Akits	Thevetia gaumeri	1.535	3.530	4.1
9	Boob	Coccoloba pubescens	1.450	3.336	3.9
10	Chicozapote	Manilkara zapota	1.381	3.175	3.7
11	Cascarillo	Casearia nitida	1.244	2.862	3.4
12	Ruda de monte	Diphysa carthagenensis	1.132	2.605	3.1
13	Tzalam	Lysiloma latisiliquum	0.919	2.137	2.5
14	Jabim	Piscidia piscipula	0.810	1.862	2.2
15	Silil	Diospyros cuneata	0.757	1.741	2.0
16	kanlol	Lonchocarpus parviflorus	0.756	1.739	2.0
17	Dzidzilche	Gymnopodium antigonoides	0.691	1.589	1.9
18	Katal'ox	Swartzia cubensis	0.434	0.999	1.2
19	Kitanche	Caesalpinia gaumeri	0.411	0.944	1.1
20	Yaiti	Gymnanthes lucida	0.356	0.820	1.0
21	Kantoko	Myrcianthes fragrans	0.334	0.767	0.9
22	Bocan che	Crossopetalum rhacoma	0.324	0.744	0.9
23	Higuito	Ficus padifolia	0.315	0.726	0.9
24	Guayabillo	Psidium sartorianum	0.302	0.694	0.8
25	Pomolche	Jatropha gaumeri	0.299	0.687	0.8
26	Palosanto	Croton niveus	0.221	0.508	0.6
27	Eklub	Drypetes lateriflora	0.212	0.488	0.6
28	Sac bob	Coccoloba reflexiflora	0.201	0.462	0.5
29	Xpisit che	Diospyros verae-crucis	0.193	0.443	0.5
30	Nacax	Coccothrinax readii	0.161	0.371	0.4
31	Kanpokolche	Machaonia lindeniana	0.151	0.346	0.4
32	Cornozuelo	Acacia cornigera	0.149	0.342	0.4
33	Chi'it	Thrinax radiata	0.146	0.335	0.4
34	Tinto	Haematoxylon campechianum	0.133	0.307	0.4
35	Sibul	Sapindus saponaria	0.131	0.302	0.4
36	Sac pich	Acacia glomerosa	0.118	0.272	0.3
37	Granadillo	Platymiscium yucatanum	0.117	0.269	0.3
38	Tazta'ab	Guettarda combsii Urban	0.112	0.259	0.3
39	Sac pah	Byrsonima bucidaefolia	0.111	0.255	0.3
40	yax'catzim	Mimosa bahamensis	0.106	0.243	0.3
41	Kanchunup	Thouinia paucidentata	0.085	0.196	0.2
42	Laurelillo	Nectandra salicifolia	0.078	0.180	0.2
43	Takinche	Caesalpinia yucatenensis	0.076	0.174	0.2
44	Majahua	Hampea trilobata	0.074	0.169	0.2
45	Chintok	Krugiodendron ferreum	0.073	0.169	0.2
46	Bob chel	Coccoloba barbadensis	0.070	0.160	0.2
47	Tohyub	Coccoloba acapulcensis	0.065	0.150	0.2

Cuadro 2. 25. Volumen por hectárea					
No.	Nombre común	Nombre científico	VFL m ³ /has	VTA m ³ /has	%
48	Tamay	Zuelania guidonia	0.063	0.146	0.2
49	Pakal che	Samyda yucatenensis	0.060	0.137	0.2
50	Guaya	Talisia olivaeformis	0.056	0.128	0.1
51	Matapalo	Ficus obtusifolia	0.055	0.126	0.1
52	Uvas che	Ottoschulzia pallida	0.044	0.102	0.1
53	Ik'iche	Erythroxylum confusum	0.039	0.091	0.1
54	Chike	Chrysophyllum mexicanum	0.030	0.069	0.1
55	Sac chaca	Euphorbia schlectendalii	0.030	0.069	0.1
56	Marlberry	Ardisia Escallonioides	0.024	0.056	0.1
57	Xdoj'tani	Chromolaena laevigata	0.024	0.056	0.1
			37.395	85.330	100

II.2.7.3 Número de individuos por especie que se espera remover

Se estima que el número de ejemplares por hectáreas en la zona de ejecución del proyecto es de 2105 individuos, por lo cual si consideramos que la superficie solicitada para el cambio de uso de suelo corresponde a 8.570 has, se estima que se removerán un total de 18040 individuos que presentan diámetros normales a partir de 5 cm

Cuadro 2.29. Número de ejemplares a remover			
Tipo de vegetación	Nombre común	Nombre científico	No. de individuos a remover
Selva Mediana Subperennifolia	Akits	Thevetia gaumeri	1071
	Balche Ka	Lonchocarpus yucatenensis	986
	Bob chel	Coccoloba barbadensis	43
	Bocan che	Crossopetalum rhacoma	257
	Boob	Coccoloba pubescens	793
	Box chechen	Metopium brownei	471
	Cascarillo	Casearia nitida	900
	Chaca rojo	Bursera simaruba	771
	Chicozapote	Manilkara zapota	300
	Chi'it	Thrinax radiata	86
	Chike	Chrysophyllum mexicanum	21
	Chintok	Krugiodendron ferreum	43
	Cornozuelo	Acacia cornigera	107
		Gymnopodium antigonoides	471
		Drypetes lateriflora	86
		Platymiscium yucatanum	43
		Talisia olivaeformis	43
		Psidium sartorianum	236
		Ficus tecolutensis	3792
		Ficus padifolia	129
	Sabal yapa	150	
	Erythroxylum confusum	21	
	Piscidia piscipula	343	

Cuadro 2.29. Número de ejemplares a remover			
Tipo de vegetación	Nombre común	Nombre científico	No. de individuos a remover
	Kanacin	Lonchocarpus rugosus	1071
	Kanchunup	Thouinia paucidentata	43
	kanlol	Lonchocarpus parviflorus	364
	Kanpokolche	Machaonia lindeniana	129
	Kantoko	Myrcianthes fragrans	236
	Katal'ox	Swartzia cubensis	214
	Kitanche	Caesalpinia gaumeri	279
	Laurelillo	Nectandra salicifolia	64
	Majahua	Hampea trilobata	64
	Marlberry	Ardisia Escallonioides	21
	Matapalo	Ficus obtusifolia	43
	Nacax	Coccothrinax readii	129
	Pakal che	Samyda yucatenensis	43
	Palosanto	Croton niveus	150
	Pomolche	Jatropha gaumeri	257
	Ruda de monte	Diphysa carthagenensis	621
	Sac bob	Coccoloba reflexiflora	107
	Sac chaca	Euphorbia schlectendalii	21
	Sac pah	Byrsonima bucidaefolia	107
	Sac pich	Acacia glomerosa	43
	Sibul	Sapindus saponaria	21
	Silil	Diospyros cuneata	514
	Takinche	Caesalpinia yucatenensis	43
	Tamay	Zuelania guidonia	43
	Tazta'ab	Guettarda combsii Urban	86
	Tinto	Haematoxylon campechianum	86
	Tohyub	Coccoloba acapulcensis	43
	Tzalam	Lysiloma latisiliquum	279
	Uvas che	Ottoschulzia pallida	21
	Xdojtani	Chromolaena laevigata	21
	Xpisit che	Diospyros verae-crucis	150
	Yaiti	Gymnanthes lucida	214
	yax'catzim	Mimosa bahamensis	86
	Yaxnik	Vitex gaumeri	1264
			18040

II.2.7.3.1 Estimación de volúmenes por propietario/predio

Para la estimación del volumen total árbol del predio se tomó en cuenta que actualmente la superficie del predio corresponde a 36.1 has donde se pretende instalar el proyecto, además de retomar los cálculos de volumen por especie por hectárea anteriormente presentados.

Por lo tanto, se tiene que en el predio se presenta un volumen total de 3080.403 m³ distribuidos por especie conforme al siguiente cuadro:

Documento Técnico Unificado para el Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales
 Modalidad B-Particular. Proyecto "Puerto Calizza"

Cuadro 2.30. Volumen por propietario / predio

Municipio / Localidad	Propietario	Tipo de vegetación	Superficie (has)	Especie	Nombre científico	No. Individuos	Volumen m3 (RTA o VTA)
Puerto Morelos	Juan Ignacio Cabeza de Vaca Oviedo	Selva Mediana Subperennifolia	36.1	Akits	Thevetia gaumeri	4512.5	127.429
				Balche Ka	Lonchocarpus yucatenensis	4151.5	149.631
				Bob chel	Coccoloba barbadensis	180.5	5.777
				Bocan che	Crossopetalum rhacoma	1083	26.863
				Boob	Coccoloba pubescens	3339.25	120.429
				Box chechen	Metopium brownei	1985.5	114.146
				Cascarillo	Casearia nitida	3790.5	103.320
				Chaca rojo	Bursera simaruba	3249	136.345
				Chicozapote	Manilkara zapota	1263.5	114.635
				Chi'it	Thrinax radiata	361	12.099
				Chike	Chrysophyllum mexicanum	90.25	2.508
				Chintok	Krugiodendron ferreum	180.5	6.094
				Cornozuelo	Acacia cornigera	451.25	12.362
				Dzidzilche	Gymnopodium antigonoides	1985.5	57.372
				Eklub	Drypetes lateriflora	361	17.619
				Granadillo	Platymiscium yucatanum	180.5	9.707
				Guaya	Talisia olivaeformis	180.5	4.615
				Guayabillo	Psidium sartorianum	992.75	25.036
				Higo	Ficus tecolutensis	15974.25	612.474
				Higuito	Ficus padifolia	541.5	26.196
				Huano	Sabal yapa	631.75	262.155
				Ik'iche	Erythroxylum confusum	90.25	3.269
				Jabim	Piscidia piscipula	1444	67.232
				Kanacin	Lonchocarpus rugosus	4512.5	146.481
				Kanchunup	Thouinia paucidentata	180.5	7.077
				kanlol	Lonchocarpus parviflorus	1534.25	62.768
				Kanpokolche	Machaonia lindeniana	541.5	12.497
				Kantoko	Myrcianthes fragrans	992.75	27.701
				Katal'ox	Swartzia cubensis	902.5	36.076
				Kitanche	Caesalpinia gaumeri	1173.25	34.088
				Laurelillo	Nectandra salicifolia	270.75	6.500
				Majahua	Hampea trilobata	270.75	6.110
				Marlberry	Ardisia Escallonioides	90.25	2.012
				Matapalo	Ficus obtusifolia	180.5	4.552
				Nacax	Coccothrinax readii	541.5	13.392
				Pakal che	Samyda yucatenensis	180.5	4.948
				Palosanto	Croton niveus	631.75	18.330
				Pomolche	Jatropha gaumeri	1083	24.787
				Ruda de monte	Diphysa carthagenensis	2617.25	94.031
				Sac bob	Coccoloba reflexiflora	451.25	16.662
Sac chaca	Euphorbia schlectendalii	90.25	2.508				
Sac pah	Byrsonima bucidaefolia	451.25	9.214				
Sac pich	Acacia glomerosa	180.5	9.834				
Sibul	Sapindus saponaria	90.25	10.907				
Silil	Diospyros cuneata	2166	62.861				
Takinche	Caesalpinia yucatenensis	180.5	6.274				
Tamay	Zuelania guidonia	180.5	5.255				
Tazta'ab	Guettarda combsii Urban	361	9.336				
Tinto	Haematoxylon campechianum	361	11.069				
Tohyub	Coccoloba acapulcensis	180.5	5.424				
Tzalam	Lysiloma latisiliquum	1173.25	77.137				
Uvas che	Ottoschulzia pallida	90.25	3.665				
Xdojtani	Chromolaena laevigata	90.25	2.012				
Xpisit che	Diospyros verae-crucis	631.75	16.006				

Cuadro 2.30. Volumen por propietario / predio

Municipio / Localidad	Propietario	Tipo de vegetación	Superficie (has)	Especie	Nombre científico	No. Individuos	Volumen m3 (RTA o VTA)
				Yaiti	<i>Gymnanthes lucida</i>	902.5	29.595
				yax'catzim	<i>Mimosa bahamensis</i>	361	8.787
				Yaxnik	<i>Vitex gaumeri</i>	5324.75	275.191
						75990.5	3080.403.4

II.2.7.3.2. Estimación de volúmenes por especie y tipo de vegetación a remover

Finalmente, con base en las estimaciones anteriores de los volúmenes por hectáreas y volúmenes del predio, se procedió a determinarlos volumen total árbol que serán removidos por la ejecución del cambio de uso de suelo, obteniendo los siguientes resultados:

Cuadro 2.31. Volumen a Remover por especie y tipo de vegetación

Tipo de vegetación	Especie	Nombre científico	ETR m ³
Selva Mediana Subperennifolia	Akits	<i>Thevetia gaumeri</i>	30.251
	Balche Ka	<i>Lonchocarpus yucatenensis</i>	35.522
	Bob chel	<i>Coccoloba barbadensis</i>	1.372
	Bocan che	<i>Crossopetalum rhacoma</i>	6.377
	Boob	<i>Coccoloba pubescens</i>	28.589
	Box chechen	<i>Metopium brownei</i>	27.098
	Cascarillo	<i>Casearia nitida</i>	24.528
	Chaca rojo	<i>Bursera simaruba</i>	32.368
	Chicozapote	<i>Manilkara zapota</i>	27.214
	Chi'it	<i>Thrinax radiata</i>	2.872
	Chike	<i>Chrysophyllum mexicanum</i>	0.595
	Chintok	<i>Krugiodendron ferreum</i>	1.447
	Cornozuelo	<i>Acacia cornigera</i>	2.935
	Dzidzilche	<i>Gymnopodium antigonoides</i>	13.620
	Eklub	<i>Drypetes lateriflora</i>	4.183
	Granadillo	<i>Platymiscium yucatanum</i>	2.304
	Guaya	<i>Talisia olivaeformis</i>	1.096
	Guayabillo	<i>Psidium sartorianum</i>	5.943
	Higo	<i>Ficus tecolutensis</i>	145.399
	Higuito	<i>Ficus padifolia</i>	6.219
	Huano	<i>Sabal yapa</i>	62.234
	Ik'iche	<i>Erythroxylum confusum</i>	0.776
	Jabim	<i>Piscidia piscipula</i>	15.961
	Kanacin	<i>Lonchocarpus rugosus</i>	34.774
	Kanchunup	<i>Thouinia paucidentata</i>	1.680
	kanlol	<i>Lonchocarpus parviflorus</i>	14.901
	Kanpokolche	<i>Machaonia lindeniana</i>	2.967
	Kantoko	<i>Myrcianthes fragrans</i>	6.576
	Katal'ox	<i>Swartzia cubensis</i>	8.564
	Kitanche	<i>Caesalpinia gaumeri</i>	8.092
Laurelillo	<i>Nectandra salicifolia</i>	1.543	

Cuadro 2.31. Volumen a Remover por especie y tipo de vegetación			
Tipo de vegetación	Especie	Nombre científico	ETR m ³
	Majahua	Hampea trilobata	1.450
	Marlberry	Ardisia Escallonioides	0.478
	Matapalo	Ficus obtusifolia	1.081
	Nacax	Coccothrinax readii	3.179
	Pakal che	Samyda yucatenensis	1.175
	Palosanto	Croton niveus	4.351
	Pomolche	Jatropha gaumeri	5.884
	Ruda de monte	Diphysa carthagenensis	22.323
	Sac bob	Coccoloba reflexiflora	3.956
	Sac chaca	Euphorbia schlectendalii	0.595
	Sac pah	Byrsonima bucidaefolia	2.187
	Sac pich	Acacia glomerosa	2.335
	Sibul	Sapindus saponaria	2.589
	Silil	Diospyros cuneata	14.923
	Takinche	Caesalpinia yucatenensis	1.489
	Tamay	Zuelania guidonia	1.247
	Tazta'ab	Guettarda combsii Urban	2.216
	Tinto	Haematoxylon campechianum	2.628
	Tohyub	Coccoloba acapulcensis	1.288
	Tzalam	Lysiloma latisiliquum	18.312
	Uvas che	Ottoschulzia pallida	0.870
	Xdoj'tani	Chromolaena laevigata	0.478
	Xpisit che	Diospyros verae-crucis	3.800
	Yaiti	Gymnanthes lucida	7.026
	yax'catzim	Mimosa bahamensis	2.086
	Yaxnik	Vitex gaumeri	65.329
			731.276

Por lo tanto, se determina que con la ejecución del cambio de uso de suelo se removerá un total de 731.276 m³ que representa el 23.7 % del volumen que se podría presentar en todo el predio.

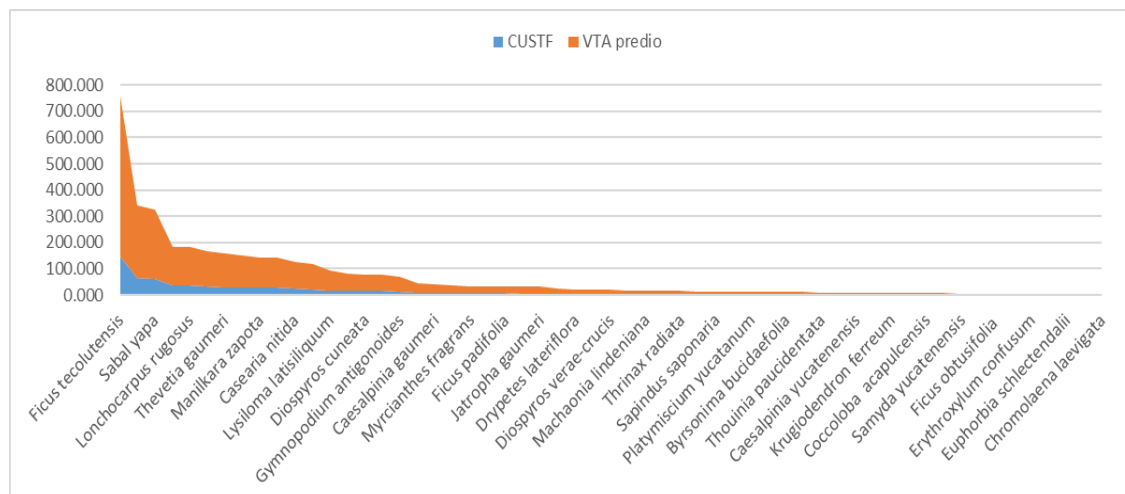


Figura 2.27. Comparación del volumen total existente en el conjunto de predios y el afectado por el desplante.

II.2.7.4 Especies forestales con estatus.

Para el caso del predio se detectaron las siguientes especies citadas en la **NOM-059-SEMARNAT-2010**.

- ***Thrinax radiata***. Fam. Arecaceae. Estatus: Amenazada
- ***Coccothrinax readii***. Fam. Arecaceae. Estatus: Amenazada

Para garantizar su conservación se prevé reducir el impacto, para lo cual se habrá de realizar el rescate de los individuos que se localicen sobre las áreas de cambio de uso del suelo, y su posterior reubicación en las áreas de conservación del proyecto.

II.2.8 Caracterización de la fauna silvestre dentro del predio

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

II.2.8.1 Descripción del método de muestreo.

Se aplicaron tres métodos diferentes para el muestreo de fauna, los cuales se aplicaron sobre la vegetación de selva mediana subperennifolia, conforme a lo siguiente:

- Para estimar la densidad y registrar las especies de roedores se colocaron 5 cuadrículas con 5 trampas tipo Sherman por dos días las cuales fueron

cebadas con una mezcla de avena y crema de cacahuate para atraer y garantizar la captura de los roedores, acumulando un esfuerzo total de 48 hrs/ trampa;

- Para el registro de especies de mamíferos de talla mediana y grande se dispusieron de 3 cámaras trampa Marca Moultrie modelo Game Spy por 3 días, acumulando un esfuerzo de trampeo de 216 hrs; las cámaras se colocaron a una altura promedio de 35 cm y fueron programadas para hacer dos disparos al momento de detectar el movimiento de cualquier tipo de organismo. Estos se restablecían a los 60 seg. Después del último disparo. Estas fueron cebadas con frutas como atrayente para especies frugívoras y herbívoras; y otras dos fueron cebadas con vísceras de pollo como atrayente para especies carnívoras.
- Para caracterizar la avifauna se utilizó el método de conteo por puntos, para ello se seleccionaron 4 sitios, en cada punto se realizaron observaciones con duración de 30 minutos cada una, durante tres días de igual forma, se observaron y anotaron todos los individuos que se percharon a los alrededores y los que pasaron volando. Las observaciones se realizaron entre las 06:00 a 08:00 hrs tal cual como se había mencionado en el ETJ.
- Para el muestreo de reptiles y anfibios se utilizó el método de conteo por puntos, para ello se seleccionaron 4 sitios, en cada punto se realizaron observaciones con duración de 30 minutos cada una, durante tres días de igual forma. Así mismo se podrían tomar datos recabados por las cámaras trampa que podrían llegar a captar algún ejemplar.

Estos muestreos directos realizados para cada grupo taxonómico de acuerdo a Jones¹ (1986) y Cherkiss² et al (2005), fueron complementados con recorridos diurnos mediante el uso de transectos lineales aleatorios y el registro de huellas y cualquier otro signo que evidencie la presencia de fauna vertebrada, de tal manera que fue determinado cualquier taxón avistado.

La herpetofauna se determinó mediante la recopilación de claves dicotómicas de Flores-Villela³ et. al (1995), los cambios taxonómicos fueron siguiendo a Flores-Villela y Canseco-Márquez⁴ (2004), Frost⁵ et. al (2006), Wüster⁶ et. al (2005) y

¹ Jones, K. B. 1986. Chapter 14. Amphibians and Reptiles. Pp 267-290. In: Cooperrider, A. Y., R. J. Boyd, and H. Stuart, eds. Inventory and monitoring of wildlife habitat. U.S. Dept. Inter., Bur. Land Manage. Service Center. Denver, Co. XVIII, 858 pp.

² Cherkiss, M. S., H. E. Fling, F. J. Mazzotti, K. G. Rice, y M. D. Conill. 2005. Wildlife.

³ Flores-Villela, O., F. Mendoza, y G. González. 1995. Recopilación de Claves para la Determinación de Anfibios y Reptiles de México. Publicaciones Especiales del Museo de Zoología Número 10. Facultad de Ciencias, UNAM. México.

⁴ Flores-Villela, O. y L. Canseco-Márquez. 2004. Nuevas Especies y Cambios Taxonómicos para la Herpetofauna de México. Acta Zoológica Mexicana (n. s.) 20(2): 115-144.

⁵ Frost, Darrel R. 2006. Amphibian Species of the World: an Online Reference. Version 4 (17 August 2006). Electronic Database accessible at <http://research.amnh.org/herpetology/amphibia/index.php>. American Museum of Natural History, New York, USA.

⁶ Wüster, W., J. E. Ferguson, J. A. Quijada-Mascareñas, C. E. Pool, M. G. Salomao, y R. S. Thorpe. 2005. Tracing and Invasion: Landbridges, Refugia, and the Phylogeography of the Neotropical Rattlesnake (Serpentes: Viperidae: Crotalus durissus).

Smith⁷ (2005). La mastofauna fue determinada según Medellín⁸ et. al (1997), Wilson y Reeder⁹ (1993), Arita y Ceballos¹⁰ (1997) y Reid (1997), mientras que los cambios taxonómicos fueron siguiendo a Ceballos¹¹ et. al (2005) y Ramírez-Pulido¹² et. al (2005). Las aves fueron identificadas mediante las guías de Howell y Webb¹³ (1995) y Edwards¹⁴ (2003), la taxonomía y nombres actuales se realizaron según la American Ornithologist' Union¹⁵ (AOU) 1998. Las especies endémicas se registraron según Flores-Villela, 1993 para el caso de la herpetofauna. Ceballos, et. al (2005) para los mamíferos, la NOM-059-SEMARNAT-2010 para todas las clases y Howell, et. al (1995) para las aves.

Respecto al tamaño de la muestra, para que una muestra sea estadísticamente significativa, debe ser aleatoria (Fundación Universitaria Iberoamericana, s.f.)¹⁶ Para lo cual se cumple en ambos muestreos realizados, además de que el tamaño de la muestra no debe ser inferior a 30 (Fundación Universitaria Iberoamericana, s.f.). Por ello se trazaron de manera aleatoria.

El criterio empleado para el establecimiento de las líneas de muestreo fue el de aprovechar los senderos o brechas de acceso existentes. Respecto al tamaño de la muestra, un número de observaciones individuales demasiado elevado aporta a veces la misma información que un número inferior de observaciones.

Respecto a determinar si al muestreo fue o no representativo, hay que tomar en cuenta que resulta imposible registrar la totalidad de las especies presentes en un área determinada (Jiménez, 2003)¹⁷, este es un grave problema dado que la riqueza específica (S) es la principal variable descriptiva de la biodiversidad; razón por la cual se utilizaron cámaras espías que son muy útiles para el registro de fauna en movimiento, escurridizas que difícilmente se logran observar en una caminata

⁷ Smith, H. M. 2005. Pleistodon: A Replacement Name for Most Members of the Genus Eumeces in North America. *Journal of Kansas Herpetology* No 14. 15 pp.

⁸ Medellín, R., H. T. Arita y O. Sánchez. 1997. Identificación de los Murciélagos de México: Clave de campo. Publicaciones especiales Núm. 2. Asociación Mexicana de Mastozoología A. C. México.

⁹ Wilson, D. E. y D. M. Reeder. 1993. *Mammal Species of the World: A Taxonomic and Geographic Reference*. Smithsonian Institution Press. U. S. A.

¹⁰ Arita, H. T. y G. Ceballos. 1997. Los Mamíferos de México: Distribución y Estado de Conservación. *Revista Mexicana de Mastozoología* 2:33-71.

¹¹ Ceballos, G. y G. Oliva. 2005. *Los Mamíferos Silvestres de México*. CONABIO, FCE. México. 986 pp.

¹² Ramírez-Pulido, J., J. Arroyo-Cabrales, y A. Castro-Campillo. 2005. Estado Actual y Relación Nomenclatural de los Mamíferos Terrestres de México. *Acta Zoológica Mexicana*. (n. s.) 21(1):21-82.

¹³ Howell, S. N. G., y S. Webb. 1995. *A Guide to the Birds of México and Northern Central America*. Oxford University Press, New York. 851 pp.

¹⁴ Edwards, E. P. 2003. *A Field Guide to the Birds of México and Adjacent Areas: Belize, Guatemala, and El Salvador*. University of Texas Press, U. S. A. 209 pp.

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

¹⁶ Fundación Universitaria Iberoamericana. S.f. Compilación para el título de maestría en evaluación del impacto ambiental.

¹⁷ Jimenez-Valverde Alberto, Hortal Joaquin. 2003. Las curvas de acumulación de especies y la necesidad de evaluar la calidad de los inventarios biológicos. *Revista ibérica de Aracnología*. Madrid, España.

normal de muestro. Por lo que la riqueza específica (S) para cada sitio estudiado, es confiable para ser analizado. Hay que tomar en cuenta que una especie puede variar su distribución en función de cambios en el ambiente, de manera que esta se pueda ver ampliada o disminuida. La metodología empleada para la estimación de la abundancia relativa, en donde según Franco (2011) "la diversidad de las comunidades habitualmente se analiza a través del patrón o patrones de distribución de la abundancia entre especies", siendo que ésta es "la fracción con la que contribuye dicha especie a la abundancia total" (Franco, 2011).

Resultados del muestreo de fauna.

Así mismo para estimar la biodiversidad del ecosistema se calculó el índice de Shannon-Wiener:

Para ello se utilizó la siguiente fórmula:

$$H' = - \sum_{i=1}^S p_i \log_2 p_i$$

Dónde:

H' = diversidad (bits/individuo).

S = número de especies.

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

n_i = número de individuos de la especie i .

N = número de todos los individuos de todas las especies.

Finalmente, para terminar el análisis del ecosistema se calculó el índice de equitatividad a través de la siguiente fórmula:

$$E = J = H'/H_{max}$$

En donde:

$$H_{max} = \ln S$$

S = número de especies

(J : justness =equidad)

El índice de Shannon-Wiener se calculó con los datos directos recabados por cada grupo faunístico, En el predio se identificaron 4 grupos de fauna, de los cuales el grupo más abundante fue el de las aves donde la mayoría de las especies observadas son aves de paso, para la descripción de la fauna se estimó el índice de diversidad arrojando los siguientes resultados:

El índice de diversidad para el Grupo de aves, de acuerdo con el método de Shannon Wiener fue calculado en 2.121 mientras que la diversidad máxima que puede presentar es de 2.303, lo cual nos da un índice de equidad de 0.921 esto indica que las 10 especies de aves reportadas, presenta cada una el

92 % de probabilidad de ser encontradas en el predio. En este grupo no se identificaron especies dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Cuadro 4.21. Índice de diversidad del Grupo de Aves								
No.	Familia	Nombre común	Nombre científico	Estatus	Total absoluto	Abundancia relativa (pi)	LN (pi)	(pi) x Ln (pi)
1	Cardinalidae	Tangara rojinegra	<i>Piranga olivacea</i>		6	0.058	-2.843	0.166
2	Icteridae	Zanate	<i>Quiscalus mexicanus</i>		20	0.194	-1.639	0.318
3	Mimidae	Cenzontle	<i>Mimus gilvus</i>		9	0.087	-2.438	0.213
4	Tyrannidae	Xtakay	<i>Tyrannus melancholicus</i>		7	0.068	-2.689	0.183
5	Ramphastidae	Carpintero	<i>Melanerpes pygmaeus</i>		5	0.049	-3.025	0.147
6	Cracidae	Chachalaca	<i>Ortalis vetula</i>		25	0.243	-1.416	0.344
7	Columbidae	Tortola	<i>Zenaida asiatica</i>		11	0.107	-2.237	0.239
8	Corvidae	Chara yucateca	<i>Cyanocorax yucatanicus</i>		7	0.068	-2.689	0.183
9	<i>Cathartidae</i>	Zopilote negro	<i>Coragyps atratus</i>		10	0.097	-2.332	0.226
10	<i>Caprimulgidae</i>	Tapacaminos	<i>Nyctidromus albicollis</i>		3	0.029	-3.536	0.103
					103	1.000		2.121

Grupo de Aves	
Riqueza (S) =	10
H' Calculada =	2.121
H max =	2.303
Equidad (J) =	0.921
H max - H' =	0.181

Para el índice de diversidad para el Grupo de mamíferos, de acuerdo con el método de Shannon Wiener fue calculado en 1.425 mientras que la diversidad máxima que puede presentar es de 1.609, lo cual nos da un índice de equidad de 0.885 esto indica que las 5 especies de mamíferos reportados, presenta cada uno el 96% de probabilidad de ser encontradas. En este grupo no se identificaron especies dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Cuadro 4.22. Índice de diversidad del Grupo de Mamíferos								
No.	Familia	Nombre común	Nombre científico	Estatus	Total absoluto	Abundancia relativa (pi)	LN (pi)	(pi) x Ln (pi)
1	Sciuridae	Ardilla	<i>Sciurus yucatanensis</i>		6	0.133	-2.015	0.269
2	Dasyproctidae	Cereque	<i>Dasyprocta punctata</i>		2	0.044	-3.114	0.138
3	Didelphidae	Tlacuache	<i>Didelphys virginiana</i>		8	0.178	-1.727	0.307
4	<i>Phyllotomidae</i>	Murcielago frutero	<i>Artibeus jamaicensis</i>		11	0.244	-1.409	0.344
5	<i>Cricetidae</i>	Rata de campo	<i>Otodylomys phyllotis</i>		18	0.400	-0.916	0.367
					45	1		1.425

Grupo de Mamíferos	
Riqueza (S) =	5
H' Calculada =	1.425
H max =	1.609
Equidad (J) =	0.885
H max - H' =	0.184

En cuanto a la diversidad para el Grupo de reptiles, de acuerdo con el método de Shannon Wiener fue calculado en 1.078 mientras que la diversidad máxima que puede presentar es de 1.099, lo cual nos da un índice de equidad de 0.981 esto indica que las 3 especies de reptiles reportados, presenta cada uno el 98% de probabilidad de ser encontradas. En este grupo no se identificó especies dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Cuadro 4.23. Índice de diversidad del Grupo de reptiles								
No.	Familia	Nombre común	Nombre científico	Estatus	Total absoluto	Abundancia relativa (pi)	LN (pi)	(pi) x Ln (pi)
1	Polychridae	Toloquito	Anolis sagrei		3	0.250	-1.386	0.347
2	Corytophanidae	Toloc	<i>Basiliscus vittatus</i>		4	0.333	-1.099	0.366
3	Columbidae	culebra rallada	Coniophanes schmidti		5	0.417	-0.875	0.365
					12	1		1.078

Grupo de reptiles	
Riqueza (S) =	3
H' Calculada =	1.078
H max =	1.099
Equidad (J) =	0.981
H max - H' =	0.021

En cuanto a la diversidad para el Grupo de anfibios, de acuerdo con el método de Shannon Wiener fue calculado en 0.679 mientras que la diversidad máxima que puede presentar es de 0.693, lo cual nos da un índice de equidad de 0.980 esto indica que las 2 especies de reptiles reportados, presenta cada uno el 98% de probabilidad de ser encontradas. En este grupo no se identificó especies dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Cuadro 4.23. Índice de diversidad del Grupo de reptiles								
No.	Familia	Nombre científico	Nombre común	Estatus	Total absoluto	Abundancia relativa (pi)	LN (pi)	(pi) x Ln (pi)
1	Hylidae	Ranita amarilla	Hyla ebraccata		5	0.417	-0.875	0.365
2	Bufonidae	Sapo comun	Bufo valliceps		7	0.583	-0.539	0.314
					12	1.000		0.679

Grupo de reptiles	
Riqueza (S) =	2
H' Calculada =	0.679
H max =	0.693
Equidad (J) =	0.980
H max - H' =	0.014

II.2.8.2 Especies animales en la NOM 059-SEMARNAT-2010.

Dentro de la **NOM-059-SEMARNAT-2010**, no se identificó ninguna especie.

II.2.9 Estimación económica de los recursos biológicos forestales del área sujeta al cambio de uso del suelo

La superficie solicitada para el cambio de uso de suelo en terrenos forestales correspondiente a 8.57 ha de vegetación de selva mediana subperennifolia, por lo cual se presenta la estimación de recursos:

La valoración económica de los recursos naturales es hasta ahora una materia novedosa y sin duda complicada, ya que la asignación de un valor económico o monetario a los elementos naturales del ecosistema es sumamente compleja, no solo por el hecho del valor intrínseco de un elemento natural o el conjunto de estos, que sin duda no tienen precio en sí mismos y el valor ecológico que pueden constituir es único; por tal circunstancia en el caso de los ecosistemas secundarios tropicales la valoración económica se torna aún más complicada ya que si se tratará de recursos forestales (maderables o no maderables), o fauna cinegética, o materiales con un valor económico de mercado, la estimación del costo sería relativamente más sencilla, ya que bastaría con investigar sus precios en el mercado y asociarlo a las cantidades que pueden perderse por el proyecto.

En el caso de los recursos naturales de la zona del proyecto y en particular de las zonas sujeto a cambio de uso de suelo, no existe ningún tipo de comercialización y aparentemente la mayoría de especies animales y vegetales no tienen un valor económico de interés inmediato y directo desde el punto de vista humano; sin embargo, con el objeto de poder asignar un precio a este tipo de recursos hay que considerar su valor como un valor indirecto y en el mejor de los casos potencial.

II.2.9.1. Valoración económica directa.

La conservación productiva de los recursos biológicos requiere de la total persistencia de los ecosistemas, sus componentes y las interacciones entre éstos para que su presencia genere un impacto positivo sobre la sociedad a través de los servicios y productos que éstos generan. Los valores de uso directo de los bosques se reconocen de manera inmediata a través del consumo del recurso, productos y servicios derivados de éstos. Los bosques y selvas de México son un claro ejemplo de la riqueza de productos y servicios que pueden obtenerse a partir de la diversidad biológica.

Al respecto, se tiene que en el país existen más de 2 mil especies de plantas susceptibles de aprovecharse comercialmente, entre las que se encuentran las que proveen productos maderables y no maderables, además de las actividades recreativas y turísticas con valor económico que sobre las áreas forestales se pueden llevar a cabo (UAES, 1997). En el siguiente cuadro se presenta la clasificación de los distintos valores de uso asociados a las áreas forestales.

<i>directo</i>	<i>Valor de uso indirecto</i>	<i>de opción</i>	<i>de herencia</i>	<i>Valor de no uso 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
Usos extractivos: * Materia prima * Alimentos * Biomasa * Cultivo y pastoreo * Colecta de especímenes y material genético * Conversión a otro uso * Hábitat humano	Ecosistémicas: * Autopreservación y evolución del sistema * Ciclaje de nutrientes * Conocimiento e investigación científica actual * Hábitat migratorio * Fijación de nitrógeno	* Continuidad del sistema * Obtención de nueva materia prima * Nuevos conocimientos	* Protección del hábitat * Evitar cambios irreversibles	* Conocimiento de la existencia * Protección del hábitat * Evitar cambios irreversibles * Culturales, estéticos y religiosos
Usos no extractivos: * Salud * Recreación - ecoturismo - deporte * Actividades culturales y religiosas * Navegación * Producción audiovisual	Ambientales: * 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			

Figura 2.28. Clasificación de valores

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

Como se puede observar en el cuadro anterior, los usos relacionados con los recursos forestales son diversos, sin embargo, para muchos de esos usos, su estimación económica no resulta clara. En este sentido el reconocimiento de los diferentes valores económicos de uso indirecto, de opción y de valor de no uso de los bosques, y su utilización para la toma de decisiones, se enfrenta a varias limitantes relacionadas con dificultades de lograr un consenso y la aceptación de las diferentes propuestas de estimación de estos valores, dificultades de comunicar con claridad los resultados obtenidos así como la falta de claridad en cuanto a la importancia de las funciones ecológicas para el bienestar humano.

Por lo anterior, son pocos los estudios que han logrado avances en la valoración económica de los usos de los recursos forestales. En este sentido, partiendo de la información existente y disponible sobre el valor económico de los recursos forestales, se presenta a continuación una estimación económica de los recursos forestales que se verán afectados por el cambio de uso de suelo que se pretende.

II.2.9.2. Valor del depósito de carbono por hectárea

La captación de carbono y su almacenamiento en los bosques, y al mismo tiempo la liberación de éste y su impacto en el calentamiento global, tienen un valor que excede el ámbito nacional, cuestión puesta en alto relieve por la Convención Marco del Cambio Climático de la Naciones Unidas. Las estimaciones del almacenamiento y de la liberación de carbono dependen principalmente del tipo de bosque, del cambio en el uso del suelo, de la edad del bosque y del tipo de ecosistema (cerrado o abierto). El carbono captado y almacenado por el bosque tiene un valor ambiental positivo, mientras que su liberación a la atmósfera por el cambio de uso de suelo acarrea daños ambientales al propiciar el calentamiento atmosférico global (De Alba E. *et al.*, 1998).

Pocos son los estudios que se han realizado respecto a la valoración de depósitos de carbono para los ecosistemas de nuestro país; dentro de los más importantes encontramos los estudios realizados por Muñoz, P.C. (1994), quien en su publicación titulada *The Economic Value of Mexican Biodiversity* reportó los valores de depósito de carbono/hectárea para los bosques mexicanos. Entre los resultados aportados en dicha publicación, se tiene que el reportado para el denominado *bosque tropical siempre verde*, mismo que alcanza valores de 3,600 dólares americanos por hectárea y que por sus características es el tipo de ecosistema de mayor afinidad al que se presenta en el sitio donde se pretende realizar el proyecto. La vegetación forestal correspondiente a Selva mediana subperennifolia, en una superficie de 8.57 has; por lo que considerando el monto de depósito de carbono estimado por Muñoz P.C., (1994), el valor por hectárea para los recursos forestales del predio donde se pretende desarrollar el proyecto corresponde a 3,600 dólares; por lo que si consideramos que el área de cambio de uso de suelo del predio es una superficie total de 8.57 has, el valor estimado de dicha afectación equivaldría a 30,852 dólares, los cuales a un tipo de cambio aproximado de 21 pesos mexicanos representarían un monto de \$647,892.00 pesos.

En este mismo sentido, es de considerarse el costo que trae consigo la liberación de carbono a la atmósfera por medio de la conversión de bosques hacia terrenos agrícolas o pastizales. De acuerdo con los datos presentados por CSERGE (1993) en su publicación "*Economic Value of Carbón Sequestratio*", se estima que el cambio de uso del suelo de una hectárea cubierta por bosque tropical siempre verde que se transformará en terreno agrícola o pastizal, generará una pérdida de 3,337 a 3,633 dólares respectivamente.

Ecosistema	Conversión a pastizal	Conversión a terreno agrícola
Templado caducifolio	693	643
Tropical caducifolio	1,887	1,863
Templado coníferas	3,436	3,410
Tropical siempre verde	3,633	3,337

Fuente. CSERGE, 1993.

Los costos para dicho análisis fueron obtenidos mediante modelos experimentales partiendo de parámetros de almacenamiento de carbono (tons C/ha) por hectárea y estimando la liberación del carbono mediante un intervalo de liberación de 30 a 170 tons C/ha por el cambio en el uso del suelo.

Con base en lo anterior, y considerando que se la superficie de cambio de uso de suelo del predio en una superficie total de 8.57 has, se procedió a definir los costos de reparación de daños si se aprovechara dicha superficie encontrándose que si se pretendiera transformar el terreno a un área de pastizal, se estimaría un costo total de 31,134.81 dls, lo que considerando un tipo de cambio de 21 pesos por dólar, equivaldría a un gran total de \$653,831.81 pesos.

Aunado a lo anterior, se asocian los cambios de temperatura que produce la liberación a los impactos físicos que provoca, y a éstos se les asignan valores económicos. La deforestación de bosques y selvas trae consigo efectos negativos para las cuencas hidrológicas, provocando aumentos en la erosión, cambios en los flujos hidrológicos y reducción en la recarga de acuíferos. Los costos de prevención o reparación de los daños causados por su pérdida o alteración, nos ofrecen una aproximación del valor de las funciones ecológicas que los bosques y selvas proporcionan.

El costo por el tratamiento de agua sería de 160 dólares por hectárea, y el costo para evitar la salinización generada por la deforestación se encontraría alrededor de los 50 dólares por hectárea (cit. en UAES, 1997).

Con base en lo indicado en el párrafo anterior, los costos por el tratamiento de agua y el costo para evitar la salinización generada si se deforestaran las 8.57 has del predio, es de 1,799.7 dólares (8.57 has X 210 dólares) que a un tipo de cambio aproximado de 21 pesos mexicanos correspondería a \$37,793.70 pesos.

II.2.9.3. Valor farmacéutico

De acuerdo con los datos arrojados por el estudio del subsector forestal y de conservación de los recursos realizado en el año 1995 por el gobierno y el banco mundial, se estima que el valor farmacéutico de los recursos forestales del país podría relacionarse con valores que van desde los 26 y hasta los 4,600 millones de dólares anuales. Dicho estudio parte de la riqueza de especies farmacéuticas relacionadas con el bosque tropical húmedo (Grado de biodiversidad alta).

En el siguiente cuadro se presentan los valores por hectárea, así como los valores totales para el bosque húmedo tropical y para todos los bosques del país.

Grado de biodiversidad	Valor para el bosque húmedo tropical		Valor de todos los bosques
	(Dólares / ha / año)	Millones de dólares por año	Millones de dólares por año
Bajo	1	5	26
Medio	6	66	332
Alto	90	875	4 646

Supuestos:
 5 mil especies es el menor número estimado de especies en bosques húmedos tropicales en México, y este valor mínimo se asignó a todos los tipos de bosques.
 Área forestal: 9.7 millones ha para los bosques húmedos tropicales; 51.5 millones ha para todos los bosques.
 La probabilidad de identificar una especie de valor es de 0.0005, tasa de regalía .05
 Límite inferior: tasa de apropiación = 0.1 valor de la droga = \$ 0.39 000 millones/año
 Límite medio: tasa de apropiación = 0.5 valor de la droga = \$ 1 000 millones/año
 Límite superior: tasa de apropiación = 1 valor de la droga = \$ 7 000 millones/año

Figura 2.29. Valores farmacéuticos de cuasi-opción de los bosques mexicanos

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

Partiendo del supuesto de que el bosque tropical se relacione con un grado de biodiversidad alto, se tiene que el valor farmacéutico del área de cambio de uso de suelo corresponde con 90 dólares por hectárea por año (90 dólares x 8.57 has) nos

da como resultado 771.3 dólares, lo cual a un tipo de cambio aproximado de 21 pesos mexicanos corresponde a \$ 16,197.30 pesos.

II.2.9.4. Valor de la actividad ecoturística

Los servicios recreacionales se han ido incrementando en los últimos años, representando una parte significativa del valor de uso de los bosques mexicanos.

Se estima que los ingresos anuales obtenidos por ecoturismo en el país podrían alcanzar entre 30 y 34 millones de dólares, esto de acuerdo con diferentes estimaciones realizadas sobre el valor que la población le otorga a la biodiversidad de distintas áreas eco turísticas del país (CSERGE, 1993).

En este sentido y para lograr determinar el valor económico del potencial ecoturístico del área de cambio de uso de suelo, se tomó como referencia el ingreso anual por hectárea que recibe la Reserva de la Biosfera de Sian Ka'an que se ubica en el Estado de Quintana Roo.

En este sentido, 8.57 ha del área de cambio de uso de suelo, se relacionan con un valor económico con motivo de una supuesta actividad ecoturística de aproximadamente 0.942 dólares anuales (8.57 has X 0.11 dólares), lo cual a un tipo de cambio aproximado de 21 pesos mexicanos equivaldría a \$ 19.80 pesos.

Turismo	Centro de recreación	Tipo de área	Área (ha)	Visitantes por año (años de referencia)	Precio pagado o disponibilidad a pagar (USD)	Ingreso anual (USD)	Ingreso anual por hectárea
Ecoturistas	El Triunfo (Chiapas)	Reserva de la Biosfera	119 177	150 (1989-1991)	i) 17.15 ¹ ii) 75 ²	i) 2 572.5 ii) 11 250	i) 0.02 ii) 0.09
	Sian ka'an (Quintana Roo)	Reserva de la Biosfera	528 147 ³	500 (1989-1993)	115 ⁴	57 500	0.11
Turistas de destinos múltiples	Isla-Popo (México, Morelos, Puebla)	Parque Nacional	55	12 406	15 ⁵	12 406	225
	Lago Arreco (Chihuahua)	Complejo Ecoturístico	20 000	7 500 (1992-1993)	i) 3.336 ⁶ ii) 4.42 ⁷	i) 24 974 ii) 33 150	i) 1.24 ii) 1.65
	Mariposa Monarca (Michoacán)	Reserva Especial	16 110	47 500 (1986-1992)	i) 5 ⁸ ii) 30 ⁹	i) 237 500 ii) 1 425 000	i) 14.7 ii) 88.4
	Barranca del Cobre (Chihuahua)	Declarado Parque Nacional	450 000	55 000 (1992)	i) 3.27 ii) 8.20	i) 179 850 ii) 451 000	i) 0.40 ii) 1.01

Fuente: CSERGE, 1993, Working Paper 15, citado en El Banco Mundial, *Mexico Resource Conservation and Forest Sector Review* (Washington D.C.: The World Bank, 1995). i) Corresponde al precio real pagado; ii) Corresponde al precio disponible a pagar.

¹ Promedio individual estimado de gasto por servicios de transporte, comida y servicios de guía en un tour.

² Posible donación individual basada en el promedio del excedente del consumidor de \$470, calculado con un análisis de costo de viaje (Tourval 1992).

³ Este número se refiere únicamente a los visitantes de la reserva tomando el tour de un día en bote. El número total de visitantes es probablemente más alto, pero muchos de los visitantes entran a Sian Ka'an a través de muchas entradas que no están controladas (Bezauri 1993).

⁴ El precio de un día de tour en bote en la reserva.

⁵ Los números mayores se refieren solamente a los visitantes que pasan la noche, los cuales pagan una cuota de entrada menor a un dólar.

⁶ Cuota de entrada individual.

⁷ Cuota de entrada más el promedio ponderado de otros servicios adquiridos por los visitantes (alquiler de botes, bicicletas de montaña, caballos, espacio para acampar).

⁸ Admisión al santuario (adultos).

⁹ Precio promedio de un tour desde la ciudad de México (transportación, boleto de admisión).

Figura 2.30. Valores farmacéuticos de cuasi-opción de los bosques mexicanos

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

II.2.9.5. Valor económico de los recursos forestales del predio por su propia existencia.

De acuerdo con De Alba *et al.*, (1998), existen estimaciones que consideran que las personas estarían dispuestas a pagar 10 dólares por hectárea para dejar como legado a futuras generaciones la supervivencia de los bosques nacionales.

En el cuadro siguiente se presenta evidencia del valor de existencia en distintas áreas de importancia para la conservación de México; el valor obtenido se relaciona con donaciones y compras de deuda con fines conservacionistas.

Cuadro 7.8. Evidencias de valores de existencia en México (CSERGE, 1993, citado por UAES, 1997)

Área	Superficie (ha)	Valor obtenido (USD)
Selva Lacandona, Montes Azules en Chiapas (canje de deuda por naturaleza)	385 000	4 000 000
Reserva de la biósfera de Sian Ka'an en Quintana Roo (donaciones de organizaciones)	528 147	34 000
Sitios varios (donaciones de organizaciones)	No disponible	809 622
Barranca del Cobre en Chihuahua (encuestas a visitantes)	450 000	100 000
Varias áreas (contribuciones provenientes de los Estados Unidos de América)	190 869	5 528 809

Figura 2.31. Evidencias de valores de existencia en México

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

Considerando el supuesto anterior, y bajo la primicia de que se pudieran obtener 10 dls/ha a través de terceros para lograr la conservación de las áreas naturales, se tiene que el valor para mantener la integridad de las mismas corresponde a 85.7 dólares (8.57 has x 10 dólares), lo cual, a un tipo de cambio aproximado de 21 pesos mexicanos, correspondería a \$1,799.70 pesos.

II.2.9.6. Valor económico de las materias primas forestales

Según los datos generados por la SEMARNAT mediante el Programa forestal y de suelo entre los años 1995 y 2000, el bosque templado mexicano cuenta con al menos 613 especies de plantas utilizables, que con el conocimiento y la tecnología actual podrían generar 1.17 millones de toneladas de biomasa con un valor en el mercado de 528 millones de dólares. El bosque tropical, con al menos 574 especies de plantas, podría generar 1.6 millones de toneladas de materia vegetal con un valor en el mercado de 729 millones de dólares.

Para la estimación de la valoración económica directa de los recursos forestales maderables existentes al interior del área de afectación, se tomaron en cuenta todos los individuos arbóreos con diámetro normal mayor a 5 cm, cuyos parámetros dasométricos fueron recabados durante el inventario forestal realizado en el predio, tales como el diámetro normal a la altura del pecho, así como la altura total y comercial (fuste limpio) de cada individuo, considerando los siguientes criterios de comercialización por categoría diamétrica las especies y las condiciones actuales del tipo de vegetación del predio y específicamente para la superficie solicitada para cambio de uso de suelo:

Documento Técnico Unificado para el Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales
 Modalidad B-Particular. Proyecto "Puerto Calizza"

Cuadro 2. 27. Valor de las materias forestales arbóreas						
Recursos	Producto o subproducto	Especie	Unidad	Área de Desplante		
				VTA o individuos	Costos unitarios \$	Monto Total (\$)
Vegetación de Selva Mediana Subperennifolia	Palizada	Akits	Metros cúbicos	30.251	1400	1430.3
	Palizada	Balche Ka		35.522	1400	1435.5
	Palizada	Bobchel		1.372	1400	1401.4
	Palizada	Bocanche		6.377	1400	1406.4
	Palizada	Boob		28.589	1400	1428.6
	Palizada	Box chechen		27.098	1400	1427.1
	Palizada	Cascarillo		24.528	1400	1424.5
	Palizada	Chaca rojo		32.368	1400	1432.4
	Palizada	Chicozapote		27.214	1400	1427.2
	Palizada	Chi'it		2.872	1400	1402.9
	Palizada	Chike		0.595	1400	1400.6
	Palizada	Chintok		1.447	1400	1401.4
	Palizada	Cornozuelo		2.935	1400	1402.9
	Palizada	Dzidzilche		13.620	1400	1413.6
	Palizada	Eklub		4.183	1400	1404.2
	Palizada	Granadillo		2.304	1400	1402.3
	Palizada	Guaya		1.096	1400	1401.1
	Palizada	Guayabillo		5.943	1400	1405.9
	Palizada	Higo		145.399	1400	1545.4
	Palizada	Higuito		6.219	1400	1406.2
	Palizada	Huano		62.234	1400	1462.2
	Palizada	Ik'iche		0.776	1400	1400.8
	Palizada	Jabim		15.961	1400	1416.0
	Palizada	Kanacin		34.774	1400	1434.8
	Palizada	Kanchunup		1.680	1400	1401.7
	Palizada	kanlol		14.901	1400	1414.9
	Palizada	Kanpokolche		2.967	1400	1403.0
	Palizada	Kantoko		6.576	1400	1406.6
	Palizada	Katal'ox		8.564	1400	1408.6
	Palizada	Kitanche		8.092	1400	1408.1
	Palizada	Laurelillo		1.543	1400	1401.5
	Palizada	Majahua		1.450	1400	1401.5
	Palizada	Marlberry		0.478	1400	1400.5
	Palizada	Matapalo		1.081	1400	1401.1
	Palizada	Nacax		3.179	1400	1403.2
	Palizada	Pakal che		1.175	1400	1401.2
	Palizada	Palosanto		4.351	1400	1404.4
	Palizada	Pomolche		5.884	1400	1405.9
	Palizada	Ruda de monte		22.323	1400	1422.3
	Palizada	Sac bob		3.956	1400	1404.0
	Palizada	Sac chaca		0.595	1400	1400.6
	Palizada	Sac pah		2.187	1400	1402.2
	Palizada	Sac pich		2.335	1400	1402.3
	Palizada	Sibul		2.589	1400	1402.6
	Palizada	Silil		14.923	1400	1414.9
	Palizada	Takinche		1.489	1400	1401.5
	Palizada	Tamay		1.247	1400	1401.2
	Palizada	Tazta'ab		2.216	1400	1402.2
Palizada	Tinto	2.628	1400	1402.6		
Palizada	Tohyub	1.288	1400	1401.3		
Palizada	Tzalam	18.312	1400	1418.3		
Palizada	Uvas che	0.870	1400	1400.9		
Palizada	Xdojtani	0.478	1400	1400.5		

Cuadro 2. 27. Valor de las materias forestales arbóreas						
Recursos	Producto o subproducto	Especie	Unidad	Área de Desplante		
				VTA o individuos	Costos unitarios \$	Monto Total (\$)
	Palizada	Xpsit che		3.800	1400	1403.8
	Palizada	Yaiti		7.026	1400	1407.0
	Palizada	yax'catzim		2.086	1400	1402.1
	Palizada	Yaxnik		65.329	1400	1465.3
		Total		731.276		80531.3

Con base en lo anterior se calculó que el valor que se puede obtener como materias primas forestales un monto de \$80,531.3 pesos M.N.

II.2.9.7. Valor económico de las especies de fauna silvestre

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

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

Por lo tanto, para poder asignarle un valor económico a la fauna silvestre se evaluará el pago por servicios ambientales.

Para la estimación económica de la fauna, se tomó como base los valores que presenta la CONAFOR (Comisión Nacional Forestal) en sus reglas de operación del programa PRO-ÁRBOL 2014, en relación al concepto de pago por servicios ambientales en el concepto de apoyo más alto (Área 1).

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

Cuadro 2. 28. Estimación económica indirecta de los recursos biológicos del predio del proyecto.				
Concepto	Costo unitario	Unidad	Superficie de afectación (ha)	Costo total del recurso biológico
Servicios ambientales: Hidrológicos	\$1,100	Hectárea	8.57	\$ 9.427

II.2.8.7. Resumen de la valoración económica de los recursos biológicos del predio del proyecto

De acuerdo con los análisis realizados en los apartados previos, el valor económico de los recursos biológicos del área sujeta al cambio de uso de suelo en una superficie de 8.57 has, se estima en un monto aproximado de **\$1,447,491.78** pesos, tal como se presenta en el siguiente cuadro.

Cuadro 2. 29. Resumen final de la estimación económica de recursos		
Recurso biológico	Concepto de valoración	Total (\$) pesos mexicanos para 8.57 has
Recursos forestales	Valor del depósito de carbono por hectárea	647,892.00
	Valor de los costos de restauración por la conversión de las áreas de cambio de uso de suelo a pastizales	653,831.01
	Valor de los costos por el tratamiento de agua y para evitar la salinización	37,793.70
	Valor farmacéutico	16,197.30
	Valor de la actividad ecoturística	19.80
	Valor por su propia existencia	1,799.70
	Materias primas forestales	80,531.28
	Valoración económica de fauna silvestre	9,427.00
	Total	1,447,491.78

II.2.10 Operación y mantenimiento

Una vez iniciado el proceso de operación del proyecto, éste consistirá en el uso de las vialidades e instalaciones para las actividades de venta de los lotes.

El mantenimiento corresponderá a las actividades de mantener las áreas conservadas y jardinadas, y las estructuras de las instalaciones.

Durante la operación el proyecto generará aguas residuales las cuales serán procesadas en la planta de tratamiento, que empezara su operación desde la primera etapa, al igual que la planta potabilizadora.

Para el caso de los residuos sólidos urbanos que se generarán, se implementara el programa de manejo de residuos sólidos del proyecto.

II.2.11 Desmantelamiento y abandono de las instalaciones

Por el tipo de proyecto, la vida útil se considera como permanente, por lo que no existe proyecto de abandono.

Con respecto a la vida útil del proyecto ésta es indefinida, por la naturaleza del mismo se considera de largo plazo, para referenciarlo se estima que la vida útil de este tipo de instalaciones es de más de 90 años, conforme al mantenimiento que se les realice.

II.2.12 Programa de trabajo

Se requiere de un plazo de 8 años para la ejecución del cambio de uso del suelo para la instalación de proyecto, debido a que el proyecto se ejecutara en 4 etapas, una vez que se inicie la primera etapa se dará por concluida hasta que se vendan todos los lotes, y de ahí se dará inicio a la segunda etapa y así sucesivamente hasta la cuarta etapa

La planta de tratamiento se construirá en la primera etapa, al igual que la planta potabilizadora, la cual al tratarse de un sistema de osmosis inversa, se considera como desaladora.

Documento Técnico Unificado para el Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales
Modalidad B-Particular. Proyecto "Puerto Calizza"

Cuadro. Cronograma de actividades de la ejecución del cambio de uso de suelo y construcción y operación de la Planta de tratamiento y Planta potabilizadora																																						
ACTIVIDADES	Trimestres																																					
	Etapa 1								Etapa 2								Etapa 3								Etapa 4													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32						
TRABAJOS PARA EL CUS																																						
Notificación de inicio de actividades																																						
Delimitación del Área de desmonte																																						
Capacitación a los trabajadores																																						
Preparación y rescate de especies de flora																																						
Ubicación del Vivero (temporal)																																						
Rescate de Fauna (solo en caso que se requiera)																																						
Desmonte y despalme de las áreas de despalme previamente señalizadas;																																						
Manejo de las especies vegetales para su conservación dentro del vivero																																						
Reforestación y/o enriquecimiento en el área de vegetación nativa y ajardinada.																																						
Retiro del material vegetal resultante del desmonte;																																						
Entrega del informe del CUS.																																						
TRABAJOS PREVISTOS PARA LA CONSTRUCCION DEL PROYECTO																																						
Trazo y nivelación																																						
Preparación de plataformas																																						
Excavación de cepas																																						
Construcción de Planta de tratamiento de aguas residuales																																						
Construcción de Planta de Potabilizadora de agua																																						
OPERACIÓN																																						
Operación de Planta de tratamiento de aguas residuales																																						
Operación de Planta de Potabilizadora de agua																																						

En el siguiente plano se muestra la distribución de las etapas del proyecto:

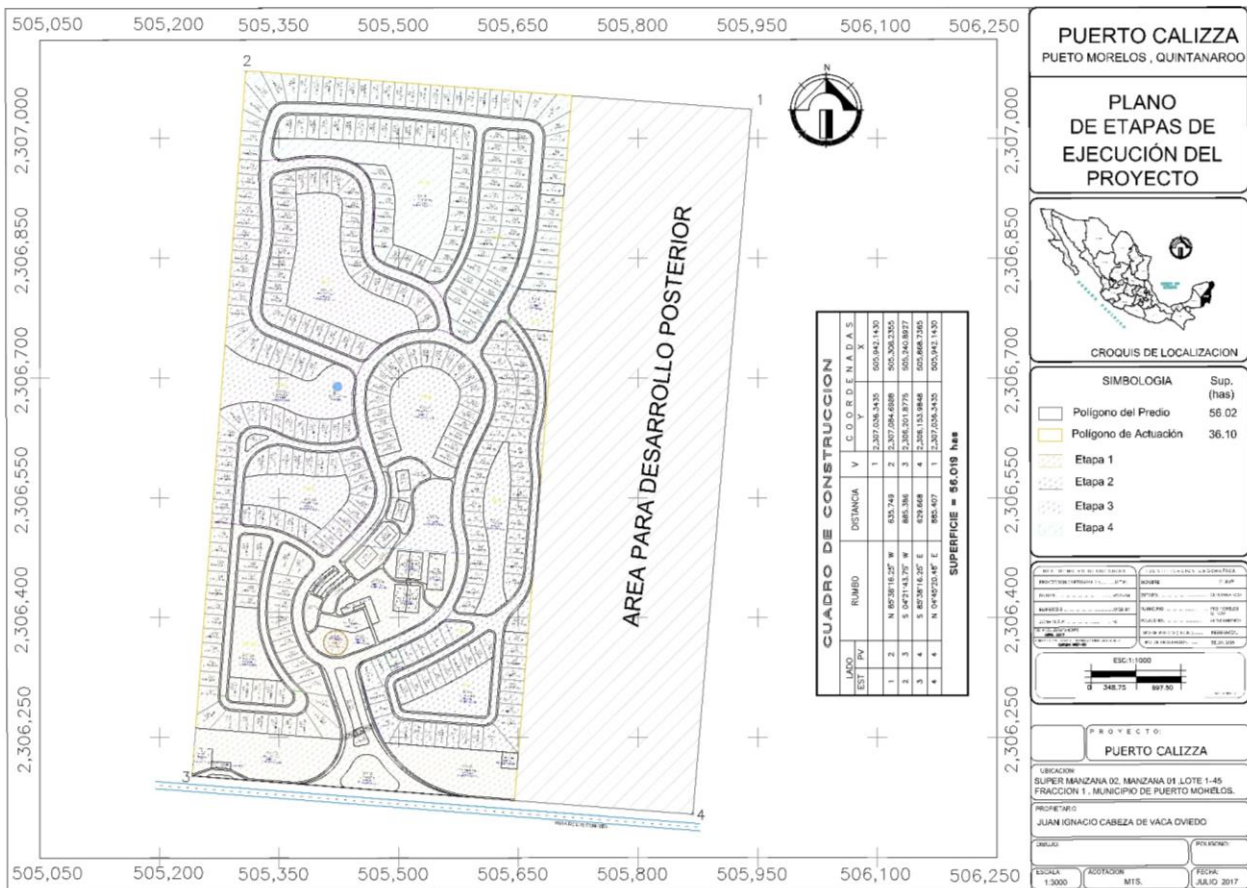


Figura 2.32. Plano de Etapas de Ejecución del proyecto

II.2.13 Generación y manejo de residuos líquidos y emisiones a la atmósfera

En cuanto a la generación de emisiones atmosféricas, residuos líquidos, sólidos, vibración y ruido, serán bajos y de carácter muy puntual, debido a la dimensión de la obra.

Preparación del sitio: En esta etapa se prevé realizar el rescate de la vegetación presente en el área de desplante del proyecto, para posteriormente llevar a cabo las actividades de desmonte y despalme y sus elementos del plan maestro.

Construcción: En esta etapa se realizará la cimentación y construcción de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales y la Planta Potabilizadora de Agua.

Debido a lo anterior es importante diseñar las acciones y estrategias a seguir para el Manejo de Residuos en la etapa de preparación del sitio y construcción, para ello se aplicarán medidas que disminuyan los posibles impactos negativos que se podrían generar tanto a la salud humana como al ambiente.

Generales

Sensibilización Ambiental: se dará pláticas de inducción ambiental al personal que participe en el desarrollo del proyecto (Arquitecto, Ingeniero, Contratista y/o empleados), para que estén informados de cómo deben disponerse los diferentes tipos de residuos generados en el proyecto.

Se fomentará entre los trabajadores el reusó y reciclaje, para minimizar el volumen de residuos a generar.

Señalización: durante la etapa del cambio de uso de suelo, se colocarán letreros de educación ambiental que indiquen las diferentes áreas en donde se colocan los residuos, que promuevan el uso de los contenedores, el uso de equipo de seguridad, el uso de sanitarios portátiles y/o de obra, entre otras cosas.

Ejemplos:

- Deposita los residuos en el contenedor que le corresponda.
- No depositar residuos en las áreas verdes.

Específicas

Residuos Sólidos

- El material vegetal producto del desmonte será enviado a sitio de disposición final que la autoridad defina.
- La primera capa de suelo fértil producto del despalme deberá recuperarse, para ser empleada en las actividades de reforestación y/o jardinería del proyecto.
- Se colocarán los contenedores necesarios en el área del proyecto, de acuerdo a la cantidad de personal que se tenga.
- Los tipos de contenedores a utilizar dependerán de la naturaleza de los residuos generados, deben estar claramente etiquetados en función de las características de los residuos que se van a almacenar. Las etiquetas deben ser del tamaño adecuado y resistente al agua.
- Los contenedores deberán ubicarse en la zona de fácil acceso y donde se encuentre la mayor concentración de trabajadores.
- Los residuos de construcción susceptibles a ser reutilizados tales como la madera, metales, cartón, etc., serán separados del resto de los residuos.
- Se reciclarán los residuos de construcción como el alambre, madera, etc., que sean susceptibles a este proceso, con la ayuda de empresa recolectora de residuos.
- Se llevará a cabo actividades de limpieza todos los días, al finalizar cada jornada de trabajo.
- Se retirarán los residuos del área de acopio periódicamente y disponerlos en los sitios autorizados por el municipio, para evitar su dispersión y la proliferación de fauna nociva.

- Los residuos que no puedan ser reutilizados o reciclados, serán canalizados a alguna empresa dedicada a dicha actividad, o a los sitios de disposición final a cargo del Ayuntamiento del municipio de Solidaridad.
- Está prohibido el uso del fuego como medio para la disposición final de residuos.
- El frente de la construcción durante la etapa de construcción se mantendrá limpia, quedando prohibido el almacenamiento de escombros y materiales en la vía pública.

Residuos Líquidos

- Se colocarán sanitarios portátiles; se contempla 1 sanitario por cada 10 trabajadores, mismos que deberán de ser distribuidos de tal manera que el personal tenga acceso a ellos en cualquiera de las áreas en las que se encuentre laborando y se colocarán letreros que promuevan su uso.
- Se realizará limpieza de los sanitarios cada 3 días y se llevaran bitácoras de limpieza de los sanitarios portátiles con el fin de vigilar que esto se lleve a cabo de forma continua.
- Se contratará el servicio de una empresa especializada en el manejo de aguas negras, se verificará que la empresa contratada cuente con su autorización vigente para realizar dicha actividad, y, por lo tanto, con los medios necesarios para efectuar el transporte y disposición adecuada de estos líquidos.

II.2.14 Residuos

Los residuos forestales resultado del desmonte serán remitidos a sitios de disposición final autorizados por el municipio.

Por las dimensiones de la obra el escombro se recolectará periódicamente y se dispondrá en los sitios donde lo indique la autoridad municipal. En relación a los residuos domésticos, se dispondrán de contenedores con tapa para recolectar la orgánica en forma separada a la inerte, ambas se depositan periódicamente en donde la autoridad municipal lo indique.

Se colocarán sanitarios portátiles tipo SANIRENT para evitar el fecalismo al aire libre se instalará 1 sanitario por cada 10 trabajadores, se le exigirá a la empresa contratista que sean mantenidas de conformidad a las especificaciones del fabricante y de conformidad a la normatividad en la materia, el Promovente solicitará que se le entreguen facturas o notas de remisión a efecto de comprobar esta afirmación.

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

III	VINCULACIÓN CON LOS ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES EN MATERIA AMBIENTAL Y, EN SU CASO, CON LA REGULACIÓN SOBRE USO DEL SUELO	3
III.1	Ordenamientos jurídicos federales.....	3
III.1.1	CONSTITUCIÓN POLÍTICA DE LOS ESTADOS UNIDOS MEXICANOS	3
III.1.2	LEY GENERAL DE DESARROLLO FORESTAL SUSTENTABLE.....	3
III.1.3	REGLAMENTO DE LA LEY GENERAL DE DESARROLLO FORESTAL SUSTENTABLE	4
III.1.4	LEY GENERAL DEL EQUILIBRIO ECOLÓGICO Y LA PROTECCIÓN AL AMBIENTE 1988.	5
III.1.5	REGLAMENTO DE LA LEY GENERAL DEL EQUILIBRIO ECOLÓGICO Y LA PROTECCIÓN AL AMBIENTE EN MATERIA DE EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL, 2000.	6
III.1.6	LEY GENERAL DE VIDA SILVESTRE	6
III.2	Programas de ordenamiento ecológico del territorio (POET)	7
III.3	Normas Oficiales Mexicanas	19
III.4	Planes o programas de desarrollo urbano (PDU).....	21
III.5	Otros instrumentos	22
III.5.1	Ubicación del predio con referencia a Regiones terrestres prioritarias (CONABIO 2007).	22
III.5.2	Ubicación del predio con referencia a Regiones Hidrológicas Prioritarias (CONABIO, 2008)	22
III.5.3	Ubicación del predio con referencia a Áreas de Importancia para Conservación de las Aves (AICAs). (CONABIO, 2008)	22
III.5.4	Ubicación del predio Respecto de las Áreas Naturales Protegidas.....	22

Índice de Figuras:

Figura 3.1..	UGA 16 de la Modificación al POEL BJ.	7
Figura 3.2.	Plano de ubicación del cenote.	11
Figura 3.3.	Ubicación de la Planta de Tratamiento.	12
Figura 3.4.	Plano de Áreas Verdes y Conservación.....	14
Figura 3.5.	Colindancia del predio con la Carretera Estatal.....	15
Figura 3.6.	Franja de vegetación de aproximadamente 57 metros de ancho	15
Figura 3.7.	Ductos para el flujo de agua de los escurrimientos de la carretera.	16
Figura 3.8.	Plano de referencia en Regiones Terrestres Prioritaria.....	23
Figura 3.9.	Plano de referencia en Regiones Hidrológicas Prioritaria	23
Figura 3.10.	Plano de referencia a las Áreas de Importancia para la Conservación de aves.....	24
Figura 3.11.	Localización del predio respecto de las ANP.	24

Índice de Cuadros:

Cuadro 3. 1.	Criterios del POEL sobre la UGA 16	9
Cuadro 3. 2.	Vinculación del proyecto con los criterios del POEL.....	9
Cuadro 3. 3.	Cumplimiento de la normatividad	20
Cuadro 3. 4.	Parámetros Urbanísticos aplicables al predio.....	21
Cuadro 3. 5.	Cumplimiento de Parámetros del Proyecto.....	21

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

III.1 Ordenamientos jurídicos federales

III.1.1 CONSTITUCIÓN POLÍTICA DE LOS ESTADOS UNIDOS MEXICANOS

ARTÍCULO 5.- *Párrafo IV de la constitución, consagra el derecho a un medio ambiente adecuado, como un derecho colectivo de tercera generación, cuya titularidad radica en cabeza de colectividad, y el cual ha servido de fundamento a la legislación existente para la protección y conservación de los recursos Naturales existentes, así como para el nacimiento de derechos y obligaciones recíprocas de quienes son titulares de derechos de uso y aprovechamiento sobre los mismos.*

VINCULACIÓN: El proyecto cumple con lo establecido en este artículo ya que se ajusta a la legislación existente para la protección y conservación de los recursos naturales y el titular se apega a cumplir obligaciones de uso y aprovechamiento sobre los mismos.

ARTÍCULO 27.- *La nación tendrá en todo tiempo el derecho de imponer a la propiedad privada las modalidades que dicte el interés público, así como el de regular, en beneficio social, el aprovechamiento de los elementos naturales susceptibles de apropiación, con objeto de hacer una distribución equitativa de la riqueza pública, cuidar de su conservación, lograr el desarrollo equilibrado del país y el mejoramiento de las condiciones de vida de la población rural y urbana. En consecuencia, se dictarán las medidas necesarias para ordenar los asentamientos humanos y establecer adecuadas provisiones, usos, reservas y destinos de tierras, aguas y bosques, a efecto de ejecutar obras públicas.*

VINCULACIÓN: El proyecto se ajusta en todo momento a los Programas de Ordenamiento Ecológicos y demás instrumentos que le aplican, con esto se da cumplimiento a lo dispuesto en este Artículo.

III.1.2 LEY GENERAL DE DESARROLLO FORESTAL SUSTENTABLE

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

VINCULACIÓN: Se realizará este pago, en el momento que lo establezca la SECRETARÍA.

III.1.3 REGLAMENTO DE LA LEY GENERAL DE DESARROLLO FORESTAL SUSTENTABLE

ARTÍCULO 120.- *Para solicitar la autorización de cambio de uso del suelo en terrenos forestales, el interesado deberá solicitarlo mediante el formato que expida la Secretaría, el cual contendrá lo siguiente:*

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

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

VINCULACIÓN: El presente capítulo es parte integral del Documento Técnico Unificado para el Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales, el cual en sus demás capítulos también contienen todo lo citado en el presente artículo, con lo cual se da cumplimiento a lo solicitado en el mismo.

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

- I. Usos que se pretendan dar al terreno;*
- II. Ubicación y superficie del predio o conjunto de predios, así como la delimitación de la porción en que se pretenda realizar el cambio de uso del suelo en los terrenos forestales, a través de planos georreferenciados;*
- III. Descripción de los elementos físicos y biológicos de la cuenca hidrológico-forestal en donde se ubique el predio;*
- IV. Descripción de las condiciones del predio que incluya los fines a que esté destinado, clima, tipos de suelo, pendiente media, relieve, hidrografía y tipos de vegetación y de fauna;*
- V. Estimación del volumen por especie de las materias primas forestales derivadas del cambio de uso del suelo;*
- VI. Plazo y forma de ejecución del cambio de uso del suelo;*
- VII. Vegetación que deba respetarse o establecerse para proteger las tierras frágiles;*
- VIII. Medidas de prevención y mitigación de impactos sobre los recursos forestales, la flora y fauna silvestres, aplicables durante las distintas etapas de desarrollo del cambio de uso del suelo;*
- IX. Servicios ambientales que pudieran ponerse en riesgo por el cambio de uso del suelo propuesto;*
- X. Justificación técnica, económica y social que motive la autorización excepcional del cambio de uso del suelo;*

- XI. Datos de inscripción en el Registro de la persona que haya formulado el estudio y, en su caso, del responsable de dirigir la ejecución;
- XII. Aplicación de los criterios establecidos en los programas de ordenamiento ecológico del territorio en sus diferentes categorías;
- XIII. Estimación económica de los recursos biológicos forestales del área sujeta al cambio de uso de suelo;
- XIV. Estimación del costo de las actividades de restauración con motivo del cambio de uso del suelo, y
- XV. En su caso, los demás requisitos que especifiquen las disposiciones aplicables.

VINCULACIÓN: El presente Documento Técnico Unificado contiene toda la información requerida en los XV capítulos solicitados por este artículo.

III.1.4 LEY GENERAL DEL EQUILIBRIO ECOLÓGICO Y LA PROTECCIÓN AL AMBIENTE 1988.

ARTÍCULO 28.- La evaluación del impacto ambiental es el procedimiento a través del cual la Secretaría establece las condiciones a que se sujetará la realización de obras y actividades que puedan causar desequilibrio ecológico o rebasar los límites y condiciones establecidas 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.

Fracción I.- Obras hidráulicas, vías generales de comunicación, oleoductos, gasoductos, carboductos y poliductos;

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

VINCULACIÓN: El proyecto se somete a su evaluación en materia de impacto ambiental, para obtener la autorización de cambio de uso de suelo así como, para la construcción y operación de la planta de tratamiento y de la planta desaladora (potabilizadora).

Artículo 30.- Para obtener la autorización a que se refiere el artículo 28° de esta Ley, los interesados deberán presentar a la Secretaría una manifestación de impacto ambiental, la cual deberá de contener, por lo menos, una descripción de los posibles efectos en el o los ecosistemas que pudieran ser afectados por la obra o actividad de que se trate, considerando el conjunto de los elementos que conforman dichos ecosistemas, así como las medidas preventivas, de mitigación y las demás necesarias para evitar reducir al mínimo los efectos negativos sobre el ambiente.

VINCULACIÓN: El proyecto presenta el DTU-B por el cambio de uso de suelo en terrenos forestales y por la construcción y operación de la planta de tratamiento de agua residual y a la planta potabilizadora de agua.

III.1.5 REGLAMENTO DE LA LEY GENERAL DEL EQUILIBRIO ECOLÓGICO Y LA PROTECCIÓN AL AMBIENTE EN MATERIA DE EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL, 2000.

ARTÍCULO 5.- *Quienes pretendan llevar acabo algunas de las siguientes actividades, requerirán previamente la autorización de la Secretaria en materia de impacto ambiental:*

A) HIDRÁULICAS:

VI. *Plantas para el tratamiento de aguas residuales que descarguen líquidos o lodos en cuerpos receptores que constituyan bienes nacionales, excepto aquellas en las que se reúnan las siguientes características:*

- a) Descarguen líquidos hasta un máximo de 100 litros por segundo, incluyendo las obras de descarga en la zona federal;*
- b) En su tratamiento no realicen actividades consideradas altamente riesgosas, y*
- c) No le resulte aplicable algún otro supuesto del artículo 28 de la Ley;*

XII. *Plantas desaladoras;*

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

VINCULACIÓN:

La planta de tratamiento entraría en los criterios de excepción, ya que generará 160 m³/día = 1.85 litros/segundo, el tratamiento no requiere de actividades altamente riesgosas, sin embargo el proyecto le resultan aplicables otros supuestos del artículo 28 de la LGEEPA. La potabilizadora, al contemplarse el sistema de osmosis inversa se puede considerar como desaladora la cual se encuentra contemplada en el párrafo XII por lo que también requiere la autorización en materia de impacto ambiental.

Mediante el presente DTU-B se solicita el cambio de uso de suelo en materia de cambio de uso de suelo forestal, así como en materia de impacto ambiental, en cumplimiento con el artículo citado.

III.1.6 LEY GENERAL DE VIDA SILVESTRE

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

Los propietarios o legítimos poseedores de los predios en donde se distribuye la vida silvestre, tendrán derechos de aprovechamiento sustentable sobre sus ejemplares, partes y derivados en los términos prescritos en la presente Ley y demás disposiciones aplicables".

VINCULACIÓN: El proyecto no pretende realizar ningún aprovechamiento de la vida silvestre, así como tampoco la afectara ya que se pretende realizar un rescate de

flora y fauna antes del desplante del proyecto, lo cual es permitido por el Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio Benito Juárez que es aplicable en el sitio, No hay perjuicio a los intereses de la nación, ya que el uso que se propone favorece a los habitantes del sitio, y tiene un valor de opción superior al que actualmente presenta.

ARTÍCULO 18.- *Los propietarios y legítimos poseedores de predios en donde se distribuye la vida silvestre, tendrán el derecho a realizar su aprovechamiento sustentable y la obligación de contribuir a conservar el hábitat conforme a lo establecido en la presente Ley; asimismo podrán transferir esta prerrogativa a terceros, conservando el derecho a participar de los beneficios que se deriven de dicho aprovechamiento.*

VINCULACIÓN: El proyecto no contempla el aprovechamiento de la vida silvestre, sin embargo si realiza actividades de conservación en el predio.

ARTÍCULO 27.- *El manejo de ejemplares y poblaciones exóticos sólo se podrá llevar a cabo en condiciones de confinamiento, de acuerdo con un plan de manejo que deberá ser previamente aprobado por la Secretaría y en el que se establecerán las condiciones de seguridad y de contingencia, para evitar los efectos negativos que los ejemplares y poblaciones exóticos pudieran tener para la conservación de los ejemplares y poblaciones nativos de la vida silvestre y su hábitat".*

VINCULACIÓN: El proyecto no considera la introducción de ejemplares de flora o fauna exótica.

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

De acuerdo con la Modificación al **Programa de Ordenamiento Ecológico Local de Benito Juárez**, publicado el 27 de febrero de 2014 en el Periódico Oficial del Gobierno del Estado de Quintana Roo, el predio del proyecto se encuentra localizado en la Unidad de Gestión Ambiental **UGA 16**, la cual se denomina "**Polígonos Sujetos a PDU**".

Figura 3.1.. UGA 16 de la Modificación al POEL BJ.

<p>Superficie: 2,297.80 ha</p>	<p>Política Ambiental: Aprovechamiento Sustentable.</p>
<p>Criterios de Delimitación: Esta UGA está compuesta por 5 polígonos diferentes. Tres de ellos fueron delimitados por decreto presidencial publicado en el DOF el 5 de marzo de 2010, donde se expropiaron al ejido de Puerto Morelos una superficie para reserva urbana, y por ende, quedará sujeta a Programa de Desarrollo Urbano o PDU. El cuarto polígono corresponde a la denominada "Colonia Chiapaneca", misma que existía desde la expedición del POEL de 2005 y fue considerada como una UGA de restauración.</p>	
<p>% de UGA que posee vegetación en buen estado de conservación: 64.20 %</p>	<p>Superficie de la UGA con importancia para la recarga de acuíferos: 86.56 %</p>
<p>Objetivo de la UGA: Propiciar un crecimiento ordenado en los polígonos considerados para la actividad urbana futura y que quedan fuera de los centros de población, con el fin de reducir los riesgos de contaminación del suelo y del acuífero, a través de la dotación de servicios básicos.</p>	
<p>Problemática General: Presión sobre los recursos naturales por incremento de asentamientos irregulares; Expansión de la mancha urbana fuera de los centros de población; Presión y riesgo de contaminación al acuífero por la expansión urbana y falta de servicios básicos; Incremento en la incidencia y recurrencia de Incendios Forestales; Carencia de servicios de recolección y disposición final de los Residuos Sólidos Urbanos; Presencia de zonas inundables de riesgo para asentamientos humanos; Cambios de Uso de Suelo no autorizados</p>	
<p>Poblados o sitios importantes en esta UGA (habitantes): De acuerdo al censo de INEGI (2010), esta UGA cuenta con 2 localidades principales y 4 pequeñas rancherías. El número total de población es de 791 habitantes. Sin embargo, datos extraoficiales indican que en la Colonia Chiapaneca existen más de 3,000 habitantes. La red vial abarca un total de 44.62 km, entre vialidades pavimentadas, terracerías y desmontes no autorizados que sirven de accesos a estos predios.</p>	
<p>Lineamientos Ecológicos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Se contienen el crecimiento urbano dentro de los límites del centro de población, propiciando una ocupación compacta y eficiente del suelo urbano para disminuir los procesos de deterioro de los recursos naturales, en tanto exista un instrumento de regulación urbana que dicte las normas de crecimiento y ocupación de los predios de la población que la ocupa. • Las autoridades competentes deben propiciar que el crecimiento urbano sea ordenado y compacto y estableciendo al menos 12 m² de áreas verdes accesibles por habitante, acorde a la normatividad vigente en la materia. • Las autoridades competentes deben propiciar el tratamiento del 100 % de las aguas residuales domésticas, así como la gestión integral de la totalidad de los residuos sólidos generados en esta localidad. 	

<p>• Todos los centros de población deberán considerar un sitio de disposición final de Residuos Sólidos Urbanos (RSU) en la modalidad de Parques de Tecnologías, adecuados para su capacidad futura de generación, en proyecciones de al menos 15 años. Los centros de población con menos de 50,000 habitantes que carezcan de relleno sanitario deberán considerar dentro de su PDU, la presencia de al menos un sitio de disposición temporal de los RSU, o terminal de transferencia.</p>
<p>Recursos y Procesos Prioritarios: Suelo, Permeabilidad del Suelo</p>
<p>Parámetros de aprovechamiento: Sujeto a lo establecido en su Programa de Desarrollo Urbano vigente.</p>
<p>Usos Compatibles: Los que se establezcan en su Programa de Desarrollo Urbano Vigente.</p>
<p>Usos Incompatibles: Los que se establezcan en su Programa de Desarrollo Urbano Vigente.</p>


Cuadro 3. 1. Criterios del POEL sobre la UGA 16

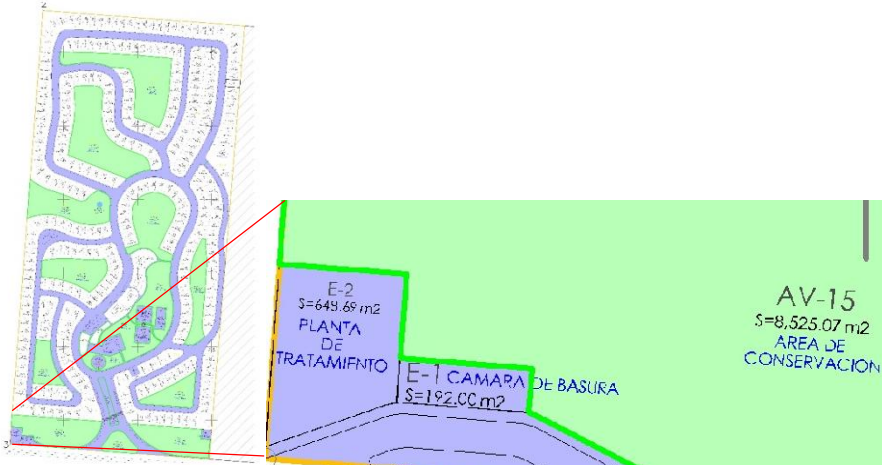
Usos	CLAVE	Criterios de Regulación Ecológica											
		01	02	03	07	08	09	10	11	12	13	17	18
Agua	URB												
Suelo y Subsuelo		20	24	25	26	27	29						
Flora y Fauna		30	31	32	34	35	38	42					
Paisaje		43	45	46	48	59							

Se muestra a continuación la vinculación del proyecto con relación a los **Criterios Ecológicos Generales y Específicos** que aplican en la Unidad de Gestión Ambiental **UGA 16**, la cual se denomina "**Polígonos Sujetos a PDU**":

Cuadro 3. 2. Vinculación del proyecto con los criterios del POEL	
CRITERIO	CRITERIOS ECOLÓGICOS DE APLICACIÓN URBANA
	Recurso Agua.
URB-01	<p><i>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 individuales o comunales, para satisfacer las condiciones particulares que determinen las autoridades competentes y las normas oficiales mexicanas aplicables en la materia.</i></p>
	<p>Vinculación: Dentro del proyecto se instalará un drenaje sanitario conectado a la Planta de Tratamiento de aguas residuales. El agua tratada será inyectada a pozos profundos como lo señale CONAGUA, y una parte se utilizara para el riego de ñas áreas verdes. La planta de tratamiento cumplirá con los estándares señalados en la Norma Oficial Mexicana NOM-003-SEMARNAT-1997, se describió la planta de tratamiento en el capítulo II del presente DTU-B.</p>
URB-02	<p><i>A fin de evitar la contaminación ambiental y/o riesgos a la salud pública y sólo en aquellos casos excepcionales en que el tendido de redes hidrosanitarias no exista, así como las condiciones financieras, socioeconómicas y/o topográficas necesarias para la introducción del servicio lo ameriten y justifiquen, la autoridad competente en la materia podrá autorizar a persona físicas el empleo de biodigestores para que en sus domicilios particulares se realice de manera permanente un tratamiento de</i></p>

Cuadro 3. 2. Vinculación del proyecto con los criterios del POEL																																					
CRITERIO	CRITERIOS ECOLÓGICOS DE APLICACIÓN URBANA																																				
	<i>aguas negras domiciliarias. Estos sistemas deberán estar aprobados por la autoridad ambiental competente.</i>																																				
	Vinculación: Esta actividad no será necesaria dentro del proyecto, ya que se instalará un sistema de drenaje sanitario conectado a la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales, que dará servicio a todos los lotes del proyecto "Puerto Calizza", el Sistema de Drenaje Sanitario, correrá por debajo de las vialidades del desarrollo.																																				
<i>URB-03</i>	<i>En zonas que ya cuenten con el servicio de drenaje sanitario el usuario estará obligado a conectarse a dicho servicio. En caso de que a partir de un dictamen técnico del organismo operador resulte no ser factible tal conexión, se podrán utilizar sistemas de tratamiento debidamente certificados y contar con la autorización para la descargas por la CONAGUA.</i>																																				
	Vinculación: La zona de ubicación del proyecto no cuenta con servicio de drenaje sanitario, por lo cual el proyecto instala su propio drenaje sanitario conectado a la planta de tratamiento descrita en el capítulo II del presente DTU-B.																																				
<i>URB-07</i>	<i>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.</i>																																				
	Vinculación: El proyecto contará con una Planta de Tratamiento de Aguas residuales que cumplirá con la normatividad ambiental aplicable antes de la disposición de las aguas tratadas dentro del predio, la ficha técnica señala que la planta de tratamiento cumplirá con los estándares para que el agua sea dispuesta en pozos de inyección profundos, no rebasando los límites señalados en la NOM-003-SEMARNAT-1997 .																																				
<i>URB-08</i>	<i>En las zonas urbanas y sus reservas del Municipio de Benito Juárez se deberán establecer espacios jardinados que incorporen elementos arbóreos y arbustivos de especies nativas.</i>																																				
	Vinculación: Se dará cumplimiento a lo indicado como se muestra en la descripción del proyecto se dejarán extensas áreas para conservación ambiental, además de las áreas ajardinadas y recreativas, que representan el 39.42% de la superficie total del predio.																																				
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Obra y/o destino</th> <th>Sup. m²</th> <th>Sup. Has</th> <th>%</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Áreas verdes comunes</td> <td>3,750.96</td> <td>0.3751</td> <td>1.04</td> </tr> <tr> <td>Conservación a futuro en lotes unifamiliares</td> <td>33,780.55</td> <td>3.3781</td> <td>9.36</td> </tr> <tr> <td>Áreas verdes esparcimiento</td> <td>6,855.83</td> <td>0.6856</td> <td>1.90</td> </tr> <tr> <td>Área verde cenote</td> <td>2,170.25</td> <td>0.2170</td> <td>0.60</td> </tr> <tr> <td>Área verde reserva para vivero</td> <td>2,533.70</td> <td>0.2534</td> <td>0.70</td> </tr> <tr> <td>Áreas de conservación (acceso)</td> <td>18503.39</td> <td>1.8503</td> <td>5.13</td> </tr> <tr> <td>Áreas de conservación</td> <td>74712.08</td> <td>7.4712</td> <td>20.70</td> </tr> <tr> <td>TOTAL ÁREAS VERDES Y DE CONSERVACIÓN</td> <td>142,306.76</td> <td>14.2307</td> <td>39.42</td> </tr> </tbody> </table>	Obra y/o destino	Sup. m²	Sup. Has	%	Áreas verdes comunes	3,750.96	0.3751	1.04	Conservación a futuro en lotes unifamiliares	33,780.55	3.3781	9.36	Áreas verdes esparcimiento	6,855.83	0.6856	1.90	Área verde cenote	2,170.25	0.2170	0.60	Área verde reserva para vivero	2,533.70	0.2534	0.70	Áreas de conservación (acceso)	18503.39	1.8503	5.13	Áreas de conservación	74712.08	7.4712	20.70	TOTAL ÁREAS VERDES Y DE CONSERVACIÓN	142,306.76	14.2307	39.42
Obra y/o destino	Sup. m²	Sup. Has	%																																		
Áreas verdes comunes	3,750.96	0.3751	1.04																																		
Conservación a futuro en lotes unifamiliares	33,780.55	3.3781	9.36																																		
Áreas verdes esparcimiento	6,855.83	0.6856	1.90																																		
Área verde cenote	2,170.25	0.2170	0.60																																		
Área verde reserva para vivero	2,533.70	0.2534	0.70																																		
Áreas de conservación (acceso)	18503.39	1.8503	5.13																																		
Áreas de conservación	74712.08	7.4712	20.70																																		
TOTAL ÁREAS VERDES Y DE CONSERVACIÓN	142,306.76	14.2307	39.42																																		
<i>URB-09</i>	<i>Para mitigar el aumento de la temperatura y la sensación térmica en la zonas urbanas, mejorar el paisaje, proteger las zonas de infiltración de aguas y recarga de mantos acuíferos, dotar espacios para recreación y mejoramiento de la calidad de vida de los ciudadanos en general, deben existir parques y espacios recreativos que cuenten con elementos arbóreos y arbustivos y cuya separación no será mayor a un km entre dichos parques.</i>																																				

Cuadro 3. 2. Vinculación del proyecto con los criterios del POEL	
CRITERIO	CRITERIOS ECOLÓGICOS DE APLICACIÓN URBANA
<p>Vinculación: El Proyecto establecerá 13 áreas de conservación distribuidas por todo el predio las cuales corresponde a las áreas de donación al Municipio, así mismo establecerá 5 áreas verdes que servirán como áreas de esparcimiento para los habitantes, las cuales se pueden apreciar en el plano de áreas verdes y conservación.</p>	
<p>URB-10</p>	<p><i>Los cenotes, reholladas 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.</i></p>
<p>Vinculación: Dentro del predio se identificó un cenote, mismo que quedo inmerso en la vegetación de una de las áreas de conservación del proyecto, el cual se puede apreciar en la siguiente imagen:</p> <div style="text-align: center;">  </div> <p>Figura 3.2. Plano de ubicación del cenote.</p>	
<p>URB-11</p>	<p><i>Para el ahorro del recurso agua, las nuevas construcciones deberán implementar tecnologías que aseguren el ahorro y uso eficiente del agua.</i></p>
<p>Vinculación: Se dará cumplimiento a lo indicado, en la MIA de Operación y Construcción de las viviendas ante el Estado, se contemplará lo indicado.</p>	
<p>URB-12</p>	<p><i>En las plantas de tratamiento de aguas residuales y de desactivación de lodos deberán implementarse procesos para la disminución de olores y establecer franjas de vegetación arbórea de al menos 15 m de ancho que presten el servicio de barreras dispersantes de malos olores dentro del predio que se encuentren dichas instalaciones.</i></p>
<p>Vinculación: El diseño de la planta de tratamiento ya contempla acciones para evitar malos olores por el tratamiento del agua, además dicha planta queda inmersa en una de las áreas de conservación del proyecto, logrando proporcionar una franja de vegetación de 24 metros con respecto a los lotes, lo cual se puede apreciar en la siguiente figura:</p>	

Cuadro 3. 2. Vinculación del proyecto con los criterios del POEL	
CRITERIO	CRITERIOS ECOLÓGICOS DE APLICACIÓN URBANA
 <p style="text-align: center;">Figura 3.3. Ubicación de la Planta de Tratamiento.</p>	
URB-13	<p><i>La canalización del drenaje pluvial hacia espacios verdes, cuerpos de agua superficiales o pozos de absorción, debe realizarse previa filtración de sus aguas con sistemas de decantación, trampas de grasas y sólidos, u otros que garanticen la retención de sedimentos y contaminantes. Dicha canalización deberá ser autorizada por la Comisión Nacional del Agua.</i></p> <p>Vinculación: El proyecto también contempla un sistema de drenaje pluvial constituido por pozos pluviales, al cual se le incluirán sistemas de filtración de aguas, complementado con una trampa de sedimentos, Este sistema se encontrará separado del drenaje sanitario.</p>
URB-17	<p><i>Serán susceptible 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.</i></p> <p>Vinculación: El proyecto no contempla ninguna de estas actividades, por lo cual no aplica.</p>
URB-18	<p><i>Adicional a los sitios de disposición final autorizados de RSU, se debe contar con un área de acopio y retención de Residuos Especiales, en caso de contingencia, a fin de evitar que se introduzcan en la(s) celda(s).</i></p> <p>Vinculación: El proyecto no será sitio de disposición final de residuo alguno por lo que no contempla ninguna de estas actividades, por lo cual no aplica.</p>
Recurso Suelo y subsuelo	
URB-20	<p><i>Con el objeto de integrar cenotes, reholladas, 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.</i></p> <p>Vinculación: En el proyecto se localizó un cenote, el cual se ubicó dentro de una de las áreas de conservación del proyecto, con lo que se propone dejarlo en total conservación, sin aclareo, poda o modificación de la vegetación.</p>
URB-24	<p><i>Los generadores de Residuos de Manejo Especial y los Grandes Generadores de</i></p>

Cuadro 3. 2. Vinculación del proyecto con los criterios del POEL			
CRITERIO	CRITERIOS ECOLÓGICOS DE APLICACIÓN URBANA		
	<i>Residuos Sólidos Urbanos deberán contar con un plan de manejo de los mismos, en apego a la normatividad vigente en la materia.</i>		
Vinculación: El proyecto contempla su programa de manejo de Residuos sólidos y líquidos (en anexos).			
<i>URB-25</i>	<i>Para el caso de fraccionamientos habitacionales, el fraccionador deberá construir a su cargo y entregar al Ayuntamiento por cada 1000 viviendas previstas en el proyecto de fraccionamiento, parque o parques públicos recreativos con sus correspondientes áreas jardinadas y arboladas con una superficie mínima de 5,000 metros cuadrados, mismos que podrán ser relacionados a las áreas de donación establecidas en la legislación vigente en la materia. 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.</i>		
Vinculación: El proyecto dará cumplimiento a lo indicado, dentro del predio se pretende instalar 343 viviendas, por lo cual corresponde entregar 1715 m ² , los cuales quedan fácilmente cubiertos por las 9.32 hectáreas que se darán en donación al Municipio.			
<i>URB-26</i>	<i>En las etapas de crecimiento de la mancha urbana considerada por el PDU, para mitigar el aumento de la temperatura y la sensación térmica en las zonas urbanas, mejorar el paisaje, proteger las zonas de infiltración de aguas y recarga de mantos acuíferos, favorecer la función de barrera contra ruido, dotar espacios para recreación y mejoramiento de la calidad de vida de los ciudadanos en general, los fraccionamientos deben incorporar áreas verdes que contribuyan al Sistema Municipal de Parques, de conformidad con la normatividad vigente en la materia .</i>		
Vinculación: El Proyecto establecerán áreas de conservación distribuidas por todo el predio las cuales en su momento podrán ser incorporadas al sistema municipal de parques, así mismo establecerá áreas verdes que servirán como áreas de esparcimiento para los habitantes, las cuales se pueden apreciar en el siguiente plano de áreas verdes y conservación:			
Cuadro. Áreas Verdes y de Conservación del proyecto			
Áreas	Sup. (m²)	Sup (has)	%
Área verde cenote	2170.25	0.22	0.6
Áreas verdes esparcimiento	6855.83	0.69	1.9
Áreas verdes comunes	3750.96	0.38	1.0
Área verde reserva para vivero	2533.70	0.25	0.7
Áreas de conservación (acceso)	18503.39	1.85	5.1
Áreas de conservación	74712.08	7.47	20.7
Conservación a futuro en lotes unifamiliares	33780.55	3.38	9.4
TOTALES	142,306.76	14.23	39.42

Cuadro 3. 2. Vinculación del proyecto con los criterios del POEL									
CRITERIO	CRITERIOS ECOLÓGICOS DE APLICACIÓN URBANA								
	<p style="text-align: center;">PUERTO CALIZZA PUERTO MORELOS, QUINTANA ROO</p> <p style="text-align: center;">PLANO DE ÁREAS VERDES Y DE CONSERVACIÓN</p> <p style="text-align: center;">COORDENADAS DE LOCALIZACIÓN</p> <p style="text-align: center;">SIMBOLOGÍA</p> <table border="1"> <tr> <td>Prelio</td> <td>Sup. (Hect)</td> </tr> <tr> <td>Polygono de Acluarion</td> <td>36.10</td> </tr> <tr> <td>Áreas verdes</td> <td>1.53</td> </tr> <tr> <td>Áreas de Conservación definitiva</td> <td>9.32</td> </tr> </table> <p style="text-align: center;">Nota: Se aclara que a futuro se establecerán Áreas de Conservación en todas sobre una superficie de 3.38 has.</p> <p style="text-align: center;">PUERTO CALIZZA</p> <p style="text-align: center;">PROYECTO: SUPERMAN PARA EL MAJAN PARA EL 1077 145 FRONTERA 11, MUNICIPIO DE PUERTO MORELOS</p> <p style="text-align: center;">PROYECTANTE: JUAN IGNACIO CABEZA DE VACA CIVIL EN</p> <p style="text-align: center;">FECHA: / / ESTADO: QUINTANA ROO</p>	Prelio	Sup. (Hect)	Polygono de Acluarion	36.10	Áreas verdes	1.53	Áreas de Conservación definitiva	9.32
Prelio	Sup. (Hect)								
Polygono de Acluarion	36.10								
Áreas verdes	1.53								
Áreas de Conservación definitiva	9.32								
	Figura 3.4. Plano de Áreas Verdes y Conservación.								
URB-27	<i>La superficie ocupada por equipamiento en las áreas verdes no deberá exceder de un 30% del total de la superficie cada una de ellas.</i>								
Vinculación:	Se darán cumplimiento a lo indicado, por lo cual en las áreas verdes del proyecto el equipamiento que se instalase no superara más del 30% de la superficie de cada una de ellas.								
URB-29	<i>En la construcción de fraccionamientos dentro de las áreas urbanas, se permite la utilización del material pétreo que se obtenga de los cortes de nivelación dentro del predio. El excedente de los materiales extraídos que no sean utilizados deberá disponerse en la forma indicada por la autoridad competente en la materia.</i>								
Vinculación:	Se dará cumplimiento a los indicado en cuanto el proyecto esté en la etapa de construcción.								
	Recurso Flora y Fauna								
URB-30	<i>En zonas inundables, se deben mantener las condiciones naturales de los ecosistemas y garantizar la conservación de las poblaciones silvestres que la habitan. Por lo que las actividades recreativas de contemplación deben ser promovidas y las actividades de aprovechamiento extractivo y de construcción deben ser condicionadas</i>								
Vinculación:	El predio del proyecto no se presentan zonas inundables ya que el predio presenta una topografía semiplana. Sin embargo, debido a que el predio colinda con la Carretera Estatal Puerto Morelos – Leona Vicario, se generó una zona de escurrimiento en la colindancia con el predio ya que esta fue elevada aproximadamente a metro y medio del nivel del terreno.								

Cuadro 3. 2. Vinculación del proyecto con los criterios del POEL	
CRITERIO	CRITERIOS ECOLÓGICOS DE APLICACIÓN URBANA



Figura 3.5. Colindancia del predio con la Carretera Estatal.

Esta situación genera escurrimientos en época de lluvias hacia el terreno, por lo cual se estableció una franja de vegetación de aproximadamente 57 metros entre la carretera y las zonas de aprovechamiento del proyecto, la cual servirá como barrera natural donde se infiltrará el agua de los escurrimientos de la carretera y permitirá tener un flujo natural del agua de oeste a este, tal como ocurre actualmente, para ello se colocarán pasos de agua en las vialidades en que esto sea necesario.



Figura 3.6. Franja de vegetación de aproximadamente 57 metros de ancho

Cuadro 3. 2. Vinculación del proyecto con los criterios del POEL

CRITERIO CRITERIOS ECOLÓGICOS DE APLICACIÓN URBANA

En cuanto a la vialidad de acceso al proyecto que secciona esta franja de vegetación, se aclara que será nivelada a la altura de la Carretera en la cual se instalarán ductos suficientes que permitirán el flujo de agua de una secciona otra, como se puede apreciar en la siguiente figura:

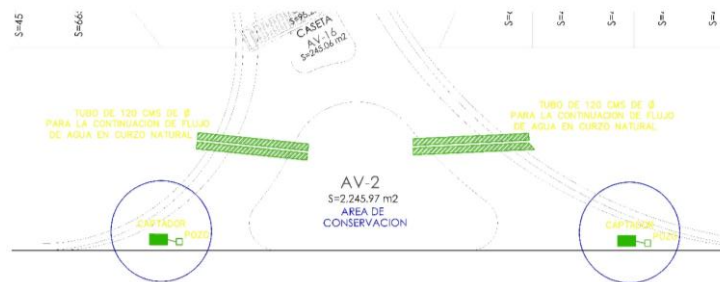


Figura 3.7. Ductos para el flujo de agua de los escurrimientos de la carretera.

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.*

Vinculación: Dentro del predio se establecerán áreas de conservación, por lo cual todos los ejemplares de flora y fauna que se rescaten previo al desmonte serán reubicados en estas zonas.

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.*

Vinculación: Se dará cumplimiento a lo indicado ya que en las áreas verdes del proyecto se mantendrá en pie la cobertura arbórea que en ella se localice, así mismo en los estacionamientos del proyecto se mantendrán todos los ejemplares con diámetros mayores a 15 cm, lo cual proveerá de sombra natural a los vehículos.

URB-34 *En los programas de rescate de fauna silvestre que deben elaborarse y ejecutarse con motivo de la eliminación de la cobertura vegetal de un predio, se deberá incluir el sitio de reubicación de los ejemplares, aprobado por la autoridad ambiental competente.*

Vinculación: Se dará cumplimiento a lo indicado, ya que adjunto al presente documento se presentan los Programas de rescate de Flora y Fauna para su evaluación y autorización.

URB-35 *No se permite introducir o liberar fauna exótica en parques y/o áreas de reservas urbanas.*

Vinculación: Se dará cumplimiento, ya que se prohibirá la entrada de fauna exótica en las áreas de conservación y en caso necesario se establecerán acciones de control para especies nocivas.

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.*

Vinculación: Los estacionamientos del proyecto no contemplan áreas verdes, ya que estas están concentradas en 5 zonas con lo cual proveerán un mejor servicio a la comunidad.

Cuadro 3. 2. Vinculación del proyecto con los criterios del POEL	
CRITERIO	CRITERIOS ECOLÓGICOS DE APLICACIÓN URBANA
<i>URB-42</i>	<i>Los desarrollos turísticos y/o habitacionales deberán garantizar la permanencia del hábitat y las poblaciones de mono araña Ateles geoffroyi, mediante la regulación de los horarios de uso del sitio, mantenimiento de la disponibilidad natural de alimento y sitios de pernocta y de reproducción, así como con otras acciones que sean necesarias.</i>
Vinculación: Dentro del predio no se identificaron ejemplares de mono araña <i>Ateles geoffroyi</i> , sin embargo, el proyecto contempla la conservación de 12.70 has con la vegetación nativas, donde cualquier ejemplar faunístico podrá seguir desarrollando sus funciones naturales.	
<i>URB-43</i>	<i>Las áreas verdes y en las áreas urbanas de conservación, deberán contar con el equipamiento adecuado para evitar la contaminación por residuos sólidos, ruido, aguas residuales y fecalismo al aire libre.</i>
Vinculación: Dentro de las áreas recreativas y de uso urbano se instalarán contenedores para la adecuada disposición de los residuos sólidos, así mismo en las instalaciones deportivas, se contará con baños públicos, la administración cuidará de la correcta conservación de las áreas recreativas y ya que se trata de un área habitacional, cada vivienda deberá atender estos servicios sanitarios, lo que en conjunto evitarán el fecalismo al aire libre durante la operación.	
<i>URB-45</i>	<i>Para recuperar el paisaje y compensar la pérdida de vegetación en las zonas urbanas, en las actividades de reforestación designadas por la autoridad competente, se usarán de manera prioritaria especies nativas acordes a cada ambiente</i>
Vinculación: Dentro de las actividades del proyecto que impliquen se usaran especies nativas, utilizando primeramente los ejemplares rescatados de las áreas de desmonte.	
<i>URB-46</i>	<i>El establecimiento de actividades de la industria concretara y similares debe ubicarse a una distancia mínima de 500 metros del asentamiento humano más próximo y debe contar con barreras naturales perimetrales para evitar la dispersión de polvos.</i>
Vinculación: El proyecto no contempla ninguna de estas actividades, por lo cual no aplica.	
<i>URB-48</i>	<i>En las áreas de aprovechamiento proyectadas se debe mantener en pie la vegetación arbórea y palmas de la vegetación original que por diseño del proyecto coincidan con las áreas destinadas a camellones, parques, áreas verdes, jardines, áreas de donación o áreas de equipamiento, de tal forma que estos individuos se integren al proyecto.</i>
Vinculación: Se dará cumplimiento a lo indicado como ya se indicó anteriormente.	
<i>URB-59</i>	<i>En las áreas verdes los residuos vegetales producto de las podas y deshierbes deberán incorporarse al suelo después de su composteo. Para mejorar la calidad del suelo y de la vegetación.</i>
Vinculación: En su momento se dará cumplimiento a lo indicado, por lo cual esta actividad se incluirá en las funciones del personal de mantenimiento del proyecto.	
Áreas Urbanas Sujetas a PDU	

Cuadro 3. 2. Vinculación del proyecto con los criterios del POEL	
CRITERIO	CRITERIOS ECOLÓGICOS DE APLICACIÓN URBANA
ZUS-01	<i>No se podrá desarrollar viviendas y/o cabañas en zonas con riesgo de inundación</i>
Vinculación: El proyecto no presenta zonas con riesgo de inundación, ya que el suelo es altamente permeable como en toda la península de Yucatán, y como ya se explicó se dejara libre la zona de cercana a la Carretera Estatal en donde ocurren escurrimientos en tiempo de lluvias los cuales se cuidará que transcurran por las partes bajas tal como actualmente ocurre.	
ZUS-03	<i>La superficie máxima de desmonte será del 30% del total de la UGA, debiendo observar la equidad y proporcionalidad de la misma para cada predio, así como la dotación de equipamiento e infraestructura dentro del mismo porcentaje de desmonte.</i>
Vinculación: Este criterio es de observancia del Municipio de Puerto Morelos, mismo que otorgo la constancia de uso de suelo del predio No. DGDU-NIU-B1/0189/2017 (en anexos).	
ZUS-04	<i>En el diseño y construcción de la obra, las instalaciones de drenaje sanitario deberán tomar en cuenta la futura presencia de servicios municipalizados, por lo que la ubicación de estas instalaciones deberá realizarse preferentemente al frente de los proyectos, o donde se facilite su extracción y/o conexión.</i>
Vinculación: Se dará cumplimiento a los indicado, el drenaje sanitario del proyecto se ubicará por debajo de las vialidades, por lo cual los predios mantendrán sus conexiones en la parte frontal de cada uno con lo cual se facilitará cualquier manejo posterior, incluso la planta de tratamiento se colocará al frente del lote, junto a la carretera.	
ZUS-05	<i>Fomentar el diseño integral de las viviendas acorde con el paisaje de la región.</i>
Vinculación: Se dará cumplimiento a lo indicado, ya que se establecerá un Reglamento de Construcción dentro del proyecto, dentro del cual se estipulará que el tipo de construcciones serán con acabados rústicos o naturales.	
ZUS-06	<i>Las viviendas deben contar con sistemas de captación y almacenaje de agua pluvial.</i>
Vinculación: Dentro del Reglamento de Construcción del Proyecto se estipulará esta actividad como obligatoria para todos los lotes. Adicionalmente se establecerá un sistema de pozos pluviales para recarga del acuífero subterráneo.	
ZUS-07	<i>En desarrollos habitacionales a partir de 50 viviendas, se deberá instalar una red de alcantarillado y su planta de tratamiento de aguas residuales con la capacidad suficiente que garantice el tratamiento adecuado de la totalidad de las aguas residuales generadas; o bien, diseñar un proyecto para la recolección de las aguas residuales generadas, así como de su tratamiento, el cual deberá ser validado técnicamente por la Comisión de Agua Potable y Alcantarillado del estado de Quintana Roo.</i>
Vinculación:	

Cuadro 3. 2. Vinculación del proyecto con los criterios del POEL	
CRITERIO	CRITERIOS ECOLÓGICOS DE APLICACIÓN URBANA
	Dentro del proyecto se instalará un drenaje sanitario conectado a una Planta de Tratamiento de aguas residuales, la calidad del agua cumple con la Norma Oficial Mexicana NOM-003-SEMARNAT-1997, se obtendrá de la CONAGUA la autorización correspondiente para inyectar el agua tratada a un pozo profundo, donde no represente ningún riesgo al acuífero.
ZUS-08	<i>Los asentamientos humanos y/o las actividades turísticas deberán contar con un programa integral de manejo y aprovechamiento de residuos sólidos y líquidos.</i>
Vinculación:	
Se presenta anexo a este documento el Programa de Manejo de Residuos Sólidos y líquidos del proyecto.	
ZUS-09	<i>Las instalaciones eléctricas para desarrollos en donde no exista cobertura por parte de CFE, deberán ser preferentemente solares y/o eólicos.</i>
Vinculación:	
En el sitio existe cobertura por parte de CFE sin embargo se dará cumplimiento a lo indicado en caso de ser necesario,	
ZUS-10	Queda prohibido la quema de residuos sólidos domésticos o urbanos, así como depositarlos en sitios a cielo abierto y/o enterrarlos; dichos residuos deberán depositarse en los centros de transferencia asignados por la autoridad competente a fin que los recolecte el municipio o su concesionaria, para transportarlos al sitio de disposición final respectivo.
Vinculación:	
Se dará cumplimiento a los indicado, por lo cual se prohibirá la quema de residuos dentro del predio, y todos los residuos sólidos y líquidos del proyecto se manejaran y dispondrán conforme lo indique el Programa de Manejo de Residuos Sólidos.	
ZUS 11	<i>Queda prohibido derramar, verter e infiltrar aguas residuales en los terrenos, cuerpos de agua y corrientes de agua, salvo previa autorización, permiso y/o concesión expedida por la autoridad competente, de conformidad con la normatividad vigente en la materia.</i>
Vinculación:	
Se dará cumplimiento a lo indica, por lo cual se prohibirán estas actividades dentro del predio y en su momento se tramitarán los permisos y concesiones necesarias ante la Conagua para el manejo correcto del agua en el predio.	

III.3 Normas Oficiales Mexicanas

En esta sección se describen brevemente las NOM's que son aplicables o requieren ser aplicadas al proyecto para garantizar su viabilidad ambiental. En la tabla se presentan las Normas consideradas, catalogadas por materia y una síntesis de las acciones y/o procesos a través de los cuales se les dará cumplimiento.

Cuadro 3. 3. Cumplimiento de la normatividad

NOM	ÁMBITO DE APLICACIÓN	OBSERVACIONES DE CUMPLIMIENTO
NOM-080-SEMARNAT-1994	Que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido provenientes del escape de los vehículos automotores, motocicletas y triciclos motorizados en circulación, y su método de medición.	<p>Esta norma aplica para los niveles de ruido que se emitirán por la operación de la maquinaria en las actividades; dichas actividades se realizarán al aire libre y sólo durante el día.</p> <p>Con el objeto de dar cumplimiento y atención a lo establecido por la norma para el presente proyecto, se establecerá a los contratistas que los vehículos y equipo contratado se encuentre en óptimas condiciones a fin de estar dentro de los parámetros que regula la norma.</p> <p>Se estima que no se realizarán ruidos fuera de los comunes de un proyecto de esta naturaleza además el predio se encuentra alejado de cualquier sitio en el que pueda causar molestia. Al momento de la operación de las áreas recreativas y deportivas, el reglamento contemplara horarios adecuados de acuerdo a las preferencias de los condóminos, para eventos que pudieran ocasionar sonidos estridentes, lo cual estará dentro de esta NOM.</p>
NOM-041-SEMARNAT-2006	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.	<p>La vinculación de esta norma con el proyecto se aplicaría a los vehículos que ingresen al predio para las labores de remoción de vegetación.</p> <p>El mantenimiento constante de los vehículos a utilizar, garantiza el cumplimiento de la norma durante las diferentes etapas que lo conforman.</p> <p>Se aplicarán medidas como revisiones del mantenimiento periódico de los vehículos empleados en el proyecto.</p> <p>No se permitirá el ingreso y contratación de equipo y vehículos que contaminen ostensiblemente.</p> <p>Se suspenderá el tránsito dentro del conjunto de predios de los vehículos que emitan humos y partículas al ambiente.</p>
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.	<p>Atendiendo al artículo 48 y específicamente el 58 de la ley general de vida silvestre "entre las especies y poblaciones en riesgo estarán comprendidas las que se identifiquen como:</p> <p>b) Amenazadas, aquellas que podrían llegar a encontrarse en peligro de desaparecer a corto o mediano plazos, si siguen operando los factores que inciden negativamente en su viabilidad, al ocasionar el deterioro o modificación de su hábitat o disminuir directamente el tamaño de sus poblaciones." y el artículo 83 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente, establece que "el aprovechamiento de los recursos naturales en áreas que sean el hábitat de especies de flora o fauna silvestres, especialmente de las endémicas, amenazadas o</p>

		<p>en peligro de extinción, deberá hacerse de manera que no se alteren las condiciones necesarias para la subsistencia, desarrollo y evolución de dichas especies".</p> <p>Ambas leyes respaldan la regulación de las especies inscritas en esta lista y por las cuales el proyecto vigilará las actividades previstas en este documento. las palmas chit (<i>thrinax radiata</i>) y nacax (<i>coccolrinax readii</i>) encontradas en el predio serán rescatadas, reubicadas o protegidas insitu conforme a lo previsto en el Programa de rescate de flora, propuesto como medidas de mitigación y compensación.</p>
--	--	--

III.4 Planes o programas de desarrollo urbano (PDU)

De acuerdo con el acta de la trigésima sesión extraordinaria del H. Ayuntamiento de Puerto Morelos del estado de Quintana Roo periodo 2016-2018, publicada en el número 137 extraordinario del Periódico Oficial del Estado de Quintana Roo el 11 de diciembre del 2017 (anexa copia) así como la constancia de uso de suelo otorgada por el municipio, el lote que nos ocupa tiene uso de suelo correspondiente a CSC Corredor de servicios carreteros el cual le asigna los siguientes parámetros urbanístico:

USO DE SUELO	Vivienda/has	COS	CUS	Alturas
UGA 16-B	40	70%	2	4 pisos o 12 m

Sin embargo, por la naturaleza del proyecto que consiste en la urbanización y lotificación del polígono de actuación, las únicas construcciones que se proveen para esta evaluación son la Planta de tratamiento de Aguas Residuales y la Planta Potabilizadora.

USO DE SUELO	Vivienda/has	COS (m2)	CUS (m2)	Alturas
Parámetros máximos aplicables al Polígono de 36.10 hectáreas del proyecto	2240	392134.38	1120383.96	4 pisos o 12 m
Proyecto Puerto Calizza	---	112.9	112.9	1

Por lo que el proyecto cumple con los parámetros urbanos establecidos por la autoridad competente, ya que las únicas construcciones que se someten a evaluación corresponde a la planta de tratamiento de aguas residuales y a la planta potabilizadora de agua, las cuales contemplan solo un nivel de construcción sobre una superficie de 83.20 m² y 29.70 m² respectivamente.

III.5 Otros instrumentos

III.5.1 Ubicación del predio con referencia a Regiones terrestres prioritarias (CONABIO 2007).

El predio no se encuentra dentro de ninguna Región Terrestre Prioritaria. *Ver mapa*

III.5.2 Ubicación del predio con referencia a Regiones Hidrológicas Prioritarias (CONABIO, 2008)

El predio donde se solicita el CUSF se encuentra comprendido dentro de la región hidrológica prioritaria 105. Corredor Cancún Tulum, con una extensión de 1,715 km², y dentro del polígono Latitud 21°10'48" - 20°20'24" N, Longitud 87°28'12" - 86°44'24" W. Conabio, 2008. *Ver mapa 2.5.*

Para esta región se identifica que existe la siguiente problemática: modificación del entorno: perturbación por complejos turísticos, obras de ingeniería para corredores turísticos, desforestación, modificación de la vegetación (tala de manglar) y de barreras naturales, relleno de áreas inundables y formación de canales.

En este sentido se puede decir que el cambio de uso de suelo que se dará por la ejecución del Proyecto, no presenta alteraciones para esta región hidrológica ya que el proyecto no incluye actividades acuícolas o pesqueras, el proyecto fue diseñado para conservar el ecosistema ya que se dejará el 40.3 % del predio como áreas permeables, el proyecto no causará contaminación ya que no maneja hidrocarburos y los residuos sólidos estarán sujetos a un plan de manejo de residuos sólidos.

El proyecto no tendrá efectos negativos y significativos sobre los procesos hidrológicos de la cuenca en cuestión, ni en la disponibilidad de aguas superficiales y subterráneas.

III.5.3 Ubicación del predio con referencia a Áreas de Importancia para Conservación de las Aves (AICAs). (CONABIO, 2008)

El predio no se encuentra dentro de ninguna Áreas de Importancia para Conservación de las Aves. *Ver mapa*

III.5.4 Ubicación del predio Respecto de las Áreas Naturales Protegidas

El predio no se encuentra dentro de ninguna Área Natural Protegida. *Ver mapa.*

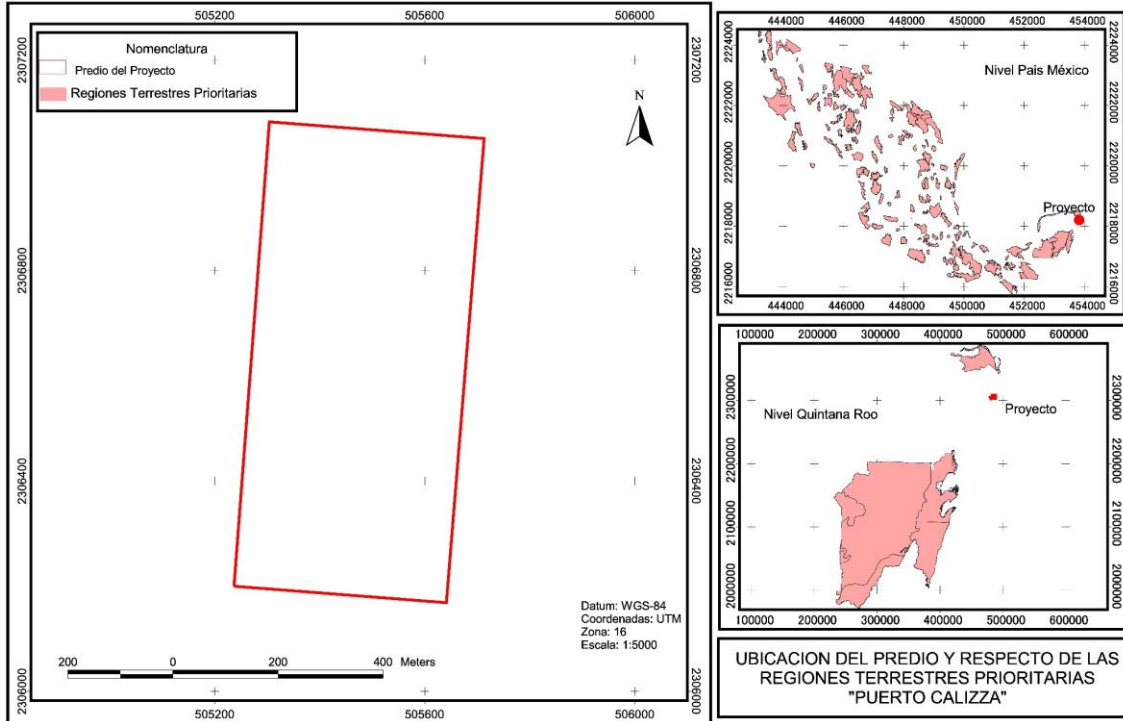


Figura 3.8. Plano de referencia en Regiones Terrestres Prioritaria.

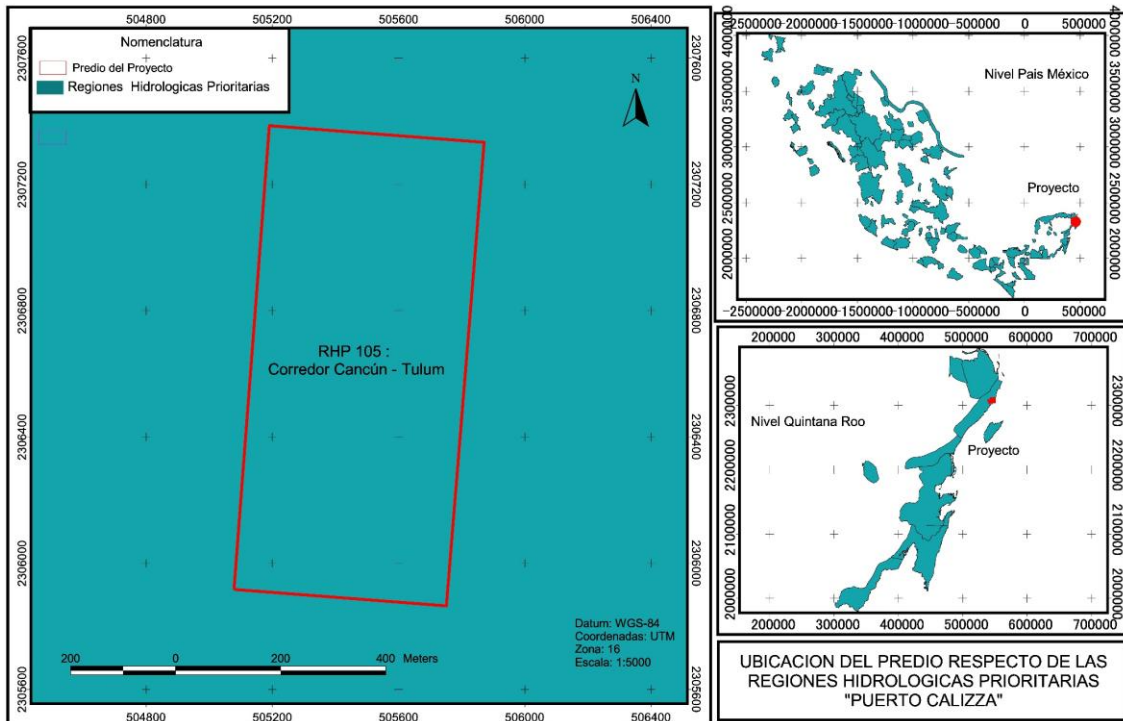


Figura 3.9. Plano de referencia en Regiones Hidrológicas Prioritaria

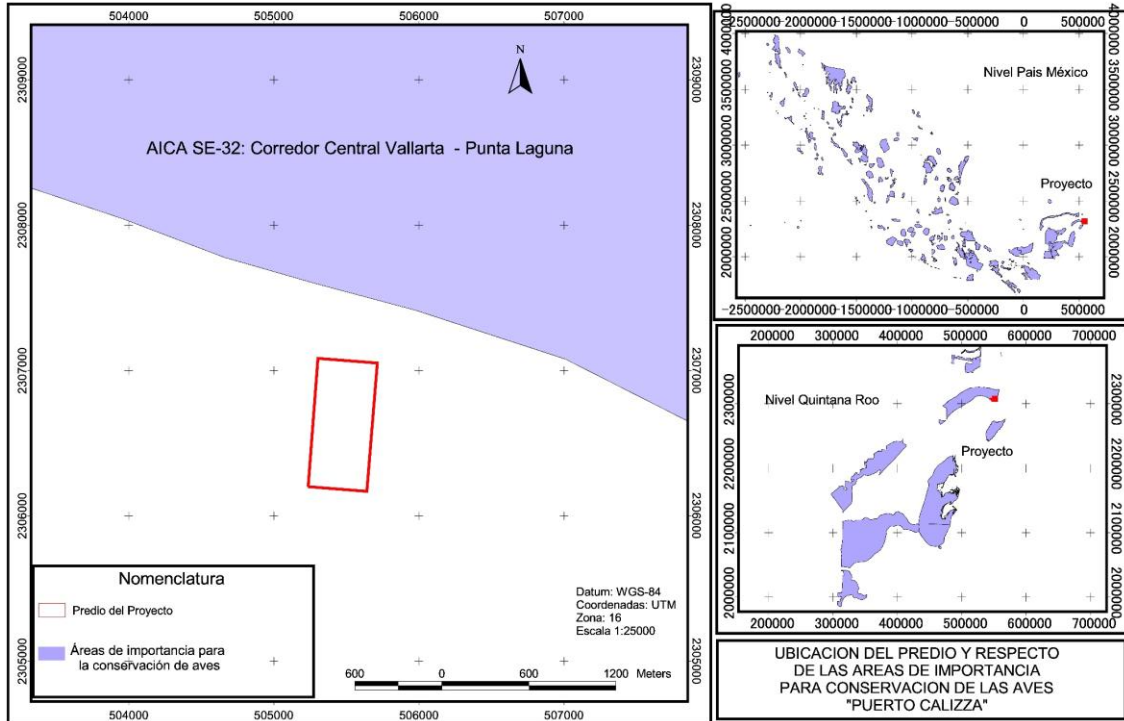


Figura 3.10. Plano de referencia a las Áreas de Importancia para la Conservación de aves

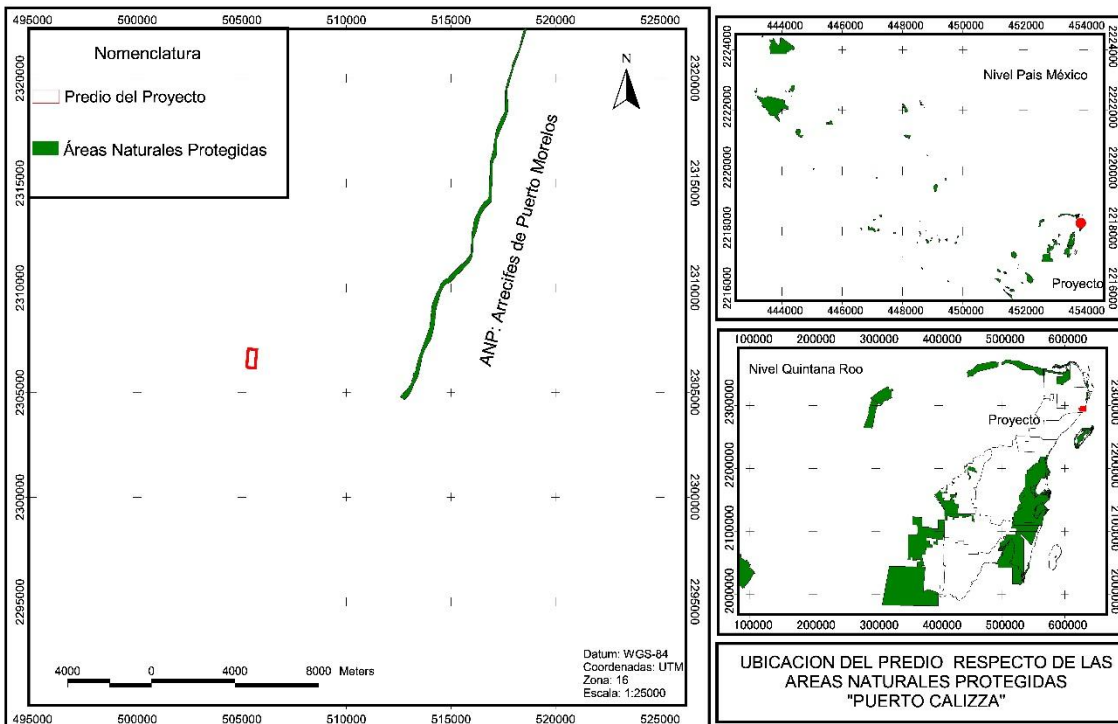


Figura 3.11. Localización del predio respecto de las ANP.

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

Contenido

IV. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL Y SEÑALAMIENTO DE LA PROBLEMÁTICA AMBIENTAL DETECTADA EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO	6
IV.1. Delimitación del área de estudio donde pretende establecerse el proyecto	7
IV.2. Caracterización y análisis del sistema ambiental (SA)	12
IV.2.1. Caracterización y análisis retrospectivo de la calidad ambiental del SA	15
IV.2.2.1 Medio abiótico	19
a) Fisiografía.....	19
b) Hidrología subterránea.....	21
c) Edafología	22
d) Geología.....	23
e) Clima.....	24
IV.2.2.2 Medio biótico	27
a) Caracterización forestal en el Sistema Ambiental	28
a.1) Diseño de muestreo.....	28
a.2) Procesamiento de la información	30
a.3) Indicadores de Diversidad.	30
a.4) Indicadores de Estructura	31
a.5). Índices de Riqueza específica de Shannon-Wiener en Selva Mediana Subperennifolia.....	32
a.6). Índice de Valor de Importancia en Selva Mediana Subperennifolia.....	36
a.7) Abundancia y densidad de arbolado en Selva Mediana Subperennifolia.....	41
b) Caracterización de la fauna silvestre en el sistema ambiental	46
b.1) Descripción del método de muestreo.	46
b.2) Especies animales en la NOM 059-SEMARNAT-2010.	52
IV.2.2.3 Medio socioeconómico	52
IV.2.2.4 Paisaje	54
IV.3. Servicios ambientales que pudieran ponerse en riesgo por el cambio de uso del suelo propuesto	55
IV.3.1. Servicios ambientales que pudieran ponerse en riesgo por el cambio de uso del suelo propuesto a nivel de predio	56
a) Provisión del agua en calidad y cantidad.....	56
b) Captura de carbono y mitigación de los gases de invernadero. (Reducción, absorción, fijación y almacenamiento de dióxido de carbono).....	59
c) Generación de oxígeno	61
d) Amortiguamiento a los impactos de fenómenos naturales	63
e) Modulación o regulación climática	64

f) Protección de la biodiversidad	65
g) Protección y recuperación de suelos (erosión).....	68
h) Cambio en el paisaje y belleza escénica.	70
<i>IV.4 Diagnóstico ambiental.....</i>	<i>78</i>

Índice de cuadros:

Cuadro 1. Superficies y porcentaje de ocupación de las del usos de suelo y vegetación del sistema ambiental	9
Cuadro 2. Características de la cuenca RH-32.	21
Cuadro 3. Principales eventos ciclónicos que han afectado la zona norte de Quintana Roo en los últimos 10 años.	26
Cuadro 4. Superficies y porcentaje de ocupación de las del usos de suelo y vegetación del sistema ambiental	27
Cuadro 5. Ubicación de los sitios de muestreo en el SA.....	28
Cuadro 6. Índice de Diversidad Shannon- Wiener Estrato Arbóreo	32
Cuadro 7. Índice de Diversidad Shannon- Wiener Estrato Arbustivo.....	34
Cuadro 8. Índice de Diversidad Shannon- Wiener Estrato Herbáceo.....	35
Cuadro 9. Valor de Importancia de las especies en el estrato arbóreo	36
Cuadro 10. Valor de importancia para el estrato arbustivo en	38
Cuadro 11. Valor de importancia para el estrato herbáceo en Selva	40
Cuadro 12. Diversidad de especies muestreadas en el estrato arbóreo Predio.....	41
Cuadro 13. Diversidad de especies muestreadas en el estrato arbustivo Predio	44
Cuadro 14. Diversidad de especies muestreadas en el estrato herbáceo Predio.....	45
Cuadro 15. Índice de diversidad del Grupo de Aves.....	50
Cuadro 16. Índice de diversidad del Grupo de Mamíferos.....	50
Cuadro 17. Índice de diversidad del Grupo de reptiles	51
Cuadro 18. Índice de diversidad del Grupo de anfibios	52
Cuadro 19. Población de 12 años o más por condición de actividad según sexo, 1980-1990.....	54
Cuadro 20. Porcentaje de la población económicamente ocupada en la zona urbana de Cancún durante 1998.	54
Cuadro 21. Servicios ambientales en el predio y cuenca	56
Cuadro 22. Valores de K en función del tipo y uso de suelo. Fuente CNA, 2011.	57
Cuadro 23 Cálculo de escurrimiento anual por tipo de vegetación	58
Cuadro 24. Cálculo de Carbono capturado.....	61
Cuadro 25. Criterios de valoración y puntuación	70
Cuadro 26. Análisis de la calidad visual del paisaje	73
Cuadro 27. Escala de referencia para la estimación del CAV	74
Cuadro 28. Servicios ambientales cuenca	75

Índice de figuras:

Figura 1. El predio de interés se localiza en la Cuenca hidrológica RH32, Cuenca 32 A	7
Figura 2. Ubicación del predio, delimitación del área de influencia y descripción del sistema	9
Figura 3. Delimitación del sistema ambiental con base en las UGAs del POEL de Benito Juárez.	10
Figura 4. Desarrollo urbanos en las colindancias del predio, dentro del sistema ambiental delimitado	11
Figura 5. Delimitación de las Políticas Ambientales dentro del Sistema Ambiental, conforme al POEL de Benito Juárez	12
Figura 6. Esquemmatización de la ubicación del sistema natural fragmentado por el desarrollo.....	18
Figura 7. Quintana Roo se encuentra en la Provincia fisiográfica XI Península de Yucatán que se divide en tres subprovincias.....	20
Figura 8. Unidades fisiográficas, de la subprovincia Karso Yucateco.	20
Figura 9. Coeficientes de escurrimiento del Municipio Benito Juárez, Q. Roo. ¡Error! Marcador no definido.	

Figura 10. Geología de la región	¡Error! Marcador no definido.
Figura 11.- Planos de temperatura y precipitación, el predio se ubica en la isoterma de 24°C y en la isoyeta de 1200 http://www.ine.gob.mx/cclimatico/edo_sector/estados/clima_qroo.html).....	25
Figura 12. Frecuencia de tormentas y huracanes en el Atlántico. (www.ineter.gob.ni/)	26
Figura 13. Ubicación del predio, delimitación del área de influencia y descripción del sistema	28
Figura 14. Diversidad de especies del estrato arbóreo.....	43
Figura 15. Diversidad de especies del estrato arbustivo.....	45
Figura 16. Diversidad de especies del estrato herbáceo.....	46
Figura 17. Número de habitantes durante los años 1980, 1990, 1995 (INEGI, 1999 y 2000) www.inegi.gob.mx) en el Municipio de Benito Juárez, Quintana Roo.....	53
Figura 18. Crecimiento de la zona turística y urbanizada en Puerto Morelos, 2007, 2009 y 2015	79

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

De acuerdo con la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (LGDFS) en su Capítulo II, artículo 7, inciso XI, se define como Cuenca hidrológico-forestal: la unidad de espacio físico de planeación y desarrollo, que comprende el territorio donde se encuentran los ecosistemas forestales y donde el agua fluye por diversos cauces y converge en un cauce común, constituyendo el componente básico de la región forestal, que a su vez se divide en subcuencas y microcuencas. Según el Programa Nacional Hídrico 2007-2012, de la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA), el área de estudio de este proyecto se encuentra en la región XII península de Yucatán. De acuerdo con la carta hidrológica de aguas superficiales, Cancún F 16-8 del INEGI, el área de estudio de este proyecto, forma parte de la Región Hidrológica RH32 Yucatán Norte y la cuenca denominada 32A Quintana Roo.

Para el caso particular del predio del proyecto, este se encuentra inmerso en la Región Hidrológica 32 Yucatán Norte (RH-32). Esta región abarca, además del estado de Quintana Roo, parte de Yucatán y Campeche, con una superficie total de 56,443 Km²; en el estado comprende la porción Norte, cubre un área que equivale a 31.77 % estatal; sus límites en la entidad son: al Norte el Golfo de México, al Este el Mar Caribe, al Sur la Región Hidrológica 33 (RH33) y al Oeste el estado de Yucatán donde continúa. En Quintana Roo interesan dos cuencas denominadas: 32^a Quintana Roo y 32B Yucatán, aunque de esta última sólo abarca una pequeña área del estado.

De acuerdo con el Código de Cuencas y Subcuencas de las Regiones 31, 32, 333, la Cuenca 32A Quintana Roo se subdivide en seis subcuencas hidrológicas: Subcuenca "a" Benito Juárez; Subcuenca "b" zona continental de Isla Mujeres; Subcuenca "c" Lázaro Cárdenas; Subcuenca "d" Solidaridad; Subcuenca "e" Tihosuco; y la Subcuenca "f" Isla Cozumel. A nivel de Subcuenca el predio en estudio se encuentra ubicado en la Subcuenca "a" Benito Juárez, la cual corresponde con la delimitación del municipio Benito Juárez, cuya extensión es de 197,116 hectáreas (Presidencia Municipal 2008-2010)⁴. Así, la cuenca hidrológicoforestal que constituye el marco de referencia oficial del predio en estudio es la Cuenca 32A Quintana Roo, Subcuenca "a" Benito Juárez.

En esta cuenca no existen corrientes superficiales, así como tampoco cuerpos de agua de gran importancia; sólo pequeñas lagunas como la de Cobá, Punta Laguna y La Unión, así como lagunas costeras como la de Conil, Chacmochuch y Nichupté. La temperatura media anual es de 26 ° C con una precipitación que va de 800 mm en el Norte a más de 1,500 mm al Sureste y con un rango de escurrimiento de 0 a 5 % que la abarca prácticamente toda la cuenca.

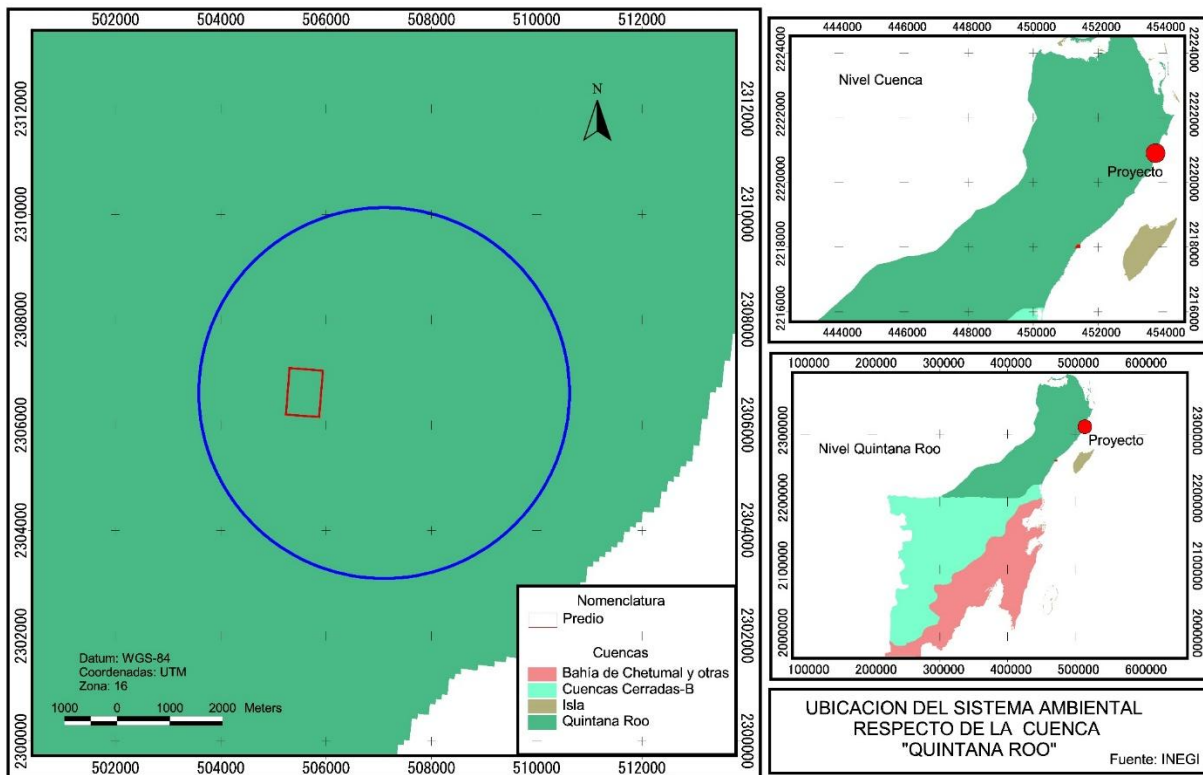


Figura 1. El predio de interés se localiza en la Cuenca hidrológica RH32, Cuenca 32 A Quintana Roo, Subcuenca “a” Benito Juárez. FUENTE: INEGI serie V.

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

Para la delimitación del área de estudio del proyecto “Puerto Calizza”, se ha considerado la vinculación entre los sistemas ecológicos o naturales y los físicos particulares. Además de algunas de las actividades económicas y los procesos sociales cercanos al sitio de interés.

La caracterización del Sistema Ambiental debe aportar un diagnóstico del estado de conservación o de alteración de los componentes y procesos ecológicos de la zona elegida, es decir, de la integridad funcional de los ecosistemas, ya que en última instancia un proyecto es viable ambientalmente si es compatible con la vocación del suelo y permite la continuidad de los procesos y la permanencia de los componentes ambientales (artículo 44 del REIA).

En la delimitación del sistema ambiental del proyecto “Puerto Calizza”, se contemplan criterios a distinta escala: a) Criterios de Planeación y Desarrollo (Enfoque Sistémico) al considerar que el predio de interés se localiza en la Cuenca hidrológica RH32, Cuenca 32 A Quintana Roo, Subcuenca “a” Benito Juárez; b)

Criterios Normativos (Enfoque Administrativo) ya que para su delimitación se toman en cuenta los límites del POEL MBJ y el PDU de la Ciudad de Puerto Morelos; y por último c) Criterios Técnicos (Enfoque Geográfico) toda vez que se contempla la integración de las zonas de dispersión del total de los impactos ambientales previstos que se derivan de las actividades de cambio de uso del suelo para este proyecto.

A continuación se describe el Sistema Ambiental en donde se localiza el proyecto "Puerto Calizza". Este sistema ambiental que abarca una superficie total de 3,892 has, comprende el área de influencia directa e indirecta del proyecto y corresponde al área donde se prevé la dispersión de los impactos ambientales de este proyecto; abarcando una porción urbanizada del Fraccionamiento Villas Morelos, municipio de Puerto Morelos dentro de los asentamientos humanos y de las reservas de crecimiento urbano que se encuentran cubiertas de vegetación secundaria de selva mediana subperennifolia del tipo arbustivo.

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

1. Se incluye la totalidad de la superficie sujeta a cambio de uso del suelo y por lo tanto la superficie total del predio.
2. La totalidad del área de influencia directa de los impactos potenciales derivados de la remoción de la vegetación forestal en este predio para la construcción del proyecto.
3. Las áreas colindantes al sitio del proyecto donde se prevén los impactos ambientales indirectos, así como las áreas urbanas o los asentamientos humanos que resultan beneficiadas con el establecimiento y la operación eficiente de este proyecto.
4. Se plantea la necesidad de impulsar el desarrollo social de la zona norte de Quintana Roo, mismo que se asocia a la mejora en la calidad de vida y servicios que se ofertan a los habitantes de la región.
5. El ambiente terrestre dentro de la zona donde se construirá la obra, comprende un área cubierta con vegetación de selva mediana.
6. La zona no se ubica dentro de ningún área Natural Protegida que haya sido decretada por la SEMARNAT o por el Gobierno del estado de Quintana Roo.
7. En la zona existe un Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio y que ubica al sitio de referencia dentro del área denominada "Poligonos Sujetos a PDU, la cual tiene asignada una política ambiental de "Aprovechamiento sustentable"
8. Que en la zona se le aplico el Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población de Puerto Morelos.
9. En el área de influencia los predios circundantes, el sitio del proyecto colinda con desarrollos similares al planteado por el presente proyecto, así como, la mancha urbana del Puerto Morelos. Así mismo, al estar dentro de una zona de crecimiento urbana, se presentan diversos aprovechamientos en la zona.

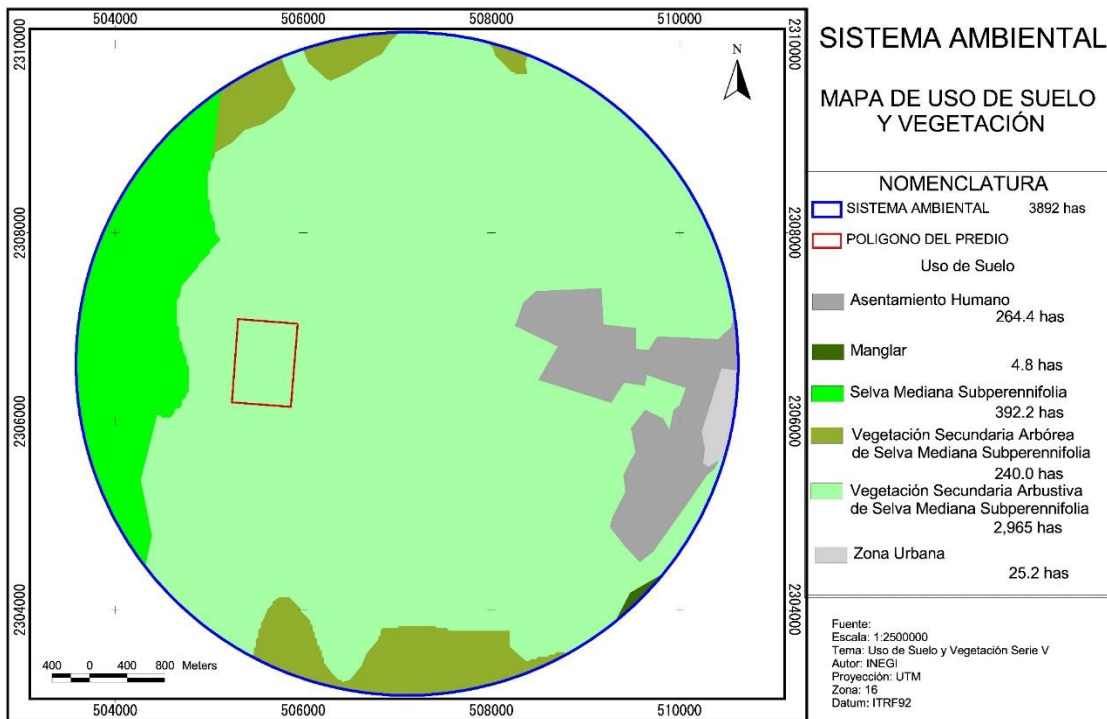


Figura 2. Ubicación del predio, delimitación del área de influencia y descripción del sistema ambiental en el plano de la serie V del INEGI.

En el cuadro 7, se presenta la superficie expresada en metros cuadrados y por hectárea, así como el porcentaje de ocupación de cada una de las condiciones de la vegetación y los usos de suelo de las condiciones que prevalecen en este Sistema Ambiental, de acuerdo con la carta de Vegetación y uso del suelo serie V del INEGI.

Cuadro 1. Superficies y porcentaje de ocupación de las del usos de suelo y vegetación del sistema ambiental

No	Tipo de cobertura	Hectáreas	%
1	Asentamiento Humano	264.4	6.8
2	Manglar	4.8	0.1
3	Selva Mediana Subperennifolia	392.2	10.1
4	Vegetación Secundaria Arbórea de Selva Mediana Subperennifolia	240.0	6.2
5	Vegetación Secundaria Arbustiva de Selva Mediana Subperennifolia	2955.0	76.2
6	Zona Urbana	25.2	0.6
	Total	3892.0	100

Este polígono tiene una superficie total de 3892.0 hectáreas que rodean el predio y corresponde al área donde se prevén los efectos directos de este proyecto. Los asentamientos humanos ocupan la mayor parte del sistema ambiental aportando el 51.28 %, la vegetación secundaria arbustiva ocupa el 41.71% y la zona urbana aporta el 7.01%.

Por su ubicación, el sitio del proyecto se encuentra dentro del ámbito de aplicación

del Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población de Puerto Morelos, así como, de la UGA 21 del Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Benito Juárez.

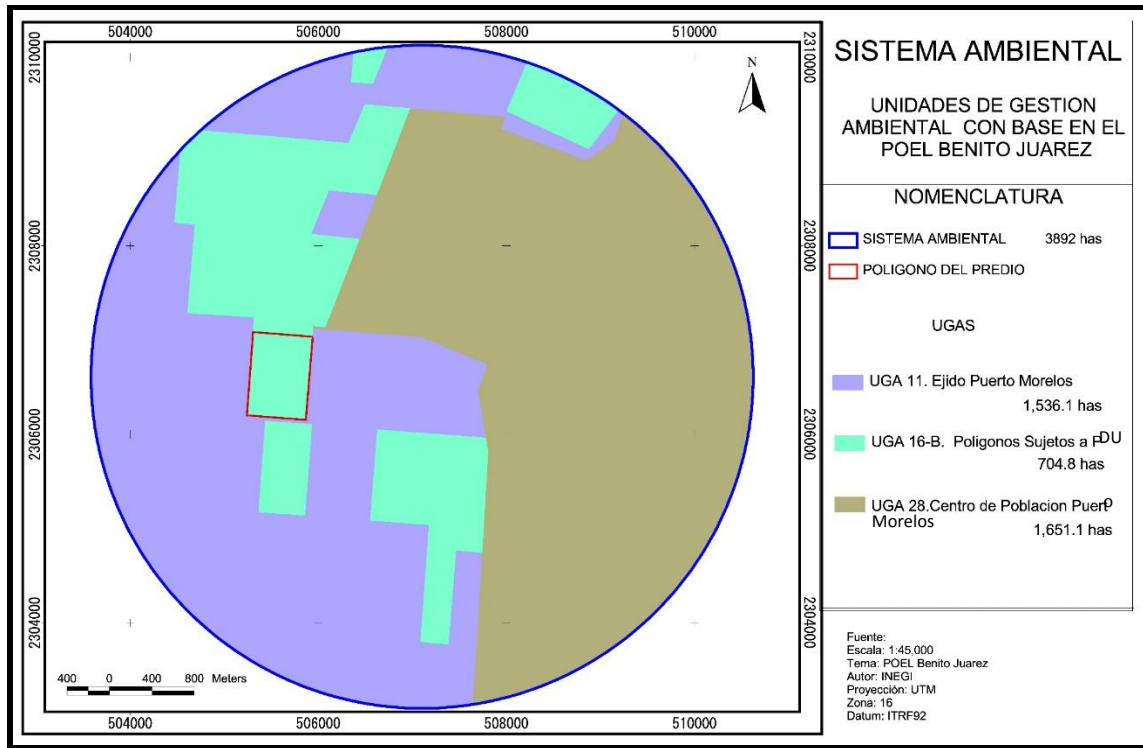


Figura 3. Delimitación del sistema ambiental con base en las UGAs del POEL de Benito Juárez.

Como se ha referido, el proyecto se ubicará hacia la zona oeste de la ciudad de Puerto Morelos y en un sitio en donde aún prevalecen condiciones naturales que corresponden a las reservas del crecimiento urbano de esta ciudad denominadas como Polígonos Sujetos a PDU. No obstante, para esta zona existe una importante viabilidad de acceso, así como desarrollos habitacionales similares al planteado por el presente proyecto, así como la zona urbana de Puerto Morelos, como se aprecia en las siguientes figuras:





Figura 4. Desarrollo urbanos en las colindancias del predio, dentro del sistema ambiental delimitado

Finalmente otro criterio que se tomó en cuenta para la delimitación fueron las políticas de aprovechamiento establecidas en el POEL de Benito Juárez, dentro de la cual se puede apreciar que el proyecto “Puerto Calizza” es acorde a al desarrollo permitido en la zona, ya que el polígono del predio se ubica sobre la política de aprovechamiento sustentable, como se puede apreciar en la siguiente figura:

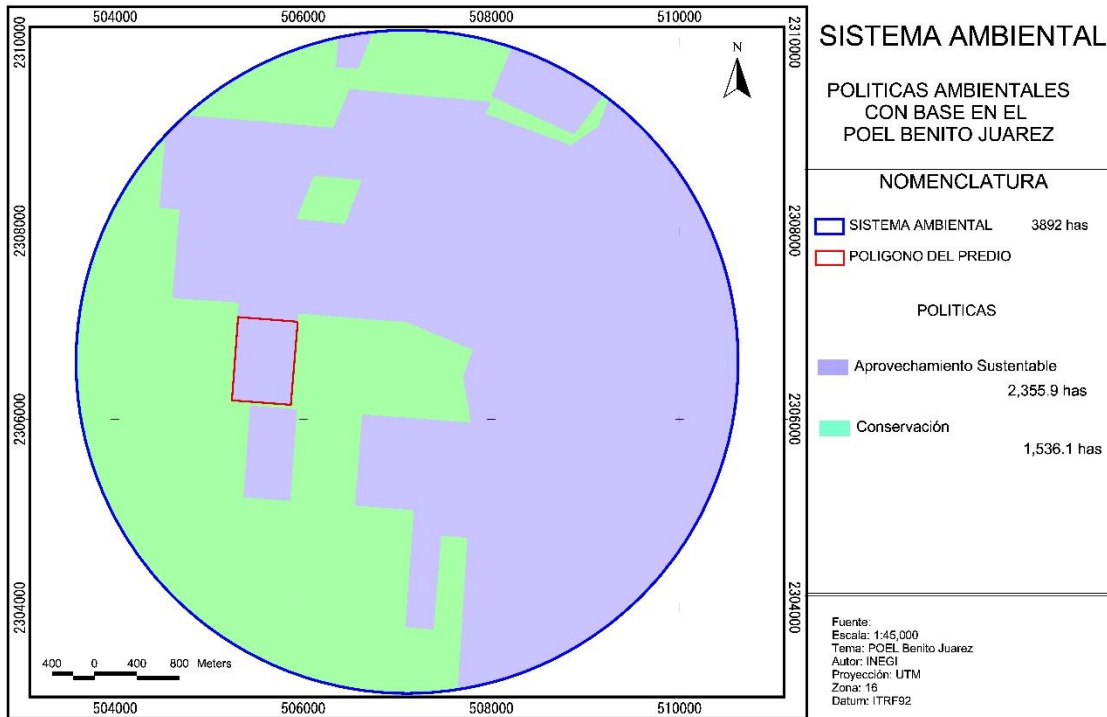


Figura 5. Delimitación de las Políticas Ambientales dentro del Sistema Ambiental, conforme al POEL de Benito Juárez

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

El análisis de los estudios técnicos que se presentan en esta caracterización del sistema ambiental del proyecto "Puerto Calizza", incluyen las descripciones del patrón de ocupación en la zona urbana de Puerto Morelos, las condiciones y características predominantes en las comunidades vegetales que integran el sistema ambiental, así como los cambios que se han registrado en las últimas décadas como consecuencia del crecimiento poblacional y por la expansión de la mancha urbana. Esta caracterización se formula con la información de fuentes secundarias y recorridos de campo en el área de estudio.

Esta caracterización del sistema ambiental tiene por objeto describir el estado actual de los componentes natural, social y económico del área de estudio y se presenta, en información medible y en instrumentos cartográficos, habiéndose considerado para su formulación, las siguientes acciones: a) la ubicación del predio y su relación con los instrumentos de planeación aplicables, b) la naturaleza y magnitud del proyecto c) la representación cartográfica de la dispersión de los impactos ambientales previstos, d) la identificación de los límites de la zona urbana y los asentamientos humanos colindantes y e) la identificación de las condiciones y características de las comunidades vegetales predominantes.

Como premisas que rigen este análisis y los resultados del diagnóstico de la calidad ambiental de este sistema ambiental se considera que:

1. La riqueza biológica y la diversidad de los ecosistemas terrestres constituyen la base de recursos para el desarrollo de las actividades productivas y al mismo tiempo son fuente de bienes y servicios ambientales de los que puede gozar la sociedad en general.
2. La ubicación de este sistema ambiental en la porción Noreste de la Península de Yucatán con un relieve casi plano, característico de una plataforma de sedimentos calcáreos de origen marino, compuestos de calizas blandas conocidas como "sascab" y afloramientos de rocas calizas, muy duras denominadas como "laja", que colinda con franjas costeras de sedimentos lacustres y litorales, constituyen el ámbito geográfico donde se desarrollan las comunidades de flora y fauna de este sistema ambiental. Los suelos son poco profundos y poco evolucionados en toda su superficie. La delgada capa fértil, rica en materia orgánica es fácilmente degradable y se trata de suelos pedregosos que dificultan la mecanización.
3. La falta de corrientes de agua superficial, mantiene en el subsuelo un acuífero kárstico con flujos subterráneos de las zonas de mayor precipitación hacia las costas. Estas aguas afloran a lo largo de la franja litoral en esteros y lagunas costeras. Como parte del proceso de dilución de las rocas calcáreas se forman los cenotes, los bajos o poljes, así como grutas y grietas de conducción de agua subterránea en una matriz de difusión altamente sensible a la contaminación y la dispersión de contaminantes.
4. La calidad del agua subterránea dentro de la Subcuenca es tolerable y, en general, es apta para su uso y para el consumo humano. Aunque en diversas áreas la dureza y el contenido de los elementos referidos rebasan las normas respectivas. No obstante, a la fecha el único tratamiento que se da para consumo humano es su desinfección a través de la aplicación de cloro. Aunque en los últimos años se ha propiciado el consumo de agua purificada que se comercializa a través de empresas privadas y cuya potabilización incluye entre otros el sistema de osmosis inversa.
5. Esta heterogeneidad ambiental relacionada con la variación climática y las características de los suelos permiten el desarrollo y recuperación de las diferentes comunidades vegetales. La conservación de la diversidad biológica es una necesidad con reconocimiento social, que se ve reflejada en las políticas públicas recientes, pero que requiere de consensos y negociaciones motivadas y fundamentadas entre los intereses públicos y privados.
6. Los registros de flora y fauna de este sistema ambiental en el área testigo, nos permiten reconocer la existencia de más de 9 especies de plantas vasculares, 13 especies de aves, 8 especies de mamíferos, 7 reptiles y 2 especies de anfibios. Se reconoce que existe escasa información de colectas

fuera de las áreas naturales protegidas, se desconocen aspectos sobre la dinámica de las poblaciones locales y existen grupos de fauna poco estudiados.

7. Los ciclones tropicales son fenómenos meteorológicos que han afectado de manera reiterada los ecosistemas del norte de Quintana Roo. Diversos estudios documentan que los vientos fuertes alteran de manera drástica la fisonomía y la estructura de la vegetación costera. Entre los daños más evidentes en las selvas destacan la defoliación, ruptura de ramas y tallos, caída de árboles y hasta la muerte de algunos árboles. Por sus efectos de aclareo induce pocos cambios en la composición de especies y la recuperación de la mayoría de las plantas afectadas se hace evidente luego de pocos meses después de la afectación.
8. Los procesos de urbanización, desarrollo turístico, especulación de terrenos y proliferación de asentamientos irregulares son las principales causas del cambio de uso del suelo y constituyen la principal amenaza para la diversidad biológica y la conservación del agua como recurso. Destaca la acelerada ocupación de nuevos terrenos para asentamientos humanos.
9. El desarrollo económico y la modernización han traído nuevas formas de relación entre los habitantes y su entorno. En un escenario futuro con la construcción de 361 viviendas que integran un desarrollo habitacional que contara con infraestructura, servicios públicos y equipamiento urbano, dentro de la zona urbana de la ciudad de Puerto Morelos, Q. Roo, donde existe una tendencia de crecimiento, se contribuye a la satisfacción de las necesidades básicas de igual número de familias y se generan hasta 500 empleos temporales y permanentes durante la etapa de construcción.
10. En este sistema ambiental aún existen grandes extensiones con vegetación secundaria de selva mediana subperennifolia donde se prevé el crecimiento urbano de esta ciudad. El tipo de vegetación predominante que se reporta para el sistema ambiental de este proyecto, de acuerdo con la Carta de Vegetación y Uso del Suelo, Serie V del INEGI, corresponde a vegetación secundaria arbustiva de selva mediana subperennifolia con 2965.4 hectáreas, misma que ocupa el 76.2% del sistema ambiental, sin embargo los asentamientos humanos contribuye con el 7.4%, dentro de lo cual se debe considerar que 2355.9 has del sistema ambiental que representa el 60.53 está destinado a convertirse en zona urbana de puerto Morelos, conforme a las políticas del POEL de Benito Juárez..
11. Los procesos de urbanización, la disposición de los empresarios para invertir en estas zonas del territorio de Quintana Roo en la construcción de nuevas obras que aporte infraestructura de servicios y operación a la actividad comercial del Municipio de Puerto Morelos, Quintana Roo son las principales causas del cambio de uso del suelo que sin duda es requerida por el pujante crecimiento de estas actividades en la zona de inserción.

12. El desarrollo económico y la modernización han traído nuevas formas de relación entre los habitantes y su entorno. En un escenario futuro después de la venta de los lotes y la construcción de viviendas que integrarán un desarrollo habitacional que cuenta con infraestructura, servicios públicos y equipamiento urbano, dentro de la zona urbana de la ciudad de Puerto Morelos, Q. Roo, donde existe una tendencia de crecimiento, se contribuye a la satisfacción de las necesidades básicas de igual número de familias y se generan una gran cantidad de empleos temporales y permanentes durante la etapa de construcción.
13. En Puerto Morelos se ha manifestado un gran crecimiento tanto de población como de área urbana donde se han asentado grandes proyectos como son los de educación, comercio de gran nivel y habitacionales. A partir de este tipo de componentes se puede comprender la gran sinergia inmobiliaria que se experimenta en toda la ciudad. El crecimiento de la actividad turística que ha experimentado la zona y que habrá de continuar a futuro, seguirá causando por una parte una dinámica de crecimiento demográfico acelerado, donde se dificulta la dotación de servicios e infraestructura, y por otra, un desequilibrio regional de los asentamientos humanos respecto al desarrollo turístico. Así como de los servicios de transporte que aún son deficientes para los usuarios ya sean pobladores o turistas.

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

El análisis retrospectivo de la calidad ambiental del sistema ambiental de la cuenca donde se ubica este proyecto, se describe en función de la evolución de la zona urbanizada y los asentamientos humanos en las últimas décadas y el impacto que ocasionaron en su estructura y su funcionamiento, por efecto de los cambios que han experimentado sus componentes físicos, biológicos y socioeconómicos de mayor importancia. Así mismo se describen las tendencias de desarrollo y/o deterioro que registra el sistema ambiental de la cuenca y que han incidido de manera determinante en la calidad ambiental que se presenta actualmente en este sistema ambiental.

El clima un componente ambiental de nivel regional, mismo que está determinado por las condiciones meteorológicas a largo plazo, se considera que no será modificado por el desarrollo de proyecto. Sin embargo, a una escala puntual (microclimática) las acciones del proyecto pudieran inducir muy ligeros cambios sobre la temperatura y el contenido de humedad, situación que se podrá dar de manera específica y puntual en las áreas donde se modifiquen dos factores determinantes, la vegetación y la presencia de un suelo expuesto.

Con referencia a las condiciones de la calidad del aire, se debe referir que en la zona norte de Quintana Roo no existe ninguna industria establecida, de tal forma

que no existen fuentes fijas generadoras de contaminantes a la atmósfera. En todo caso, las emisiones se concentran en el parque vehicular que circula por las calles y avenidas de la ciudad y aquellas generadas por el uso de leña y carbón en la preparación de alimentos actividades que aún se practican en la zona urbana de la ciudad de Puerto Morelos.

Los efectos de la urbanización sobre los componentes biológicos y físicos del ambiente en esta zona, han sido ampliamente documentados en los instrumentos de planeación (POEL-BJ). Este proceso de transformación que se aprecia por el deterioro y fragmentación del hábitat para la vida silvestre, se inicia con la apertura de caminos y vialidades, seguida por labores de desmonte y despalme, con lo que se elimina la vegetación y se retira la capa superior del suelo hasta la roca firme, con frecuencia se realizan cortes con fines de nivelación, para posteriormente rellenar y compactar los asientos de las obras. Entre los principales impactos ambientales acumulativos de la urbanización se reconocen: la transformación del paisaje natural, la disminución del hábitat para la vida silvestre y el incremento del riesgo de contaminación del acuífero por la falta de servicios en los asentamientos humanos.

En este sistema ambiental existen extensos terrenos con vegetación secundaria colindantes a los asentamientos humanos donde se presenta con frecuencia la extracción de recursos forestales, por lo regular, se extrae de manera furtiva palizada para la construcción de palapas así como piedras y tierra. En la actualidad, en el sistema ambiental de este proyecto, son evidentes los procesos de urbanización, se continúa promoviendo el desarrollo turístico, existe especulación de terrenos y la proliferación de asentamientos irregulares, siendo estas las principales causas del deterioro ambiental y en conjunto constituyen la principal amenaza para la diversidad biológica y la conservación del agua como recurso, si no se ajustan dentro de un marco legal de regulación para la conformación de unidades urbanas sustentables que colindan con áreas naturales en recuperación.

Entre los factores ambientales que han provocado la degradación de la selva en este sistema ambiental destacan los huracanes y los incendios forestales. Los ciclones tropicales Gilberto y Wilma, se encuentran entre los más fuertes que han afectado de manera reiterada los ecosistemas del norte de Quintana Roo. Diversos estudios documentan que los vientos fuertes alteran de manera drástica la fisonomía y la estructura de la vegetación costera. Entre los daños más evidentes en las selvas destacan la defoliación, ruptura de ramas y tallos, caída de árboles y hasta la muerte de algunos árboles. Por sus efectos de aclareo induce pocos cambios en la composición de especies y la recuperación de la mayoría de las plantas afectadas se hace evidente luego de pocos meses después de la afectación (Sánchez, 2000).

Sin embargo, se reconoce que el impacto de los huracanes, se incrementa de manera significativa cuando se presenta asociado a otros factores de disturbio como los incendios forestales y los cambios de uso del suelo provocados por las actividades productivas.

Los incendios forestales son eventos donde el fuego se expande sin control sobre especies arbóreas, arbustivas, de matorral o herbáceas, de tal manera que se afecta vegetación forestal que no estaba destinada para la quema. En el norte de Quintana Roo han sido frecuentes los incendios forestales de gran extensión como los de 1989 luego del paso del Huracán Gilberto. Se reconoce que existe una alta correlación entre la intensidad de los huracanes y la incidencia de incendios forestales en los periodos de sequía subsecuentes. Por lo general, los incendios de mayor intensidad se presentan en selvas maduras donde existe más cantidad de material combustible acumulado, pero en las áreas con vegetación secundaria los incendios son recurrentes, ya que se incendian con mayor frecuencia las áreas previamente afectadas por incendios.

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

Las presiones previstas por la expansión de la mancha urbana según el Programa de Desarrollo Urbano vigente, nos señalan que a corto plazo se presenta una tendencia de incremento en el cambio de uso del suelo dentro de este sistema ambiental hacia los usos urbanos, como lo prevén los instrumentos de planeación vigentes, por lo que se espera una fragmentación paulatina y la disminución del hábitat con condiciones adecuadas para el desarrollo de las poblaciones de flora y fauna silvestres que son sensibles a la presencia humana. Además de que por su incorporación al desarrollo urbano de la ciudad de Puerto Morelos, se hace necesario para evitar la degradación visual de la zona urbana y contribuir al impulso del desarrollo socioeconómico sostenido de la misma, garantizar la dotación de servicios públicos que eviten y pongan en riesgo los recursos naturales y procesos ecológicos prioritarios.

En todo caso se confirma que los impactos hacia el ecosistema de selva en la región están dados por el deterioro que provocan los distintos eventos naturales, que para la zona tienen que ver de manera directa con los fenómenos hidrometeorológicos. Asimismo, en los alrededores de las ciudades existe una creciente presión debido al crecimiento que estas manifiestan. Por lo anterior, se deberá reconocer que aunque las características naturales se habrán de modificar sustancialmente, se promoverá la persistencia de la diversidad y cierta densidad vegetal en las áreas verdes contempladas en el proyecto que corresponden a 12.70 hectáreas que representan el 35.2% del predio.

Asimismo, se debe señalar que la distribución de una vegetación selvática puede procurar espacios para el desarrollo de la fauna silvestre. No obstante, la cercanía con la zona urbana y la presencia de vías rápidas de comunicación de manera

cercana son una limitante en el desarrollo de este componente. A esta situación se debe agregar la ausencia de un arbolado alto e importante dentro del predio de interés. No obstante, la construcción del proyecto promoverá condiciones para el desplazamiento temporal de este componente del medio natural, ya que se verá afectado por las acciones de desmonte de la vegetación y por la presencia de trabajadores y maquinaria en el predio.

Una consideración importante que se puede obtener de la siguiente figura, es que resulta evidente que la vegetación de selva con desarrollo secundario se extiende ampliamente por toda la periferia de la ciudad. Aunque se debe referir que hacia el sureste ésta interrumpe drásticamente su distribución, debido precisamente al crecimiento de la mancha urbana de la ciudad de Puerto Morelos. Por lo anterior, se considera que el sistema natural en la zona de interés se encuentra fragmentado o en vías de ello, y de alguna manera, se ha interrumpido la distribución natural del ecosistema de selva, modificando de nueva cuenta su estructura y función. En vista de la situación actual de la vegetación de la zona, por lo que se puede considerar que el proyecto tendrá un área de influencia de tipo local.

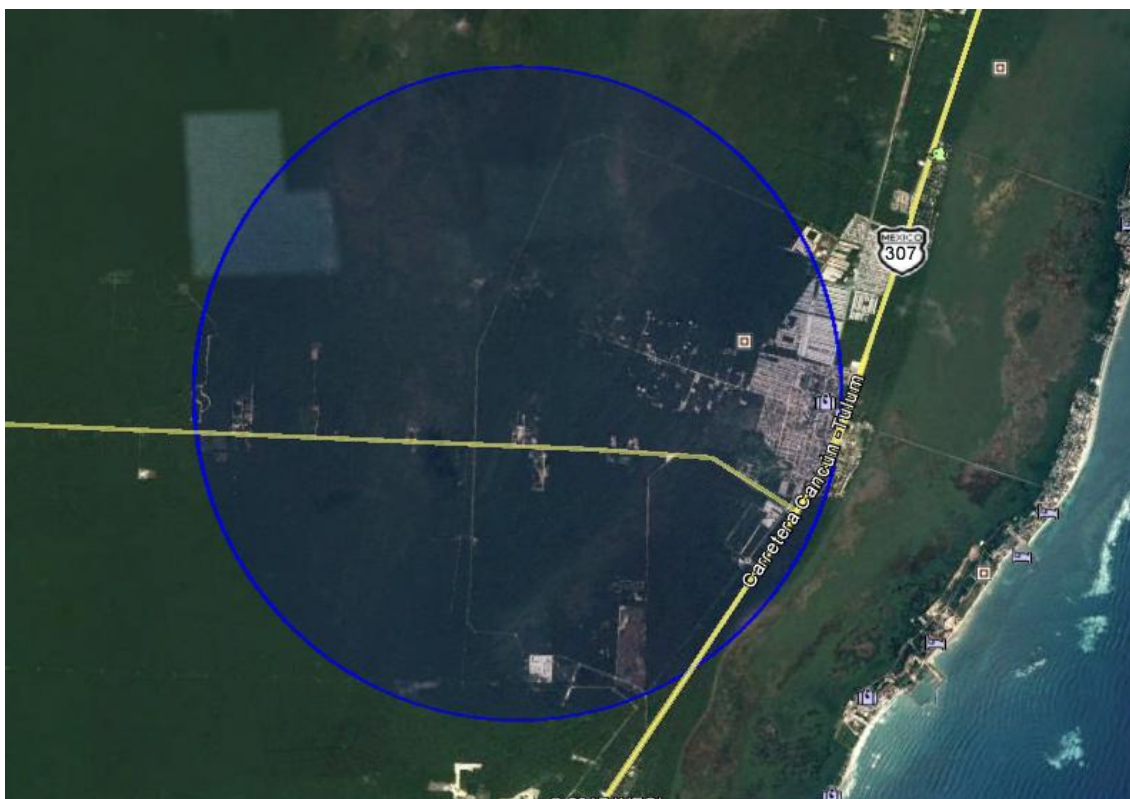


Figura 6. Esquematación de la ubicación del sistema natural fragmentado por el desarrollo Urbano de la ciudad de Puerto Morelos.

IV.2.2.1 Medio abiótico

El proyecto denominado Puerto Calizza, se ubica en el recientemente creado Municipio de Puerto Morelos, al Norte del estado de Quintana Roo, en la Península de Yucatán, lo cual causa que los datos municipales que actualmente existen, sean referidos como parte del municipio Benito Juárez, al que pertenecía, hasta el momento pocos datos se han generado especialmente para el naciente municipio, es con esta tónica que continuación se describen los aspectos del medio natural en el que se encuentra inmerso el proyecto.

a) Fisiografía.

El Estado de Quintana Roo se encuentra en la Provincia fisiográfica XI Península de Yucatán. Esta provincia es una gran plataforma de rocas calcáreas marinas que ha venido emergiendo de las aguas desde hace millones de años, siendo su parte norte la más reciente.

La sierrita de Ticul, delgada cadena de lomas bajas que se extienden desde Maxcanú hasta Peto, Yucatán, es uno de sus rasgos más notables. Al norte, este y sureste de dicha cadena, los terrenos son muy planos y con suelos predominantemente someros sobre una plancha endurecida calcárea llamada "roca laja". Al sur de la sierrita predominan terrenos de cerros bajos. En el sureste de Campeche y sureste de Quintana Roo son comunes los terrenos planos de suelos muy arcillosos, originalmente lechos de antiguas lagunas costeras (Figura).

En la península existe una enorme red cavernosa subterránea por la que escurre el agua, en general hacia el norte, lo que explica la carencia de ríos, la existencia de Pozos naturales de disolución, los cenotes son comunes y abren a la red de drenaje subterráneo, abundan también las grutas.

Esta provincia a su vez se divide en tres subprovincias: la 62 Karso Yucateco que se observa como una llanura con piso rocoso o cementado y con hondonadas someras; la 63 Karso y Lomeríos de Campeche compuesta por lomeríos bajos con hondonadas y la subprovincia 64 Costa Baja de Quintana Roo que se define como una llanura inundable con piso cementado y salino.

La subprovincia "Karso yucateco" o "Llanura con dolinas" se trata de una planicie formada en una losa calcárea con ligera pendiente descendente hacia el oriente, con una altura media de 5 metros sobre el nivel medio del mar y relieve ondulado en el que se alternan crestas y depresiones.

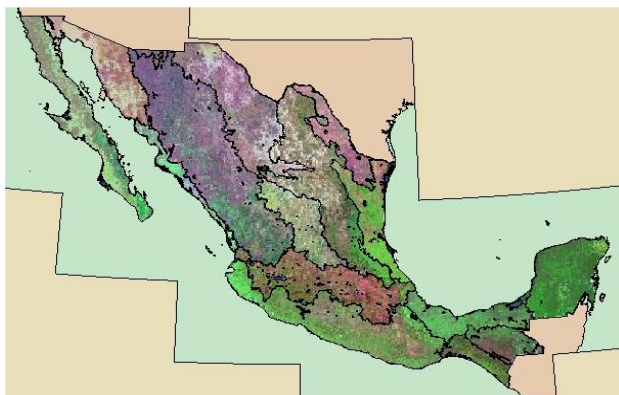


Figura 7. Quintana Roo se encuentra en la Provincia fisiográfica XI Península de Yucatán que se divide en tres subprovincias

La subprovincia también llamada Llanura con Dolinas, presenta tres unidades fisiográficas; la llanura rocosa inundable, la llanura rocosa y la playa o Berma.

1.

1. Hidrología superficial.

Puerto Morelos como el resto de la Península de Yucatán, se caracteriza por la carencia de corrientes superficiales de agua debido a la naturaleza cárstica del terreno y al relieve ligeramente plano que presenta alta permeabilidad. Al no existir flujos superficiales permanentes, la porción del agua pluvial que no se pierde por evapotranspiración, se infiltra al suelo, produciendo una saturación de las capas superficiales y por consiguiente su incorporación al acuífero subterráneo. Por las características de los suelos y la presencia de cobertura vegetal se considera que todos los sitios del sistema que carecen de capas impermeables y que reciben la lluvia, constituyen las zonas de recarga del acuífero.

De acuerdo con la clasificación de la CONAGUA, la totalidad de este sistema ambiental pertenece a la Región Hidrológica 32, Yucatán norte y corresponde a una porción de la cuenca 32A Quintana Roo. En esta cuenca el escurrimiento superficial es mínimo y la infiltración es alta, los cuerpos de agua de mayor tamaño corresponden a lagunas costeras como la Nichupté, Conil y Chacmochuch; en la porción continental existen numerosos cenotes, aguadas y algunas lagunas pequeñas como Punta Laguna.

De acuerdo con la Carta hidrológica de aguas superficiales del INEGI, en el municipio se presentan tres condiciones de escurrimiento (**¡Error! No se encuentra**

¹Figura del documento *Caracterización Ambiental del Municipio Benito Juárez, Quintana Roo para el Ordenamiento Ecológico Territorial del municipio*, el cual aún aplica en Puerto Morelos.

el origen de la referencia.) El rango menor del 5%, se presenta en casi toda la porción continental, mientras que los coeficientes de escurrimiento más altos (10 a 20%) se presentan en porciones aisladas cercanas a la línea de costa. Estas unidades de escurrimiento son áreas donde el escurrimiento tiende a ser uniforme debido principalmente a sus características de permeabilidad, cubierta vegetal y precipitación media. En el plano de coeficientes de escurrimiento del POEL Benito Juárez se observa cercana a la zona del proyecto una zona con coeficientes de escurrimientos de 10 a 20 % sin embargo es evidente que el predio se ubica en el coeficiente de escurrimiento de 0 a 5%, aun con ellos se programa para el proyecto Puerto Calizza, pasos de agua para el caso de condiciones meteorológicas extremas.

b) Hidrología subterránea.

De acuerdo con el INEGI 1983, el predio pertenece a la Región Hidrológica 32, Yucatán norte,"A" subcuena "a" Quintana Roo denominada Yucatán Norte – Este.

Cuadro 2. Características de la cuenca RH-32.	
Área de la cuenca	14,645.9 Km ²
Déficit de agua	600 a 700 mm
Precipitación media	1274.2 mm
Evapotranspiración	85.4 %
Escurrecimiento	0.4 %
Infiltración	14.2%

El predio pertenece a la región hidrológica RH-32, en la que los escurrimientos provienen de las partes altas comprendidas a lo largo de los límites con Yucatán, donde se distribuyen las zonas de recarga.

Estas zonas de recarga son extensiones de terreno plano circundado por lomeríos como cuencas receptoras debido a que las rocas calcáreas permiten una rápida infiltración del agua de lluvia que fluye hacia el subsuelo, en la que el movimiento del agua va de forma subterránea de la parte Central-Este de la Península hacia la costa.

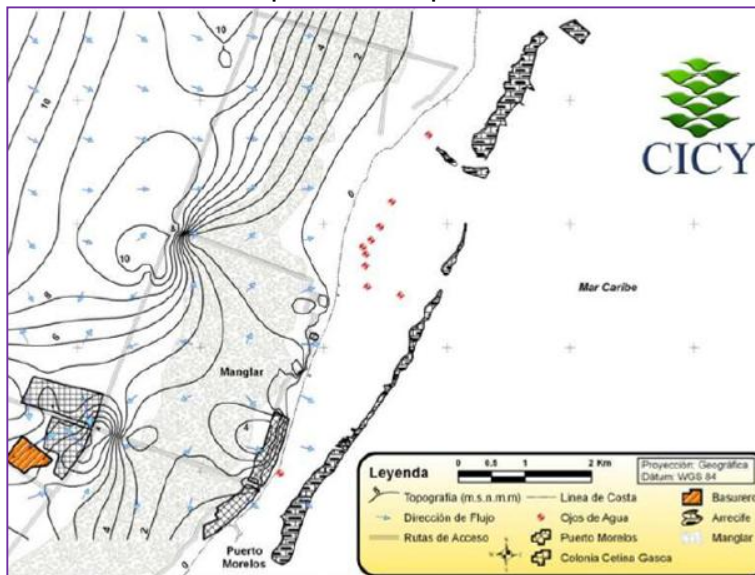
El agua de lluvia se filtra alimentando el manto freático, el agua subterránea conforma un sistema de cavernas, que se conectan en grandes extensiones. Por la disolución de las cavernas se colapsa el techo y el agua queda expuesta a la superficie conformando lo que se conoce como cenotes o dolinas.

En Puerto Morelos, en el lado oeste de la carretera existe una serie de cenotes, cuya lente de agua está en promedio 15 m bajo el nivel del suelo, en el lado Este de la carretera como ya se mencionó descendiendo de las bermas, se encuentran zonas de bajo relieve donde se acumula el agua de lluvia, y existen zonas donde brota agua subterránea, conformando la zona de humedal que va desde el sur de la Laguna Nichupté hasta el sur de Punta Brava.

El predio se ubica en la zona de material no consolidado con posibilidades bajas; Material no consolidado con posibilidades bajas. Se encuentra distribuida en franjas cercanas a la línea de costa, corresponde a zonas de inundación, palustres y litorales, está compuesta por arcillas, limos y arena con gran contenido de materia orgánica y lodo calcáreo. Su espesor es reducido por lo que no conforma acuíferos, aunque se encuentran sobre rocas calcáreas que forman parte del acuífero libre.

En la imagen se observa la dirección del flujo, que al sureste del predio en la zona marina existen brotes del acuífero confinado. Imagen de la presentación de (Rebolledo y Hernández, 2011).

El agua pluvial en el predio se infiltra hacia el manto freático o acuífero libre, por lo que no influye en la calidad del acuífero confinado.



c) Edafología

En el mapa edafológico del municipio (figura), se representaron los suelos dominantes, por lo que el color es asignado en función del suelo con mayor extensión en cada zona. Sin embargo de acuerdo con la nomenclatura del INEGI, en dichas áreas existen asociaciones de dos o tres tipos de suelos, con tres diferentes clases texturales, dos fases físicas y tres fases químicas, tal como se presenta en los siguientes ejemplos : $E+I/2/L$ =Rendzina + Litosol de clase textural media y fase física lítica; $I+E+Gm/3/S$ = Litosol + Rendzina + Gleysolmólico de clase textural fina y fase química fuertemente salina; $Zm+Zg/2/n$ = Solonchakmólico + Solonchakgléyico de clase textural media y fase química sódica. En total se incluyen 33 subunidades de suelos diferenciadas de los cuerpos de agua y las zonas urbanizadas.

En la nomenclatura del INEGI (año), las asociaciones de suelos están representadas por el signo +, después de los tipos de suelo considerados aparece una diagonal y enseguida un número que indica el tipo de textura correspondiendo el número 1 a las texturas gruesas, el número 2 para texturas medias y el número 3 para texturas finas. En algunos suelos después de la textura aparece otra diagonal seguida de una letra, la cual indica la fase física lítica (L) o lítica profunda (LP), o bien aparece seguida por la fase química según su condición: salina (s), fuertemente salina (S), sódica (n), fuertemente sódica (N) o sus posibles combinaciones.

De acuerdo con la clasificación maya de los suelos, Ceballos (1993) indica que este sistema de clasificación utiliza términos, cuyas raíces explican algunas propiedades del suelo como topografía, pedregosidad, color, cantidad de materia orgánica, presencia de óxidos de hierro, drenaje y fertilidad.

Se observa que Puerto Morelos, se ha desarrollado en áreas con litozol, y rendzinas: Leptosol (LP).- Del gr. leptos: delgado; connotativo de suelos poco profundos, poco desarrollados. Nombres equivalentes: Litosol y Rendzina (FAO, año), Tzek'el y Pus-Lu'um (Maya). Estos tipos de suelos son los más extensos en este sistema ambiental, ocupan casi el 86% de esta área. Son suelos originados por la acumulación de materia orgánica y humus sobre la superficie mineral y por la mínima solución y meteorización de las rocas calcáreas subyacentes. Su modo de formación es in situ. Son suelos jóvenes y presentan un color negro a café oscuro con menos de 20 cm de espesor, que yacen sobre rocas calcáreas que afloran frecuentemente. Presentan un pH ligeramente alcalino y composición humífera. Su drenaje interno y superficial es eficiente.

Debido a esta textura, se favorece el almacenamiento de elementos nutritivos en su delgado perfil. Son suelos muy ricos en materia orgánica. En estos suelos se desarrolla fundamentalmente la selva mediana subperennifolia y corresponden con los que se encuentran en el predio destinado para Puerto Calizza.

d) Geología.

Esta porción del norte de Quintana Roo queda comprendida dentro de la Provincia Fisiográfica Plataforma de Yucatán, por lo que presenta un relieve de planicies ligeramente onduladas, con numerosas cavidades de disolución, lo que favorece el drenaje subterráneo. En los bordes litorales se aprecian porciones rocosas, entre largas franjas arenosas y pequeños escarpes, así como extensas zonas de inundación con manglares, sabanas y lagunas costeras someras.

De acuerdo con las Cartas geológicas del INEGI F-1611 y F16-8 escala 1:250000 (año), las unidades litológicas superficiales en el norte de Quintana Roo están compuestas por rocas sedimentarias originadas desde el Terciario Superior (Ts) o Sistema Neógeno hasta el Cuaternario (Q). En la figura 4 se representa la distribución espacial de estas unidades geológicas y a continuación se describen las unidades litológicas presentes agrupadas por el tipo de material que las conforma y ordenadas de la más antigua a la más reciente².

Roca sedimentaria Caliza: Ts (cz).- Esta unidad ocupa el 84.3% del sistema ambiental, se presenta como un extenso estrato, en la cual quedan incluidas las rocas calcáreas de la formación Carrillo Puerto, conformadas por calizas microcristalinas de diferente textura, que denotan su depósito en un ambiente de plataforma. Son rocas de colores café claro, blanco y rojizo que al alterarse producen arcillas rojas lateríticas como residuo de su disolución. El relieve en esta

unidad está formado por lomas de baja altura entre depresiones que por lo general corresponden a las zonas de mayor disolución.

Roca sedimentaria Caliza: Tpl (cz).- Esta unidad ocupa 7.2% del sistema ambiental, se presenta en forma de franjas cercanas al litoral, por lo que presenta gran cantidad de fragmentos de conchas, corales y esponjas. Estas rocas calizas están formadas por un cuerpo masivo coquinífero, poco compacto, denominado localmente como "sascab" que se encuentra cubierto por calizas laminares dispuestas en capas delgadas y medianas con un echado horizontal. Su ambiente de depósito es de plataforma de aguas poco profundas y su relieve es de lomeríos de poca elevación paralelos a la línea de costa.

Suelo Eólico: Q (eo).- Esta unidad presenta la menor ocupación en este sistema ambiental (0.1 %), se distribuye en el litoral, en forma de franjas delgadas, que corresponden a eolinitas pleistocenas que forman cantiles en el Mar Caribe (Aguayo *et al.* 1980). Se presenta en forma de montículos cementados de poca altura paralelos a la línea de costa, se incluyen también los depósitos eólicos recientes sin cementar constituidos por arena mediana bien clasificada compuesta por fragmentos de moluscos, corales, algas coralinas y microfósiles de foraminíferos, esencialmente.

Suelo Lacustre: Q (la).- Esta unidad ocupa 5.3% del sistema ambiental, se presenta en forma de franjas paralelas al litoral, está formada por lodos calcáreos, arcillas y arenas acumuladas en lagunas someras que se comunican con el mar a través de canales de marea y se encuentran separadas por un cordón litoral. Por su relieve corresponde a planicies inundables.

Suelo Litoral: Q (li).- Esta unidad ocupa 2.3% del sistema ambiental, está constituida por arena media, bien clasificada, formada por fragmentos de moluscos, esponjas corales, equinodermos, y microforaminíferos. Se aprecia como una franja angosta y plana con ligera inclinación.

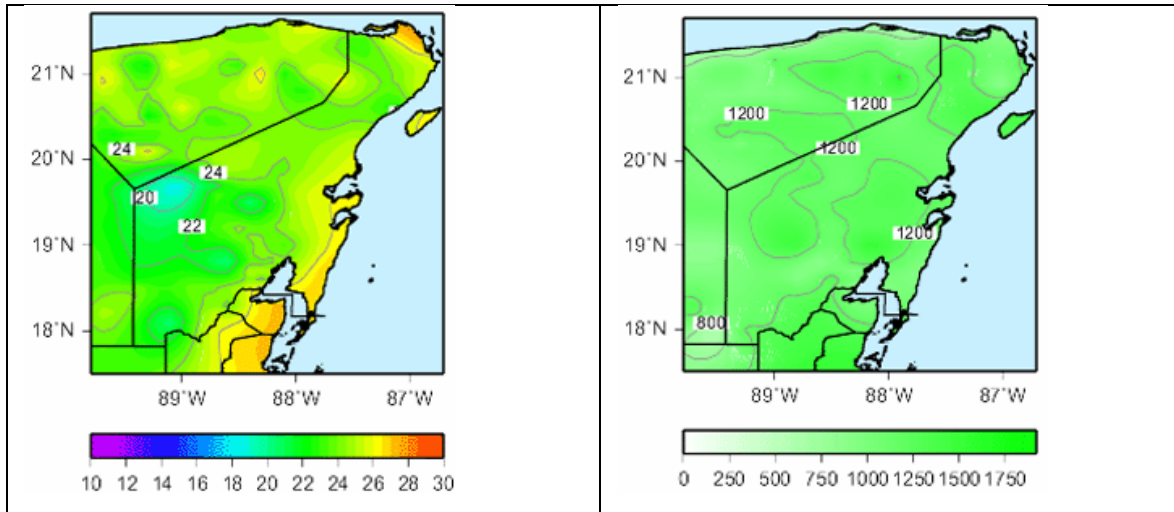
e) Clima.

De acuerdo con la clasificación de Köppen modificada por García (1964), el tipo de clima que se presenta en la zona costera del municipio de Benito Juárez, incluyendo la ciudad de Cancún, es de tipo (Aw) es decir, Tropical Lluvioso con lluvias en verano, con variantes del tipo Aw₀, Aw₁, Aw₂, con un porcentaje de lluvia invernal mayor de 10.2%.

A puerto Morelos le corresponde el Aw₁ (x') (i'), la A indica que este clima es cálido con temperaturas mayores a los 22°C, la w lo define como clima sub- húmedo, la (x') que la lluvia invernal es mayor al 10.2 % de la anual, con una variación menor a los 5°C y presencia de canícula, el cociente Precipitación/Temperatura, Aw₁ es entre 43.2 y 55.3. (Clasificación de Köppen modificada por García, 1981, 1988). Puerto Morelos se ubica en la isoyeta de los 1,000 y los 1,300 milímetros anuales.

Temperatura: La temperatura media registrada durante los últimos años es de 26.9°C, según los datos obtenidos en la Comisión Nacional del Agua (CNA). La temperatura máxima registrada durante el verano fue de 39° C y se presentó en el mes de agosto, mientras que la mínima fue de 18° C durante el mes de diciembre y enero.

Figura 8.- Planos de temperatura y precipitación, el predio se ubica en la isoterma de 24°C y en la isoyeta de 1200 http://www.ine.gob.mx/cclimatico/edo_sector/estados/clima_groo.html.



Viento: Durante la mayor parte del tiempo el área se encuentra bajo la influencia de las masas de aire marítimo tropical que invaden la península transportadas por los vientos alisios con velocidades promedio de 5 m/s (Merino y Otero, 1991) y son interrumpidos por “nortes”, masas de aire continental polar generalmente acompañados de lluvias con intensidad variable, normalmente se presentan de octubre a mayo, que alcanzan velocidades de 20m/s (72 km/hr).

Intemperismos.- En la zona costera de Quintana Roo por su ubicación geográfica se encuentra expuesta regularmente a eventos meteorológicos periódicos.

Los principales fenómenos son los “nortes”, las tormentas tropicales y los huracanes. Las épocas del año en la que se presentan se diferencian porque las características meteorológicas que promueven la formación de las tormentas tropicales y los huracanes se manifiestan a partir de junio y perduran hasta noviembre, siendo septiembre el mes de mayor incidencia y con los mayores efectos sobre el litoral. En tanto que la época de “nortes” es de menor duración abarcando de noviembre a enero y no causan daños.

Huracanes o Ciclones.- Los huracanes son fenómenos normales en el Caribe, aunque desde el punto de vista económico y social provocan grandes daños, como un fenómeno natural las comunidades biológicas que se han desarrollado en la zona

se han adaptado a ellos a lo largo de 60,000 años de evolución, desde que emergió la Península de Yucatán, por lo que desde el punto de vista biológico no es un fenómeno dañino, tienen su efecto sobre las comunidades, el cual es apreciable en la distribución de la vegetación,

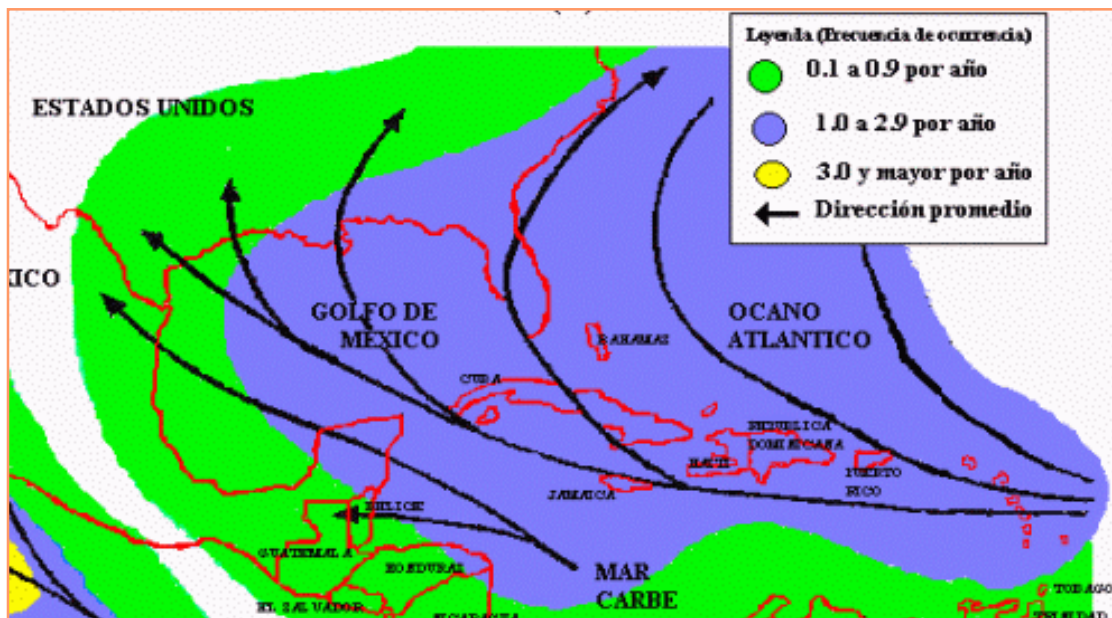


Figura 9. Frecuencia de tormentas y huracanes en el Atlántico. (www.ineter.gob.ni/)

Estos fenómenos de gran envergadura son especialmente significativos con respecto al efecto que tienen sobre los sistemas más frágiles e importantes de nuestra zona costera, las playas arenosas y los humedales que se encuentran en el litoral costero. En el caso de la selva es afectada cuando estos huracanes ingresan a la zona continental, y posteriormente sigue el riesgo por los incendios forestales que encuentran combustible en la vegetación seca, no los propician, pero si los intensifican.

El paso del huracán Wilma en el 2005 que afectó particularmente la zona de Puerto Morelos donde permaneció aproximadamente 6 horas, afectó severamente la vegetación de forma más evidente en la zona de manglar donde provocó la muerte de ejemplares en agosto del 2017 el paso de la tormenta tropical, tuvo solo consecuencias menores en el sitio.

La selva en el sistema ambiental en estudio, así como al sur en el municipio de Solidaridad se vio afectado por los incendios tras el paso del huracán Gilberto en 1989, donde se perdieron 56,176 ha de selva mediana y baja.

Cuadro 3. Principales eventos ciclónicos que han afectado la zona norte de Quintana Roo en los últimos 10 años.

FECHA	NOMBRE	CATEGORÍA	VELOCIDAD (KM/HR)	ZONA AFECTADA
Sep 2000	Keith	Huracán (4)	215	Costa sur de Q. Roo.

FECHA	NOMBRE	CATEGORÍA	VELOCIDAD (KM/HR)	ZONA AFECTADA
Agosto 2001	Chantal	Tormenta Tropical	100	Costa sur de Q. Roo
Sep 2002	Isidore	Huracán (3)	220	Costa norte de la península de la Yucatán
Octubre 2005	Wilma	Huracán (4)	241	Centro y Norte de Q. Roo
Agosto 2007	Dean	Huracán (4)	280	Sian ka'an, zona maya
Octubre 2011	Rina	Tormenta tropical		Costa norte de Quintana Roo.
Agosto 2012	Ernesto	Huracán 1		Costa sur, Chetumal
Agosto 2017	Franklin	Tormenta tropical	95	Costa centro de Quintana Roo

Nortes. - En el sistema ambiental en estudio, como en el resto del estado de noviembre a enero y con menor incidencia hasta marzo, se presentan los fenómenos meteorológicos llamados "nortes", que son masas de aire polar que atraviesan la Península de Yucatán, con velocidades promedio de hasta 20 Km/h, pudiendo superarla y alcanzar los 100 Km/h por breves períodos de tiempo. Estos fenómenos hacen que la temperatura descienda y generalmente son acompañados de lluvias de intensidad variable pero inferiores a las lluvias de verano.

IV.2.2.2 Medio biótico

De acuerdo con lo indicado por el INEGI en la carta de uso de suelo y vegetación serie V, en la zona del Sistema Ambiental se identifican diversas coberturas vegetales, dentro de las cuales se encuentra dominado por una cobertura de vegetación Secundaria Arbustiva de Selva Mediana Subperennifolia en un 76.2% de la superficie, seguida de una vegetación de Selva Mediana Subperennifolia en un 10.1, seguida de una Vegetación Secundaria Arbórea de Selva Mediana Subperennifolia en un 6.2 %, un sección de Manglar sobre un 0.1% de la superficie y finalmente un 7.4 % de su cobertura se encuentra ocupada por la zona urbana y los asentamientos humanos de la comunidad de Puerto Morelos, como se presenta a continuación:

No	Tipo de cobertura	Hectáreas	%
1	Asentamiento Humano	264.4	6.8
2	Manglar	4.8	0.1
3	Selva Mediana Subperennifolia	392.2	10.1

4	Vegetación Secundaria Arbórea de Selva Mediana Subperennifolia	240.0	6.2
5	Vegetación Secundaria Arbustiva de Selva Mediana Subperennifolia	2955.0	76.2
6	Zona Urbana	25.2	0.6
	Total	3892.0	100

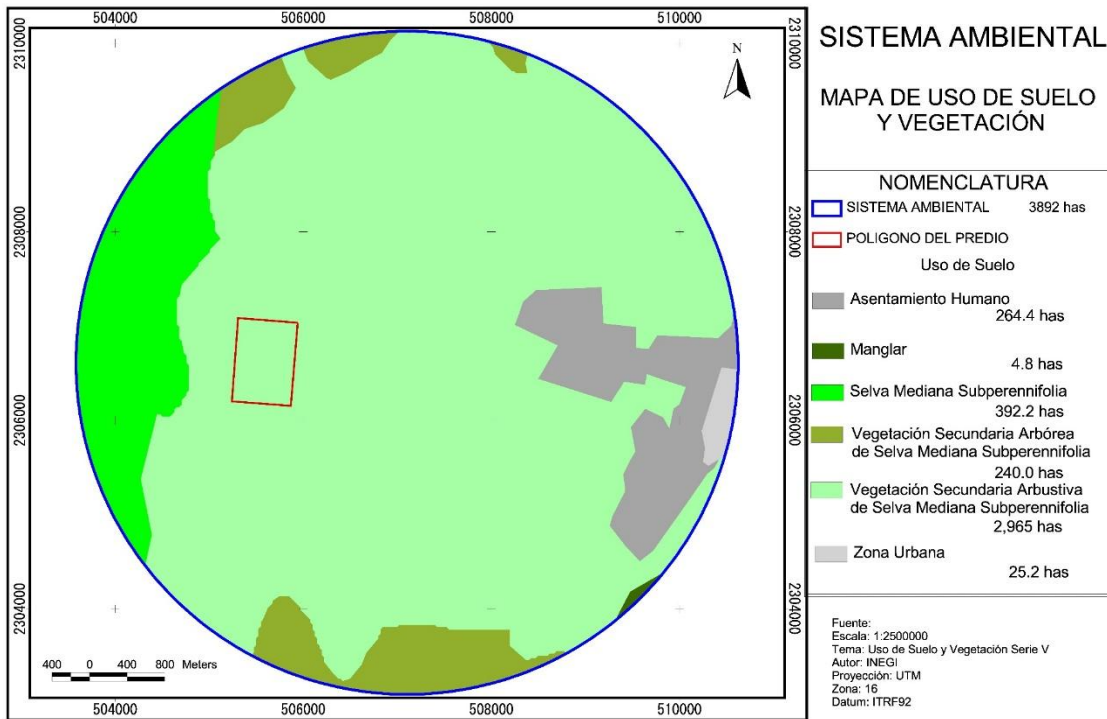


Figura 10. Ubicación del predio, delimitación del área de influencia y descripción del sistema ambiental en el plano de la serie V del INEGI.

a) Caracterización forestal en el Sistema Ambiental

a.1) Diseño de muestreo

La vegetación se caracterizó aplicando el método de cuadrantes con un sistema aleatorio, levantando un total de 8 sitios de muestreo.

Cuadro 5. Ubicación de los sitios de muestreo en el SA		
No. sitio	Coordenadas UTM Zona 16, Datum WGS-84	
	X	Y
1	507854.83	2306026.44
2	508933.27	2306031.88
3	509178.45	2306259.95
4	508992.20	2305995.11
5	509413.01	2305772.78
6	509103.89	2306795.92
7	508424.22	2306948.02
8	507906.42	2307276.58

Intensidad de muestreo

En las áreas cubiertas por Selva Mediana Subperennifolia sujetas al cambio de uso de suelo en terrenos forestales se levantaron 8 sitios rectangulares de 500 m² donde se muestreó el estrato arbóreo, para el estrato arbustivo y herbáceo se levantaron 8 subsitios de 50 m², con lo cual se logró obtener intensidades de muestreo del 1.1 %, 0.1 % y 0.1 % respectivamente ya se tomó como referencia una superficie similar a la solicitada para el cambio de uso de suelo.

Definición de estratos

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

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

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

VARIABLES LEVANTADAS

En cada sitio levantado se registró la siguiente información:

- Número de sitio. Esta asignación se llevó a cabo sobre los planos, y al llegar al sitio se marcó el número correspondiente mediante la colocación de una placa metálica.
- Número de árbol. - Se tomaron los datos en forma de zig-zag sobre el sitio iniciando de la esquina que fue georreferenciada asignándole un número consecutivo a cada ejemplar encontrado.
- Especie. - Se anotó el nombre común de cada especie.
- Diámetro Normal (DN). - Se utilizó una forcípula metálica para la medición del diámetro de árboles en pie, se tomó de acuerdo a los estándares mundiales que se establecen a 1.30 m del suelo.

- **Altura Total (AT).** Con la ayuda de un estadal graduado métricamente a cada 10 cm, se midió la altura total de cada árbol desde el nivel del suelo hasta su extremo superior.
- **Altura al fuste limpio (AFL).** Se midió con el estadal desde el nivel del suelo a las primeras ramas de la copa.

Equipo utilizado.

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

- Estadal graduado métricamente a cada 10 cm, para medir alturas.
- Forcípula graduada.
- Machete.
- Geoposicionador satelital Garmin con una precisión de ± 30 cm).
- Cámara fotográfica digital
- Cinta métrica de 50 metros
- Pintura en aerosol color rosa fluorescente
- Libreta de campo
- Lápices de grafito
- Plumones permanentes
- Cinta amarilla

a.2) Procesamiento de la información

El procesamiento de los datos se realizó análisis y gráficos mediante hojas de cálculo EXCEL, la cuales se anexan a la presente. La información se presenta por medio de tablas generadas a partir de un conjunto de opciones de variables relacionadas con el número de árboles.

a.3) Indicadores de Diversidad.

• Índice de Riqueza de especies (S)

La riqueza específica (S) es la forma más sencilla de medir la biodiversidad, ya que se basa únicamente en el número de especies presentes, sin tomar en cuenta el valor de importancia de las mismas.

(S) es el número total de especies obtenido por un censo o muestreo de la comunidad.

a.4) Indicadores de Estructura

- **Índice de equidad**

Índice de equidad de Shannon-Wiener

La equidad se ha calculado de acuerdo al índice de Shannon-Wiener que expresa la uniformidad de los valores de importancia a través de todas las especies de la muestra. Mide el grado promedio de incertidumbre en predecir a que especie pertenecerá un individuo escogido al azar de una colección. Asume que los individuos son seleccionados al azar y que todas las especies están representadas en la muestra.

Adquiere valores entre 0 cuando hay una sola especie, y el logaritmo de S, cuando todas las especies están representadas por el mismo número de individuos.

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

- **Índice de Valor de Importancia (IVI) o Valor de Importancia Relativa (VIR)**

La suma de las tres medidas relativas mencionadas arriba y calculadas para cada especie constituye un índice denominado el Valor de Importancia (VI) $V_i = DR_i + FR_i + CR_i$. El valor de VI puede fluctuar de 0 a 3.00 (o 300%). Al dividir el VI por 3, se obtiene una cifra que fluctúa de 0 a 1.00 (o 100%). Este valor se conoce como el porcentaje de importancia. El valor de importancia, o el porcentaje de importancia, provee un estimado global de la importancia de una especie en una comunidad determinada.

VIR= Dominancia relativa + Frecuencia relativa + Densidad relativa

Adicionalmente se estimaron parámetros específicos como se indican a continuación:

- **Parámetros específicos**

Dominancia relativa= $\frac{\text{Dominancia de la Especie X}}{\text{Dominancia de todas las especies}} \times 100$

Frecuencia relativa= $\frac{\text{Frecuencia de la Especie X}}{\text{Frecuencia de todas las especies}} \times 100$

Densidad relativa= $\frac{\text{Densidad de la Especie X}}{\text{Densidad de todas las especies}} \times 100$

Densidad de todas las especies

a.5). Índices de Riqueza específica de Shannon-Wiener en Selva Mediana Subperennifolia.

Complementando la información respecto a la conservación de la riqueza florística de la cuenca con vegetación de Selva Mediana Subperennifolia, se calculó el índice de diversidad utilizando la función de Shannon-Wiener, obteniendo los siguientes resultados por cada estrato florístico:

Cuadro 6. Índice de Diversidad Shannon- Wiener Estrato Arbóreo							
No.	Estrato	Nombre común	Nombre científico	Estatus	Abundancia relativa (pi)	LN (pi)	(pi) x Ln (pi)
1	Arbóreo	Akitz	Thevetia gaumeri		0.015	-4.184	0.064
2	Arbóreo	Alamo	Ficus maxima		0.012	-4.407	0.054
3	Arbóreo	Amatillo	Ficus perdusa		0.018	-4.001	0.073
4	Arbóreo	Balche ka	Lonchocarpus yucatanensis		0.024	-3.714	0.091
5	Arbóreo	Bob chel	Coccoloba barbadensis		0.009	-4.694	0.043
6	Arbóreo	Bocan che	Crossopetalum rhacoma		0.009	-4.694	0.043
7	Arbóreo	Boob	Coccoloba spicata		0.012	-4.407	0.054
8	Arbóreo	Box Chechem	Metopium brownei		0.009	-4.694	0.043
9	Arbóreo	Caimito	Chrysophyllum mexicanum		0.009	-4.694	0.043
10	Arbóreo	Canchunup	Thouinia paucidentata		0.006	-5.100	0.031
11	Arbóreo	Capulincillo	Trema micrantha		0.027	-3.596	0.099
12	Arbóreo	Caracolillo	Sideroxylon foetidissimum		0.012	-4.407	0.054
13	Arbóreo	Cascarillo	Casearia nitida		0.006	-5.100	0.031
14	Arbóreo	Chaca rojo	Bursera simaruba		0.064	-2.748	0.176
15	Arbóreo	Chicozapote	Manilkara zapota		0.034	-3.395	0.114
16	Arbóreo	Chike	Chrysophyllum mexicanum		0.012	-4.407	0.054
17	Arbóreo	Chintok	Krugiodendron ferreum		0.003	-5.793	0.018
18	Arbóreo	Chit	Thrinax radiata	A	0.006	-5.100	0.031
19	Arbóreo	Cornozuelo	Acacia cornigera		0.015	-4.184	0.064
20	Arbóreo	Dzidzilche	Gymnopodium antigonoides		0.009	-4.694	0.043
21	Arbóreo	Ekulub	Drypetes lateriflora		0.015	-4.184	0.064
22	Arbóreo	Elemuy	Mosannonna depressa		0.006	-5.100	0.031
23	Arbóreo	Granadillo	Platymiscium yucatanum		0.009	-4.694	0.043
24	Arbóreo	Guarumbo	Cecropia obtusifolia		0.027	-3.596	0.099
25	Arbóreo	Guaya	Talisia olivaeformis		0.003	-5.793	0.018
26	Arbóreo	Guayabillo	Mycianthes fragrans		0.006	-5.100	0.031
27	Arbóreo	Higo	Ficus tecolutensis		0.015	-4.184	0.064
28	Arbóreo	Higuito	Ficus padifolia		0.006	-5.100	0.031
29	Arbóreo	Huano	Sabal yapa		0.009	-4.694	0.043
30	Arbóreo	Ik'iche	Erythroxylum confusum		0.003	-5.793	0.018
31	Arbóreo	Ix imm ché	Casearia corymbosa		0.009	-4.694	0.043
32	Arbóreo	Jabin	Piscidia piscipula		0.009	-4.694	0.043
33	Arbóreo	Jobillo	Astronium graveolens	A	0.006	-5.100	0.031
34	Arbóreo	Kanasin	Lonchocarpus rugosus		0.006	-5.100	0.031
35	Arbóreo	Kanchunup	Thouinia paucidentata		0.012	-4.407	0.054
36	Arbóreo	kanlol	Lonchocarpus parviflorus		0.006	-5.100	0.031
37	Arbóreo	Kanpokolche	Machaonia lindeniana		0.009	-4.694	0.043
38	Arbóreo	Kantoko	Myrcianthes fragrans		0.024	-3.714	0.091
39	Arbóreo	Katalox	Swartzia cubensis		0.009	-4.694	0.043
40	Arbóreo	Kitamche	Caesalpinia gaumeri		0.009	-4.694	0.043
41	Arbóreo	Laurelillo	Nectandra salicifolia		0.015	-4.184	0.064

Cuadro 6. Índice de Diversidad Shannon- Wiener Estrato Arbóreo							
No.	Estrato	Nombre común	Nombre científico	Estatus	Abundancia relativa (pi)	LN (pi)	(pi) x Ln (pi)
42	Arbóreo	Majahua	Hampea trilobata		0.018	-4.001	0.073
43	Arbóreo	Marlberry	Ardisia Escallonioides		0.006	-5.100	0.031
44	Arbóreo	Mata palo	Ficus obtusifolia		0.024	-3.714	0.091
45	Arbóreo	Muk	Celtis iguanaea		0.015	-4.184	0.064
46	Arbóreo	Nacax	Coccothrinax readii	A	0.012	-4.407	0.054
47	Arbóreo	Pakal che	Samyda yucatanensis		0.009	-4.694	0.043
48	Arbóreo	Palosanto	Croton niveus		0.024	-3.714	0.091
49	Arbóreo	Pochote	Ceiba schottii		0.018	-4.001	0.073
50	Arbóreo	Pomolche	Jatropha gaumeri		0.003	-5.793	0.018
51	Arbóreo	Quiebra hacha	Krugiodendron ferreum		0.006	-5.100	0.031
52	Arbóreo	Ramon	Brosimum alicastrum		0.012	-4.407	0.054
53	Arbóreo	Ruda de monte	Diphysa carthagenensis		0.015	-4.184	0.064
54	Arbóreo	Sac pah	Byrsonima bucidiaefolia		0.012	-4.407	0.054
55	Arbóreo	Sac pich	Acacia glomerosa		0.015	-4.184	0.064
56	Arbóreo	Sacbob	Coccoloba reflexiflora		0.009	-4.694	0.043
57	Arbóreo	Sacchaca	Euphorbia schlectendalii		0.024	-3.714	0.091
58	Arbóreo	Sibul	Sapindus saponaria		0.009	-4.694	0.043
59	Arbóreo	Silil	Diospyros cuneata		0.009	-4.694	0.043
60	Arbóreo	Sinanche	Alvaradoa amorphoides		0.006	-5.100	0.031
61	Arbóreo	Takinche	Caesalpinia yucatanensis		0.003	-5.793	0.018
62	Arbóreo	Tamay	Zuelania guidonia		0.006	-5.100	0.031
63	Arbóreo	Tatsi	Neea psychotrioides		0.012	-4.407	0.054
64	Arbóreo	Tazta'ab	Guettarda combsii Urban		0.006	-5.100	0.031
65	Arbóreo	Copal	Protium copal		0.015	-4.184	0.064
66	Arbóreo	Tinto	Haematoxylon campechianum		0.012	-4.407	0.054
67	Arbóreo	Tohyub	Coccoloba acapulcensis		0.009	-4.694	0.043
68	Arbóreo	Tzalam	Lysiloma latisiliquum		0.006	-5.100	0.031
69	Arbóreo	uvas che'	Ottoschulzia pallida		0.006	-5.100	0.031
70	Arbóreo	Verde lucero	Chloroleucon mangense		0.012	-4.407	0.054
71	Arbóreo	Xdoj'tani	Chromolaena laevigata		0.009	-4.694	0.043
72	Arbóreo	Xpsit che	Diospyros verae-crucis		0.006	-5.100	0.031
73	Arbóreo	Xuul	Lonchocarpus xuul		0.009	-4.694	0.043
74	Arbóreo	Yaiti	Gymnanthes lucida		0.030	-3.490	0.106
75	Arbóreo	yax'catzim	Mimosa bahamensis		0.012	-4.407	0.054
76	Arbóreo	Yaxnix	Vitex gaumeri		0.058	-2.849	0.165
77	Arbóreo	Zapote amarillo	Pouteria campechiana		0.003	-5.793	0.018
78	Arbóreo	Zapotillo	Pouteria reticulata		0.003	-5.793	0.018
					1.000		4.118

Riqueza (S) =	78
H' Calculada =	4.118
H max =	4.357
Equidad (J) =	0.945
H max - H' =	0.239

El índice de diversidad para el estrato arbóreo de acuerdo con el método de Shannon Wiener fue calculado en 4.118 mientras que la diversidad máxima que puede presentar es de 4.357, lo cual nos da un índice de equidad de 0.945, esto indica que las 78 especies de flora arbórea reportadas, presenta cada una el 94 % de probabilidad de ser encontradas en el sitio. En este estrato se registraron tres especies enlistadas dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010 con la categoría de Amenazadas, las cuales son la Chit (*Thrinax radiata*) y Nacax (*Coccothrinax readii*) y el Jobillo (*Astronium graveolens*)

Documento Técnico Unificado para el Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales
 Modalidad B-Particular. Proyecto "Puerto Calizza"

Cuadro 7. Índice de Diversidad Shannon- Wiener Estrato Arbustivo							
No.	Estrato	Nombre común	Nombre científico	Estatus	Abundancia relativa (pi)	LN (pi)	(pi) x Ln (pi)
1	Arbustivo	Akitz	Thevetia gaumeri		0.013	-4.369	0.055
2	Arbustivo	Alamo	Ficus maxima		0.019	-3.964	0.075
3	Arbustivo	Boob	Coccoloba spicata		0.063	-2.760	0.175
4	Arbustivo	Café xiw	Psychotria nervosa		0.025	-3.676	0.093
5	Arbustivo	Caimito	Chrysophyllum mexicanum		0.006	-5.063	0.032
6	Arbustivo	Capulinsillo	Trema micrantha		0.006	-5.063	0.032
7	Arbustivo	Caracolillo	Sideroxylon foetidissimum		0.025	-3.676	0.093
8	Arbustivo	Chaca rojo	Bursera simaruba		0.013	-4.369	0.055
9	Arbustivo	Chak che	Maytenus guatemalensis		0.032	-3.453	0.109
10	Arbustivo	Chakni	Calyptanthes pallens		0.006	-5.063	0.032
11	Arbustivo	Chicozapote	Manilkara zapota		0.127	-2.067	0.262
12	Arbustivo	Chit	Thrinax radiata	A	0.019	-3.964	0.075
13	Arbustivo	Cojolite	Cupania glabra		0.025	-3.676	0.093
14	Arbustivo	Copal	Protium copal		0.063	-2.760	0.175
28	Arbustivo	Cornozeulo	Acacia cornigera		0.070	-2.665	0.186
15	Arbustivo	Ekulub	Drypetes lateriflora		0.013	-4.369	0.055
16	Arbustivo	Elemuy	Mosannonna depressa		0.025	-3.676	0.093
17	Arbustivo	Guaje	Leucaena leucocephala		0.013	-4.369	0.055
18	Arbustivo	Guarumbo	Cecropia obtusifolia		0.013	-4.369	0.055
19	Arbustivo	Guaya	Talisia olivaeformis		0.013	-4.369	0.055
20	Arbustivo	Guayabillo	Psidium sartorianum		0.013	-4.369	0.055
21	Arbustivo	Huano	Sabal japa		0.032	-3.453	0.109
22	Arbustivo	Ik'iche	Erythroxylum confusum		0.013	-4.369	0.055
23	Arbustivo	Jabin	Piscidia piscipula		0.013	-4.369	0.055
24	Arbustivo	Jobillo	Astronium graveolens	A	0.013	-4.369	0.055
25	Arbustivo	kanchunup	Thouinia paucidentata		0.013	-4.369	0.055
26	Arbustivo	Katalox	Swartzia cubensis		0.013	-4.369	0.055
27	Arbustivo	Kitamche	Caesalpinia gaumeri		0.019	-3.964	0.075
29	Arbustivo	Majahua	Hampea trilobata		0.013	-4.369	0.055
43	Arbustivo	Marlberry	Ardisia Escallonioides		0.013	-4.369	0.055
30	Arbustivo	Nacax	Coccothrinax readii	A	0.013	-4.369	0.055
31	Arbustivo	Pata de vaca	Bauhinia divaricata		0.013	-4.369	0.055
32	Arbustivo	Pata de venado	Bauhinia unguilata		0.013	-4.369	0.055
33	Arbustivo	Perezcuts	Croton arboreus		0.013	-4.369	0.055
34	Arbustivo	Phitecelobium	Zygia stevensonii		0.013	-4.369	0.055
35	Arbustivo	Pomolche	Jatropha gaumeri		0.013	-4.369	0.055
36	Arbustivo	Ramon	Brosimum alicastrum		0.013	-4.369	0.055
39	Arbustivo	Sac pich	Acacia glomerosa		0.013	-4.369	0.055
37	Arbustivo	Sacbob	Coccoloba reflexiflora		0.019	-3.964	0.075
38	Arbustivo	Sacchaca	Dendropanax arboreus		0.013	-4.369	0.055
44	Arbustivo	Sipche	Bunchosia glandulosa		0.013	-4.369	0.055
40	Arbustivo	Subin	Acacia cornigera		0.006	-5.063	0.032
41	Arbustivo	Tatsi	Neea psychotrioides		0.013	-4.369	0.055
42	Arbustivo	Tohyub	Coccoloba acapulcensis		0.013	-4.369	0.055
45	Arbustivo	Tulipancillo	Malviscus arboreus		0.006	-5.063	0.032
46	Arbustivo	Tzalam	Lysiloma latisiliquum		0.013	-4.369	0.055
47	Arbustivo	Xiat	Chamaedorea seifrizii		0.013	-4.369	0.055
48	Arbustivo	Xpisit che	Diospyros verae-crucis		0.006	-5.063	0.032
49	Arbustivo	Xuul	Lonchocarpus xuul		0.006	-5.063	0.032
50	Arbustivo	Yaiti	Gymnanthes lucida		0.013	-4.369	0.055
51	Arbustivo	Yaxnix	Vitex gaumeri		0.013	-4.369	0.055
52	Arbustivo	Zapote amarillo	Pouteria campechiana		0.013	-4.369	0.055
					1.000	-218.610	3.627

Riqueza (S) =	52
H' Calculada =	3.627
H max =	3.951
Equidad (J) =	0.918
H max - H' =	0.324

El índice de diversidad en el estrato arbustivo de acuerdo con el método de Shannon Wiener fue calculado en 3.627 mientras que la diversidad máxima que puede presentar es de 3.951, lo cual nos da un índice de equidad de 0.918, esto indica que las 52 especies de flora arbustiva reportadas, presenta cada una el 92% de probabilidad de ser encontradas en el sitio. Es importante señalar que, de las 52 especies de flora, tres se encuentra dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010 las cuales son la Chit (*Thrinax radiata*) y Nacax (*Coccothrinax readii*) y el Jobillo (*Astronium graveolens*)

Cuadro 8. Índice de Diversidad Shannon- Wiener Estrato Herbáceo							
No.	Estrato	Nombre común	Nombre científico	Estatus	Abundancia relativa (pi)	LN (pi)	(pi) x Ln (pi)
1	Herbáceo	Akitz	Thevetia gaumeri		0.011	-4.533	0.049
2	Herbáceo	Barba de viejo	Cissampelos pareira		0.011	-4.533	0.049
3	Herbáceo	Bejuco guaya	Serjania mexicana		0.022	-3.839	0.083
4	Herbáceo	Bocan che	Crossopetalum rhacoma		0.032	-3.434	0.111
5	Herbáceo	Boob	Coccoloba spicata		0.022	-3.839	0.083
6	Herbáceo	Box Chechem	Metopium brownei		0.043	-3.146	0.135
7	Herbáceo	Café xiw	Psychotria nervosa		0.086	-2.453	0.211
8	Herbáceo	Chen ak	Ipomoea jalapa		0.032	-3.434	0.111
9	Herbáceo	Chicozapote	Manilkara zapota		0.022	-3.839	0.083
10	Herbáceo	Chit	Thrinax radiata	A	0.032	-3.434	0.111
11	Herbáceo	Cojolite	Cupania glabra		0.022	-3.839	0.083
12	Herbáceo	Cordoncillo	Piper amalago		0.011	-4.533	0.049
13	Herbáceo	Guaya	Talisia olivaeformis		0.011	-4.533	0.049
14	Herbáceo	Jabin	Piscidia piscipula		0.022	-3.839	0.083
15	Herbáceo	Kanasin	Lonchocarpus rugosus		0.011	-4.533	0.049
16	Herbáceo	kanchunup	Thouinia paucidentata		0.022	-3.839	0.083
17	Herbáceo	Kitamche	Caesalpinia gaumeri		0.011	-4.533	0.049
18	Herbáceo	Mahahua	Hamphea trilobata		0.011	-4.533	0.049
19	Herbáceo	Nacax	Coccothrinax readii	A	0.022	-3.839	0.083
20	Herbáceo	Pakal che	Samyda yucatenensis		0.022	-3.839	0.083
21	Herbáceo	Pata de vaca	Bauhinia divaricata		0.054	-2.923	0.157
22	Herbáceo	Perezcuts	Croton arboreus		0.011	-4.533	0.049
23	Herbáceo	Picapica	Dalechampia scandens		0.032	-3.434	0.111
24	Herbáceo	Pomolche	Jatropha gaumeri		0.043	-3.146	0.135
25	Herbáceo	Ramon	Brosimum alicastrum		0.011	-4.533	0.049
26	Herbáceo	Sac pah	Byrsonima bucidaefolia		0.032	-3.434	0.111
27	Herbáceo	Sacbob	Coccoloba reflexiflora		0.054	-2.923	0.157
28	Herbáceo	Si'it	Laciadis divarigata		0.022	-3.839	0.083
29	Herbáceo	Sutub	Helicteres baruensis		0.022	-3.839	0.083
30	Herbáceo	Tulipansillo	Malvaviscus arboreus		0.011	-4.533	0.049
31	Herbáceo	Xiat	Chamaedorea seifrizii		0.054	-2.923	0.157
32	Herbáceo	Yaiti	Gymnanthes lucida		0.065	-2.741	0.177
33	Herbáceo	Yaxnix	Vitex gaumeri		0.043	-3.146	0.135
34	Herbáceo	Zapote amarillo	Pouteria campechiana		0.075	-2.587	0.195
					1.000	-126.880	3.327

Riqueza (S) =	34
----------------------	----

H' Calculada =	3.327
H max =	3.526
Equidad (J) =	0.943
H max - H' =	0.199

El índice de diversidad en el estrato herbáceo de acuerdo con el método de Shannon Wiener fue calculado en 3.327 mientras que la diversidad máxima que puede presentar es de 3.526, lo cual nos da un índice de equidad de 0.943, esto indica que las 34 especies de flora arbustiva reportadas, presenta cada una el 94 % de probabilidad de ser encontradas en el sitio. Es importante señalar que, de las 34 especies de flora, dos se encuentra dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010 que es la que se conoce como Chi'it (*Thrinax radiata*) y Nacax (*Coccothrinax readii*).

a.6). Índice de Valor de Importancia en Selva Mediana Subperennifolia.

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

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

Estrato arbóreo

En este estrato se identifican 78 especies, de las cuales los resultados indican que *Vitex gaumeri* alcanza a participar con el 3.3% del IVI estimado en este estrato, seguida por *Diphysa carthagenensis* que aporta otro 2.8%, sin embargo se puede apreciar que este estrato en cuanto al índice de valor de importancia se encuentra distribuido equitativamente, lo cual es indicativo de una selva en buen estado de conservación.

Cuadro 9. Valor de Importancia de las especies en el estrato arbóreo en Selva Mediana Subperennifolia.					
No	Estrato	Nombre común	Nombre científico	IVI	%
1	Arbóreo	Yaxnix	<i>Vitex gaumeri</i>	10.022	3.3
2	Arbóreo	Ruda de monte	<i>Diphysa carthagenensis</i>	8.295	2.8
3	Arbóreo	Chaca rojo	<i>Bursera simaruba</i>	8.188	2.7
4	Arbóreo	Copal	<i>Protium copal</i>	8.023	2.7
5	Arbóreo	Ramon	<i>Brosimum alicastrum</i>	7.693	2.6
6	Arbóreo	Takinche	<i>Caesalpinia yucatanensis</i>	7.509	2.5
7	Arbóreo	Tatsi	<i>Neea psychotrioides</i>	7.084	2.4
8	Arbóreo	Yaiti	<i>Gymnanthes lucida</i>	6.996	2.3

Cuadro 9. Valor de Importancia de las especies en el estrato arbóreo en Selva Mediana Subperennifolia.					
No	Estrato	Nombre común	Nombre científico	IVI	%
9	Arbóreo	Capulincillo	Trema micrantha	6.315	2.1
10	Arbóreo	Tamay	Zuelania guidonia	6.130	2.0
11	Arbóreo	Chicozapote	Manilkara zapota	5.735	1.9
12	Arbóreo	Alamo	Ficus maxima	5.628	1.9
13	Arbóreo	Sac pah	Byrsonima bucidaefolia	5.493	1.8
14	Arbóreo	Palosanto	Croton niveus	5.468	1.8
15	Arbóreo	Akitz	Thevetia gaumeri	5.403	1.8
16	Arbóreo	Verde lucero	Chloroleucon mangense	5.008	1.7
17	Arbóreo	Pochote	Ceiba schottii	4.965	1.7
18	Arbóreo	Sacchaca	Euphorbia schlectendalii	4.952	1.7
19	Arbóreo	Quiebra hacha	Krugiodendron ferreum	4.915	1.6
20	Arbóreo	Pakal che	Samyda yucatanensis	4.825	1.6
21	Arbóreo	uvas che'	Ottoschulzia pallida	4.763	1.6
22	Arbóreo	Sacbob	Coccoloba reflexiflora	4.740	1.6
23	Arbóreo	Xuul	Lonchocarpus xuul	4.683	1.6
24	Arbóreo	Tzalam	Lysiloma latisiliquum	4.531	1.5
25	Arbóreo	Guarumbo	Cecropia obtusifolia	4.530	1.5
26	Arbóreo	Nacax	Coccothrinax readii	4.391	1.5
27	Arbóreo	Tazta'ab	Guettarda combsii Urban	4.323	1.4
28	Arbóreo	Sac pich	Acacia glomerosa	4.266	1.4
29	Arbóreo	Xpisit che	Diospyros verae-crucis	4.221	1.4
30	Arbóreo	Tinto	Haematoxylon campechianum	4.206	1.4
31	Arbóreo	Pomolche	Jatropha gaumeri	4.142	1.4
32	Arbóreo	Kantoko	Myrcianthes fragrans	4.142	1.4
33	Arbóreo	Amatillo	Ficus perdusa	4.063	1.4
34	Arbóreo	yax'catzim	Mimosa bahamensis	3.986	1.3
35	Arbóreo	Sibul	Sapindus saponaria	3.928	1.3
36	Arbóreo	Cornozuelo	Acacia cornigera	3.905	1.3
37	Arbóreo	Mata palo	Ficus obtusifolia	3.630	1.2
38	Arbóreo	Caracolillo	Sideroxylon foetidissimum	3.600	1.2
39	Arbóreo	Tohyub	Coccoloba acapulcensis	3.599	1.2
40	Arbóreo	Sinanche	Alvaradoa amorphoides	3.590	1.2
41	Arbóreo	Muk	Celtis iguanaea	3.505	1.2
42	Arbóreo	Xdoj'tani	Chromolaena laevigata	3.494	1.2
43	Arbóreo	Balche ka	Lonchocarpus yucatanensis	3.481	1.2
44	Arbóreo	Majahua	Hampea trilobata	3.452	1.2
45	Arbóreo	Ekulub	Drypetes lateriflora	3.310	1.1
46	Arbóreo	Higo	Ficus tecolutensis	3.310	1.1
47	Arbóreo	Marlberry	Ardisia Escallonioides	3.244	1.1
48	Arbóreo	Kanchunup	Thouinia paucidentata	3.191	1.1
49	Arbóreo	Laurelillo	Nectandra salicifolia	3.045	1.0
50	Arbóreo	Boob	Coccoloba spicata	3.005	1.0
51	Arbóreo	Chike	Chrysophyllum mexicanum	3.005	1.0

Cuadro 9. Valor de Importancia de las especies en el estrato arbóreo en Selva Mediana Subperennifolia.					
No	Estrato	Nombre común	Nombre científico	IVI	%
52	Arbóreo	Kanpokolche	Machaonia lindeniana	2.761	0.9
53	Arbóreo	Kanasin	Lonchocarpus rugosus	2.745	0.9
54	Arbóreo	Jobillo	Astronium graveolens	2.697	0.9
55	Arbóreo	Kitamche	Caesalpinia gaumeri	2.583	0.9
56	Arbóreo	Katalox	Swartzia cubensis	2.552	0.9
57	Arbóreo	kanlol	Lonchocarpus parviflorus	2.504	0.8
58	Arbóreo	Silil	Diospyros cuneata	2.454	0.8
59	Arbóreo	Box Chechem	Metopium brownei	2.264	0.8
60	Arbóreo	Zapote amarillo	Pouteria campechiana	2.122	0.7
61	Arbóreo	Bocan che	Crossopetalum rhacoma	2.105	0.7
62	Arbóreo	Caimito	Chrysophyllum mexicanum	2.105	0.7
63	Arbóreo	Granadillo	Platymiscium yucatanum	2.105	0.7
64	Arbóreo	Huano	Sabal yapa	2.105	0.7
65	Arbóreo	Ix imm ché	Casearia corymbosa	2.105	0.7
66	Arbóreo	Jabin	Piscidia piscipula	2.105	0.7
67	Arbóreo	Canchunup	Thouinia paucidentata	1.800	0.6
68	Arbóreo	Cascarillo	Casearia nitida	1.800	0.6
69	Arbóreo	Higuito	Ficus padifolia	1.800	0.6
70	Arbóreo	Bob chel	Coccoloba barbadensis	1.510	0.5
71	Arbóreo	Dzidzilche	Gymnopodium antigonoides	1.510	0.5
72	Arbóreo	Ik'iche	Erythroxylum confusum	1.495	0.5
73	Arbóreo	Zapotillo	Pouteria reticulata	1.428	0.5
74	Arbóreo	Chit	Thrinax radiata	1.205	0.4
75	Arbóreo	Elemuy	Mosannonna depressa	1.205	0.4
76	Arbóreo	Guayabillo	Mycianthes fragrans	1.205	0.4
77	Arbóreo	Chintok	Krugiodendron ferreum	0.900	0.3
78	Arbóreo	Guaya	Talisia olivaeformis	0.900	0.3
				300.00	100.0

Estrato Arbustivo

En el estrato arbustivo se presentan 1 especie dominante el *Manilkara zapota* con un IVI de 22.462 representado el 7.5% de todas las especies, posteriormente todas las demás especies se van distribuyendo equitativamente como se puede observar en el siguiente cuadro:

Cuadro 10. Valor de importancia para el estrato arbustivo en Selva Mediana Subperennifolia					
No	Estrato	Nombre común	Nombre científico	IVI	%
1	Arbustivo	Chicozapote	Manilkara zapota	22.462	7.5
2	Arbustivo	Cornozuelo	Acacia cornigera	10.880	3.6

Cuadro 10. Valor de importancia para el estrato arbustivo en Selva Mediana Subperennifolia					
No	Estrato	Nombre común	Nombre científico	IVI	%
3	Arbustivo	Guarumbo	Cecropia obtusifolia	10.048	3.3
4	Arbustivo	Guaya	Talisia olivaeformis	9.879	3.3
5	Arbustivo	Boob	Coccoloba spicata	9.820	3.3
6	Arbustivo	Chak che	Maytenus guatemalensis	8.938	3.0
7	Arbustivo	Cojolite	Cupania glabra	8.401	2.8
8	Arbustivo	Sacchaca	Dendropanax arboreus	8.251	2.8
9	Arbustivo	Chakni	Calyptanthes pallens	8.003	2.7
10	Arbustivo	Copal	Protium copal	7.933	2.6
11	Arbustivo	Katalox	Swartzia cubensis	7.802	2.6
12	Arbustivo	Pata de vaca	Bauhinia divaricata	7.682	2.6
13	Arbustivo	Sacbob	Coccoloba reflexiflora	7.347	2.4
14	Arbustivo	Sipche	Bunchosia glandulosa	7.093	2.4
15	Arbustivo	Kitamche	Caesalpinia gaumeri	6.692	2.2
16	Arbustivo	Alamo	Ficus maxima	6.644	2.2
17	Arbustivo	Nacax	Coccothrinax readii	6.241	2.1
18	Arbustivo	Pata de venado	Bauhinia unguilata	6.198	2.1
19	Arbustivo	Chit	Thrinax radiata	6.025	2.0
20	Arbustivo	Ik'iche	Erythroxylum confusum	5.945	2.0
21	Arbustivo	Jabin	Piscidia piscipula	5.945	2.0
22	Arbustivo	Akitz	Thevetia gaumeri	5.939	2.0
23	Arbustivo	Pomolche	Jatropha gaumeri	5.915	2.0
24	Arbustivo	Zapote amarillo	Pouteria campechiana	5.657	1.9
25	Arbustivo	Ramon	Brosimum alicastrum	5.104	1.7
26	Arbustivo	Café xiw	Psychotria nervosa	4.899	1.6
27	Arbustivo	Yaxnix	Vitex gaumeri	4.888	1.6
28	Arbustivo	Tulipancillo	Malvaviscus arboreus	4.832	1.6
29	Arbustivo	Caracolillo	Sideroxylon foetidissimum	4.827	1.6
30	Arbustivo	Tohyub	Coccoloba acapulcensis	4.792	1.6
31	Arbustivo	Perezcuts	Croton arboreus	4.757	1.6
32	Arbustivo	Elemuy	Mosannonna depressa	4.616	1.5
33	Arbustivo	Ekulub	Drypetes lateriflora	4.540	1.5
34	Arbustivo	Huano	Sabal japa	4.480	1.5
35	Arbustivo	Phitecelobium	Zygia stevensonii	4.474	1.5
36	Arbustivo	Sac pich	Acacia glomerosa	4.431	1.5
37	Arbustivo	Chaca rojo	Bursera simaruba	4.402	1.5
38	Arbustivo	Tzalam	Lysiloma latisiliquum	4.311	1.4
39	Arbustivo	Jobillo	Astronium graveolens	3.993	1.3
40	Arbustivo	Tatsi	Neea psychotrioides	3.639	1.2
41	Arbustivo	Subin	Acacia cornigera	3.318	1.1
42	Arbustivo	Majahua	Hampea trilobata	3.086	1.0
43	Arbustivo	Guaje	Leucaena leucocephala	2.870	1.0
44	Arbustivo	kanchunup	Thouinia paucidentata	2.870	1.0
45	Arbustivo	Xiat	Chamaedorea seifrizii	2.870	1.0

Cuadro 10. Valor de importancia para el estrato arbustivo en Selva Mediana Subperennifolia					
No	Estrato	Nombre común	Nombre científico	IVI	%
46	Arbustivo	Yaiti	Gymnanthes lucida	2.870	1.0
47	Arbustivo	Guayabillo	Psidium sartorianum	2.702	0.9
48	Arbustivo	Marlberry	Ardisia Escallonioides	2.582	0.9
49	Arbustivo	Xuul	Lonchocarpus xuul	2.357	0.8
50	Arbustivo	Xpisit che	Diospyros verae-crucis	2.069	0.7
51	Arbustivo	Caimito	Chrysophyllum mexicanum	1.877	0.6
52	Arbustivo	Capulinsillo	Trema micrantha	1.805	0.6
				300.0000	100.0

Estrato herbáceo

Para este estrato herbáceo se puede observar que nuevamente todas las especies se distribuyen homogéneamente siendo las más representativa con un 7 % de la población la *Psychotria nervosa* con un IVI de 21.126, seguida de *Gymnanthes lucida* con un IVI de 20.746.

Cuadro 11. Valor de importancia para el estrato herbáceo en Selva					
No.	Estrato	Nombre común	Nombre científico	IVI	%
1	Herbáceo	Café xiw	Psychotria nervosa	21.126	7.0
2	Herbáceo	Yaiti	Gymnanthes lucida	20.746	6.9
3	Herbáceo	Zapote amarillo	Pouteria campechiana	17.015	5.7
4	Herbáceo	Xiat	Chamaedorea seifrizii	16.635	5.5
5	Herbáceo	Pomolche	Jatropha gaumeri	14.485	4.8
6	Herbáceo	Pata de vaca	Bauhinia divaricata	12.713	4.2
7	Herbáceo	Sacbob	Coccoloba reflexiflora	12.713	4.2
8	Herbáceo	Box Chechem	Metopium brownei	12.524	4.2
9	Herbáceo	Chit	Thrinax radiata	12.334	4.1
10	Herbáceo	Yaxnix	Vitex gaumeri	10.563	3.5
11	Herbáceo	Bocan che	Crossopetalum rhacoma	10.373	3.5
12	Herbáceo	Picapica	Dalechampia scandens	10.373	3.5
13	Herbáceo	Barba de viejo	Cissampelos pareira	9.994	3.3
14	Herbáceo	Chen ak	Ipomoea jalapa	8.412	2.8
15	Herbáceo	Sac pah	Byrsonima bucidaefolia	8.412	2.8
16	Herbáceo	Cojolute	Cupania glabra	8.223	2.7
17	Herbáceo	Bejuco guaya	Serjania mexicana	6.262	2.1
18	Herbáceo	Boob	Coccoloba spicata	6.262	2.1
19	Herbáceo	Chicozapote	Manilkara zapota	6.262	2.1
20	Herbáceo	Jabin	Piscidia piscipula	6.262	2.1
21	Herbáceo	kanchunup	Thouinia paucidentata	6.262	2.1
22	Herbáceo	Nacax	Coccothrinax readii	6.262	2.1
23	Herbáceo	Pakal che	Samyda yucatenensis	6.262	2.1
24	Herbáceo	Si'it	Laciadis divarigata	6.262	2.1

Cuadro 11. Valor de importancia para el estrato herbáceo en Selva					
No.	Estrato	Nombre común	Nombre científico	IVI	%
25	Herbáceo	Sutub	Helicteres baruensis	6.262	2.1
26	Herbáceo	Akitz	Thevetia gaumeri	4.111	1.4
27	Herbáceo	Cordoncillo	Piper amalago	4.111	1.4
28	Herbáceo	Guaya	Talisia olivaeformis	4.111	1.4
29	Herbáceo	Kanasin	Lonchocarpus rugosus	4.111	1.4
30	Herbáceo	Kitamche	Caesalpinia gaumeri	4.111	1.4
31	Herbáceo	Mahahua	Hamphea trilobata	4.111	1.4
32	Herbáceo	Perezcuts	Croton arboreus	4.111	1.4
33	Herbáceo	Ramon	Brosimum alicastrum	4.111	1.4
34	Herbáceo	Tulipansillo	Malvaviscus arboreus	4.111	1.4
				300.00	100.0

a.7) Abundancia y densidad de arbolado en Selva Mediana Subperennifolia

Se ha estimado que en total existen 16395 individuos/Ha distribuidos en los tres estratos que integran la estructura vertical de la vegetación de Selva Mediana Subperennifolia del predio, teniendo, como es esperado, una alta abundancia en los estratos bajos derivado de la presencia de juveniles.

Estrato arbóreo.

Para el caso del estrato arbóreo se han contabilizado un número total de 820 individuos/Ha lo cual se puede interpretar como un número alto, siendo los más abundantes el *Bursera simaruba* y el *Vitex gaumeri* con más de 40 ejemplares por hectárea, como se puede apreciar en el siguiente cuadro:

Cuadro 12. Diversidad de especies muestreadas en el estrato arbóreo Predio						
No.	Estrato	Familia	Nombre común	Nombre científico	Ind/ha	%
1	Arbóreo	Burseraceae	Chaca rojo	Bursera simaruba	53	6.4
2	Arbóreo	Verbenaceae	Yaxnix	Vitex gaumeri	48	5.8
3	Arbóreo	Sapotaceae	Chicozapote	Manilkara zapota	28	3.4
4	Arbóreo	Euphorbiaceae	Yaiti	Gymnanthes lucida	25	3.0
5	Arbóreo	Ulmaceae	Capulincillo	Trema micrantha	23	2.7
6	Arbóreo	Moraceae	Guarumbo	Cecropia obtusifolia	23	2.7
7	Arbóreo	Leguminosae	Balche ka	Lonchocarpus yucatanensis	20	2.4
8	Arbóreo	Myrtaceae	Kantoko	Myrcianthes fragrans	20	2.4
9	Arbóreo	Moraceae	Mata palo	Ficus obtusifolia	20	2.4
10	Arbóreo	Euphorbiaceae	Palosanto	Croton niveus	20	2.4
11	Arbóreo	Apiaceae	Sacchaca	Euphorbia schlectendalii	20	2.4
12	Arbóreo	Moraceae	Amatillo	Ficus perdusa	15	1.8
13	Arbóreo	Malvaceae	Majahua	Hampea trilobata	15	1.8

Cuadro 12. Diversidad de especies muestreadas en el estrato arbóreo Predio						
No.	Estrato	Familia	Nombre común	Nombre científico	Ind/ha	%
14	Arbóreo	Malvaceae	Pochote	<i>Ceiba schottii</i>	15	1.8
15	Arbóreo	Apocynaceae	Akitz	<i>Thevetia gaumeri</i>	13	1.5
16	Arbóreo	Fabaceae	Cornozuelo	<i>Acacia cornigera</i>	13	1.5
17	Arbóreo	Putranjivaceae	Ekulub	<i>Drypetes lateriflora</i>	13	1.5
18	Arbóreo	Moraceae	Higo	<i>Ficus tecolutensis</i>	13	1.5
19	Arbóreo	Lauraceae	Laurelillo	<i>Nectandra salicifolia</i>	13	1.5
20	Arbóreo	Ulmaceae	Muk	<i>Celtis iguanaea</i>	13	1.5
21	Arbóreo	Fabaceae	Ruda de monte	<i>Diphysa carthagenensis</i>	13	1.5
22	Arbóreo	Fabaceae	Sac pich	<i>Acacia glomerosa</i>	13	1.5
23	Arbóreo	Burseraceae	Copal	<i>Protium copal</i>	13	1.5
24	Arbóreo	Moraceae	Alamo	<i>Ficus maxima</i>	10	1.2
25	Arbóreo	Polygonaceae	Boob	<i>Coccoloba spicata</i>	10	1.2
26	Arbóreo	Sapotaceae	Caracolillo	<i>Sideroxylon foetidissimum</i>	10	1.2
27	Arbóreo	Sapotaceae	Chike	<i>Chrysophyllum mexicanum</i>	10	1.2
28	Arbóreo	Sapindaceae	Kanchunup	<i>Thouinia paucidentata</i>	10	1.2
29	Arbóreo	Arecaceae	Nacax	<i>Coccothrinax readii</i>	10	1.2
30	Arbóreo	Moraceae	Ramon	<i>Brosimum alicastrum</i>	10	1.2
31	Arbóreo	Malpighiaceae	Sac pah	<i>Byrsonima bucidaefolia</i>	10	1.2
32	Arbóreo	Nyctaginaceae	Tatsi	<i>Neea psychotrioides</i>	10	1.2
33	Arbóreo	Fabaceae	Tinto	<i>Haematoxylon campechianum</i>	10	1.2
34	Arbóreo	Leguminosae	Verde lucero	<i>Chloroleucon mangense</i>	10	1.2
35	Arbóreo	Fabaceae	yax'catzim	<i>Mimosa bahamensis</i>	10	1.2
36	Arbóreo	Polygonaceae	Bob chel	<i>Coccoloba barbadensis</i>	8	0.9
37	Arbóreo	Celastraceae	Bocan che	<i>Crossopetalum rhacoma</i>	8	0.9
38	Arbóreo	Anacardiaceae	Box Chechem	<i>Metopium brownei</i>	8	0.9
39	Arbóreo	Sapotaceae	Caimito	<i>Chrysophyllum mexicanum</i>	8	0.9
40	Arbóreo	Polygonaceae	Dzidzilche	<i>Gymnopodium antigonoides</i>	8	0.9
41	Arbóreo	Fabaceae	Granadillo	<i>Platymiscium yucatanum</i>	8	0.9
42	Arbóreo	Arecaceae	Huano	<i>Sabal yapa</i>	8	0.9
43	Arbóreo	Salicaceae	Ix imm ché	<i>Casearia corymbosa</i>	8	0.9
44	Arbóreo	Fabaceae	Jabin	<i>Piscidia piscipula</i>	8	0.9
45	Arbóreo	Rubiaceae	Kanpokolche	<i>Machaonia lindeniana</i>	8	0.9
46	Arbóreo	Leguminosae	Katalox	<i>Swartzia cubensis</i>	8	0.9
47	Arbóreo	Leguminosae	Kitamche	<i>Caesalpinia gaumeri</i>	8	0.9
48	Arbóreo	Flacourtiaceae	Pakal che	<i>Samyda yucatenensis</i>	8	0.9
49	Arbóreo	Polygonaceae	Sacbob	<i>Coccoloba reflexiflora</i>	8	0.9
50	Arbóreo	Sapindaceae	Sibul	<i>Sapindus saponaria</i>	8	0.9
51	Arbóreo	Ebenaceae	Silil	<i>Diospyros cuneata</i>	8	0.9
52	Arbóreo	Polygonaceae	Tohyub	<i>Coccoloba acapulcensis</i>	8	0.9
53	Arbóreo	Asteraceae	Xdoj'tani	<i>Chromolaena laevigata</i>	8	0.9
54	Arbóreo	Leguminosae	Xuul	<i>Lonchocarpus xuul</i>	8	0.9
55	Arbóreo	Sapindaceae	Canchunup	<i>Thouinia paucidentata</i>	5	0.6
56	Arbóreo	Flacourtiaceae	Cascarillo	<i>Casearia nitida</i>	5	0.6
57	Arbóreo	Palmae	Chit	<i>Thrinax radiata</i>	5	0.6
58	Arbóreo	Annonaceae	Elemuy	<i>Mosannonna depressa</i>	5	0.6

Cuadro 12. Diversidad de especies muestreadas en el estrato arbóreo Predio						
No.	Estrato	Familia	Nombre común	Nombre científico	Ind/ha	%
59	Arbóreo	Myrtaceae	Guayabillo	Mycianthes fragrans	5	0.6
60	Arbóreo	Moraceae	Higuito	Ficus padifolia	5	0.6
61	Arbóreo	Anacardiaceae	Jobillo	Astronium graveolens	5	0.6
62	Arbóreo	Leguminosae	Kanasin	Lonchocarpus rugosus	5	0.6
63	Arbóreo	Fabaceae	kanlol	Lonchocarpus parviflorus	5	0.6
64	Arbóreo	Myrsinaceae	Marlberry	Ardisia Escallonioides	5	0.6
65	Arbóreo	Rhamnaceae	Quebra hacha	Krugiodendron ferreum	5	0.6
66	Arbóreo	Simaroubaceae	Sinanche	Alvaradoa amorphoides	5	0.6
67	Arbóreo	Flacourtiaceae	Tamay	Zuelania guidonia	5	0.6
68	Arbóreo	Rubiaceae	Tazta'ab	Guettarda combsii Urban	5	0.6
69	Arbóreo	Fabaceae	Tzalam	Lysiloma latisiliquum	5	0.6
70	Arbóreo	Icacinaceae	uvas che'	Ottoschulzia pallida	5	0.6
71	Arbóreo	Ebenaceae	Xpisit che	Diospyros verae-crucis	5	0.6
72	Arbóreo	Commelinaceae	Chintok	Krugiodendron ferreum	3	0.3
73	Arbóreo	Sapindaceae	Guaya	Talisia olivaeformis	3	0.3
74	Arbóreo	Erythroxylaceae	Ik'iche	Erythroxylum confusum	3	0.3
75	Arbóreo	Euphorbiaceae	Pomolche	Jatropha gaumeri	3	0.3
76	Arbóreo	Leguminosae	Takinche	Caesalpinia yucatanensis	3	0.3
77	Arbóreo	Sapotaceae	Zapote amarillo	Pouteria campechiana	3	0.3
78	Arbóreo	Sapotaceae	Zapotillo	Pouteria reticulata	3	0.3
					820	100

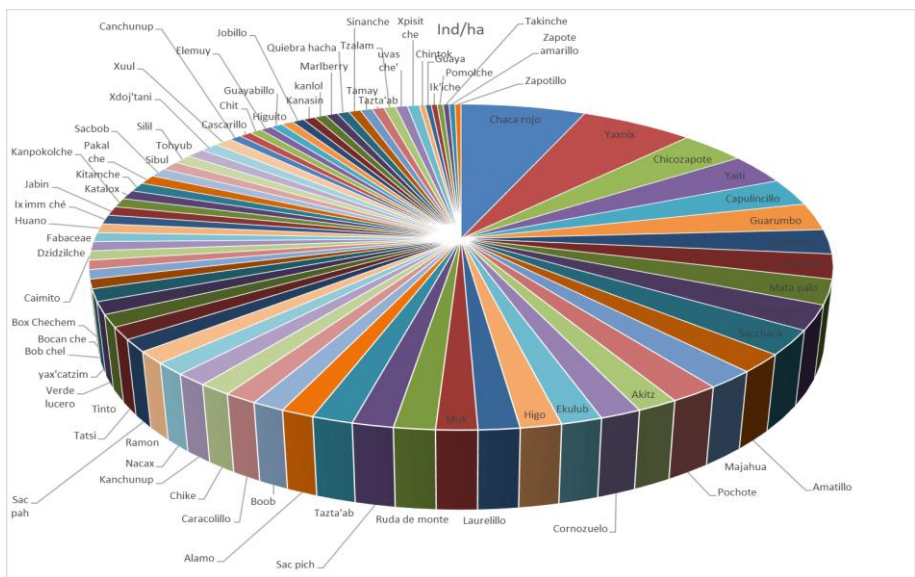


Figura 11. Diversidad de especies del estrato arbóreo.

Estrato arbustivo

Para el caso de este estrato se ha estimado con el muestreo, que existen alrededor de 3950 individuos/ha de los cuales *Manilkara zapota* es la más abundante representando en conjunto el 12.7 por ciento de todas las especies del estrato arbustivo.

Cuadro 13. Diversidad de especies muestreadas en el estrato arbustivo Predio						
No.	Estrato	Familia	Nombre común	Nombre científico	Ind/ha	%
1	Arbustivo	Sapotaceae	Chicozapote	Manilkara zapota	500	12.7
2	Arbustivo	Fabaceae	Cornozuelo	Acacia cornigera	275	7.0
3	Arbustivo	Polygonaceae	Boob	Coccoloba spicata	250	6.3
4	Arbustivo	Burseraceae	Copal	Protium copal	250	6.3
5	Arbustivo	Celastraceae	Chak che	Maytenus guatemalensis	125	3.2
6	Arbustivo	Palmae	Huano	Sabal japa	125	3.2
7	Arbustivo	Rubiaceae	Café xiw	Psychotria nervosa	100	2.5
8	Arbustivo	Sapotaceae	Caracolillo	Sideroxylon foetidissimum	100	2.5
9	Arbustivo	Sapindaceae	Cojolite	Cupania glabra	100	2.5
10	Arbustivo	Annonaceae	Elemuy	Mosannonna depressa	100	2.5
11	Arbustivo	Moraceae	Alamo	Ficus maxima	75	1.9
12	Arbustivo	Palmae	Chit	Thrinax radiata	75	1.9
13	Arbustivo	Leguminosae	Kitamche	Caesalpinia gaumeri	75	1.9
14	Arbustivo	Polygonaceae	Sacbob	Coccoloba reflexiflora	75	1.9
15	Arbustivo	Apocynaceae	Akitz	Thevetia gaumeri	50	1.3
16	Arbustivo	Burseraceae	Chaca rojo	Bursera simaruba	50	1.3
17	Arbustivo	Putranjivaceae	Ekulub	Drypetes lateriflora	50	1.3
18	Arbustivo	Leguminosae	Guaje	Leucaena leucocephala	50	1.3
19	Arbustivo	Moraceae	Guarumbo	Cecropia obtusifolia	50	1.3
20	Arbustivo	Sapindaceae	Guaya	Talisia olivaeformis	50	1.3
21	Arbustivo	Myrtaceae	Guayabillo	Psidium sartorianum	50	1.3
22	Arbustivo	Erythroxylaceae	Ik'iche	Erythroxylum confusum	50	1.3
23	Arbustivo	Fabaceae	Jabin	Piscidia piscipula	50	1.3
24	Arbustivo	Anacardiaceae	Jobillo	Astronium graveolens	50	1.3
25	Arbustivo	Sapindaceae	kanchunup	Thouinia paucidentata	50	1.3
26	Arbustivo	Leguminosae	Katalox	Swartzia cubensis	50	1.3
27	Arbustivo	Malvaceae	Majahua	Hampea trilobata	50	1.3
28	Arbustivo	Myrsinaceae	Marlberry	Ardisia Escallonioides	50	1.3
29	Arbustivo	Palmae	Nacax	Coccothrinax readii	50	1.3
30	Arbustivo	Fabaceae	Pata de vaca	Bauhinia divaricata	50	1.3
31	Arbustivo	Fabaceae	Pata de venado	Bauhinia ungulaata	50	1.3
32	Arbustivo	Euphorbiaceae	Perezcuts	Croton arboreus	50	1.3
33	Arbustivo	Leguminosae	Phitecelobium	Zygia stevensonii	50	1.3
34	Arbustivo	Euphorbiaceae	Pomolche	Jatropha gaumeri	50	1.3
35	Arbustivo	Moraceae	Ramon	Brosimum alicastrum	50	1.3
36	Arbustivo	Fabaceae	Sac pich	Acacia glomerosa	50	1.3
37	Arbustivo	Apiaceae	Sacchaca	Dendropanax arboreus	50	1.3
38	Arbustivo	Malpighiaceae	Sipche	Bunchosia glandulosa	50	1.3
39	Arbustivo	Nyctaginaceae	Tatsi	Neea psychotrioides	50	1.3
40	Arbustivo	Polygonaceae	Tohyub	Coccoloba acapulcensis	50	1.3
41	Arbustivo	Fabaceae	Tzalam	Lysiloma latisiliquum	50	1.3
42	Arbustivo	Arecaceae	Xiat	Chamaedorea seifrizii	50	1.3
43	Arbustivo	Euphorbiaceae	Yaiti	Gymnanthes lucida	50	1.3
44	Arbustivo	Verbenaceae	Yaxnix	Vitex gaumeri	50	1.3
45	Arbustivo	Sapotaceae	Zapote amarillo	Pouteria campechiana	50	1.3
46	Arbustivo	Sapotaceae	Caimito	Chrysophyllum mexicanum	25	0.6

Cuadro 13. Diversidad de especies muestreadas en el estrato arbustivo Predio						
No.	Estrato	Familia	Nombre común	Nombre científico	Ind/ha	%
47	Arbustivo	Ulmaceae	Capulinsillo	Trema micrantha	25	0.6
48	Arbustivo	Myrtaceae	Chakni	Calyptanthes pallens	25	0.6
49	Arbustivo	Fabaceae	Subin	Acacia cornigera	25	0.6
50	Arbustivo	Malvaceae	Tulipancillo	Malvaviscus arboreus	25	0.6
51	Arbustivo	Ebenaceae	Xpisit che	Diospyros verae-crucis	25	0.6
52	Arbustivo	Leguminosae	Xuul	Lonchocarpus xuul	25	0.6
					3950	100

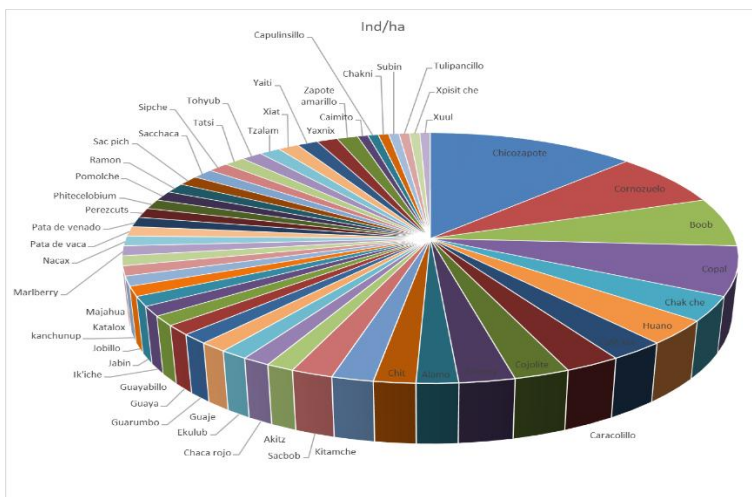


Figura 12. Diversidad de especies del estrato arbustivo.

Estrato herbáceo

Para el estrato herbáceo, que por su condición es el más abundante y el que más individuos aporta en el muestreo, se estima que existen 11,625 individuos/ha en los que *Psychotria nervosa* es la más dominantes en este estrato, representando el 8.6% de la población.

Cuadro 14. Diversidad de especies muestreadas en el estrato herbáceo Predio						
No.	Estrato	Familia	Nombre común	Nombre científico	Ind/ha	%
1	Herbáceo	Rubiaceae	Café xiw	Psychotria nervosa	1000	8.6
2	Herbáceo	Sapotaceae	Zapote amarillo	Pouteria campechiana	875	7.5
3	Herbáceo	Euphorbiaceae	Yaiti	Gymnanthes lucida	750	6.5
4	Herbáceo	Fabaceae	Pata de vaca	Bauhinia divaricata	625	5.4
5	Herbáceo	Polygonaceae	Sacbob	Coccoloba reflexiflora	625	5.4
6	Herbáceo	Arecaceae	Xiat	Chamaedorea seifrizii	625	5.4
7	Herbáceo	Anacardiaceae	Box Chechem	Metopium brownei	500	4.3
8	Herbáceo	Euphorbiaceae	Pomolche	Jatropha gaumeri	500	4.3
9	Herbáceo	Verbenaceae	Yaxnix	Vitex gaumeri	500	4.3
10	Herbáceo	Celastraceae	Bocan che	Crossopetalum rhacoma	375	3.2
11	Herbáceo	Convolvulaceae	Chen ak	Ipomoea jalapa	375	3.2
12	Herbáceo	Palmae	Chit	Thrinax radiata	375	3.2
13	Herbáceo	Euphorbiaceae	Picapica	Dalechampia scandens	375	3.2
14	Herbáceo	Malpighiaceae	Sac pah	Byrsonima bucidaefolia	375	3.2

Cuadro 14. Diversidad de especies muestreadas en el estrato herbáceo Predio						
No.	Estrato		Nombre común	Nombre científico	Ind/ha	%
15	Herbáceo	Sapindaceae	Bejuco guaya	Serjania mexicana	250	2.2
16	Herbáceo	Polygonaceae	Boob	Coccoloba spicata	250	2.2
17	Herbáceo	Sapotaceae	Chicozapote	Manilkara zapota	250	2.2
18	Herbáceo	Sapindaceae	Cojolite	Cupania glabra	250	2.2
19	Herbáceo	Fabaceae	Jabin	Piscidia piscipula	250	2.2
20	Herbáceo	Sapindaceae	kanchunup	Thouinia paucidentata	250	2.2
21	Herbáceo	Palmae	Nacax	Coccothrinax readii	250	2.2
22	Herbáceo	Flacourtiaceae	Pakal che	Samyda yucatenensis	250	2.2
23	Herbáceo	Poaceae	Si'it	Laciadis divarigata	250	2.2
24	Herbáceo	Malvaceae	Sutub	Helicteres baruensis	250	2.2
25	Herbáceo	Apocynaceae	Akitz	Thevetia gaumeri	125	1.1
26	Herbáceo	Menispermaceae	Barba de viejo	Cissampelos pareira	125	1.1
27	Herbáceo	Piperaceae	Cordoncillo	Piper amalago	125	1.1
28	Herbáceo	Sapindaceae	Guaya	Talisia olivaeformis	125	1.1
29	Herbáceo	Leguminosae	Kanasin	Lonchocarpus rugosus	125	1.1
30	Herbáceo	Leguminosae	Kitamche	Caesalpinia gaumeri	125	1.1
31	Herbáceo	Malvaceae	Mahahua	Hamphea trilobata	125	1.1
32	Herbáceo	Euphorbiaceae	Perezcuts	Croton arboreus	125	1.1
33	Herbáceo	Moraceae	Ramon	Brosimum alicastrum	125	1.1
34	Herbáceo	Malvaceae	Tulipansillo	Malvaviscus arboreus	125	1.1
					11625	100

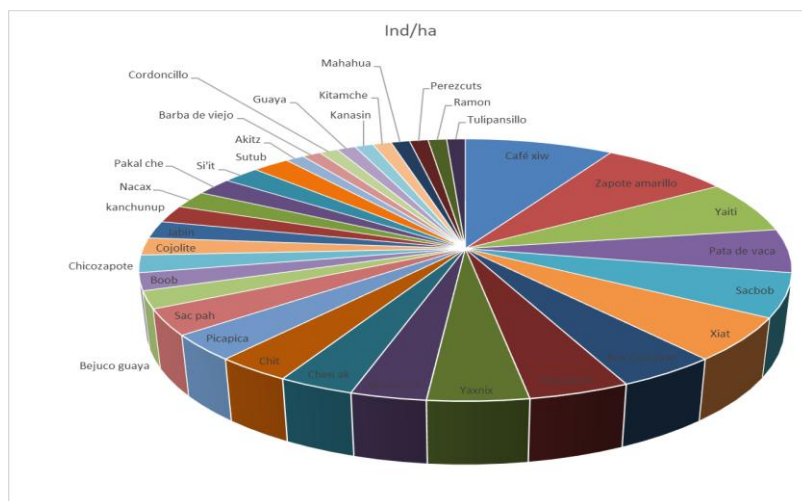


Figura 13. Diversidad de especies del estrato herbáceo.

b) Caracterización de la fauna silvestre en el sistema ambiental

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

b.1) Descripción del método de muestreo.

Se aplicaron tres métodos diferentes para el muestreo de fauna, los cuales se aplicaron sobre la vegetación de selva mediana subperennifolia, conforme a lo siguiente:

- Para estimar la densidad y registrar las especies de roedores se colocaron 5 cuadrículas con 5 trampas tipo Sherman por dos días las cuales fueron cebadas con una mezcla de avena y crema de cacahuate para atraer y garantizar la captura de los roedores, acumulando un esfuerzo total de 48 hrs/ trampa;
- Para el registro de especies de mamíferos de talla mediana y grande se dispusieron de 3 cámaras trampa Marca Moultrie modelo Game Spy por 3 días, acumulando un esfuerzo de trampeo de 216 hrs; las cámaras se colocaron a una altura promedio de 35 cm y fueron programadas para hacer dos disparos al momento de detectar el movimiento de cualquier tipo de organismo. Estos se restablecían a los 60 seg. Después del último disparo. Estas fueron cebadas con frutas como atrayente para especies frugívoras y herbívoras; y otras dos fueron cebadas con vísceras de pollo como atrayente para especies carnívoras.
- Para caracterizar la avifauna se utilizó el método de conteo por puntos, para ello se seleccionaron 4 sitios, en cada punto se realizaron observaciones con duración de 30 minutos cada una, durante tres días de igual forma, se observaron y anotaron todos los individuos que se percharon a los alrededores y los que pasaron volando. Las observaciones se realizaron entre las 06:00 a 08:00 hrs tal cual como se había mencionado en el ETJ.
- Para el muestreo de reptiles y anfibios se utilizó el método de conteo por puntos, para ello se seleccionaron 4 sitios, en cada punto se realizaron observaciones con duración de 30 minutos cada una, durante tres días de igual forma. Así mismo se podrían tomar datos recabados por las cámaras trampa que podrían llegar a captar algún ejemplar.

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

La herpetofauna se determinó mediante la recopilación de claves dicotómicas de Flores-Villela⁴ et. al (1995), los cambios taxonómicos fueron siguiendo a Flores-

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

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

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

Villela y Canseco-Márquez⁵ (2004), Frost⁶ et. al (2006), Wüster⁷ et. al (2005) y Smith⁸ (2005). La mastofauna fue determinada según Medellín⁹ et. al (1997), Wilson y Reeder¹⁰ (1993), Arita y Ceballos¹¹ (1997) y Reid (1997), mientras que los cambios taxonómicos fueron siguiendo a Ceballos¹² et. al (2005) y Ramírez-Pulido¹³ et. al (2005). Las aves fueron identificadas mediante las guías de Howell y Webb¹⁴ (1995) y Edwards¹⁵ (2003), la taxonomía y nombres actuales se realizaron según la American Ornithologist' Union¹⁶ (AOU) 1998. Las especies endémicas se registraron según Flores-Villela, 1993 para el caso de la herpetofauna. Ceballos, et. al (2005) para los mamíferos, la NOM-059-SEMARNAT-2010 para todas las clases y Howell, et. al (1995) para las aves.

Respecto al tamaño de la muestra, para que una muestra sea estadísticamente significativa, debe ser aleatoria (Fundación Universitaria Iberoamericana, s.f.)¹⁷ Para lo cual se cumple en ambos muestreos realizados, además de que el tamaño de la muestra no debe ser inferior a 30 (Fundación Universitaria Iberoamericana, s.f.). Por ello se trazaron de manera aleatoria.

El criterio empleado para el establecimiento de las líneas de muestreo fue el de aprovechar los senderos o brechas de acceso existentes. Respecto al tamaño de la muestra, un número de observaciones individuales demasiado elevado aporta a veces la misma información que un número inferior de observaciones.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

¹⁷ Fundación Universitaria Iberoamericana. S.f. *Compilación para el título de maestría en evaluación del impacto ambiental*.

Respecto a determinar si al muestreo fue o no representativo, hay que tomar en cuenta que resulta imposible registrar la totalidad de las especies presentes en un área determinada (Jiménez, 2003)¹⁸, este es un grave problema dado que la riqueza específica (S) es la principal variable descriptiva de la biodiversidad; razón por la cual se utilizaron cámaras espías que son muy útiles para el registro de fauna en movimiento, escurridizas que difícilmente se logran observar en una caminata normal de muestro. Por lo que la riqueza específica (S) para cada sitio estudiado, es confiable para ser analizado. Hay que tomar en cuenta que una especie puede variar su distribución en función de cambios en el ambiente, de manera que esta se pueda ver ampliada o disminuida. La metodología empleada para la estimación de la abundancia relativa, en donde según Franco (2011) "la diversidad de las comunidades habitualmente se analiza a través del patrón o patrones de distribución de la abundancia entre especies", siendo que ésta es "la fracción con la que contribuye dicha especie a la abundancia total" (Franco, 2011).

Resultados del muestreo de fauna.

Así mismo para estimar la biodiversidad del ecosistema se calculó el índice de Shannon-Wiener:

Para ello se utilizó la siguiente fórmula:

$$H' = - \sum_{i=1}^S p_i \log_2 p_i$$

Dónde:

H' = diversidad (bits/individuo).

S = número de especies.

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

n_i = número de individuos de la especie i .

N = número de todos los individuos de todas las especies.

Finalmente, para terminar el análisis del ecosistema se calculó el índice de equitatividad a través de la siguiente fórmula:

$$E = J = H'/H_{max}$$

En donde:

$$H_{max} = \ln S$$

S = número de especies

(j: justness =equidad)

El índice de Shannon-Wiener se calculó con los datos directos recabados por cada grupo faunístico, En el sistema ambiental se identificaron 4 grupos de fauna, de los

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

cuales el grupo más abundante fue el de las aves donde la mayoría de las especies observadas son aves de paso, para la descripción de la fauna se estimó el índice de diversidad arrojando los siguientes resultados:

El índice de diversidad para el Grupo de aves, de acuerdo con el método de Shannon Wiener fue calculado en 2.452 mientras que la diversidad máxima que puede presentar es de 2.565, lo cual nos da un índice de equidad de 0.956 esto indica que las 13 especies de aves reportadas, presenta cada una el 95 % de probabilidad de ser encontradas en el predio. En este grupo no se identificaron especies dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Cuadro 15. Índice de diversidad del Grupo de Aves								
No.	Familia	Nombre común	Nombre científico	Estatus	Total absoluto	Abundancia relativa (pi)	LN (pi)	(pi) x Ln (pi)
1	Cardinalidae	Tangara rojinegra	<i>Piranga olivacea</i>		6	0.058	-2.853	0.165
2	Cathartidae	Mauñador negro	<i>Melanoptila glabrirostris</i>		10	0.096	-2.342	0.225
3	Icteridae	Zanate	<i>Quiscalus mexicanus</i>		15	0.144	-1.936	0.279
4	Icteridae	Calandria	<i>Icterus cucullatus</i>		8	0.077	-2.565	0.197
5	Mimidae	Cenzontle	<i>Mimus gilvus</i>		7	0.067	-2.698	0.182
6	Tyrannidae	Xtakay	<i>Tyrannus melancholicus</i>		11	0.106	-2.246	0.238
7	Ramphastidae	Carpintero	<i>Melanerpes pygmaeus</i>		6	0.058	-2.853	0.165
8	Cracidae	Chachalaca	<i>Ortalis vetula</i>		16	0.154	-1.872	0.288
9	Columbidae	Tortola	<i>Zenaida asiatica</i>		5	0.048	-3.035	0.146
10	Columbidae	Paloma	<i>Columba flavirostris</i>		7	0.067	-2.698	0.182
11	Corvidae	Chara yucateca	<i>Cyanocorax yucatanicus</i>		5	0.048	-3.035	0.146
12	<i>Cathartidae</i>	Zopilote negro	<i>Coragyps atratus</i>		6	0.058	-2.853	0.165
13	<i>Caprimulgidae</i>	Tapacaminos	<i>Nyctidromus albicollis</i>		2	0.019	-3.951	0.076
					104	1		2.452

Grupo de Aves	
Riqueza (S) =	13
H' Calculada =	2.452
H max =	2.565
Equidad (J) =	0.956
H max - H' =	0.113

Para el índice de diversidad para el Grupo de mamíferos, de acuerdo con el método de Shannon Wiener fue calculado en 1.897 mientras que la diversidad máxima que puede presentar es de 2.079, lo cual nos da un índice de equidad de 0.885 esto indica que las 8 especies de mamíferos reportados, presenta cada uno el 89% de probabilidad de ser encontradas. En este grupo no se identificaron especies dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Cuadro 16. Índice de diversidad del Grupo de Mamíferos								
No.	Familia	Nombre común	Nombre científico	Estatus	Total absoluto	Abundancia relativa (pi)	LN (pi)	(pi) x Ln (pi)
1	Procyonidae	Tejon	<i>Nasua narica</i>		20	0.274	-1.295	0.355
2	Procyonidae	Mapache	<i>Procyon lotor</i>		3	0.041	-3.192	0.131

Documento Técnico Unificado para el Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales
 Modalidad B-Particular. Proyecto "Puerto Calizza"

3	Sciuridae	Ardilla	Sciurus yucatanensis		5	0.068	-2.681	0.184
4	Dasyproctidae	Cereque	Dasyprocta punctata		4	0.055	-2.904	0.159
5	Didelphidae	Tlacuache	Didelphys virginiana		6	0.082	-2.499	0.205
6	Phyllostomidae	Murcielago frutero	Artibeus jamaicensis		10	0.137	-1.988	0.272
7	Cricetidae	Rata de campo	Otodylomys phyllotis		16	0.219	-1.518	0.333
8	Cricetidae	Rata espinosa	Sigmodon hispidus		9	0.123	-2.093	0.258
					73			1.897

Grupo de Mamíferos	
Riqueza (S) =	8
H' Calculada =	1.897
H max =	2.079
Equidad (J) =	0.912
H max - H' =	0.182

En cuanto a la diversidad para el Grupo de reptiles, de acuerdo con el método de Shannon Wiener fue calculado en 1.897 mientras que la diversidad máxima que puede presentar es de 1.946, lo cual nos da un índice de equidad de 0.975 esto indica que las 7 especies de reptiles reportados, presenta cada uno el 98% de probabilidad de ser encontradas. En este grupo se identificó a la especie Ctenosaura similis dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010 en la categoría de amenazada.

Cuadro 17. Índice de diversidad del Grupo de reptiles								
No.	Familia	Nombre común	Nombre científico	Estatus	Total absoluto	Abundancia relativa (pi)	LN (pi)	(pi) x Ln (pi)
1	Polychridae	Toloquito	Anolis sagrei		12	0.211	-1.558	0.328
2	Corytophanidae	Toloc	Basiliscus vittatus		11	0.193	-1.645	0.317
3	Iguanidae	Iguana rayada	Ctenosaura similis	A	9	0.158	-1.846	0.291
4	Teiidae	Kankalás	Ameiva undulata		8	0.140	-1.964	0.276
5	Columbidae	culebra rallada	Coniophanes schmidti		5	0.088	-2.434	0.213
6	Colubridae	Culebra ratonera	Pseustes poecilonotus		7	0.123	-2.097	0.258
7	Gekkonidae	Cuija	Phylodactylus tuberculosus		5	0.088	-2.434	0.213
								1.897

Grupo de reptiles	
Riqueza (S) =	7
H' Calculada =	1.897
H max =	1.946
Equidad (J) =	0.975
H max - H' =	0.049

En cuanto a la diversidad para el Grupo de anfibios, de acuerdo con el método de Shannon Wiener fue calculado en 0.690 mientras que la diversidad máxima que puede presentar es de 0.693, lo cual nos da un índice de equidad de 0.996 esto indica que las 2 especies de reptiles reportados, presenta cada uno el 99% de probabilidad de ser encontradas. En este grupo no se identificó especies dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Cuadro 18. Índice de diversidad del Grupo de anfibios								
No.	Familia	Nombre científico	Nombre común	Estatus	Total absoluto	Abundancia relativa (pi)	LN (pi)	(pi) x Ln (pi)
1	Hylidae	Ranita amarilla	Hyla ebraccata		6	0.462	-0.773	0.357
2	Bufo	Sapo comun	Bufo valliceps		7	0.538	-0.619	0.333
					13	1.000		0.690

Grupo de anfibios	
Riqueza (S) =	2
H' Calculada =	0.690
H max =	0.693
Equidad (J) =	0.996
H max - H' =	0.003

b.2) Especies animales en la NOM 059-SEMARNAT-2010.

Dentro de la **NOM-059-SEMARNAT-2010**, no se identificó ninguna especie.

IV.2.2.3 Medio socioeconómico

Los resultados del último censo realizado por el Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática (INEGI) fueron publicados en 1999, sin que hasta el momento se hayan actualizado tales datos. Por ello, la información aquí vertida deberá tomarse con reserva.

a) Demografía

En los últimos años, el municipio Benito Juárez, al cual pertenece el sitio del Proyecto, ha alcanzado elevados niveles en su crecimiento poblacional. De acuerdo con INEGI el Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática, en 1980 la población total en el municipio era de 37,190 habitantes; aumentando hasta 176,765 para 1990, y a 311,696 en 1995 lo que representaba un crecimiento de 838.11 % en tan solo 15 años. Los datos para el año 2000 arrojan una población total de 419,815 habitantes.

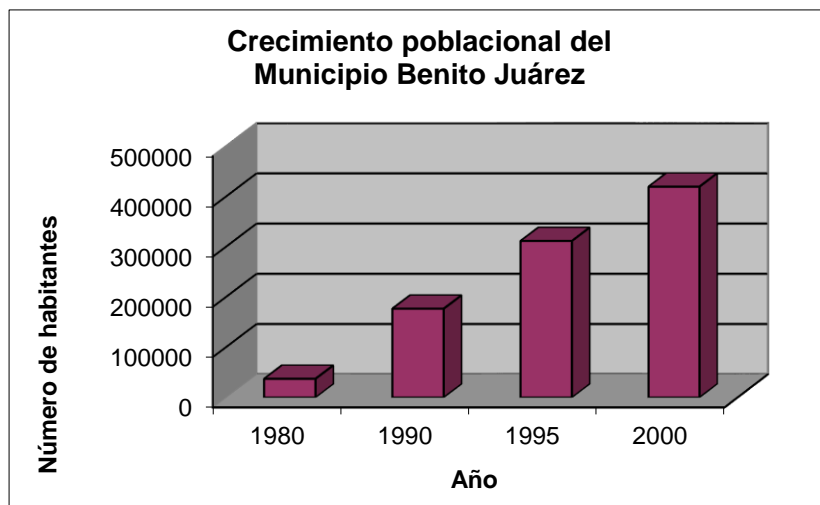


Figura 14. Número de habitantes durante los años 1980, 1990, 1995 (INEGI, 1999 y 2000) www.inegi.gob.mx en el Municipio de Benito Juárez, Quintana Roo.

El alto crecimiento poblacional que, en el municipio de manifiesta, resulta en el mayor de los casos de la inmigración proveniente de los diversos estados de la República, conformada por gente en busca de las oportunidades que brinda el desarrollo turístico del municipio.

Migraciones (Inmigración y emigración).

En 1970 el 46% de la población del Estado provenía de otras entidades. Para el año de 1985, este porcentaje cambió a 53.4%, y para 1990 representó el 59.2 %. Lo que arroja la mayor tasa neta de inmigración del país.

Este crecimiento es la respuesta principalmente al desarrollo de la actividad turística, y en menor proporción, a incipientes programas que se han aplicado en el estado, como han sido los proyectos agroindustriales de captura de especies marinas (langosta y caracol). Por lo que el sector turismo, vinculada en mayor proporción a la zona norte del estado y principalmente a la Ciudad de Cancún, ha generado la principal derrama económica en la entidad.

POBLACIÓN ECONÓMICAMENTE ACTIVA.

Según datos recabados por el INEGI (1999) en el municipio de Benito Juárez, en 1980 la población económicamente activa de 12 años o más era de 15,143 personas, de las cuales 15,100 estaban ocupadas y 43 desocupadas, la población económicamente inactiva en ese año era de 8,753. Para 1990, la población ocupada era de 67,104, y la desocupada 949; la población económicamente inactiva era de 45,854 habitantes, mientras que 2,683 no especificaron.

La gran mayoría de los habitantes del Municipio ocupados en alguna actividad laboral son hombres. En 1990 trabajaban 50,497 hombres (43.31 % de la P.E.A.) y solo 16,607 mujeres (14.24 % de la P.E.A.).

Cuadro 19. *Población de 12 años o más por condición de actividad según sexo, 1980-1990*
P.E.I.= Población Económicamente Inactiva. Fuente: INEGI (1999a).

Sexo	Total	Población económicamente activa		P.E.I.	No especificado
		Ocupados	Desocupados		
1980					
Municipio	23,896	15,100	43	8,753	
Hombres	12,481	ND	ND	1,523	
Mujeres	11,415	ND	ND	7,230	
1990					
Municipio	116,590	67,104	949	45,854	2,683
Hombres	62,113	50,497	728	9,623	1,265
Mujeres	54,477	16,607	221	36,231	1,418

Ésta diferencia en la proporción de población económicamente activa ocupada, también se observa en la zona urbana de Cancún donde, de acuerdo al INEGI (1999b), durante 1998, el 83 % de los hombres en edad de laborar ocupaban alguna plaza laboral, mientras que, del total de mujeres en edad de laborar en 1998, solo el 40 % tenían algún empleo.

Cuadro 20. *Porcentaje de la población económicamente ocupada en la zona urbana de Cancún durante 1998.*

CONCEPTO	ENERO-MARZO	ABRIL-JUNIO	JULIO-SEPTIEMBRE	OCTUBRE-DICIEMBRE
Población de 2 años o más	70.5	70.6	71.2	70.2
Población económicamente activa	62.4	63.1	62.3	60.4
Tasa específica de participación según sexo				
Total	62.4	62.4	62.3	60.4
Hombres	83.8	83.4	83.2	82.4
Mujeres	40.1	40.1	40.9	37.5

Indicadores trimestrales seleccionados de la población económicamente activa en el área urbana de Cancún, 1998. Fuente: INEGI (1999b).

IV.2.2.4 Paisaje

El paisaje es un concepto antropocéntrico, relativo a la percepción del observador de un sistema relaciones ecológicas subyacentes (Garmendia et al, 2005). En la historia de Puerto Morelos, después de las etapas de producción coprera y posteriormente de pesca como principal actividad, se inicia la fase enfocada al turismo (Higuera Bonfil, 2002)¹⁹.

¹⁹ Higuera-Bonfil, A. (2002). *Quintana Roo entre tiempos. Política, poblamiento y explotación forestal 1872-1925*. México: Universidad de Quintana Roo/Instituto Quintanarroense de la Cultura.

La construcción de la carretera Puerto Morelos – Leona Vicario. Esto guarda relación con la decisión del gobierno estatal de lograr, a través del turismo, un detonante del desarrollo del estado.

El paisaje de Puerto Morelos en una perspectiva local, es resultado de sus rápidos cambios derivados de la construcción del espacio productivo –urbano-turístico–, del espacio social y de las mismas modificaciones medioambientales, elementos que se encuentran entrelazados (Meyer-Arendt, 2009; Sosa, 2011)²⁰.

Puerto Morelos, como había sucedido en los otros destinos turísticos, empezó a captar un gran número de inmigrantes que llegaron al lugar para atender los requerimientos de personal, primero para la etapa de construcción de los fraccionamientos, de la plaza comercial, y posteriormente para operar los servicios turísticos que empezaron a ofertarse. En este sentido, de acuerdo con el INEGI (2010), la población de Puerto Morelos se incrementó rápidamente en los últimos años.

Actualmente y debido al desarrollo de nuevos atractivos turísticos y oferta de nuevos servicios y desarrollo habitacionales, se abre la demanda de un desarrollo urbano ordenado con servicios de primera que solvente las necesidades de la población creciente sin descuidar el medio ambiente.

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

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

En general ¿qué son los servicios ambientales que brindan los bosques, selvas y zonas áridas? La **Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable Artículo 7, fracción XXXIX dice**: Los que brindan los ecosistemas forestales de manera natural o por medio del manejo sustentable de los recursos forestales, tales como: la provisión del agua en calidad y cantidad; la captura de carbono, de contaminantes y componentes naturales; la generación de oxígeno; el amortiguamiento del impacto de los fenómenos naturales; la modulación o regulación climática; la protección de

²⁰ Meyer-Arendt, K. (2009). The Costa Maya; Evolution of a tourist landscape, Etúdes Caribéennes, 3867. Disponible en <http://etudescaribeennes.revues.org/3867>. doi:10.4000/etudescaribeennes.3867, [diciembre de 2009].

la biodiversidad, de los ecosistemas y formas de vida; la protección y recuperación de suelos; el paisaje y la recreación, entre otros²¹;

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

	Cuadro 21. Servicios ambientales en el predio y cuenca	Predio	Cuenca	Dejará de proporcionar el servicio por el cambio de uso de suelo.
A	Provisión del agua en calidad y cantidad	X	X	NO
B	Captura de carbono, contaminantes	X	X	NO
C	Generación de oxígeno	X	X	NO
D	Amortiguamiento del impacto de los fenómenos naturales	X	X	NO
E	Modulación o regulación climática	X	X	NO
F	Protección de la biodiversidad	X	X	NO
G	Protección recuperación de suelo	X	X	NO
H	Cambio en el Paisaje	X	X	NO

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

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

a) Provisión del agua en calidad y cantidad.

En cantidad:

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

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

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

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

Dónde:

C_e= Coeficiente de escurrimiento para diferentes superficies en mm

²¹ Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (última reforma DOF 24-01-2017)

P= Precipitación media anual

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

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

Cuadro 22. Valores de K en función del tipo y uso de suelo. Fuente CNA, 2011.

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

Con base en la tabla anterior al predio le correspondería como valor de K: 0.16, ya que el suelo del terreno es medianamente permeable y está cubierto en el 100% por vegetación forestal y que la precipitación pluvial de la zona es de 1300 mm.

Por lo tanto, el Ce del predio sería:

$$\begin{aligned}
 Ce &= K (P-250)/2000 + (K-0,15)/1.5 \\
 Ce &= 0.16 * (1300-250)/2000 + (0.16-0.15)/1.5 \\
 Ce &= 0.16 * 1050 / 2000 + 0.01 / 1.5 \\
 Ce &= 168 / 2000 + 0.006 \\
 Ce &= 0.084 + 0.006 \\
 \mathbf{Ce} &= \mathbf{0.09}
 \end{aligned}$$

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

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

Dónde:

Pa= Precipitación media anual en m

At= Área total en m²

Ce= Coeficiente de escurrimiento

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

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

Cuadro 23 Cálculo de escurrimiento anual por tipo de vegetación							
Uso	Tipo de Vegetación y/o Uso de suelo	Superficie (m ²)	Tipo de Suelo	Factor K	Ce	Vol. Esc. Anual (m ³)	%
Superficies impermeables del proyecto.	Selva Mediana	78,480.48	B	0.16	0.09	9182.22	21.7
Superficies permeables del proyecto.	Selva Mediana	282,497.55	B	0.16	0.09	33052.21	78.3
Total		360,978.03				42,234.43	100.00

Para la zona impermeable de CUSTF:

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

$$\text{Vol. Esc. Anual} = 1.3 \text{ m} * 78,480.48 \text{ m}^2 * 0.09$$

$$\text{Vol. Esc. Anual} = \mathbf{9,182.22 \text{ m}^3}$$

Para la zona permeable:

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

$$\text{Vol. Esc. Anual} = 1.3 \text{ m} * 282,497.55 \text{ m}^2 * 0.09$$

$$\text{Vol. Esc. Anual} = \mathbf{33,052.21 \text{ m}^3}$$

La superficie que abarca todo el proyecto del terreno corresponde a 36.10 ha, en los cuales de acuerdo a la tabla anterior se dejarían de aprovechar un volumen de 9,182.22 m³ anuales que corresponde al 21.7 % de todo el volumen de agua captado en el predio por el hecho del sellamiento de la superficie. Por lo tanto, este servicio no dejará de presentarse en el predio si no que únicamente será reducido manteniendo una captación del 78.3% tras el cambio de uso de suelo, por lo cual en compensación a esta disminución se instala un sistema de drenaje pluvial sobre las vialidades del proyecto que estará separado del sanitario, con lo cual se permitirá incrementar la captación del predio después de la instalación del proyecto, logrando que este servicio se mantenga presente en el ecosistema.

En calidad:

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

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

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

b) Captura de carbono y mitigación de los gases de invernadero.

(Reducción, absorción, fijación y almacenamiento de dióxido de carbono)

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

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

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

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

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

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

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

Dónde:

CCC= Coeficiente de captura de carbono

V_r= Volumen real en m³

F_d= Factor densidad

FCC= Factor de captura de carbono

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

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

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

Cuadro 24. Cálculo de Carbono capturado						
Uso	Clasificación	Volumen Total Árbol (m ³)	Factor de densidad	Factor CO ²	Captura de CO ² (t)	%
Superficie sujeta al Cambio de uso de suelo	Especies latifoliadas	731.28	0.6	0.45	197.45	23.7
Superficie del predio que será conservada con vegetación	Especies latifoliadas	2349.12	0.6	0.45	634.26	76.3
	Total	3080.40			831.71	100.00

Debido a que se cuenta con poca información para estimar la captura de carbono por año, el resultado total (197.45t.), es la cantidad de carbono que se ha almacenado en la vegetación arbórea que se pretende remover con motivo del cambio de uso de suelo, lo cual representa el 23.7 % de la cantidad de carbono almacenado en toda la superficie del predio que cuenta con vegetación.

El proyecto contemplará el rescate y reubicación de vegetación de importancia ecológica dentro del área de aprovechamiento como son las palmas y ejemplares arbóreos que resisten el trasplante, además se realizará la reforestación de las áreas nativas y verdes, por lo cual estas acciones mitigaran la afectación de este servicio ambiental, permitiendo que se continúe ofreciendo naturalmente dentro del ecosistema.

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

c) Generación de oxígeno

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

Un metro cuadrado de hojas produce bajo iluminación solar, 3 litros de oxígeno por hora²². Aplicando la Ley de Gases Ideales se puede calcular la masa de esos tres litros de oxígeno, suponiendo una temperatura de 24 °C²³ = 297 °K y la presión de 1 atmósfera.

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

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

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

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

Por lo tanto, si consideramos las estimaciones anteriores, en conjunto con la cantidad de árboles por hectárea en la zona del proyecto expuesta en capítulos anteriores de 2105 ind/ha, podemos estimar el comportamiento de este servicio.

La generación de oxígeno en el área de vegetación secundaria considerando una densidad de plantas por hectárea de 2105, y tomando en cuenta que un árbol genera 286.89 kg O/año, obtenemos que en esta zona del proyecto la productividad de oxígeno es de 603,903.45 kg O /ha en un año, por lo cual se determina que el polígono de intervención en su totalidad genera 21,800,914.5 kg O en un año.

Ahora bien, debido a que el proyecto dejará sin vegetación una superficie de 8.57 has, solo se reducirá este servicio en un 23.7 %, por lo cual el predio podrá seguir generando 16,625,461.9 kg O /ha en un año. Sin embargo, se debe considerar que se ejecutará un Programa de Rescate y reubicación de vegetación dentro del predio que permitirá mitigar la afectación de este servicio ya que todos los árboles rescatados seguirán realizando la generación de oxígeno.

²² González-Velasco, J. 2009. Energías Renovables. Editorial Reverté. Madrid España. 656 p

²³ INEGI 2009. Prontuario de información geográfica municipal de los Estados Unidos Mexicanos

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

d) Amortiguamiento a los impactos de fenómenos naturales

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

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

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

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

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

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

Algunos de estos fenómenos se presentan al finalizar la temporada de huracanes (noviembre), por lo que su trayectoria puede verse afectada por la incidencia de los Nortes o frentes fríos. Lo que ha ocasionado que se desvíen hacia el sur como fue el caso del huracán Mitch (1998), por lo que en su recorrido impactó a los países centroamericanos. No obstante, en el estado se tuvo la incidencia directa sobre la franja costera cuyos efectos fueron fuertemente significativos debido al oleaje de tormenta que se generó.

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

Para el caso del proyecto se considera que la remoción de vegetación en una superficie de 8.57 Ha de vegetación de selva, es poco significativa por la ubicación del predio respecto de la costa. Además de que el proyecto contempla dejar 12.70 Ha de áreas con vegetación nativa. Por otra parte, se debe esperar que la vegetación forestal o de selva sea remplazada por el componente urbano, el cual contribuye de igual manera a la mitigación de los eventos meteóricos y no se considera un ambiente que permita la continuidad en la alimentación de la energía de los huracanes.

e) Modulación o regulación climática

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

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

Los bosques almacenan, sólo en su cobertura vegetal, 300 mil millones de toneladas de bióxido de carbono, lo que equivale a casi 40 veces las emisiones anuales de este gas producidas por la quema de combustibles fósiles, como el carbón y el petróleo. Cuando un bosque es destruido, el carbono almacenado se libera a la atmósfera mediante la descomposición o la combustión de los residuos vegetales²⁴.

La presencia de las plantas en cualquier región del mundo es clave para el ciclo hidrológico en aspectos como almacenamiento de agua, liberación durante la evapotranspiración y condensación del punto de rocío, así como en el balance de radiación y energético y en la dinámica de los vientos. Todos estos elementos en interacción contribuyen al clima de una región. Sin embargo, este complicado y frágil

²⁴ <http://www.greenpeace.org/mexico/es/Campanas/Bosques/Que-relacion-tienen-los-bosques-y-el-cambio-climatico/>

esquema que se da en la naturaleza ha sido afectado por el hombre al modificar el uso de suelo por el desarrollo de grandes ciudades (Irma Rosas P., *et al*)²⁵.

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

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

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

f) Protección de la biodiversidad

Para el cambio de uso de suelo y consecuente construcción es indispensable retirar el 23.7 % de la vegetación del predio de manera total o parcial. A consecuencia de esta intervención se reduce el hábitat actualmente utilizado por las especies identificadas y distribuidas en el hábitat, en la que se identificó tres especies protegidas, por lo que se ejecutará un programa de rescate de fauna con énfasis en la especie enlistada en la NOM-059-SEMARNAT-2010, de manera que la remoción de la vegetación no representará la pérdida de este recurso.

Además de la implementación del programa de rescate, Se espera que durante la preparación del sitio la fauna silvestre que actualmente utiliza el hábitat, migre hacia la selva colindante, se apliquen medidas adicionales como antes del inicio de obras y el impacto a la fauna se minimice. Una vez concluidas las obras y delimitadas las

²⁵ <http://www2.inecc.gob.mx/publicaciones/libros/508/percepcion.pdf>

áreas de conservación se espera que los espacios de conservación vuelvan a ser utilizados por la fauna silvestre.

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

Finalmente se menciona que se mantendrá un 35.2% del predio como áreas de conservación y o reforestación, con lo cual todas las especies de flora y fauna presentes en el predio seguirán contando con un amplio hábitat donde podrán seguir con sus procesos naturales.

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

Medida de protección ambiental 1	Capacitación del personal
Etapas del proyecto en la cual se aplicará	Antes del inicio del proyecto y durante todas las etapas y como parte de la capacitación al nuevo personal
Forma correcta de cumplimiento de la medida de protección ambiental	Se impartirán pláticas al personal que trabajará en las diferentes etapas del proyecto, con el fin de que conozcan las medidas y condicionantes ambientales que se aplicarán en el proyecto, además de concientizarlos de la importancia del cuidado del medio ambiente.
Forma de control y seguimiento del cumplimiento	Registro en la bitácora de seguimiento de la supervisión ambiental
Documentos que demuestran el cumplimiento de la medida	Lista de asistencia a las pláticas, el supervisor ambiental debe llevar un registro
Medida de protección ambiental 2	La realización del proyecto y el trazo de vialidades e instalaciones no deben afectar árboles singulares o representativos y cualquier tipo de formaciones naturales relevantes, de manera que sean integradas a la fisonomía del proyecto.
Etapas del proyecto en la cual se aplicará	Remoción de vegetación para el CUSTF
Forma correcta de cumplimiento de la medida de protección ambiental	Respetar el área de desmonte delimitada mediante banderolas.
Forma de control y seguimiento del cumplimiento	Registro en la bitácora de seguimiento de la supervisión ambiental
Documentos que demuestran el cumplimiento de la medida	Registro fotográfico
Medida de protección ambiental 3	El material de construcción que sea transportado deberá ser cubierto con una lona, transportado en bolsa o humedecido para evitar la emisión de polvos durante su transporte hacia la vegetación colindante al predio o a su área de reserva forestal.
Etapas del proyecto en la cual se aplicará	Remoción de vegetación para el CUSTF
Forma correcta de cumplimiento de la medida de protección ambiental	Cada vehículo que sea utilizado para transportar material de construcción utilizará una lona que cubrirá el material que este transportando con el fin de evitar o reducir la emisión de polvos en el área del proyecto.

Documento Técnico Unificado para el Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales
 Modalidad B-Particular. Proyecto "Puerto Calizza"

Forma de control y seguimiento del cumplimiento	Registro en la bitácora de seguimiento de la supervisión ambiental
Documentos que demuestran el cumplimiento de la medida	Registro fotográfico
Medida de protección ambiental 4	Se regarán constantemente los sitios del proyecto que así lo requieran para evitar la dispersión de polvos hacia la vegetación colindante al predio o a su área de reserva forestal.
Etapas del proyecto en la cual se aplicará	Remoción de vegetación para el CUSTF
Forma correcta de cumplimiento de la medida de protección ambiental	Se seguirá un programa de riegos a las áreas donde se produzcan polvos con la ayuda de pipas, principalmente en los caminos del área del proyecto. En caso de presentarse lluvias durante la realización del proyecto se podrá suspender el riego.
Forma de control y seguimiento del cumplimiento	Registro en la bitácora de seguimiento de la supervisión ambiental
Documentos que demuestran el cumplimiento de la medida	Registro fotográfico
Medida de protección ambiental 5	Quedará estrictamente prohibida la quema de cualquier tipo de residuo
Tipo de medida	Preventiva
Etapas del proyecto en la cual se aplicará	Remoción de vegetación para el CUSTF
Forma correcta de cumplimiento de la medida de protección ambiental	Los residuos que generen los trabajadores se deberán disponer en los contenedores rotulados dependiendo si son: residuos orgánicos, residuos inorgánicos o residuos peligrosos. En ningún momento los contenedores establecidos en la obra deberán sobrepasar el 80% de su capacidad. Antes de que el contenedor llegue al 80% de su capacidad se deberá llevar los residuos producidos al almacén temporal de residuos urbanos o peligrosos de la empresa constructora. Cuando el almacén temporal se encuentre al 80% de su capacidad, se deberá limpiar y disponer todos los residuos urbanos generados en un sitio autorizado (basurero municipal).
Forma de control y seguimiento del cumplimiento	Registro en la bitácora de seguimiento de la supervisión ambiental
Documentos que demuestran el cumplimiento de la medida	Copia simple del recibo o comprobante del basurero municipal donde dispuso sus residuos.
Medida de protección ambiental 6	Conservación de áreas con vegetación natural
Etapas del proyecto en la cual se aplicará	Remoción de vegetación para el CUSTF
Forma correcta de cumplimiento de la medida de protección ambiental	Para garantizar la conservación del paisaje y el soporte para la sobrevivencia de la flora y fauna silvestre presentes en el predio se conservará un área del predio del proyecto de 2.955 has con la vegetación original, la cual mantendrá su estructura y composición actual.
Forma de control y seguimiento del cumplimiento	Registro en la bitácora de seguimiento de la supervisión ambiental
Documentos que demuestran el cumplimiento de la medida	Registro fotográfico
Medida de protección ambiental 7	Supervisión ambiental
Etapas del proyecto en la cual se aplicará	Remoción de vegetación para el CUSTF
Forma correcta de cumplimiento de la medida de protección ambiental	Se realizarán supervisiones al área del proyecto durante las etapas de preparación del sitio y construcción con el fin de vigilar del correcto cumplimiento de las medidas y condicionantes ambientales del proyecto. En caso de que durante la supervisión ambiental se registre algún

	incumplimiento se avisará al residente de la obra para que lo solucione a la brevedad posible Cada semana se evaluará el nivel de cumplimiento de las medidas y condicionantes ambientales del proyecto. En caso de que una o más medidas o condicionantes no se estén cumpliendo se realizará una reunión con el residente y personal de la obra con el fin de que en conjunto se planteen estrategias para el cumplimiento de las medidas y condicionantes ambientales.
Forma de control y seguimiento del cumplimiento	Registro en la bitácora de seguimiento de la supervisión ambiental
Documentos que demuestran el cumplimiento de la medida	Informe semanal de supervisión ambiental
Medida de protección ambiental 8	Disponer apropiadamente del material de relleno sobrante compuesto de suelos
Etapas del proyecto en la cual se aplicará	Remoción de vegetación para el CUSTF
Forma correcta de cumplimiento de la medida de protección ambiental	El material de relleno sobrante se extenderá si está compuesto por suelos, en el área de conservación
Forma de control y seguimiento del cumplimiento	Registro en la bitácora de seguimiento de la supervisión ambiental
Documentos que demuestran el cumplimiento de la medida	Fotografías incluidas en el reporte de supervisión ambiental.
Medida de protección ambiental 9	Se prohibirá cazar, perseguir o atrapar a cualquier especie silvestre
Etapas del proyecto en la cual se aplicará	Remoción de vegetación para el CUSTF
Forma correcta de cumplimiento de la medida de protección ambiental	Durante las etapas de preparación del sitio y construcción de deberá evitar cazar, perseguir o atrapar a cualquier especie de fauna silvestre. En caso de que durante los trabajos del proyecto se tenga un encuentro con la fauna silvestre (principalmente reptiles y pequeños mamíferos), se deberá retirar del lugar y esperar 20 minutos para que la fauna tenga tiempo de movilizarse a otra zona del predio.
Forma de control y seguimiento del cumplimiento	Registro en la bitácora de seguimiento de la supervisión ambiental
Documentos que demuestran el	Registro fotográfico

g) Protección y recuperación de suelos (erosión)

Es evidente que la cobertura vegetal es un elemento importante en la protección y recuperación del suelo en un ecosistema, ya que sus raíces fijan el sustrato impidiendo que sea arrastrado por corrientes superficiales de agua; y su extenso follaje impide que la energía de la lluvia y el viento incidan en forma directa sobre el recurso, evitando su pérdida por erosión (eólica o hídrica). La interacción de los vegetales con el viento resulta interesante: los primeros actúan como una barrera modificando la trayectoria o la velocidad de éste, lo que permite proteger a los organismos y al suelo de la erosión (Irma Rosas P., *et al*²⁶).

Como parte del Inventario Nacional Forestal y de Suelos, se realizó un estudio para evaluar la degradación de los suelos causada por el hombre. Según este trabajo, el

²⁶ <http://www2.inecc.gob.mx/publicaciones/libros/508/percepcion.pdf>

45.2% de la superficie del país presentaba degradación inducida por el hombre. El nivel de degradación predominante era de ligero a moderado, mientras que los procesos más importantes de degradación fueron la química (principalmente por la pérdida de fertilidad), la erosión hídrica y la erosión eólica. Estos tres procesos fueron responsables del 87% de los suelos degradados en el país. Entre las principales causas de degradación se identificaron el cambio de uso del suelo para fines agrícolas y el sobrepastoreo (17.5% en ambos casos). La deforestación (7.4%) ocupa el tercer lugar, seguida de la urbanización (1.5%). Todas estas causas tienen una importante relación con la afectación de la cubierta vegetal, responsable de la conservación del suelo²⁷.

El proceso de formación del suelo comienza con la desintegración de la roca madre que está expuesta en la superficie de la corteza terrestre a partir del rompimiento físico y químico ocasionado por las lluvias, el viento, la exposición al sol y la actividad mecánico-biológica de raíces de las plantas. En el caso de la actividad biológica, las cianobacterias y los líquenes son los primeros colonizadores del sustrato rocoso, ya que liberan ácidos orgánicos débiles, como el ácido carbónico, que disuelve lentamente la roca madre. Después, el efecto mecánico del crecimiento de las raíces acelera la ruptura de las rocas, además de que la presencia de las plantas permite una gran actividad de micro y meso organismos y la acumulación de materia orgánica en diferentes estados de descomposición, la cual también contribuye a la formación del suelo. Aunque el suelo siempre está en formación, el proceso es sumamente lento. Se calcula que para tener un centímetro de suelo en la capa superficial son necesarios entre 100 y 400 años, por lo cual se considera que el suelo es un recurso natural no renovable en la escala de tiempo humana²⁸.

Existen cuatro procesos de degradación de los suelos: la erosión hídrica y eólica, y la degradación física y química. De estos procesos, el que estará implicado en el cambio de uso de suelo es la degradación física, la cual se presenta en cinco tipos específicos: compactación, encostramiento, anegamiento, disminución de la disponibilidad de agua y pérdida de la función productiva; a su vez, de estos 5 tipos de degradación física, el que estará involucrado en el proyecto es la compactación la cual se refiere a la destrucción de la estructura del suelo asociada frecuentemente al pisoteo del ganado o al paso frecuente de maquinaria pesada, provocando la ruptura de los agregados del suelo²⁹, mientras que en el caso particular del proyecto, estará asociado al desplante del futuro desarrollo habitacional; el cual ocasionará el sellado del suelo, impidiendo la infiltración del agua de lluvia hacia el subsuelo, y propiciando la pérdida de su función productiva; sin embargo, es importante mencionar que esta pérdida sólo ocurrirá en el 23.7 % de la superficie total del polígono de intervención, donde se desplantarán las obras permanentes, mientras que la superficie restante, permanecerá en estado natural y/o como áreas verdes y jardinadas, lo cual favorecerá la protección y recuperación del suelo; en ese sentido,

²⁷ http://app1.semarnat.gob.mx/dgeia/informe_resumen/03_suelos/cap3.html

²⁸ http://www.semarnat.gob.mx/informacionambiental/Documents/pdf/cap_3_suelos.pdf

²⁹ *ibidem*

se estima que ocurrirá una reducción en la prestación del servicio ambiental de protección y recuperación del suelo, pero no su pérdida total, y por lo tanto, no se pone en riesgo con el cambio de uso de suelo propuesto.

h) Cambio en el paisaje y belleza escénica.

El cambio en la estructura del paisaje y belleza escénica, debido a que se modifica la vegetación forestal; disminuyen las existencias arbóreas y en algunas áreas se impide el inicio y establecimiento de las diferentes etapas de sucesión vegetal. Sin embargo, el proyecto contempla mantener con vegetación en estado natural una superficie de 8.57 has equivalentes al 23.7 % de la superficie total del predio, la cual se ubicará en varias zonas al interior del predio, mismas que seguirá prestando el servicio ambiental del paisaje y belleza escénica de la zona.

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

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

Cuadro 25. Criterios de valoración y puntuación			
COMPONENTE	CRITERIOS		
Morfología	Relieve con pendiente muy Marcada (acantilados, agujas, grandes formaciones rocosas); o bien relieve de gran variedad superficial o muy erosionado, o sistemas de dunas, o bien presencia de algún rasgo muy singular y dominante.	Formas erosivas interesantes o relieve variado en tamaño y forma. Presencia de formas y detalles interesantes pero no dominantes o excepcionales.	Colinas suaves, pendiente plana, pocos o ningún detalle singular.
	5	3	1

Vegetación	Gran variedad de tipos de vegetación, con formas, texturas y distribución.	Cierta variedad en la vegetación pero solo uno o dos tipos.	Escasa o ninguna variedad o contraste en la vegetación.
	5	3	1
Agua	Factor dominante en el paisaje, limpia y clara, aguas cristalinas o espejos de agua en reposo.	Agua en movimiento o reposo pero no dominante en el paisaje.	Ausente o inapreciable.
	5	3	1
Variabilidad cromática	Combinaciones de color intensas y variadas o contrastes agradables.	Alguna variedad e intensidad en los colores y contrastes pero no actúa como elemento dominante	Muy poca variación de color o contraste, colores apagados.
	5	3	1
Fondo escénico	El paisaje circundante potencia mucho la calidad visual.	El paisaje circundante incrementa moderadamente la calidad visual en el conjunto	El paisaje adyacente no ejerce influencia en la calidad del conjunto
	5	3	1
Singularidad o rareza	Único o poco corriente o muy raro en la región, posibilidad de contemplar fauna y vegetación excepcional.	Característico, o aunque similar a otros en la región	Bastante común en la región
	5	3	1
Acción antrópica	Libre de actuaciones estéticamente no deseadas o con modificaciones que inciden favorablemente en la calidad visual	La calidad escénica está afectada por modificaciones poco armoniosas, aunque no en su totalidad, o las actuaciones no añaden calidad visual.	Modificaciones intensas y extensas, que reducen o anulan la calidad escénica
	5	3	1

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

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

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

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

Al aplicar el Método BLM (1980) se obtuvo que la calidad visual del paisaje, sin el proyecto, encuadra en la Clase C (6 puntos obtenidos), que corresponde a áreas de calidad baja, con muy poca variedad en la forma, color y textura.

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

Para conocer la fragilidad visual del paisaje, entendida también como su capacidad de absorción ante la ocurrencia de algún factor extrínseco, se ha desarrollado una técnica basada en la metodología de Yeomans (1986), la cual consiste en asignar puntajes a un conjunto de atributos del paisaje, valorados con base en su condición actual; consecuentemente se ingresan los puntajes asignados a cada atributo en una fórmula y el resultado obtenido se compara con una escala de referencia; finalmente la capacidad de absorción visual del paisaje (CAV) será determinada con base en el resultado obtenido de la fórmula aplicada comparado con una escala de referencia.

Fórmula aplicada en el análisis:

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

Donde:

P = Pendiente

E = Regeneración potencial y erosionabilidad

R = Potencial estético

D = Diversidad de la vegetación

C = Acción antrópica

V = Contraste de color

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

Cuadro 26. Análisis de la calidad visual del paisaje			
Componente	Criterios	Puntaje	
		Nominal	Numérico
Pendiente (P)	Poco inclinado (0-25% de pendiente)	Alto	3
	Inclinación suave (25-55% pendiente)	Moderado	2
	Inclinado (pendiente >55%)	Bajo	1
Regeneración potencial y erosionabilidad (E)	Poca restricción por riesgos bajos de erosión e inestabilidad y buena regeneración potencial.	Alto	3
	Restricción moderada debido a ciertos riesgos de erosión e inestabilidad y regeneración potencial.	Moderado	2
	Restricción alta derivada de riesgos altos de erosión e inestabilidad, pobre regeneración potencial.	Bajo	1
Potencial estético (R)	Potencial bajo	Alto	3
	Potencial moderado	Moderado	2
	Potencial alto	Bajo	1
Diversidad de vegetación (D)	Vegetación escasa	Alto	3
	Hasta dos tipos de vegetación	Moderado	2
	Diversificada	Bajo	1
Acción antrópica (C)	Fuerte presencia antrópica	Alto	3
	Presencia moderada	Moderado	2
	Casi imperceptible	Bajo	1
Contrastes de color (V)	Elementos de bajo contraste	Alto	3
	Contraste visual moderado	Moderado	2
	Contraste visual alto	Bajo	1

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

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

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

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

Potencial estético (R).- El potencial estético del paisaje desde cualquier perspectiva del observador, es baja, ya que se trata de una zona donde predomina un solo tipo de vegetación, con escasa presencia de cuerpos de agua y sin relieves significativos que aporten contraste, razón por la cual le fue asignado un puntaje alto (3).

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

Acción antrópica (C).- Este fue uno de los atributos más importantes en el paisaje, ya que el sistema ambiental se distingue por ser un área fuertemente aprovechada y la actividad humana es importante, por lo que cualquier obra o actividad adicional representará un elemento perturbador en el ambiente, aunque no será un elemento nuevo, por lo cual se le asignó un puntaje moderado (2).

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

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

$$\begin{aligned} \text{CAV} &= P \times (E + R + D + C + V) \\ \text{CAV} &= 3 \times (2 + 3 + 1 + 2 + 3) \\ \text{CAV} &= 3 \times (11) \\ \text{CAV} &= 33 \end{aligned}$$

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

Cuadro 27. Escala de referencia para la estimación del CAV	
Capacidad de absorción del paisaje (CAV)	Baja = < 15
	Moderada = 15 y < 30
	Alta = ó > 30

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

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

39	= ó > 30	Alta
----	----------	------

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

IV.8. Servicios ambientales que pudieran ponerse en riesgo por el cambio de uso del suelo propuesto a nivel de cuenca

Cuadro 28. Servicios ambientales cuenca						
No	Función	Bien o Servicio	Afectación por el Proyecto		Importancia del servicio a nivel cuenca	Grado de Afectación por el proyecto a nivel cuenca
			Descripción			
<u>1</u>	Regulación de la composición química atmosférica	Regulación de gases.	Si	Balace de nivelas de CO ₂ /O ₂ , SO _x y otros gases	Muy Alta	Nulo
<u>2</u>	Regulación de la temperatura global, la precipitación y otros procesos biológicos mediados por el clima a niveles local y global.	Regulación del clima	Si	Regulación de la temperatura global; precipitación y otros procesos biológicos climáticos a niveles local y global a través de la regulaciones de gases de efectos invernaderos	Muy Alta	Nulo
<u>3</u>	Amortiguamiento e integridad de los ecosistemas en respuesta a las fluctuaciones ambientales.	Regulación de disturbios	No	Capacidad del ecosistema de dar respuesta y adaptarse a fluctuaciones ambientales, brindando protección de tormentas, inundaciones,	Alta	Nulo

Cuadro 28. Servicios ambientales cuenca						
No	Función	Bien o Servicio	Afectación por el Proyecto	Importancia del servicio a nivel cuenca	Grado de Afectación por el proyecto a nivel cuenca	
				Descripción		
				recuperación por sequías y otros aspectos de respuesta de hábitat a los cambios ambientales, principalmente controlada por la estructura de la vegetación		
<u>4</u>	Regulación de flujos hidrológicos	Regulación del agua.	No	Regulación de los flujos hidrológicos que influyen en la provisión de agua tanto para el ecosistema como para riego, agroindustria y proceso de transporte acuático.	Nula	Nulo
<u>5</u>	Almacenamiento y retención de agua.	Provisión de agua.	No	Papel del ecosistema en la provisión de agua mediante cuencas, reservorios y acuíferos	Alta	Muy Bajo
<u>6</u>	Retención del suelo dentro de un ecosistema	Control de la erosión y retención de los sedimentos.	No	Prevención de la pérdida de suelo por viento, escorrentía y otros procesos de remoción, almacenamiento de agua en lagos y humedales	Baja	Nulo
<u>7</u>	Proceso de formación de suelos	Formación del suelo.	Si	A través del proceso de meteorización de rocas y acumulación de materia orgánica	Baja	Muy Bajo
<u>8</u>	Almacenamiento, ciclaje interno, procesamiento y adquisición de nutrientes	Ciclaje de nutrientes.	No	Funciones de almacenamiento, reciclado interno, procesamiento y adquisición de nutrientes mediante la fijación de nitrógeno, fósforo y potasio, y otros	Muy Alta	Muy Bajo

Cuadro 28. Servicios ambientales cuenca						
No	Función	Bien o Servicio	Afectación por el Proyecto	Importancia del servicio a nivel cuenca	Grado de Afectación por el proyecto a nivel cuenca	
				Descripción		
				elementos y ciclos de nutrientes		
<u>9</u>	Regulaciones tróficas dinámicas de las poblaciones.	Control biológico.	No	Efecto predador para el control de especies, reducción de herbívoros por otros predadores, control de poblaciones de especies potencialmente dañinas para el hombre, cultivos y ganado	Alta	Nulo
<u>10</u>	Hábitat para poblaciones residentes y pasajeras.	Refugio.	No	Desempeña papel de semilleros, hábitat de especies migratorias, hábitat regionales para especies locales, recolectadas y otros	Alta	Nulo
<u>11</u>	Porción de la producción primaria bruta extraíble como comida	Alimento.	No	Mantenimiento de la provisión de animales, gomas, cultivos, nueces, frutas, cosechas, pesca, agricultura de subsistencia y cacería, entre otros	Baja	Nulo
<u>12</u>	Porción de la producción primaria bruta extraíble como materia prima.	Materias primas.	No	Producción bruta primaria extractables de materias primas, principalmente Producción de madera, leña y forrajes	Alta	No
<u>13</u>	Fuente de materiales y productos biológicamente únicos.	Recursos genéticos.	Si	Material natural base para la elaboración de medicina y productos para el avance científico, genes de resistencia a patógenos y pestes de cultivos,	Alta	Bajo

Cuadro 28. Servicios ambientales cuenca					
No	Función	Bien o Servicio	Afectación por el Proyecto	Importancia del servicio a nivel cuenca	Grado de Afectación por el proyecto a nivel cuenca
				Descripción	
				especies ornamentales	
<u>14</u>	Ofrecimiento de oportunidades para actividades recreativas	Recreación.	No	Proveer oportunidades para actividades recreacionales tales como ecoturismo, pesca deportiva, y otras actividades de aprovechamiento no extractivo	Muy Alta Nulo
<u>15</u>	Ofrecimiento de oportunidades para usos no comerciales.	Valores estéticos, artísticos, científicos entre otros.	No	Desarrollo de actividades económicas a partir de los valores estético, artístico, educacional, cultural, espiritual y científicos del ecosistema	Muy Alta Nulo

IV.4 Diagnóstico ambiental

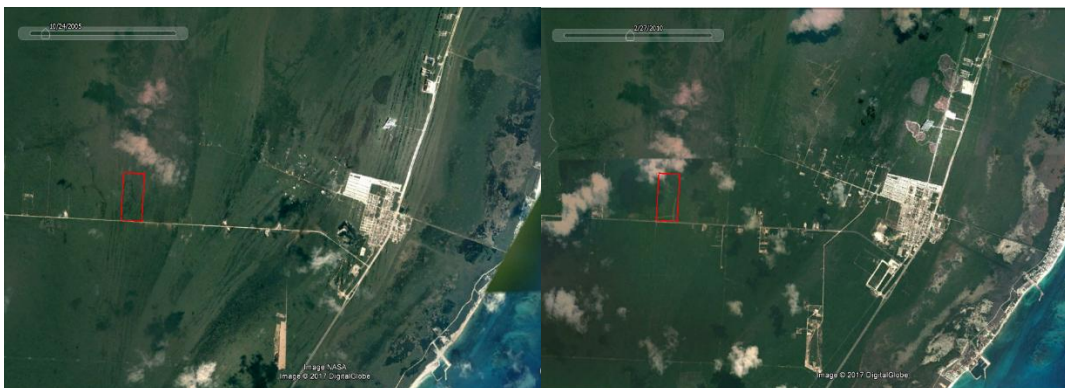




Figura 15. Crecimiento de la zona turística y urbanizada en Puerto Morelos, 2007, 2009 y 2015

Obsérvese el crecimiento urbano de la comunidad de Puerto Morelos desde el 2005 a la fecha, en donde antes del 2007, ya existía I que se conoce como el fraccionamiento Villas Morelos y como de manera desordenada hubieron invasiones y construcciones irregulares a las colindancias del mismo, creciendo sin una planeación, la comunidad local se ve a sí misma sometida a la dinámica (tiempos, espacios y necesidades) de turistas y visitantes de crucero; el paisaje de Puerto Morelos hace patente su condición colectiva. El paisaje se fue transformando entonces para mostrar la historia reciente y para ser recordatorio de su condición y función ante el desarrollo urbano. Es por ello que es prioritario fomentar un desarrollo urbano ordenado con todos los servicios que cubra las necesidades de una población creciente, mediante el cumplimiento de la legislación ambiental que garantice un desarrollo sustentable minimizando los impactos a los recursos naturales de la zona.

La capacidad de absorción del paisaje es alta, por lo que éste no se verá afectado, en cuanto a los servicios ambientales, que pudiera afectar el proyecto a nivel de cuenca, el resultado es bajo o nulo. Por último, la flora y fauna será rescatada y reubicada con el fin de garantizar que se conserve el material parental presente en el predio.

Del análisis realizado a nivel de predio y de sistema ambiental, se concluye que es viable la elaboración del proyecto presentado.

CAPITULO V. IDENTIFICACIÓN DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES

Contenido

V. IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES.	3
V.1. Identificación de impactos.....	10
V.2. Caracterización de los Impactos.	12
V.3. Caracterización y Valoración de los Impactos.	14
V.4. Conclusiones	24

Índice de figuras:

Figura 5.1. Grafica de impactos clasificados por el valor de importancia, y el total por etapa del proyecto.	16
---	----

Índice de Cuadros:

Cuadro 5. 1. Indicadores ambientales elegidos para la evaluación de impacto ambiental.....	4
Cuadro 5. 2. Valores signados a cada atributo para los impactos generados	8
Cuadro 5. 3. Elementos ambientales indicadores en el sistema ambiental, ¿El proyecto tiene algún impacto hacia este elemento ambiental?.....	10
Cuadro 5. 4. Grupo de actividades que serán evaluadas.....	13
Cuadro 5. 5. Matriz de interacciones	15
Cuadro 5. 6. Valor de importancia por indicador.....	¡Error! Marcador no definido.

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

La metodología que se utilizó para la identificación de los impactos ambientales, es la lista de chequeo, para lo cual primero se realizó la revisión de los componentes ambientales, y de estos se identificaron los que pueden funcionar como indicadores ambientales, realizando una revisión de los propuestos como indicadores internacionales y nacionales¹.

Los indicadores de impacto o índices ambientales se definen como "la expresión medible de un impacto ambiental" con y sin proyecto, por lo que son variables simples y/o complejas que representan una alteración sobre un factor ambiental. (Gómez, 1999).

Los indicadores deben sintetizar los elementos ambientales, eligiendo elementos que nos indiquen la calidad del ambiente, que sean de forma cuantitativa o cualitativa, en este caso se eligieron los siguientes:

Los indicadores de impacto regularmente están representados en unidades heterogéneas, inconmensurables, por lo que se requiere transformarlos a unidades homogéneas y adimensionales para hacerlos comparables, a fin de jerarquizar los impactos y totalizar la alteración que generará el proyecto, lo que en este caso se logró con el método de la Matriz de Importancia, ya que el índice de importancia uniformiza los criterios. En este caso los indicadores son *cualitativos*, y pueden ser cuantitativos de requerirse.

Donde indicadores cualitativos, tienen un valor cuantitativo, y los que se utilizaron cumplen con los siguientes requisitos:

- **Representatividad.**- Se refiere a que es un indicador que evidencia los cambios al elemento afectado.
- **Relevancia.**- La información que aporta es indicativa en términos de tiempo y espacio.
- **Excluyente.**- Que no es repetitiva con otros indicadores, lo que podría llevar a una sobrevaluación de algunos efectos.
- **Cuantificable.**- Que es medible en términos cuantitativos de requerirse.
- **Fácil identificación.**- que es claro y conciso.

¹ Sistema Nacional de Indicadores Ambientales; <http://apps1.semarnat.gob.mx/dgeia/clave16/index.html>.
Sistema Nacional de Indicadores Ambientales – SNIA; <http://www.semarnat.gob.mx/temas/estadisticas-ambientales/snia>.

Sistema Nacional de Indicadores Ambientales; <http://apps1.semarnat.gob.mx/dgeia/clave16/index.html>.

En base a la descripción del ambiente realizada en los capítulos anteriores se definieron los siguientes indicadores ambientales los cuales son representativos y relevantes de acuerdo a las condiciones en el sistema ambiental, se eligieron los elementos que en base a la caracterización del medio abiótico, biótico y socioeconómico son cuantificables y de fácil identificación.

A partir de la información de los capítulos anteriores, donde se describieron las acciones que se requieren para realizar el proyecto, así como los elementos relevantes del ambiente, se eligieron los indicadores para este sitio en particular. A continuación, se describe el término en que se evaluó cada uno de los indicadores:

Cuadro 5. 1. Indicadores ambientales elegidos para la evaluación de impacto ambiental.		
Factor ambiental	Elemento indicador	Criterios a evaluar
Atmósfera	Calidad del aire	Calidad del aire expresada en términos de ausencia o presencia de contaminantes, los cuales se infieren por el tipo de actividades e insumos a utilizar, así como la concentración de polvo y partículas en suspensión, según la superficie de las zonas homogéneas y la población afectada en cada zona. No se realizarán actividades industriales, o que emitan grandes cantidades de gases de efecto invernadero (GEI). De acuerdo al inventario Nacional de emisiones de gases de efecto invernadero, el impacto en este sentido es por el cambio de uso de suelo ² .
	Nivel de ruido	Es el grado de bienestar en función del nivel del ruido durante el día y la noche. Es el nivel sonoro en un punto crítico y/o representativo del impacto ambiental y se determina, por los datos conocidos de la medida ponderada del nivel equivalente (Leq.dB(A)) decibeles, de los equipos y maquinaria a utilizar. En este caso por presencia o ausencia de ruidos ajenos al sistema natural.
	Microclima	Se refiere a los elementos que conforman el clima en micro escala, como: el efecto albedo, grado de humedad, insolación o sombra, entre otros, en este caso el microclima es parte del nicho de especies vegetales y animales, así como un factor de confort social. Su monitoreo es sencillo a través de la temperatura ambiente determinada en sitios específicos.
Hidrología	Calidad del agua.	Esta afectación resulta particularmente sensible en la zona debido a dos condiciones exclusivas de la Península de Yucatán que corresponden a la existencia de un sustrato calcáreo de alta permeabilidad donde el principal reservorio de agua dulce corresponde al manto freático, del que depende el abastecimiento de agua para la población y que desemboca finalmente al mar, por lo que su alteración repercutiría en las condiciones de esté. La calidad del agua se refiere entonces a la subterránea. En este sentido el punto de monitoreo de la calidad del agua puede ser el cenote registrado en el predio.
	Cantidad de agua	Este rubro se refiere a la cantidad de agua subterránea, y se refiere al agua salobre, en este rubro se respetaran las indicaciones de la CONAGUA al momento en la concesión que se tramite en su momento.
	Escorrentía superficial	En esta zona la recarga de los acuíferos puede verse modificada si cambia la topografía, ya sea por la creación de barreras físicas que impidan que corra el agua sobre la superficie de forma horizontal y vertical. Este indicador se cuantifica considerando las condiciones actuales de la topografía y la superficie de escurrimiento vertical, al subsuelo.

² http://www.inecc.gob.mx/descargas/cclimatico/inf_inegei_public_2010.pdf

Cuadro 5. 1. Indicadores ambientales elegidos para la evaluación de impacto ambiental.		
Factor ambiental	Elemento indicador	Criterios a evaluar
Suelo	Calidad del suelo	Son los niveles de elementos extraños o no procesables en el suelo y el subsuelo que modifican su composición y con ello los procesos físicos, químicos y biológicos, naturales.
	Cantidad del suelo	Este rubro se refiere al desplazamiento de la capa fértil o rica en nutrientes del suelo debido a diversos factores como la lluvia o el viento principalmente y de la formación del suelo por la acumulación de sustrato natural.
	Relieve	Este indicador se determina por la inferencia de las áreas que perderán vegetación y por la modificación de la topografía del predio que modifica directamente el proceso de erosión y escorrentía natural.
Vegetación	Cobertura	En este elemento se va a considerar la superficie con cobertura de la vegetación original.
	Especies en categoría de protección	Es indicador se refiere al número de especies en alguna categoría de protección en la NOM-059-SEMARNAT-2010, y su distribución en el predio.
Fauna	Presencia de anfibios, reptiles, aves, mamíferos	El indicador será el número de especies catalogadas como especies raras, endémicas o amenazadas que podrían ser afectadas. Las aves son organismos que requieren de sitios específicos de reproducción y alimentación por lo que son sensibles a las alteraciones en la vegetación, así como a la presencia de actividades, son un buen indicador ya que desciende el número de especies sensibles y aumenta el de especies más adaptables y oportunistas. Los mamíferos son un indicador sensible como el resto de la fauna ya que se evidencia el cambio en la composición poblacional, disminuyendo considerablemente el número de especies de mamíferos mayores y medianos a las modificaciones en el ambiente.
Paisaje	Naturalidad	Son los espacios sin modificación del paisaje en donde no se han producido actuaciones humanas y estas pueden ser: espaciales, puntuales lineales y superficiales.
	Fragilidad	Es un indicador de la susceptibilidad a modificaciones antropogénicas en los ecosistemas que dependen de su estructura y naturalidad, así como su visibilidad.
Social	Cambio de uso de suelo	Se refiere a considerar las actividades que se desarrollarían en el predio sin proyecto, el uso de suelo se clasifica como natural, lo que se acerca a la mayor calidad ambiental y la capacidad de recepción del proyecto, evaluando la congruencia con el desarrollo económico y social en la zona.
	Infraestructura	Es el impacto que tendrá el proyecto en la red de abastecimiento en el área, como es el abastecimiento y tratamiento del agua, electricidad y comunicaciones en cuanto a la demanda que tendrá de ellos el proyecto, y se mide en función del incremento de esta necesidad a nivel local.
	Congestión de tráfico	Se evaluó el tráfico en comparación con la densidad estimada existente actualmente y con la disponibilidad de caminos.
Económico.	Nivel de empleo	Este corresponde a uno de los rubros socioeconómicos más importantes, en el desarrollo de proyectos de construcción, en los cuales se requiere de trabajadores en todas sus etapas. Si bien esta característica constituye un beneficio económico para los involucrados, suele también producir afectaciones de tipo social como: migración, marginación, demanda de servicios, entre otros. La industria de la construcción representa uno de los sectores económicos más significativos de la economía de una región, por ello el fortalecimiento de esta industria corresponde a una reactivación de la economía y por ende se traduce en una fuente de empleos considerable.

Cuadro 5. 1. Indicadores ambientales elegidos para la evaluación de impacto ambiental.		
Factor ambiental	Elemento indicador	Criterios a evaluar
	Cambio de valor de suelo	El valor del suelo dependiendo de la aptitud territorial y el tipo de actividad a realizar puede aumentar o verse degradado.
	Derrama económica	En este rubro se contempla la afectación a la economía local y regional, que puede ser directa o indirectamente, por la necesidad de insumos para el funcionamiento del proyecto.

Una vez que se definieron los indicadores ambientales y se identificaron los impactos realizando la pregunta para cada uno de ellos ¿Afectará la realización del proyecto, en las etapas de cambio de uso de suelo, construcción y/o operación?, se procedió a elegir los indicadores que tuvieron una respuesta afirmativa, para evaluar la importancia del impacto.

El método de evaluación de impactos ambientales debe permitir la medición del grado de intensidad e incidencia del efecto impactante y de la acción que impacta, definiendo en primer lugar si el efecto es positivo o negativo, así como su efecto temporal y espacial, tomando en cuenta la capacidad del elemento impactado de absorber o recuperarse de dicho impacto.

En este caso el valor será medido a través de la asignación del "valor de importancia" del impacto método descrito por Vitoria Fdz. (1995), llamado matriz de importancia, la cual consiste en un cuadro de doble entrada en cuyas columnas figurarán las acciones impactantes y dispuestas en filas los factores ambientales susceptibles a recibir impactos.

Para definir las acciones impactantes y los factores impactados se utiliza una matriz de identificación de efectos, para fines de este estudio se tomara como matriz de identificación la realizada para el diagnóstico ambiental, y todas las que fueron marcadas con afectación se utilizarán en la matriz de importancia.

Una vez identificadas las posibles alteraciones, se hace una previsión y valoración de las mismas. La evaluación es una herramienta fundamentalmente analítica, de investigación prospectiva de lo que puede ocurrir, por lo que la clarificación de todos los aspectos que definen los impactos (interrelación Acción del proyecto-factor medio), es absolutamente necesaria.

La valorización cualitativa se efectuará a través de la matriz de impactos. Cada casilla de cruce en la matriz o tipo de elemento, nos dará la idea del efecto de cada acción impactante sobre cada factor ambiental impactado.

Los elementos de la matriz de importancia identifican el impacto ambiental (Ii) generado por una acción simple de una actividad (Ai) sobre un factor ambiental considerado (Fj).

En este estadio de valoración, mediremos el impacto, en base al grado de manifestación cuantitativa del efecto que quedará reflejado en lo que definimos como importancia del impacto. Los elementos tipo, o casillas de cruce de la matriz, estarán ocupados por la valoración correspondiente a once símbolos siguiendo el orden espacial, más una casilla que sintetiza en una cifra la importancia del impacto en función de la fórmula:

La importancia de los impactos (I = Importancia), se calculó por medio de la siguiente fórmula:

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

Donde la I = importancia es resultado de los valores asignados a cada atributo de acuerdo a la siguiente tabla:

El método de evaluación de impactos ambientales debe permitir la medición del grado de intensidad e incidencia del efecto impactante y de la acción que impacta, definiendo en primer lugar si el efecto es positivo o negativo, así como su efecto temporal y espacial, tomando en cuenta la capacidad del elemento impactado de absorber o recuperarse de dicho impacto.

Para la evaluación en la *Matriz de Importancia* de la metodología elegida se utilizaron los siguientes criterios:

Signo: (+) benéfico (-) perjudicial

I = Intensidad: Grado de incidencia sobre el factor, 1 a 12, éste último representa la total destrucción.

Ex =Extensión: Área de influencia teórica del impacto, donde los valores asignados son 1: puntual; 2: parcial; 4: extenso; 8: total.

Mo = Momento: El tiempo transcurre entre la acción y la aparición del efecto; Inmediato y corto plazo (4), 1-5 años de plazo (2), largo plazo más de 5 años (1).

Pe = Persistencia. Tiempo que permanecería el efecto desde su aparición y hasta que el factor afectado retornaría a las condiciones iniciales naturalmente o mediante introducción de medidas correctoras. Fugaz: menos de 1 año (1); temporal menos de 10 años (2); permanente más de 10 años (4).

Rv = Reversibilidad: La posibilidad de retornar a las condiciones iniciales por medios naturales, a corto plazo (1); a mediano plazo (2); si el efecto es irreversible se le asigna el máximo de 4.

Si = Sinergia: Este atributo contempla el reforzamiento de dos o más efectos simples, que es superior a la suma, el criterio toma valores de 1 a 4

Ac = Acumulación: Este criterio da idea del incremento progresivo de la manifestación del efecto identificado, los valores van de 1 si no es acumulativo, y 4 si es acumulativo.

Ef = Efecto: Se refiere a la relación causa – efecto, es decir la forma de manifestación del efecto sobre un factor como consecuencia de una acción, el efecto es directo o primario (4), o secundario, indirecto (1).

Pr = Periodicidad: Se refiere a la regularidad de la manifestación del efecto; sea cíclica o recurrente (efecto periódico), o impredecible en el tiempo (irregular), 0 constante en el tiempo (continuo). Los valores van de 1 en los discontinuos, 4 en continuos y 2 en periódicos.

Mc = Recuperabilidad: La posibilidad de retornar a las condiciones iniciales por medio de medidas correctoras. Se asignan valores de 1 a 8 éste último se asigna si el impacto es irrecuperable.

Todos los criterios van a dar el valor de Importancia del impacto; es decir, la importancia de la acción sobre el factor ambiental, independientemente de la importancia del factor ambiental.

Cuadro 5. 2. Valores signados a cada atributo para los impactos generados			
NATURALEZA	+/-	SINERGIA (SI) (REGULARIDAD DE LA MANIFESTACIÓN)	Sin sinergismo (simple) – 1 Sinérgico – 2 Muy sinérgico 4
INTENSIDAD (I) (GRADO DE DESTRUCCIÓN)	Baja- 1 Media – 2 Alta – 4 Muy alta- 8 Total - 12	ACUMULACIÓN (AC) (INCREMENTO PROGRESIVO)	Simple – 1 Acumulativo - 4
EXTENSIÓN (EX) (ÁREA DE INFLUENCIA)	Puntual –1 Parcial – 2 Extenso –4 Total – 8 Crítico – (+4)	EFECTO (EF) (RELACIÓN CAUSA – EFECTO)	Indirecto (Secundario) – 1 Directo – 4
MOMENTO (MO) (PLAZO DE MANIFESTACIÓN)	Largo plazo – 1 Mediano Plazo – 2 Inmediato – 4 Crítico – (+4)	PERIODICIDAD (PR) (REGULARIDAD DE LA MANIFESTACIÓN)	Irregular o discontinuo – 1 Periódico – 2 Continuo - 4
PERSISTENCIA (PE) (PERMANENCIA DEL EFECTO)	Fugaz –1 Temporal – 2 Permanente - 4	RECUPERABILIDAD (MC) (POR MEDIOS HUMANOS)	Recuperable inmediatamente- 1 Recuperable a mediano plazo – 2 Mitigable – 4 Irrecuperable - 8
REVERSIBILIDAD (RV)	Corto plazo – 1 Medio plazo -.2 Irreversible -.4	IMPORTANCIA	$I = (3I + 2EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC)$

El valor de importancia toma valores entre 13 y 100;

- ✓ Los impactos con valores de importancia inferiores a 25 son irrelevantes, es decir que el ambiente puede aceptarlos, sin repercusiones severas,
- ✓ Los impactos moderados presentan una importancia entre 25 y 50.
- ✓ Serán severos cuando la importancia se encuentre entre 50 y 75 y
- ✓ Críticos cuando el valor sea superior a 75.

Una vez que se obtiene el valor de importancia de cada casilla de cruce se realiza una valoración cualitativa de cada una de las acciones impactantes y de cada factor ambiental que ha sido objeto de impacto.

La suma algebraica del valor de importancia de cada columna nos indicara la acción más agresiva, altos valores negativos, las poco agresivas bajos valores negativos y las beneficiosas con valores positivos, en la suma algebraica por filas, nos indicara los factores ambientales que sufren en mayor o menor medida las consecuencias de la realización del proyecto.

El impacto final cualitativo se obtiene de la suma de los impactos en la etapa de operación y los de las etapas de preparación y construcción que sean permanentes. Los resultados de las sumas, pierden la cualidad cuantitativa, ya que no son resultado de la valoración de los criterios, son cualitativas, ya que el algoritmo creado para su cálculo, es función del grado de manifestación cualitativa de los criterios que en el intervienen, por lo que tampoco aplican los valores de los rangos antes descritos.

Análogamente se puede decir que la importancia en la fila $j=2$, es mayor que la fila $k=1$, y deducir que j está siendo agredido en mayor medida que el factor k , pero sin proporción numérica alguna, no significa que j es dos veces más impactada que k . Es importante tener presente lo anterior al interpretar la matriz resultante.

La suma de columnas y filas si es un indicador de la disminución de impactos debido a las medidas de mitigación que se proponen, esta disminución se hace evidente al comparar la matriz sin medidas de mitigación con la matriz que ya contempla dichas medidas.

Justificación de la metodología seleccionada

Existen numerosas metodologías para la evaluación de impactos sobre el medio ambiente, que toman en cuenta los componentes natural, social y económico, algunos se declaran de utilidad universal, pero la mayoría fueron creados para situaciones y proyectos muy específicos. No existe una metodología universal ya que la situación, cambia con el proyecto, el lugar a desarrollar las tecnologías utilizadas, entre otras variables, como las posibilidades de proyecto así como los medios receptores son prácticamente infinitos, las metodologías a usar son también ilimitadas.

Las metodologías van desde las más simples a las más complejas que requieren de datos cuantitativos y programas sofisticados; la decisión sobre la metodología a utilizar se tomó basándose en los siguientes aspectos.

- ✓ Una metodología que permita identificar y evaluar impactos ambientales.
- ✓ Que sea en lo posible independiente de la percepción personal del evaluador y sus sesgos.
- ✓ Que sea de fácil interpretación para todos los involucrados.

En el presente estudio, se eligió realizar la identificación y la evaluación por medio de la matriz de doble entrada, descrita por Conesa Fdez. (1995), la cual permite una fácil interpretación de los resultados y eficiente predicción de impactos.

V.1. Identificación de impactos

La identificación de impactos se realizó en una lista de chequeo retomando los indicadores ambientales se realiza el cuestionamiento ¿si se verá afectado por alguna actividad del proyecto?

Cuadro 5. 3. Elementos ambientales indicadores en el sistema ambiental, ¿El proyecto tiene algún impacto hacia este elemento ambiental?		
Factor ambiental	Elemento indicador	¿El proyecto tiene algún impacto hacia este elemento ambiental?, durante las etapas de cambio de uso de suelo, construcción y operación.
Atmósfera	Calidad perceptible del aire (Olores, gases y partículas)	SI. La remoción de la vegetación, y el rescate de la capa de suelo, genera polvos suspendidos, los cuales no llegan a afectar ningún asentamiento humano (a 4 km), ni a las actividades en los predios circundantes debido a que la vegetación que rodea al predio funciona como barrera verde impidiendo que se dispersen mucho más allá de los límites del predio. El movimiento de materiales de construcción dentro del predio también genera polvo de forma constante. En las tres etapas se generaras GIF, por el uso de vehículos y maquinaria que utiliza combustible.
	Nivel de ruido	SI. El nivel de ruido cambiará desde que se comiencen con las actividades de cambio de uso de suelo, no se afectará ningún asentamiento humano, ya que el asentamiento más cercano se ubica a más de 4 kilómetros al este. La fauna más susceptible se retirará del área de CUSTF, en busca de lugares menos perturbados.
	Microclima	SI. El microclima se modifica de forma puntual alrededor del área de explotación, ya que se dejan los cuerpos de agua, y se va a reforestar, por lo que se esperaría que al haber sombra y humedad, el microclima será más agradable. Por el cambio de uso de suelo, se genera un nuevo microambiente urbano, donde las calles absorben y reflejan más calor, y disminuyen las áreas con sombra. A nivel SAR, no hay modificaciones, no se altera otro elemento que tenga repercusiones fuera del predio.
Hidrología	Calidad del agua.	Si. La ejecución de las obras y actividades planteadas en esta etapa podrían generar contaminación si ocurriese un manejo inadecuado de residuos por su poca monta no se considere que modifica la calidad del agua. El riesgo existe cuando el condominio funcione al 100 % con la conducción y tratamiento del agua residual, la cual de cualquier forma llevará a cabo los muestreos en cada uno de los puntos del tren de tratamiento para asegurar el cumplimiento de la normas oficiales mexicanas aplicables.

Cuadro 5. 3. Elementos ambientales indicadores en el sistema ambiental, ¿El proyecto tiene algún impacto hacia este elemento ambiental?		
Factor ambiental	Elemento indicador	¿El proyecto tiene algún impacto hacia este elemento ambiental?, durante las etapas de cambio de uso de suelo, construcción y operación.
	Escorrentía superficial	<p>Si, la escorrentía en la zona es vertical, el agua se infiltra al subsuelo, en este caso, por el cambio de uso de suelo, al sustituir la capa de suelo por las construcciones, ya no se permite la infiltración de agua, esto se compensa de algún modo al separar el drenaje pluvial, ya que el agua de lluvia por medio de pozos finalmente llega al subsuelo.</p> <p>EL predio no representa un área de recarga del acuífero, En el SAR, no existe afectación o modificación, solo se modifican las áreas de explotación y de cambio de uso de suelo.</p>
Suelo	Calidad del suelo	<p>NO, siempre y cuando se realice el adecuado manejo de sustancias y materiales de construcción y se revise la maquinaria como se ha indicado en la descripción de las actividades de uso de suelo y construcción.</p> <p>No se realizan actividades que generen contaminación de suelo directamente; el riesgo existe si existe algún derrame de aceite de los camiones o maquinaria.</p> <p>Por ello desde ahora se contempla contar con almacenes para las sustancias a utilizar, así como los residuos, los cuales contarán con suelo impermeable. Así como la verificación ambiental por lo menos dos veces a la semana, de tal forma que si detecta algún riesgo o evento se corrija de forma inmediata. En general en la etapa de operación no se usan sustancias peligrosas, ni se generan residuos peligrosos, a excepción de los que use cada propietario, como son productos de limpieza, lo cual generaría un impacto puntual y de baja magnitud.</p>
	Cantidad y tipos de suelo	<p>SI, Por el cambio de uso de suelo para uso habitacional, se disminuye la cantidad de suelo original en el predio, junto con la superficie de vegetación. En el resto de las etapas ya no se ve afectado este componente.</p>
	Relieve y carácter topográfico	<p>SI. Para el cambio de uso de suelo y uso habitacional se retira la capa de suelo y se nivela el terreno.</p>
Biodiversidad ecosistemas	Vegetación	<p>SI, para el CUSTF que se solicita en el presente DTU, se requiere el desmonte de 8.57 ha, es decir del 23.7% del predio</p>
	Fauna	<p>SI, Se genera una disminución de especies de fauna; al retirar el 61.6% de la vegetación existente, y fragmentar la continuidad de esta, ya no representará un sitio de refugio para algunas especies, como el venado que busca sitios menos perturbados, así como algunas aves.</p> <p>Se modifica la diversidad de especies, debido a que algunas especies se ven favorecidas por la presencia de actividades humanas.</p>
	Procesos bióticos.	<p>SI. Al modificar la cobertura de vegetación en más del 50% de la superficie, al modificar la diversidad de la fauna se modifican los procesos bióticos, la interacción entre especies se modifica.</p> <p>En la etapa de operación llegan especies domesticadas, que en ocasiones como perros y gatos se generan grupos ferales, así como especies nocivas.</p>
Paisaje	Naturalidad.	<p>SI, Durante la etapa de extracción y de cambio de uso de suelo; el impacto será negativo, ya que, por el paso de los camiones, la presencia de la maquinaria, y el caos aparente generará una calidad paisajística deteriorada. Ya en la etapa de operación se genera un nuevo paisaje urbano y el concepto del proyecto busca que sea de alta naturalidad.</p>
	Calidad Paisajística	<p>Este impacto se genera dentro del predio, no es evidente hacia otros sitios.</p>

Cuadro 5. 3. Elementos ambientales indicadores en el sistema ambiental, ¿El proyecto tiene algún impacto hacia este elemento ambiental?		
Factor ambiental	Elemento indicador	¿El proyecto tiene algún impacto hacia este elemento ambiental?, durante las etapas de cambio de uso de suelo, construcción y operación.
Territorio, Servicios e infraestructura.	Compatibilidad del uso de suelo.	NO. No se genera impacto, ya que el uso de suelo que se pretende ejercer está autorizado en los instrumentos que regulan la densidad y los usos y actividades que se pueden desarrollar en el predio y en la unidad de gestión ambiental.
	Infraestructura a Redes de abastecimiento básico	SI. Se utilizarán servicios como energía eléctrica, y manejo de residuos por parte de la autoridad municipal. El manejo del agua será por parte del promovente, contará con pozos de extracción y equipo de potabilización, y una PTAR, para enviarla a pozos de absorción.
	Congestión de tráfico	SI. La carretera estatal tiene poco tráfico, el aumento de tráfico por las viviendas no causara que el movimiento de los autos sea más lento, la entrada contempla un carril como reductor de velocidad, para no generar embotellamientos a la entrada.
Economía	Nivel de empleo	SI, se generara empleo temporal para las actividades de cambio de uso de suelo y de construcción, y de administración del fraccionamiento condominal.
	Cambio de valor de suelo	SI, Una vez que se realice el cambio de uso de suelo para uso habitacional el valor de suelo en el predio aumentará.
	Derrama económica	SI, se requerirá material de construcción para las viviendas, lo que generara movimiento económico en este sector que es de los principales en la economía estatal.

Es de resaltar que la etapa de cambio de uso de suelo, es la etapa donde se genera el mayor número de impactos al ambiente, las etapas siguientes los impactos son menores, como se observa en el siguiente apartado.

V.2. Caracterización de los Impactos.

Una vez que se han reconocido los indicadores de la calidad ambiental y se identificaron los impactos, procedemos a seleccionar los impactos identificados y agruparlos en las acciones impactantes las cuales se utilizaran en la matriz de doble entrada.

Las actividades que se realizaran, también deben seleccionarse de forma cuidadosa, para que no sean redundantes y se sobrecalifique o se disminuya su importancia, o se ignore en la evaluación del impacto. En este punto es esencial diferenciar entre *actividad impactante* e *impacto*, este último es resultado de las actividades. Una actividad puede generar más de un impacto en los diferentes elementos al ambiente, y su magnitud es diferente para cada uno de estos elementos; lo que queda bien desglosado en el método que se ha elegido de la matriz de doble entrada.

Otro elemento a considerar es no ser redundante, por ejemplo el uso de maquinaria conlleva el manejo por un operador, cuya presencia también genera un impacto, el evaluador entonces debe tener claro que hay dos actividades la presencia y uso de la maquinaria, y las actividades de los trabajadores, si las separa en dos actividades impactantes debe tenerlo presente al momento de asignar los valores de evaluación y calificación del impacto.

Tomando estas consideraciones a continuación se enlistan las actividades a evaluar en cada etapa, cuyos detalles se describieron en el capítulo 2 del presente DTU:

Cuadro 5. 4. Grupo de actividades que serán evaluadas.		
Etapas	Actividades	Impactos probables
Etapa de preparación o CUSTF.	Rescate de vegetación.	Al rescatar ejemplares de importancia ecológica se favorece la permanencia genética de la especie. Ya sea que permanezcan en el predio o se utilicen para reforestar otras áreas, estos ejemplares tendrán la posibilidad de generar semillas con lo que se mantiene su diversidad genética.
	Ahuyentamiento de fauna.	Se realizarán caminatas haciendo ruido mientras se marca la vegetación a rescatar a fin de que la fauna se vaya desplazando a fuera de las áreas de trabajo.
	Presencia de trabajadores.	Los trabajadores generan ruido, residuos sólidos y líquidos, lo que ahuyenta a la fauna, y de no manejarse adecuadamente los residuos pueden generar contaminación al suelo y al agua subterránea.
	Utilización de maquinaria y vehículos.	La maquinaria y vehículos son de combustión, por lo que utilizan combustible, grasas o aceites. Un equipo en mal estado puede tener fugas y contaminar el suelo, o generar más GEI, de lo “normal”, generando mayor contaminación al ambiente.
	Desmote y despalle.	Se retirará la vegetación y la capa de suelo paulatinamente en 4 etapas.
	Generación de residuos sólidos.	Se generan residuos sólidos generados por los trabajadores. Los restos de vegetación producto del desmote
	Generación de residuos líquidos.	En esta etapa los residuos líquidos son los residuos sanitarios de los trabajadores.
Etapa de construcción o urbanización.	Nivelación y excavaciones.	Se cubrirán con material pétreo todas las áreas desmontadas. Y se realizaran excavaciones para introducir las tuberías y cableado subterráneo.
	Presencia de trabajadores.	Se refiere al hecho de que ingrese gente al predio.
	Equipamiento Urbano.	Se refiere a la construcción para recibir y distribuir, electricidad, agua, y drenaje. La construcción de las áreas comunes, y vialidades.
	Utilización de maquinaria y vehículos.	Igual que lo descrito para la etapa anterior.
	Generación de residuos sólidos.	

Cuadro 5. 4. Grupo de actividades que serán evaluadas.		
Etapas	Actividades	Impactos probables
	Generación de residuos líquidos.	
Etapa de construcción de viviendas.	Desmonte y despalme de cada lote.	Igual que lo descrito para la etapa anterior, pero considerando que este impacto es de lote por lote. Que se espera dure 10 años, ya que la etapa de CUSTF durara 8 años.
	Presencia de trabajadores.	
	Utilización de maquinaria y vehículos.	
	Desmonte y despalme.	
	Generación de residuos sólidos.	
	Generación de residuos líquidos.	
Etapa de operación.	Presencia permanente de habitantes.	Se refiere al hecho de que el predio tendrá un uso de suelo urbano.
	Introducción de mascotas.	Se introducen especies domesticadas como perros y gatos.
	Utilización vehículos.	Cada vivienda tendrá por lo menos un automóvil.
	Generación de residuos sólidos	Se generan residuos propios de una zona urbana, el proyecto contempla la PTAR, y contenedores que promuevan la separación de los residuos reciclables.
	Generación de residuos líquidos	

V.3. Caracterización y Valoración de los Impactos.

Una vez que se cuenta con las dos entradas de la matriz, se procedió a realizar la valorización de los impactos, lo que resulto en la siguiente matriz:

Documento Técnico Unificado para el Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales
Modalidad B-Particular. Proyecto "Puerto Calizza"

Cuadro 5. 5. Matriz de interacciones

		MATRIZ DE MPORTANCIA DE LOS MPACTOS AMBIENTALES FRACCIONAMIENTO CONDOMNAL PUERTO CALIZZA																					
		Naturaleza del Impacto						Etapa de construcción o urbanización.						Etapa de operación nuevo uso de suelo									
		Si l simple es - Menor que 25 el impacto es irrelevante - Entre 25 y 50 el impacto es moderado - Entre 50 - 75 el impacto es severo - Mayor a 75 el impacto es crítico En las sumatorias por fila y columna no aplica el criterio anterior, Los valores no son proporcionales, únicamente indicativos.																					
		+ - 0																					
		Desmonte y despaime (23,27 de sup del predio)																					
		Presencia de trabajadores																					
		Utilización de maquinaria y vehículos.																					
		Generación de residuos sólido																					
		Generación de residuos líquido																					
		Total etapa de preparación																					
		Nivelación y excavaciones																					
		Presencia de trabajadores																					
		Utilización de maquinaria y vehículos.																					
		Construcción equipamiento urbano																					
		Generación de residuos sólido																					
		Generación de residuos líquido																					
		Total etapa de urbanización																					
		Presencia permanente de habitantes.																					
		Introducción de mascotas																					
		Utilización vehículos.																					
		Extracción de agua subterránea																					
		Generación de residuos sólido																					
		Generación de residuos líquido																					
		Total etapa de operación.																					
FACTORES DEL MEDIO																							
MEDIO FÍSICO	Medio abiótico	Aire	Calidad del aire (olores, gases y partículas)	-68																-34			
			Microclima (temperatura y humedad)	-41																		0	
			Nivel de ruido		-16	-16																	-68
			Total aire	-109	-16	-45	0	0	-170	-21	-16	-41	-37	0	0	-115	-52	0	-50	0	0	0	-102
		Suelo	Calidad del suelo																				-46
			Perdida de suelo	-65																			0
			Total tierra	-65	0	0	-20	-23	-108	0	0	0	0	0	-20	-23	-43	0	0	0	0	-18	-28
		Agua	Cantidad del recurso																				-41
			Calidad del agua subterránea																				-23
			Escorrentía horizontal y vertical	-26																			0
	Total agua		-26	0	0	0	-23	-49	-54	0	0	0	0	-23	-77	0	0	0	-41	0	-23	-64	
	TOTAL MEDIO ABIÓTICO		-200	-16	-45	-20	-46	-327	-75	-16	-41	-37	-20	-46	-235	-52	0	-50	-41	-18	-51	-212	
	Medio biótico	Vegetación	Cobertura y diversidad	-65																			-27
			Especies protegidas	-36																			0
			Total vegetación	-65	0	0	0	0	-65	0	0	0	0	0	0	-27	0	0	0	0	0	0	-27
		Fauna	Presencia y diversidad	-60																			-119
			Total fauna	-60	0	0	0	0	-60	0	0	-18	0	0	0	-18	-49	-35	-35	0	0	0	-119
	TOTAL MEDIO BIÓTICO		-125	0	0	0	0	-125	0	0	-18	0	0	0	-18	-76	-35	-35	0	0	0	-146	
	Medio perceptual	Paisaje	Naturalidad	-49																			0
			Fragilidad	-31																			-41
TOTAL MEDIO PERCEPTUAL		-80	0	0	0	0	-80	0	0	0	-45	0	0	-45	-41	0	0	0	0	0	-41		
TOTAL MEDIO FÍSICO		-405	-16	-45	-20	-46	-532	-75	-16	-59	-82	-20	-46	-298	-169	-35	-85	-41	-18	-51	-399		
MEDIO SOCIAL	Social	Infraestructura/humano	Cambio de uso de suelo	41																		0	
			Red de abastecimiento de agua, electricidad y comunicaciones																				-56
			Congestión tráfico																				0
	TOTAL MEDIO SOCIAL		41	0	0	-22	-22	-3	0	0	0	0	-22	-22	-44	-27	0	0	0	-29	0	-56	
	Medio económico	Economía	Nivel de empleo		23																		23
			Cambio valor del suelo																				0
Ingresos economía local y administración					20	20	20	60														23	49
TOTAL MEDIO ECONÓMICO		0	23	20	20	20	83	0	23	20	84	20	20	167	49	0	0	0	23	0	72		
TOTAL MEDIO SOCIOECONÓMICO		41	23	20	-2	-2	80	0	23	-20	84	-2	-2	123	22	0	0	0	-6	0	16		
TOTAL		-364	7	-25	-22	-48	-452	-75	7	-39	2	-22	-48	-175	-147	-35	-85	-41	-24	-51	-383		

* Las banderas rojas, indican que se requiere especial cuidado en el diseño de medidas de prevención, mitigación y compensación

* Las banderas verdes, indican los impactos positivos del proyecto.

Se observa en el siguiente gráfico, que el mayor número de impactos se genera en la etapa del CUSTF, donde también se generan los impactos con mayor valor de importancia "severos". Los impactos severos se refieren a la disminución de la cobertura vegetal, y su diversidad, a la modificación de la topografía y del escurrimiento hacia el subsuelo del agua.

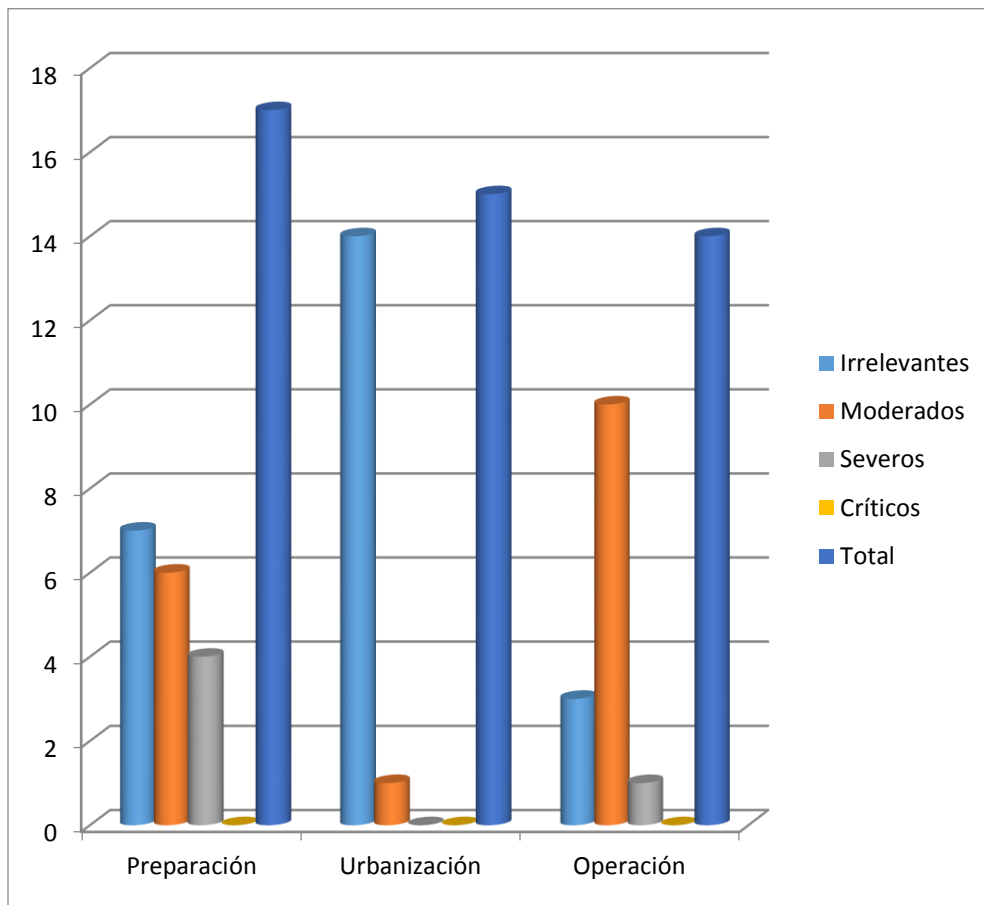


Figura 5.1. Grafica de impactos clasificados por el valor de importancia, y el total por etapa del proyecto.

A continuación, se presenta un análisis del mayor valor de importancia registrado para cada indicador ambiental de cada e

Elemento	Aire					
Indicador	Calidad del aire (olores, gases y partículas)					
Parámetro	Preparación		Urbanización		Operación nuevo uso de suelo	
Naturaleza	Negativo	-	Negativo	-	Negativo	-
Intensidad	Total	12	Baja	1	Baja	1
Extensión	Puntual	1	Parcial	2	Extenso	4
Momento	Inmediato	4	Inmediato	4	Inmediato	4
Persistencia	Permanente	4	Fugaz	1	Temporal	2
Reversibilidad	Irreversible	4	Corto plazo	1	Medio plazo	2
Sinergia	Sinérgico	2	Sin sinergismo	1	Sinérgico	1

Documento Técnico Unificado para el Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales
 Modalidad B-Particular. Proyecto "Puerto Calizza"

Elemento	Aire					
Indicador	Calidad del aire (olores, gases y partículas)					
Acumulación	Acumulativo	4	Acumulativo	4	Acumulativo	1
Efecto	Directo	4	Directo	4	Indirecto	1
Periodicidad	Continuo	4	Irregular	1	Continuo	4
Recuperabilidad	Mitigable	4	Rec. mediano plazo	2	Mitigable	4
Importancia	Severo	68	Irrelevante	25	Moderado	30
PREPARACIÓN	<p>En esta etapa se calificó el impacto de mayor importancia hacia este elemento, y esto se debe al hecho de eliminar la vegetación que funciona como trampa de carbono (CO₂), el valor resultado severo debido a que es de intensidad total en el 23.7% de la superficie del predio, es un impacto permanente, sinérgico y acumulativo. Este impacto es RESIDUAL, no se compensa con las medidas de mitigación, si bien si se compensa con el pago que se realiza por el CUSTF ante la SEMARNAT, quien destina este monto a la reforestación en algún sitio prioritario del país.</p> <p>Se considera un impacto Sinérgico y Acumulable, ya que los GEI, emitidos por la obras se combinan con el hecho de reducir la cobertura arbórea, y esto se acumula con los proyectos que se realizan en el sistema ambiental</p>					
Urbanización	<p>En esta etapa los impactos resultan irrelevantes ya que son de baja intensidad, se refiere a la construcción de la planta de tratamiento, potabilizadora y urbanización en general.</p>					
Operación	<p>Esta etapa resulta en impacto moderado, por ser un impacto continuo durante la operación de la planta de tratamiento y potabilizadora, no generan emisiones a la atmosfera por combustión de gases, pero si generan olores por los gases de descomposición en el tratamiento de las aguas.</p> <p>La cobertura arbórea evitara que los olores lleguen a las viviendas.</p>					

Elemento	Aire					
Indicador	Microclima (temperatura y humedad)					
Parámetro	Preparación		Urbanización		Operación nuevo uso de suelo	
Naturaleza	Negativo	-				
Intensidad	Media	2				
Extensión	Parcial	2				
Momento	Inmediato	4				
Persistencia	Permanente	4				
Reversibilidad	Irreversible	4				
Sinergia	Sinérgico	2				
Acumulación	Acumulativo	4				
Efecto	Indirecto	1				
Periodicidad	Continuo	4				
Recuperabilidad	Irrecuperable	8				
Importancia	Moderado	41				
PREPARACIÓN	<p>El impacto resulta moderado, si cambia el microclima de las áreas desmontadas y aledañas, ya que se modifica la humedad y la absorción y reflejo del calor por el suelo descubierto. SE considera que sinérgico y acumulativo, ya que se conjunta con las obras para generar un nuevo microclima, lo que de alguna forma indirecta puede producir cambios en la zonificación de la vegetación.</p>					
Urbanización	<p>No se generan cambios a este elemento ambiental.</p>					
Operación	<p>Ya se genera un nuevo microclima, característico de un fraccionamiento urbano, en este caso rodeado de vegetación.</p>					

Documento Técnico Unificado para el Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales
Modalidad B-Particular. Proyecto “Puerto Calizza”

Elemento	Aire					
Indicador	Nivel de ruido					
Parámetro	Preparación		Urbanización		Operación nuevo uso de suelo	
Naturaleza	Negativo	-	Negativo	-	Negativo	-
Intensidad	Baja	1	Baja	1	Total	12
Extensión	Puntual	1	Puntual	1	Puntual	1
Momento	Inmediato	4	Inmediato	4	Inmediato	4
Persistencia	Fugaz	1	Fugaz	1	Fugaz	1
Reversibilidad	Corto plazo	1	Corto plazo	1	Corto plazo	1
Sinergia	Sin sinergismo	1	Sin sinergismo	1	Sin sinergismo	1
Acumulación	Simple	1	Simple	1	Simple	1
Efecto	Indirecto	1	Indirecto	1	Indirecto	1
Periodicidad	Irregular	1	Irregular	1	Continuo	4
Recuperabilidad	Rec. inmediatamente	1	Rec. inmediatamente	1	Rec. inmediatamente	1
Importancia	Irrelevante	16	Irrelevante	16	Severo	52
PREPARACIÓN	En esta etapa el nivel de ruido se debe a la presencia de los trabajadores, las obras y el uso de maquinaria y vehículos, resulta irrelevante, ya que la intensidad es baja, y es puntual, no se realizaran obras que generen ruidos que rebasen los límites del predio. Es un impacto que es fugaz, en cuanto se termina la jornada, el confort sonoro regresa a su nivel natural.					
Urbanización						
Construcción viviendas						
Operación	En la operación el impacto si resulta Severo, debido a que la intensidad es total, el la mayor parte del predio el nivel de ruido será otro, será lo característico de un fraccionamiento urbano, y el impacto es permanente, ya no regresa al “punto 0”, ya se genera un nuevo nivel de confort sonoro urbano.					

Elemento	Suelo					
Indicador	Calidad del suelo					
Parámetro	Preparación		Urbanización		Operación nuevo uso de suelo	
Naturaleza	Negativo	-	Negativo	-	Negativo	-
Intensidad	Baja	1	Baja	1	Media	2
Extensión	Parcial	2	Parcial	2	Extenso	4
Momento	Inmediato	4	Inmediato	4	Mediano Plazo	2
Persistencia	Temporal	2	Temporal	2	Temporal	2
Reversibilidad	Corto plazo	1	Corto plazo	1	Corto plazo	1
Sinergia	Sin sinergismo	1	Sin sinergismo	1	Sin sinergismo	1
Acumulación	Acumulativo	4	Acumulativo	4	Acumulativo	4
Efecto	Indirecto	1	Indirecto	1	Indirecto	1
Periodicidad	Irregular	1	Irregular	1	Irregular	1
Recuperabilidad	Rec. mediano plazo	2	Rec. mediano plazo	2	Rec. mediano plazo	2
Importancia	Irrelevante	23	Irrelevante	23	Moderado	28

Documento Técnico Unificado para el Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales
Modalidad B-Particular. Proyecto "Puerto Calizza"

Elemento	Suelo
Indicador	Calidad del suelo
PREPARACIÓN Urbanización	<p>En esta etapa existe el riesgo de que los trabajadores arrojen residuos directamente al suelo, si estos residuos son alguna sustancia, como restos de pintura, aceites o que algún vehículo o maquinaria presentará una fuga se contaminaría el suelo, sería de intensidad baja y puntual, por ello resulta irrelevante, y se considera que con acciones de limpieza se elimina el impacto.</p> <p>Este es un <u>impacto mitigable</u>; por ello se contara con supervisión ambiental verificando el estado de la maquinaria y vehículos, así como que en todas las etapas se realice un adecuado manejo de sustancias y de residuos.</p>
Operación	<p>En la operación resulta un impacto moderado debido a que el peligro de un incidente es permanente, y ya depende de cada habitante que tenga conciencia de un adecuado manejo de sus residuos sólidos y líquidos, en cumplimiento de los reglamentos municipales.</p> <p>El fraccionamiento contara con el equipamiento para el tratamiento de las aguas residuales, así como para que se puedan acopiar los residuos reciclables por separado.</p> <p>El fraccionamiento contara con su reglamento, donde se establece que el uso es habitacional, no se permiten talleres u otros tipos de negocios incompatibles con el uso habitacional.</p>

Elemento	Suelo				
Indicador	Pérdida de suelo				
Parámetro	Preparación	Urbanización	Operación nuevo uso de suelo		
Naturaleza	Negativo	-			
Intensidad	Total	12			
Extensión	Parcial	2			
Momento	Inmediato	4			
Persistencia	Permanente	4			
Reversibilidad	Irreversible	4			
Sinergia	Sin sinergismo	1			
Acumulación	Acumulativo	4			
Efecto	Directo	4			
Periodicidad	Periódico	2			
Recuperabilidad	Irrecuperable	8			
Importancia	Severo	71			
PREPARACIÓN	<p>En esta etapa como parte del cambio de uso de suelo, además de retirar la vegetación se recupera la capa de tierra, lo cual mitiga el impacto, de destinar esta porción de suelo para otros usos.</p> <p>El impacto resulta severo, ya que es de intensidad total, aunque sea puntual, ya que el suelo en esta superficie se elimina por completo, es permanente, acumulativo, con las mismas obras en el predio y en los usos que den en el futuro en el sistema ambiental.</p>				
Urbanización	En esta etapa no se afecta este elemento.				
Operación	En esta etapa ya no se ve afectado este elemento.				

Documento Técnico Unificado para el Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales
 Modalidad B-Particular. Proyecto "Puerto Calizza"

Elemento	Agua
Indicador	Cantidad del recurso
PREPARACIÓN Urbanización	El agua subterránea en cantidad no se verá afectada por las actividades en estas etapas.
Operación	El agua para uso común en el fraccionamiento se extraerá a través de un pozo, este impacto es permanente, acumulativo, ya que conforme se van sumando aprovechamientos, resulta moderado, ya que respecto al acuífero del sistema ambiental la cantidad de agua a extraer es un mínimo porcentaje, se mitiga un poco el impacto al cuidar que las viviendas y las áreas comunes conserven áreas impermeables.

Elemento	Agua					
Indicador	Calidad del agua subterránea					
Parámetro	PREPARACIÓN		Urbanización		Operación	
Naturaleza	Negativo	-	Negativo	-	Negativo	-
Intensidad	Baja	1	Baja	1	Baja	1
Extensión	Parcial	2	Parcial	2	Parcial	2
Momento	Mediano Plazo	2	Mediano Plazo	2	Mediano Plazo	2
Persistencia	Temporal	2	Temporal	2	Temporal	2
Reversibilidad	Medio plazo	2	Medio plazo	2	Medio plazo	2
Sinergia	Sinérgico	2	Sinérgico	2	Sinérgico	2
Acumulación	Acumulativo	4	Acumulativo	4	Acumulativo	4
Efecto	Indirecto	1	Indirecto	1	Indirecto	1
Periodicidad	Irregular	1	Irregular	1	Irregular	1
Recuperabilidad	Rec. mediano plazo	2	Rec. mediano plazo	2	Rec. mediano plazo	2
Importancia	Irrelevante	23	Irrelevante	23	Irrelevante	23
PREPARACIÓN Urbanización	La calidad del agua subterránea se calificó como un riesgo en caso de algún mal manejo esporádico de los trabajadores o de los residentes, en general en todas las etapas se contará con equipamiento para un adecuado manejo de las aguas residuales, y para el almacenamiento de sustancias a utilizar, y con supervisión en la obra para evitar derrames de aceites o grasas. Por ello el impacto resulta irrelevante, ya que sería un hecho esporádico, de baja intensidad, extensión parcial, y acumulativo, regresando a su calidad normal a mediano plazo.					
Operación						

Elemento	Agua					
Indicador	Escorrentía horizontal y vertical					
Parámetro	PREPARACIÓN		Urbanización		Operación	
Naturaleza	Negativo	-	Negativo	-		
Intensidad	Baja	1	Muy alta	8		
Extensión	Parcial	2	Parcial	2		
Momento	Inmediato	4	Inmediato	4		
Persistencia	Permanente	4	Permanente	4		
Reversibilidad	Medio plazo	2	Irreversible	4		
Sinergia	Sin sinergismo	1	Sin sinergismo	1		
Acumulación	Acumulativo	4	Acumulativo	4		
Efecto	Indirecto	1	Indirecto	1		

Documento Técnico Unificado para el Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales
 Modalidad B-Particular. Proyecto “Puerto Calizza”

Elemento	Agua				
Indicador	Escorrentía horizontal y vertical				
Periodicidad	Irregular	1	Continuo	4	
Recuperabilidad	Rec. mediano plazo	2	Mitigable	4	
Importancia	Moderado	26	Severo	54	
PREPARACIÓN	El impacto resulta moderado, ya que al retirar la vegetación y la capa de suelo si se modifica el escurrimiento, pero esto es temporal, ya que sobre él se realizaran los rellenos y las construcciones.				
Urbanización	Al realizar las excavaciones, rellenar para nivelar, hacer bardas, banquetas, la construcción de las viviendas, se modifica la topografía y se rellenan las grietas, por lo que en estas áreas se elimina la escorrentía horizontal hacia el subsuelo.				
Construcción viviendas	Por ello resulta un impacto severo, y se considera mitigable al contar con los escurrimientos artificiales en las avenidas hacia los pozos pluviales, los cuales dirigirán el agua al subsuelo.				
Operación	En estas etapas no se afecta el escurrimiento.				

Elemento	Vegetación				
Indicador	Cobertura y diversidad				
Parámetro	PREPARACIÓN	Urbanización	Operación		
Naturaleza	Negativo	-		Negativo	-
Intensidad	Total	12		Baja	1
Extensión	Parcial	2		Parcial	2
Momento	Inmediato	4		Mediano Plazo	2
Persistencia	Permanente	4		Permanente	4
Reversibilidad	Medio plazo	2		Medio plazo	2
Sinergia	Sinérgico	2		Sinérgico	2
Acumulación	Acumulativo	4		Acumulativo	4
Efecto	Directo	4		Indirecto	1
Periodicidad	Irregular	1		Irregular	1
Recuperabilidad	Mitigable	4		Mitigable	4
Importancia	Severo	65		Moderado	27
PREPARACIÓN	Al realizar el cambio de uso de suelo y al construir las viviendas se realizara el desmonté, eliminando la vegetación, de forma parcial en el predio, la intensidad se califica como total, ya que se eliminará la continuidad de la vegetación, es sinérgico y es acumulativo, por ello resulta de importancia severa.				
Construcción viviendas	Es mitigable, se realizara el rescate de especies de importancia ecológica, para utilizarlas en la reforestación al interior del predio.				
Urbanización	En esta etapa la vegetación no se ve afectada.				
Operación	Se consideró un impacto tomando como actividad impactante la introducción de especies exóticas ornamentales en las viviendas, si bien se les invitará a colocar especies nativas, la gente podrá tener libertad de elección, por ello se obtuvo un impacto de importancia moderado.				

Documento Técnico Unificado para el Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales
Modalidad B-Particular. Proyecto "Puerto Calizza"

Elemento	Fauna					
Indicador	Presencia y diversidad					
Parámetro	PREPARACIÓN		Urbanización		Operación	
Naturaleza	Negativo	-	Negativo	-	Negativo	-
Intensidad	Muy alta	8	Baja	1	Alta	4
Extensión	Extenso	4	Parcial	2	Extenso	4
Momento	Inmediato	4	Inmediato	4	Inmediato	4
Persistencia	Permanente	4	Fugaz	1	Permanente	4
Reversibilidad	Irreversible	4	Corto plazo	1	Medio plazo	2
Sinergia	Sinérgico	2	Sin sinergismo	1	Sinérgico	2
Acumulación	Acumulativo	4	Simple	1	Acumulativo	4
Efecto	Indirecto	1	Indirecto	1	Indirecto	1
Periodicidad	Irregular	1	Irregular	1	Continuo	4
Recuperabilidad	Irrecuperable	8	Rec. inmediatamente	1	Irrecuperable	8
Importancia	Severo	60	Irrelevante	18	Moderado	49
PREPARACIÓN	<p>En esta etapa será el impacto más alto para la fauna, ya que tendrá que desplazarse a otros sitios más tranquilos, por la entrada del personal y maquinaria, y por el derribo de la vegetación.</p> <p>Es un impacto de intensidad muy alta y extenso, es acumulativo y sinérgico; debido a que esto afectara la distribución de la fauna en los alrededores.</p>					
Urbanización	<p>En la urbanización la fauna seguirá huyendo por el ruido de los trabajadores y vehículos, el impacto resulto irrelevante, ya que es temporal, y la mayor parte de la fauna ya habrá huido.</p>					
Operación	<p>Como se observa en la matriz, en la operación tres acciones resultan impactantes para fauna, son acumulativas y sinérgicas, el hecho de las actividades humanas, la introducción de mascotas y la proliferación de fauna nociva, que acompaña el desarrollo de los asentamientos humanos.</p> <p>El riesgo de que se genere fauna feral, debido al descuido de la fauna doméstica es latente, resulta un impacto moderado, ya que si intensidad seria media, y la extensión parcial, ya que esta fauna no solo habita el predio, se puede desplazar a otras áreas colindantes.</p>					

Elemento	Paisaje					
Indicador	Naturalidad y fragilidad					
Parámetro	PREPARACIÓN		Urbanización		Operación	
Naturaleza	Negativo	-	Negativo	-		
Intensidad	Muy alta	8	Baja	1		
Extensión	Extenso	4	Parcial	2		
Momento	Inmediato	4	Inmediato	4		
Persistencia	Temporal	2	Temporal	2		
Reversibilidad	Medio plazo	2	Medio plazo	2		
Sinergia	Sin sinergismo	1	Sin sinergismo	1		
Acumulación	Simple	1	Simple	1		
Efecto	Indirecto	1	Indirecto	1		
Periodicidad	Irregular	1	Irregular	1		
Recuperabilidad	Rec. mediano plazo	2	Rec. mediano plazo	2		
Importancia	Moderado	46	Irrelevante	21		

Documento Técnico Unificado para el Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales
 Modalidad B-Particular. Proyecto “Puerto Calizza”

Elemento	Paisaje
Indicador	Naturalidad y fragilidad
PREPARACIÓN	El mayor impacto al paisaje se da en esta etapa, ya que se disminuye significativamente la naturalidad del predio, lo cual se podrá observar dentro del predio, y los alrededores, como es la carretera estatal, por ello resulta un impacto moderado, es de intensidad muy alta, y es acumulativo con las actividades que se desarrollen en el sistema ambiental.
Urbanización	Durante esta etapa de construcción de los elementos de uso común y de las avenidas, por la presencia de trabajadores, y de la maquinaria, se genera un paisaje con muy poca naturalidad, ya que se puede ver desordenado y sucio.
Operación	En esta etapa se habrá generado un nuevo paisaje, el cual es más frágil ya que al disminuir la cobertura arbórea los elementos son más vistosos, lo que altera el paisaje de forma más evidente.

Elemento	Infraestructura/ humano					
Indicador	Cambio de uso de suelo					
Parámetro	PREPARACIÓN		Urbanización		Operación	
Naturaleza	Positivo	+				
Intensidad	Alta	4				
Extensión	Parcial	2				
Momento	Inmediato	4				
Persistencia	Permanente	4				
Reversibilidad	Medio plazo	2				
Sinergia	Sin sinergismo	1				
Acumulación	Acumulativo	4				
Efecto	Directo	4				
Periodicidad	Continuo	4				
Recuperabilidad	Rec. mediano plazo	2				
Importancia	Moderado	41				
PREPARACIÓN	En esta etapa se genera el cambio de uso de suelo, que desde el punto de vista social, es positivo, ya que genera un nuevo fraccionamiento condominal, con un concepto de estar inmerso en la naturaleza. Lo que da respuesta a la demanda de viviendas en la zona, y es un atractivo para la inversión extranjera.					
Urbanización	No hay impactos en este rubro.					
Operación						

Elemento	Infraestructura/ humano					
Indicador	Red de abastecimiento de agua, electricidad y comunicaciones					
Parámetro	PREPARACIÓN		Urbanización		Operación	
Naturaleza	Negativo	-	Negativo	-	Negativo	-
Intensidad	Baja	1	Baja	1	Baja	1
Extensión	Parcial	2	Parcial	2	Puntual	1
Momento	Inmediato	4	Inmediato	4	Inmediato	4
Persistencia	Temporal	2	Temporal	2	Permanente	4
Reversibilidad	Corto plazo	1	Corto plazo	1	Medio plazo	2
Sinergia	Sin sinergismo	1	Sin sinergismo	1	Sin sinergismo	1
Acumulación	Acumulativo	4	Acumulativo	4	Acumulativo	4
Efecto	Indirecto	1	Indirecto	1	Indirecto	1

Elemento	Infraestructura/ humano					
Indicador	Red de abastecimiento de agua, electricidad y comunicaciones					
Periodicidad	Irregular	1	Irregular	1	Continuo	4
Recuperabilidad	Rec. inmediatamente	1	Rec. inmediatamente	1	Mitigable	4
Importancia	Irrelevante	22	Irrelevante	22	Moderado	29
PREPARACIÓN	En las etapas de preparación urbanización y construcción de viviendas se colocarán sanitarios portátiles los cuales finalmente serán mantenidos por empresas especializadas y autorizadas, quienes llevan los residuos a la planta de tratamiento municipal.					
Urbanización	Se utilizara el servicio de energía eléctrica de la CFE, y se llevaran los residuos al sitio que disponga la autoridad municipal.					
Operación	El fraccionamiento contara con su planta potabilizadora para uso general, y la PTAR, el único servicio municipal será el de la recoja de basura. La electricidad se abastecerá de la acometida de la CFE.					

En cuanto lo económico, se generan empleos en todas las etapas, se realizan los pagos a la administración, por las licencias, permisos y servicios, los materiales de construcción se abastecerán en los comercios locales, en la región, por lo que son impactos benéficos irrelevantes, pero acumulativos.

El más importante es el cambio del valor del suelo, desde que los convierten en lotes habitacionales, y aún más cuando se construyen las viviendas.

V.4. Conclusiones

Se observa que los impactos de mayor importancia es la pérdida y fragmentación de la vegetación, para generar un fraccionamiento donde el valor del suelo aumenta sustancialmente, si bien la fauna se verá desplazada, el predio colinda con extensas áreas que conservan su vegetación original, por lo que la fauna podrá encontrar sitios para su refugio, alimentación y reproducción.

No se afecta ninguna población de flora o fauna, las especies que se desarrollan en el sistema ambiental seguirán brindando sus servicios ambientales, no se pone en riesgo ninguna especie, población o comunidad de flora y fauna, se contarán con medidas de mitigación y prevención, para estos impactos disminuyan o por ser prevenidos nunca lleguen a suceder, como es el caso de la contaminación del suelo o el agua.

**CAPITULO VI. JUSTIFICACIÓN TÉCNICA,
ECONÓMICA Y SOCIAL QUE MOTIVE LA
AUTORIZACIÓN EXCEPCIONAL DEL
CAMBIO DE USO DE SUELO**

Contenido

VI. JUSTIFICACIÓN TÉCNICA, ECONÓMICA Y SOCIAL QUE MOTIVE LA AUTORIZACIÓN EXCEPCIONAL DEL CAMBIO DE USO DE SUELO.....	4
VI.1. Justificación Técnica	4
VII.1.1. No se compromete la biodiversidad.....	4
a) No se compromete la flora	6
a.1) Estrato Arbóreo	8
a.2) Estrato Arbustivo	12
a.3) Estrato Herbáceo	15
VII.1.2 No se compromete la fauna en el ecosistema.....	18
a) Grupo de Anfibios - Índice de diversidad de Shannon-Wiener.....	19
b) Grupo de Reptiles - Índice de diversidad de Shannon-Wiener.....	19
c). Grupo de Aves - Índice de diversidad de Shannon-Wiener	20
d). Grupo de Mamíferos - Índice de diversidad de Shannon-Wiener	21
VI.2. No se provocará la erosión del suelo	25
a) Erosión hídrica	25
b) Erosión eólica	32
c) Erosión Química	34
d) Erosión Física.	36
VI.3. No se provocará el deterioro de la calidad del agua o la disminución en su captación	38
VI.4 JUSTIFICACIÓN ECONÓMICA	43
VI.4.1. Los usos alternativos del suelo que se propongan sean más productivos a largo plazo.	43
VI.5 JUSTIFICACIÓN SOCIAL.....	44

Índice de Figuras:

Figura 1. Comparación del comportamiento del IVI en el estrato arbóreo en ambos sitios.	10
Figura 2. Comparación del comportamiento del IVI en el estrato arbustivo.	14
Figura 3. Comparación del comportamiento del IVI en el estrato herbáceo.	17
Figura 4. Mapa de regiones con igual Erosividad en la República Mexicana.	28
Figura 5. Erosión hídrica potencial de suelos.	32
Figura 6. Erosión eólica de México escala 1:250,000.	33
Figura 7. Degradación química de México escala 1:250,000.	34
Figura 8. Degradación química de México por tipo específico, escala 1:250,000.	35
Figura 9. Degradación física del suelo de, escala 1:250,000.	37
Figura 10. Población total del Estado de Quintana Roo (1910-2010)	45

Índice de Cuadros:

Cuadro 1. Comparación de especies registradas entre el Predio y el Sistema ambiental.	6
Cuadro 2. Comparación del IVI del Estrato Arbóreo	8
Cuadro 3. Comparación del IVI del Estrato Arbustivo	12
Cuadro 4. Comparación del IVI del Estrato Herbáceo.	16
Cuadro 5. Especies de Anfibios presentes en el área de CUSTF y en el sistema ambiental.	19
Cuadro 6. Especies de Reptiles presentes en el área de CUSTF y en el sistema ambiental.	19
Cuadro 7. Especies de Reptiles presentes en el área de CUSTF y en el Cuenca	20
Cuadro 8. Especies de Mamíferos presentes en el área de CUSTF en el sistema ambiental.	21
Cuadro 9. Acciones para garantizar la no afectación a la flora y fauna.	22
Cuadro 10. Ecuaciones para estimar la Erosividad de la lluvia en la República Mexicana.	27
Cuadro 11. Valores de Erosionabilidad de los suelos (K) estimado en función de la textura y el contenido de materia orgánica (Morgan 1985).	29
Cuadro 12. Valores de C que se pueden utilizar para estimar pérdidas de suelo.	31
Cuadro 13. Erosión Química presente en el predio y en el área de CUSTF	36
Cuadro 14. Erosión Química presente en el predio y en el área de CUSTF	37
Cuadro 15. Cálculo de escurrimiento anual por tipo de vegetación	39

Cuadro 16. Medidas de la protección de la calidad del agua	41
Cuadro 17. Comparación de beneficios económicos Año 1	43
Cuadro 18. Aplicación de programas ambientales	43

VI. JUSTIFICACIÓN TÉCNICA, ECONÓMICA Y SOCIAL QUE MOTIVE LA AUTORIZACIÓN EXCEPCIONAL DEL CAMBIO DE USO DE SUELO.

VI.1. Justificación Técnica

La Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable establece que el cambio de uso del suelo en terrenos forestales, sólo puede autorizarse por excepción considerando el supuesto que a la letra dice:

Art. 117.- “La Secretaría sólo podrá autorizar el cambio de uso del suelo en terrenos forestales, por excepción, previa opinión técnica de los miembros del Consejo Estatal Forestal de que se trate y con base en los estudios técnicos justificativos que demuestren que no se compromete la biodiversidad, ni se provocará la erosión de los suelos, el deterioro de la calidad del agua o la disminución en su captación; y que los usos alternativos del suelo que se propongan sean más productivos a largo plazo...”

El proyecto “Puerto Calizza”, a manera de Justificación, para la autorización del presente estudio, se expone de manera breve y concreta los elementos más sobresalientes que fundamentan técnicamente su procedencia que resultan de la información contenida en el mismo, realizando en primer lugar un análisis de la similitud de especies entre un sitio y otro, para después hacer el análisis comparativo por cada estrato de vegetación y grupo faunístico

VII.1.1. No se compromete la biodiversidad.

La diversidad biológica, o biodiversidad puede definirse como la variedad y abundancia de especies en una unidad definida de estudio.

La riqueza específica es la forma más sencilla de medir la biodiversidad, ya que se basa únicamente en el número de especies presentes, sin tomar en cuenta el valor de importancia de las mismas. La forma ideal de medir la riqueza específica es contar con un inventario completo que nos permita conocer el número total de especies (S) obtenido por un censo de la comunidad.

De acuerdo con el listado florístico presentado en el capítulo IV, la vegetación al interior del predio alcanza una riqueza de 62 especies, de las cuales 57 especies distribuyen en el estrato arbóreo, 31 especies se encontraron en el estrato arbustivo, y 18 se distribuyen en el estrato herbáceo, aclarando que algunas especies se distribuyen en uno o dos estratos.

De acuerdo con el listado florístico del sitio testigo del sistema ambiental presentado en el capítulo IV, en total se identificaron 98 especies de vegetación de selva, de las

cuales 78 especies se distribuyen en el estrato arbóreo, 52 especies se identificaron como arbustivas, y 32 se registraron como herbáceas, aclarando que algunas especies se distribuyen en dos o tres estratos ya se clasifican por su forma de vida actual.

El análisis de similitud de *Sorensen* no indica que las comunidades vegetales del sistema ambiental y las que se encuentran en el predio donde se pretende desarrollar el proyecto "*Puerto Calizza*", presentan una similitud muy parecida, ya que del índice estadístico se obtuvo un número de especies comunes medio siendo este del 77 % del total de las especies registradas tanto en el sistema ambiental como en el predio.

El Índice de Sorensen se habrá de calcular a partir de los siguientes datos:

Formula del Índice de Sorensen

$$QS = \frac{2C}{A+B} = \frac{2|A \cap B|}{|A| + |B|}$$

A: Número de especies en el sitio A (sistema ambiental): 98

B: Número de especies en el sitio B (predio): 62

C: Número de especies compartidas por las dos muestras: 62

$$QS = \frac{2(62)}{(98 + 62)} = 0.777 \times 100 = 78\%$$

Este resultado corrobora que el sistema ambiental es más diverso que el predio, sin embargo, también indica que hay una alta semejanza entre el predio y el sistema ambiental ya que la semejanza de las comunidades vegetales es de 78% que es cercano del valor máximo de 1, lo cual es un indicador que en el sistema ambiental se presentan más especies, más sin embargo que todas de las especies del predio se presentan en el sistema ambiental

Este razonamiento se sustenta en que un determinado lugar depende de los factores históricos del desarrollo ambiental de la región y de la interacción con los factores ecológicos actuales, máxime cuando los cambios inducidos se manifiestan como un deterioro que ha sido y es generado por actividades antrópicas o inducidos por el hombre como es el caso del Predio.

a) No se compromete la flora

El proyecto no compromete la diversidad local o del sistema ambiental donde se localiza el predio dado el estado actual del ecosistema, considerando que tanto en el predio del área sujeta a cambio de uso de suelo como en el ecosistema del sistema ambiental se presenta una composición florística similar en cuanto a la mayoría de especies registradas en el predio, más sin embargo en el predio se presenta en los estratos arbustivos y herbáceos, mientras que en el sistema ambiental se identificaron en el estrato herbáceo, lo cual es un indicador de la conservación del sistema ambiental. Así mismo se debe considerar que el aprovechamiento del predio solo representa el 23.7% del polígono de aprovechamiento por lo que a nivel de predio se garantiza la permanencia y distribución de todas las especies en el ecosistema ya que se conservara una vez terminado el proyecto en todas sus etapas de desarrollo el 35.2 % donde de igual forma se reubicaran todas las especies que se rescataran del predio antes de la intervención del mismo.

Así mismo comparando las especies presentes dentro del predio y a nivel del sistema ambiental en el sistema ambiental, en la siguiente tabla se puede apreciar como todas las especies permanecerán en el sistema ambiental.

Cuadro 1. Comparación de especies registradas entre el Predio y el Sistema ambiental.				
Familia	Nombre común	Nombre científico	SA	Predio
Moraceae	Alamo	Ficus maxima	√	
Moraceae	Amatillo	Ficus perdusa	√	
Menispermaceae	Barba de viejo	Cissampelos pareira	√	
Sapindaceae	Bejuco guaya	Serjania mexicana	√	
Sapotaceae	Caimito	Chrysophyllum mexicanum	√	
Sapindaceae	Canchunup	Thouinia paucidentata	√	
Ulmaceae	Capulinsillo	Trema micrantha	√	
Burseraceae	Chaca rojo	Bursera simaruba	√	
Celastraceae	Chak che	Maytenus guatemalensis	√	
Myrtaceae	Chakni	Calyptanthus pallens	√	
Sapindaceae	Cojolite	Cupania glabra	√	
Burseraceae	Copal	Protium copal	√	
Piperaceae	Cordoncillo	Piper amalago	√	
Annonaceae	Elemuy	Mosannonna depressa	√	
Leguminosae	Guaje	Leucaena leucocephala	√	
Moraceae	Guarumbo	Cecropia obtusifolia	√	
Salicaceae	Ix imm ché	Casearia corymbosa	√	
Anacardiaceae	Jobillo	Astronium graveolens	√	
Ulmaceae	Muk	Celtis iguanaea	√	
Fabaceae	Pata de vaca	Bauhinia divaricata	√	
Fabaceae	Pata de venado	Bauhinia ungulaata	√	
Euphorbiaceae	Perezcuts	Croton arboreus	√	
Leguminosae	Phitecelobium	Zygia stevensonii	√	
Euphorbiaceae	Picapica	Dalechampia scandens	√	

Cuadro 1. Comparación de especies registradas entre el Predio y el Sistema ambiental.				
Familia	Nombre común	Nombre científico	SA	Predio
Malvaceae	Pochote	<i>Ceiba schottii</i>	√	
Rhamnaceae	Quiebra hacha	<i>Krugiodendron ferreum</i>	√	
Moraceae	Ramon	<i>Brosimum alicastrum</i>	√	
Simaroubaceae	Sinanche	<i>Alvaradoa amorphoides</i>	√	
Fabaceae	Subin	<i>Acacia cornigera</i>	√	
Malvaceae	Sutub	<i>Helicteres baruensis</i>	√	
Nyctaginaceae	Tatsi	<i>Neea psychotrioides</i>	√	
Leguminosae	Verde lucero	<i>Chloroleucon mangense</i>	√	
Arecaceae	Xiat	<i>Chamaedorea seifrizii</i>	√	
Leguminosae	Xuul	<i>Lonchocarpus xuul</i>	√	
Sapotaceae	Zapote amarillo	<i>Pouteria campechiana</i>	√	
Sapotaceae	Zapotillo	<i>Pouteria reticulata</i>	√	
Apocynaceae	Akitz	<i>Thevetia gaumeri</i>	√	√
Leguminosae	Balche ka	<i>Lonchocarpus yucatanensis</i>	√	√
Polygonaceae	Bob chel	<i>Coccoloba barbadensis</i>	√	√
Celastraceae	Bocan che	<i>Crossopetalum rhacoma</i>	√	√
Polygonaceae	Boob	<i>Coccoloba pubescens</i>	√	√
Anacardiaceae	Box Chechem	<i>Metopium brownei</i>	√	√
Rubiaceae	Café xiw	<i>Psychotria nervosa</i>	√	√
Sapotaceae	Caracolillo	<i>Sideroxylon foetidissimum</i>	√	√
Flacourtiaceae	Cascarillo	<i>Casearia nitida</i>	√	√
Convolvulaceae	Chen ak	<i>Ipomoea jalapa</i>	√	√
Sapotaceae	Chicozapote	<i>Manilkara zapota</i>	√	√
Sapotaceae	Chike	<i>Chrysophyllum mexicanum</i>	√	√
Commelinaceae	Chintok	<i>Krugiodendron ferreum</i>	√	√
Arecaceae	Chit	<i>Thrinax radiata</i>	√	√
Fabaceae	Cornozuelo	<i>Acacia cornigera</i>	√	√
Polygonaceae	Dzidzilche	<i>Gymnopodium antigonoides</i>	√	√
Putranjivaceae	Ekulub	<i>Drypetes lateriflora</i>	√	√
Fabaceae	Granadillo	<i>Platymiscium yucatanum</i>	√	√
Sapindaceae	Guaya	<i>Talisia olivaeformis</i>	√	√
Myrtaceae	Guayabillo	<i>Myrcianthes fragrans</i>	√	√
Moraceae	Higo	<i>Ficus tecolutensis</i>	√	√
Moraceae	Higuito	<i>Ficus padifolia</i>	√	√
Arecaceae	Huano	<i>Sabal yapa</i>	√	√
Erythroxylaceae	Ik'iche	<i>Erythroxylum confusum</i>	√	√
Fabaceae	Jabin	<i>Piscidia piscipula</i>	√	√
Leguminosae	Kanasin	<i>Lonchocarpus rugosus</i>	√	√
Sapindaceae	kanchunup	<i>Thouinia paucidentata</i>	√	√
Fabaceae	kanlol	<i>Lonchocarpus parviflorus</i>	√	√
Rubiaceae	Kanpokolche	<i>Machaonia lindeniana</i>	√	√
Myrtaceae	Kantoko	<i>Myrcianthes fragrans</i>	√	√
Leguminosae	Katalox	<i>Swartzia cubensis</i>	√	√
Leguminosae	Kitamche	<i>Caesalpinia gaumeri</i>	√	√
Lauraceae	Laurelillo	<i>Nectandra salicifolia</i>	√	√
Malvaceae	Majahua	<i>Hampea trilobata</i>	√	√
Myrsinaceae	Marlberry	<i>Ardisia Escallonioides</i>	√	√
Moraceae	Mata palo	<i>Ficus obtusifolia</i>	√	√
Arecaceae	Nacax	<i>Coccothrinax readii</i>	√	√
Flacourtiaceae	Pakal che	<i>Samyda yucatanensis</i>	√	√

Familia	Nombre común	Nombre científico	SA	Predio
Euphorbiaceae	Palosanto	<i>Croton niveus</i>	√	√
Euphorbiaceae	Pamolche	<i>Jatropha gaumeri</i>	√	√
Fabaceae	Ruda de monte	<i>Diphysa carthagenensis</i>	√	√
Malpighiaceae	Sac pah	<i>Byrsonima bucidaefolia</i>	√	√
Fabaceae	Sac pich	<i>Acacia glomerosa</i>	√	√
Polygonaceae	Sacbob	<i>Coccoloba diversifolia</i>	√	√
Apiaceae	Sacchaca	<i>Euphorbia schlectendalii</i>	√	√
Sapindaceae	Sibul	<i>Sapindus saponaria</i>	√	√
Poaceae	Si'it	<i>Laciadis divarigata</i>	√	√
Ebenaceae	Silil	<i>Diospyros cuneata</i>	√	√
Malpighiaceae	Sipche	<i>Bunchosia glandulosa</i>	√	√
Leguminosae	Takinche	<i>Caesalpinia yucatanensis</i>	√	√
Flacourtiaceae	Tamay	<i>Zuelania guidonia</i>	√	√
Rubiaceae	Tazta'ab	<i>Gutterda combsii</i>	√	√
Fabaceae	Tinto	<i>Haematoxylon campechianum</i>	√	√
Polygonaceae	Tohyub	<i>Coccoloba acapulcensis</i>	√	√
Malvaceae	Tulipansillo	<i>Malvaviscus arboreus</i>	√	√
Fabaceae	Tzalam	<i>Lysiloma latisiliquum</i>	√	√
Icacinaceae	uvas che'	<i>Ottoschulzia pallida</i>	√	√
Asteraceae	Xdoj'tani	<i>Chromolaena laevigata</i>	√	√
Ebenaceae	Xpisit che	<i>Diospyros verae-crucis</i>	√	√
Euphorbiaceae	Yaiti	<i>Gymnanthes lucida</i>	√	√
Fabaceae	yax'catzim	<i>Mimosa bahamensis</i>	√	√
Verbenaceae	Yaxnix	<i>Vitex gaumeri</i>	√	√

Conforme a la tabla anterior se menciona que todas las especies que se identificaron en los estratos herbáceos y arbustivos del predio se presentan en el sistema ambiental, con lo cual se demuestra que aunque dentro del predio se eliminaran las especies vegetales estas seguirían representadas en el sistema ambiental en su estado de conservación con ejemplares adultos.

a.1) Estrato Arbóreo

Índice de Valor de Importancia

Comparación entre el IVI del estrato arbóreo en el ecosistema del sistema ambiental y el IVI del área de cambio de uso de suelo, nos arroja que presentan una composición florística similar aunque con más abundancia de especies en el Sistema ambiental, se observa que 23 especies solo se identificaron en el sistema ambiental, mientras que 55 especies se encuentran presentes en ambos sitios y solo 2 especies se identificaron únicamente en el área de cambio de uso de suelo.

No.	Estrato	Nombre común	Nombre científico	IVI SA	IVI CUSTF
1	Arbóreo	Alamo	<i>Ficus maxima</i>	5.628	
2	Arbóreo	Amatillo	<i>Ficus perdusa</i>	4.063	

Cuadro 2. Comparación del IVI del Estrato Arbóreo					
No.	Estrato	Nombre común	Nombre científico	IVI SA	IVI CUSTF
3	Arbóreo	Bocan che	Crossopetalum rhacoma	2.105	
4	Arbóreo	Caimito	Chrysophyllum mexicanum	2.105	
5	Arbóreo	Canchunup	Thouinia paucidentata	1.800	
6	Arbóreo	Capulincillo	Trema micrantha	6.315	
7	Arbóreo	Caracolillo	Sideroxylon foetidissimum	3.600	
8	Arbóreo	Elemuy	Mosannonna depressa	1.205	
9	Arbóreo	Granadillo	Platymiscium yucatanum	2.105	
10	Arbóreo	Guarumbo	Cecropia obtusifolia	4.530	
11	Arbóreo	Ix imm ché	Casearia corymbosa	2.105	
12	Arbóreo	Jobillo	Astronium graveolens	2.697	
13	Arbóreo	Muk	Celtis iguanaea	3.505	
14	Arbóreo	Pomolche	Jatropha gaumeri	4.142	
15	Arbóreo	Quiebra hacha	Krugiodendron ferreum	4.915	
16	Arbóreo	Ramon	Brosimum alicastrum	7.693	
17	Arbóreo	Sinanche	Alvaradoa amorphoides	3.590	
18	Arbóreo	Tatsi	Neea psychotrioides	7.084	
19	Arbóreo	Copal	Protium copal	8.023	
20	Arbóreo	Verde lucero	Chloroleucon mangense	5.008	
21	Arbóreo	Xuul	Lonchocarpus xuul	4.683	
22	Arbóreo	Zapote amarillo	Pouteria campechiana	2.122	
23	Arbóreo	Zapotillo	Pouteria reticulata	1.428	
24	Arbóreo	Bob chel	Coccoloba barbadensis	1.510	0.852
25	Arbóreo	Chike	Chrysophyllum mexicanum	3.005	0.686
26	Arbóreo	Chintok	Krugiodendron ferreum	0.900	0.854
27	Arbóreo	Cornozuelo	Acacia cornigera	3.905	2.326
28	Arbóreo	Ekulub	Drypetes lateriflora	3.310	1.479
29	Arbóreo	Guaya	Talisia olivaeformis	0.900	0.896
30	Arbóreo	Ik'iche	Erythroxylum confusum	1.495	0.686
31	Arbóreo	Kanpokolche	Machaonia lindeniana	2.761	1.480
32	Arbóreo	Laurelillo	Nectandra salicifolia	3.045	1.441
33	Arbóreo	Majahua	Hampea trilobata	3.452	1.447
34	Arbóreo	Marlberry	Ardisia Escallonioides	3.244	0.672
35	Arbóreo	Mata palo	Ficus obtusifolia	3.630	1.344
36	Arbóreo	Nacax	Coccothrinax readii	4.391	3.576
37	Arbóreo	Pakal che	Samyda yucatanensis	4.825	0.905
38	Arbóreo	Palosanto	Croton niveus	5.468	3.643
39	Arbóreo	Pochote	Ceiba schottii	4.965	3.255
40	Arbóreo	Sac pah	Byrsonima bucidaefolia	5.493	1.125
41	Arbóreo	Sac pich	Acacia glomerosa	4.266	1.018
42	Arbóreo	Sacbob	Coccoloba reflexiflora	4.740	3.553
43	Arbóreo	Sacchaca	Euphorbia schlectendalii	4.952	0.686
44	Arbóreo	Sibul	Sapindus saponaria	3.928	1.014
45	Arbóreo	Takinche	Caesalpinia yucatanensis	7.509	1.389
46	Arbóreo	Tamay	Zuelania guidonia	6.130	1.364
47	Arbóreo	Tazta'ab	Guettarda combsii Urban	4.323	1.661
48	Arbóreo	Tinto	Haematoxylon campechianum	4.206	2.017
49	Arbóreo	Tohyub	Coccoloba acapulcensis	3.599	0.877
50	Arbóreo	uvas che'	Ottoschulzia pallida	4.763	0.679
51	Arbóreo	Xdoj'tani	Chromolaena laevigata	3.494	0.672
52	Arbóreo	Xpisit che	Diospyros verae-crucis	4.221	3.290
53	Arbóreo	Yaiti	Gymnanthes lucida	6.996	4.018

Cuadro 2. Comparación del IVI del Estrato Arbóreo					
No.	Estrato	Nombre común	Nombre científico	IVI SA	IVI CUSTF
54	Arbóreo	yax'catzim	Mimosa bahamensis	3.986	1.737
55	Arbóreo	Akitz	Thevetia gaumeri	5.403	12.668
56	Arbóreo	Balche ka	Lonchocarpus yucatanensis	3.481	14.075
57	Arbóreo	Boob	Coccoloba spicata	3.005	11.489
58	Arbóreo	Box Chechem	Metopium brownei	2.264	10.053
59	Arbóreo	Cascarillo	Casearia nitida	1.800	10.347
60	Arbóreo	Chaca rojo	Bursera simaruba	8.188	11.997
61	Arbóreo	Chicozapote	Manilkara zapota	5.735	7.777
62	Arbóreo	Chit	Thrinax radiata	1.205	2.902
63	Arbóreo	Dzidzilche	Gymnopodium antigonoides	1.510	6.775
64	Arbóreo	Guayabillo	Myrcianthes fragrans	1.205	4.202
65	Arbóreo	Higo	Ficus tecolutensis	3.310	43.625
66	Arbóreo	Higuito	Ficus padifolia	1.800	3.107
67	Arbóreo	Huano	Sabal yapa	2.105	24.871
68	Arbóreo	Jabin	Piscidia piscipula	2.105	7.213
69	Arbóreo	Kanasin	Lonchocarpus rugosus	2.745	10.537
70	Arbóreo	Kanchunup	Thouinia paucidentata	3.191	0.905
71	Arbóreo	kanlol	Lonchocarpus parviflorus	2.504	6.035
72	Arbóreo	Kantoko	Myrcianthes fragrans	4.142	4.400
73	Arbóreo	Katalox	Swartzia cubensis	2.552	4.068
74	Arbóreo	Kitamche	Caesalpinia gaumeri	2.583	5.044
75	Arbóreo	Ruda de monte	Diphysa carthagenensis	8.295	8.694
76	Arbóreo	Silil	Diospyros cuneata	2.454	8.109
77	Arbóreo	Tzalam	Lysiloma latisiliquum	4.531	5.698
78	Arbóreo	Yaxnix	Vitex gaumeri	10.022	19.983
79	Arbóreo	Bocan che	<i>Crossopetalum rhacoma</i>		3.710
80	Arbóreo	Granadillo	<i>Platymiscium yucatanum</i>		1.076

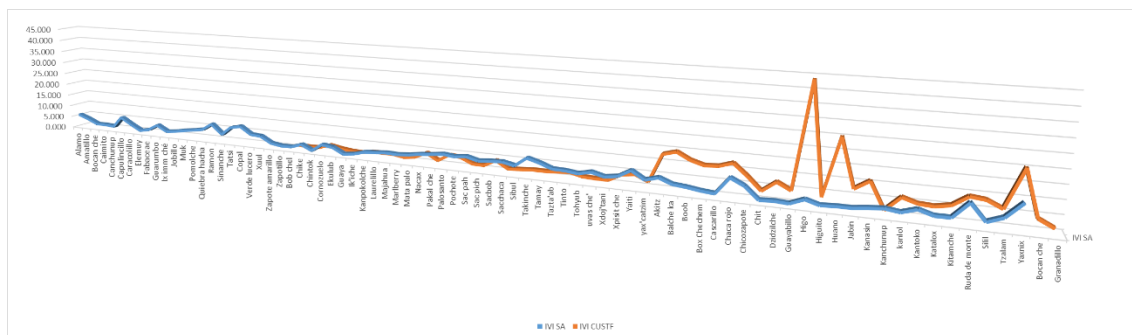


Figura 1. Comparación del comportamiento del IVI en el estrato arbóreo en ambos sitios.

Las especies de *Ficus maxima*, *Ficus perdusa*, *Crossopetalum rhacoma*, *Chrysophyllum mexicanum*, *Thouinia paucidentata*, *Trema micrantha*, *Sideroxylon foetidissimum*, *Mosannonna depressa*, *Platymiscium yucatanum*, *Cecropia obtusifolia*, *Casearia corymbosa*, *Astronium graveolens*, *Celtis iguanaea*, *Jatropha gaumeri*, *Krugiodendron ferreum*, *Brosimum alicastrum*, *Alvaradoa amorphoides*, *Neea psychotrioides*, *Protium copal*, *Chloroleucon mangense*, *Lonchocarpus xuul* *Pouteria campechiana*, *Pouteria reticulata*, sólo se registrarón en el sistema ambiental, por lo tanto estas especies no están en riesgo por la ejecución del cambio

de uso de suelo ya que no serán removidas ni afectadas por las actividades dentro del área de cambio de uso de suelo.

Para las especies de *Coccoloba barbadensis*, *Chrysophyllum mexicanum*, *Krugiodendron ferreum*, *Acacia cornigera*, *Drypetes lateriflora*, *Talisia olivaeformis*, *Erythroxylum confusum*, *Machaonia lindeniana*, *Nectandra salicifolia*, *Hampea trilobata*, *Ardisia Escallonioides*, *Ficus obtusifolia*, *Coccothrinax readii*, *Samyda yucatanensis*, *Croton niveus*, *Ceiba schottii*, *Byrsonima bucidaefolia*, *Acacia glomerosa*, *Coccoloba reflexiflora*, *Euphorbia schlectendalii*, *Sapindus saponaria*, *Caesalpinia yucatanensis*, *Zuelania guidonia*, *Guettarda combsii Urban*, *Haematoxylon campechianum*, *Coccoloba acapulcensis*, *Ottoschulzia pallida*, *Chromolaena laevigata*, *Diospyros verae-crucis*, *Gymnanthes lucida* y *Mimosa bahamensis*, presentan menor valor de importancia en el área de cambio de uso de suelo, que en el sistema ambiental por lo cual no habría por qué preocuparse de estas especies, debido a que seguirán permaneciendo en el ecosistema aunque el proyecto se lleve a cabo ya que su representatividad es mayor en el sistema ambiental.

Las especies de *Thevetia gaumeri*, *Lonchocarpus yucatanensis*, *Coccoloba spicata*, *Metopium brownei*, *Casearia nítida*, *Bursera simaruba*, *Manilkara zapota*, *Thrinax radiata*, *Gymnopodium antigonoides*, *Mycianthes fragrans*, *Ficus tecolutensis*, *Ficus padifolia*, *Sabal yapa*, *Piscidia piscipula*, *Lonchocarpus rugosus*, *Thouinia paucidentata*, *Lonchocarpus parviflorus*, *Myrcianthes fragrans*, *Swartzia cubensis*, *Caesalpinia gaumeri*, *Diphysa carthagenensis*, *Diospyros cuneata*, *Lysiloma latisiliquum* y *Vitex gaumeri*, presenta un valor de importancia mayor en el área de cambio de uso de suelo que el sistema ambiental, por lo cual a pesar de que asegura su permanencia en el ecosistema se incluirán en el listado de las especies a rescatar dentro del Programa de Rescate y Reubicación de flora, con lo cual se compensara la disminución en los ejemplares y se garantizara su permanencia en el ecosistema.

En cuanto a las especies *Crossopetalum rhacoma*, *Platymiscium yucatanum*, solo se registrarán en el estrato arbóreo del área de cambio de uso de suelo, sin embargo estas se presentan dentro del sistema ambiental en los estrato arbustivos y herbáceos por lo cual su permanencia en el ecosistema está garantizada, aun así como medida de prevención serán incluidas en el Programa de Rescate de Reubicación de Flora, así mismo cada uno de estos ejemplares una vez rescatados y reubicados serán sujetos a un monitoreo de cada ejemplar hasta asegurar su sobrevivencia, consiguiendo con estas medidas que ninguna especie presente en el predio no desaparecerán del ecosistema de la zona.

Índice de diversidad de Shannon-Wiener.

Índice del sistema ambiental		Índice CUSTF	
Riqueza (S) =	78	Riqueza (S) =	57
H' Calculada =	4.118	H' Calculada =	3.226
H max =	4.357	H max =	4.043
Equidad (J) =	0.945	Equidad (J) =	0.798
H max - H' =	0.239	H max - H' =	0.817

En cuanto a los índices de Shannon para el estrato arbóreo en el sistema ambiental presenta un índice de diversidad de 4.118, resultando mayor que el área de cambio de uso de suelo donde se pretende el cambio de uso de suelo en cual es 3.226.

Asimismo, en el sistema ambiental presenta una equidad de 0.945 mientras que el área de cambio de uso de suelo de 0.798, esto nos dice que en el sistema ambiental hay más probabilidad de encontrar las especies que en el área de cambio de uso de suelo, con lo cual se comprueba que ninguna de las especies presentes en el área sujeta al cambio de uso de suelo será eliminadas.

Con base en los índices de diversidad obtenidos en el cálculo para el estrato arbóreo, se determina que el sistema ambiental **es más diversa** que en el área de cambio de uso de suelo, por lo cual los procesos bióticos del ecosistema seguirán presentándose en la zona sin ser alterados permanentemente.

a.2) Estrato Arbustivo

Índice de Valor de Importancia

La comparación entre el IVI del estrato arbustivo del sistema ambiental y el IVI del área de cambio de uso de suelo, nos arroja que comparten 17 especies en comun,

No.	Estrato	Nombre común	Nombre científico	IVI SA	IVI CUSTF
1	Arbustivo	Alamo	Ficus maxima	6.644	
2	Arbustivo	Café xiw	Psychotria nervosa	4.899	
3	Arbustivo	Caimito	Chrysophyllum mexicanum	1.877	
4	Arbustivo	Capulinsillo	Trema micrantha	1.805	
5	Arbustivo	Caracolillo	Sideroxylon foetidissimum	4.827	
6	Arbustivo	Chak che	Maytenus guatemalensis	8.938	
7	Arbustivo	Chakni	Calyptanthus pallens	8.003	
8	Arbustivo	Cojolite	Cupania glabra	8.401	
9	Arbustivo	Copal	Protium copal	7.933	
10	Arbustivo	Ekulub	Drypetes lateriflora	4.540	
11	Arbustivo	Elemuy	Mosannonna depressa	4.616	
12	Arbustivo	Guaje	Leucaena leucocephala	2.870	
13	Arbustivo	Guarumbo	Cecropia obtusifolia	10.048	
14	Arbustivo	Guaya	Talisia olivaeformis	9.879	
15	Arbustivo	Huano	Sabal japa	4.480	

Cuadro 3. Comparación del IVI del Estrato Arbustivo					
No.	Estrato	Nombre común	Nombre científico	IVI SA	IVI CUSTF
16	Arbustivo	Ik'iche	Erythroxylum confusum	5.945	
17	Arbustivo	Jabin	Piscidia piscipula	5.945	
18	Arbustivo	Jobillo	Astronium graveolens	3.993	
19	Arbustivo	kanchunup	Thouinia paucidentata	2.870	
20	Arbustivo	Nacax	Coccolobium readii	6.241	
21	Arbustivo	Pata de vaca	Bauhinia divaricata	7.682	
22	Arbustivo	Pata de venado	Bauhinia ungulaata	6.198	
23	Arbustivo	Perezcuts	Croton arboreus	4.757	
24	Arbustivo	Phitecelobium	Zygia stevensonii	4.474	
25	Arbustivo	Ramon	Brosimum alicastrum	5.104	
26	Arbustivo	Sac pich	Acacia glomerosa	4.431	
27	Arbustivo	Sacchaca	Dendropanax arboreus	8.251	
28	Arbustivo	Subin	Acacia cornigera	3.318	
29	Arbustivo	Tatsi	Neea psychotrioides	3.639	
30	Arbustivo	Tulipancillo	Malvaviscus arboreus	4.832	
31	Arbustivo	Tzalam	Lysiloma latisiliquum	4.311	
32	Arbustivo	Xiat	Chamaedorea seifrizii	2.870	
33	Arbustivo	Xuul	Lonchocarpus xuul	2.357	
34	Arbustivo	Yaxnix	Vitex gaumeri	4.888	
35	Arbustivo	Zapote amarillo	Pouteria campechiana	5.657	
36	Arbustivo	Akitz	Thevetia gaumeri	5.939	4.162
37	Arbustivo	Chicozapote	Manilkara zapota	22.462	3.255
38	Arbustivo	Chit	Thrinax radiata	6.025	3.255
39	Arbustivo	Cornozuelo	Acacia cornigera	10.880	7.427
40	Arbustivo	Katalox	Swartzia cubensis	7.802	3.633
41	Arbustivo	Kitamche	Caesalpinia gaumeri	6.692	3.633
42	Arbustivo	Sacbob	Coccoloba reflexiflora	7.347	3.633
43	Arbustivo	Sipche	Bunchosia glandulosa	7.093	4.162
44	Arbustivo	Boob	Coccoloba spicata	9.820	12.118
45	Arbustivo	Chaca rojo	Bursera simaruba	4.402	4.585
46	Arbustivo	Guayabillo	Psidium sartorianum	2.702	9.956
47	Arbustivo	Majahua	Hampea trilobata	3.086	3.255
48	Arbustivo	Marlberry	Ardisia Escallonioides	2.582	3.633
49	Arbustivo	Pomolche	Jatropha gaumeri	5.915	27.214
50	Arbustivo	Tohyub	Coccoloba acapulcensis	4.792	20.765
51	Arbustivo	Xpsit che	Diospyros verae-crucis	2.069	3.633
52	Arbustivo	Yaiti	Gymnanthes lucida	2.870	10.531
53	Arbustivo	Balche Ka	Lonchocarpus yucatenensis		3.633
54	Arbustivo	Bob chel	Coccoloba barbadensis		19.223
55	Arbustivo	Box chechen	Metopium brownei		3.633
56	Arbustivo	Cascarillo	Casearia nitida		41.503
57	Arbustivo	Chike	Chrysophyllum mexicanum		4.162
58	Arbustivo	Dzidzilche	Gymnopodium antigonoides		9.608
59	Arbustivo	Higo	Ficus tecolutensis		3.633
60	Arbustivo	Kanacin	Lonchocarpus rugosus		19.491
61	Arbustivo	Kantoko	Myrcianthes fragrans		8.324
62	Arbustivo	Laurelillo	Nectandra salicifolia		7.794
63	Arbustivo	Pakal che	Samyda yucatenensis		10.854
64	Arbustivo	Silil	Diospyros cuneata		3.633
65	Arbustivo	Xdoj'tani	Chromolaena laevigata		5.265
66	Arbustivo	yax'catzim	Mimosa bahamensis		30.399

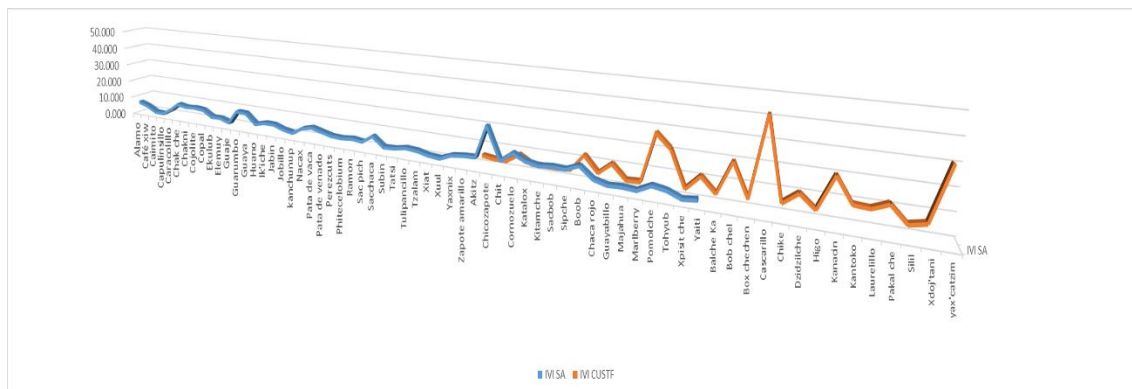


Figura 2. Comparación del comportamiento del IVI en el estrato arbustivo.

Las especies *Ficus maxima*, *Psychotria nervosa*, *Chrysophyllum mexicanum*, *Trema micrantha*, *Sideroxylon foetidissimum*, *Maytenus guatemalensis*, *Calypttranthes pallens*, *Cupania glabra*, *Protium copal*, *Drypetes lateriflora*, *Mosannonna depressa*, *Leucaena leucocephala*, *Cecropia obtusifolia*, *Talisia olivaeformis*, *Sabal japa*, *Erythroxyllum confusum*, *Piscidia piscipula*, *Astronium graveolens*, *Thouinia paucidentata*, *Coccolobina readii*, *Bauhinia divaricata*, *Bauhinia unguilata*, *Croton arboreus*, *Zygia stevensonii*, *Brosimum alicastrum*, *Acacia glomerosa*, *Dendropanax arboreus*, *Acacia cornigera*, *Neea psychotrioides*, *Malvaviscus arboreus*, *Lysiloma latisiliquum*, *Chamaedorea seifrizii*, *Lonchocarpus xuul*, *Vitex gaumeri*, *Pouteria campechiana*, sólo se registrarón en el sistema ambiental, por lo tanto estas especies no están en riesgo por la ejecución del cambio de uso de suelo ya que no serán removidas ni afectadas por las actividades dentro del área de cambio de uso de suelo.

La especie de *Thevetia gaumeri*, *Manilkara zapota*, *Thrinax radiata*, *Acacia cornigera*, *Swartzia cubensis*, *Caesalpinia gaumeri*, *Coccoloba reflexiflora*, *Bunchosia glandulosa*, presentan menor valor de importancia en el área de cambio de uso de suelo, que en el sistema ambiental por lo cual no habría por qué preocuparse de estas especies, debido a que seguirán permaneciendo en el ecosistema aunque el proyecto se lleve a cabo ya que su representatividad es mayor en el sistema ambiental.

La especie de *Coccoloba spicata*, *Bursera simaruba*, *Psidium sartorianum*, *Hampea trilobata*, *Ardisia Escallonioides*, *Jatropha gaumeri*, *Coccoloba acapulcensis*, *Diospyros verae-crucis*, *Gymnanthes lucida*, presentan un valor de importancia mayor en el área de cambio de uso de suelo que en el sistema ambiental. Sin embargo se garantiza su permanencia ya que se localizan tanto en el área de cambio de uso de suelo como en el sistema ambiental, por lo cual, en compensación estas especies serán incluidas en el Programa de Rescate de Flora que se ejecutara en la superficie solicitada para el cambio de uso de suelo.

En cuanto a las especies *Lonchocarpus yucatanensis*, *Coccoloba barbadensis*, *Metopium brownei*, *Casearia nítida*, *Chrysophyllum mexicanum*, *Gymnopodium*

antigonoides, *Ficus tecolutensis*, *Lonchocarpus rugosus*, *Myrcianthes fragrans*, *Nectandra salicifolia*, *Samyda yucatenensis*, *Diospyros cuneata*, *Chromolaena laevigata*, *Mimosa bahamensis*, solo se registrarón en el estrato arbustivo del área de cambio de uso de suelo, sin embargo estas se presentan dentro del sistema ambiental en los estrato arbóreo y herbáceo por lo cual su permanencia en el ecosistema está garantizada, aun así como medida de prevención serán incluidas en el Programa de Rescate de Reubicación de Flora, así mismo cada uno de estos ejemplares una vez rescatados y reubicados serán sujetos a un monitoreo de cada ejemplar hasta asegurar su sobrevivencia, consiguiendo con estas medidas que ninguna especie presente en el predio no desaparecerán del ecosistema de la zona.

Índice de diversidad de Shannon-Wiener.

Índice del sistema ambiental		Índice CUSTF	
Riqueza (S) =	52	Riqueza (S) =	31
H' Calculada =	3.627	H' Calculada =	2.931
H max =	3.951	H max =	3.434
Equidad (J) =	0.918	Equidad (J) =	0.854
H max - H' =	0.324	H max - H' =	0.503

En cuanto a los índices de Shannon para el estrato arbustivo, en el sistema ambiental, presenta un índice de diversidad de 3.627 resultando mayor que el área de cambio de uso de suelo donde se pretende el cambio de uso de suelo el cual es de 2.931.

Asimismo, el sistema ambiental presenta una equidad de 0.918, resultando un poco menor que el área sujeta al CUSTF de 0.854, esto nos dice que prácticamente todas las especies presentes en el área de cambio de uso de suelo y el sistema ambiental presentan casi la misma posibilidad de ser encontrados en ambos sitios.

Con base en los índices de diversidad obtenidos en el cálculo para el estrato arbustivo, se determina que el sistema ambiental **es más diversa** que en el área de cambio de uso de suelo, por lo cual los procesos bióticos del ecosistema seguirán presentándose en la zona sin ser alterados permanentemente.

a.3) Estrato Herbáceo

Índice de Valor de Importancia

La comparación entre el IVI del estrato arbustivo del sistema ambiental y el IVI del área de cambio de uso de suelo, nos arroja que comparten 8 especies en común, y en este estrato es donde se presenta la mayor cantidad de especies.

Cuadro 4. Comparación del IVI del Estrato Herbáceo					
No.	Estrato	Nombre común	Nombre científico	IVI SA	IVI CUSTF
1	Herbáceo	Akitz	Thevetia gaumeri	4.1113	
2	Herbáceo	Barba de viejo	Cissampelos pareira	9.9937	
3	Herbáceo	Bejuco guaya	Serjania mexicana	6.2619	
4	Herbáceo	Box Chechem	Metopium brownei	12.5237	
5	Herbáceo	Cojolite	Cupania glabra	8.2226	
6	Herbáceo	Cordoncillo	Piper amalago	4.1113	
7	Herbáceo	Guaya	Talisia olivaeformis	4.1113	
8	Herbáceo	Jabin	Piscidia piscipula	6.2619	
9	Herbáceo	Kanasin	Lonchocarpus rugosus	4.1113	
10	Herbáceo	kanchunup	Thouinia paucidentata	6.2619	
11	Herbáceo	Kitamche	Caesalpinia gaumeri	4.1113	
12	Herbáceo	Pata de vaca	Bauhinia divaricata	12.7135	
13	Herbáceo	Perezcuts	Croton arboreus	4.1113	
14	Herbáceo	Picapica	Dalechampia scandens	10.3732	
15	Herbáceo	Ramon	Brosimum alicastrum	4.1113	
16	Herbáceo	Sacbob	Coccoloba reflexiflora	12.7135	
17	Herbáceo	Sutub	Helicteres baruensis	6.2619	
18	Herbáceo	Xiat	Chamaedorea seifrizii	16.6350	
19	Herbáceo	Yaxnix	Vitex gaumeri	10.5629	
20	Herbáceo	Zapote amarillo	Pouteria campechiana	17.0145	
21	Herbáceo	Café xiw	Psychotria nervosa	21.1259	14.744
22	Herbáceo	Chicozapote	Manilkara zapota	6.2619	6.197
23	Herbáceo	Pomolche	Jatropha gaumeri	14.4845	9.615
24	Herbáceo	Sac pah	Byrsonima bucidaefolia	8.4124	6.197
25	Herbáceo	Si'it	Laciacis divarigata	6.2619	6.197
26	Herbáceo	Yaiti	Gymnanthes lucida	20.7464	6.197
27	Herbáceo	Bocan che	Crossopetalum rhacoma	10.3732	11.325
28	Herbáceo	Boob	Coccoloba spicata	6.2619	15.812
29	Herbáceo	Chen ak	Ipomoea jalapa	8.4124	45.085
30	Herbáceo	Chit	Thrinax radiata	12.3340	14.103
31	Herbáceo	Mahahua	Hamphea trilobata	4.1113	7.906
32	Herbáceo	Nacax	Coccothrinax readii	6.2619	7.906
33	Herbáceo	Pakal che	Samyda yucatenensis	6.2619	48.077
34	Herbáceo	Tulipansillo	Malvaviscus arboreus	4.1113	7.906
35	Herbáceo	Cascarillo	Casearia nitida		72.436
36	Herbáceo	Chaca rojo	Bursera simaruba		6.197
37	Herbáceo	Laurelillo	Nectandra salicifolia		7.906
38	Herbáceo	Marlberry	Ardisia Escallonioides		6.197

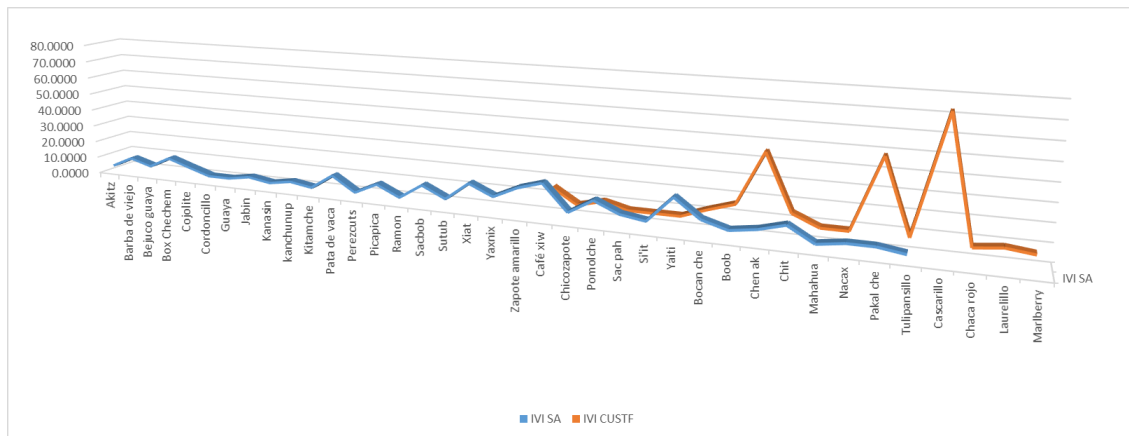


Figura 3. Comparación del comportamiento del IVI en el estrato herbáceo.

Las especies *Thevetia gaumeri*, *Cissampelos pareira*, *Serjania mexicana*, *Metopium brownei*, *Cupania glabra*, *Piper amalago*, *Talisia olivaeformis*, *Piscidia piscipula*, *Lonchocarpus rugosus*, *Thouinia paucidentata*, *Caesalpinia gaumeri*, *Bauhinia divaricata*, *Croton arboreus*, *Dalechampia scandens*, *Brosimum alicastrum*, *Coccoloba reflexiflora*, *Helicteres baruensis*, *Chamaedorea seifrizii*, *Vitex gaumeri* *Pouteria campechiana*, sólo se registrarón en el sistema ambiental, por lo tanto estas especies no están en riesgo por la ejecución del cambio de uso de suelo ya que no serán removidas ni afectadas por las actividades dentro del área de cambio de uso de suelo.

En cuanto a la especie *Psychotria nervosa*, *Manilkara zapota*, *Jatropha gaumeri* *Byrsonima bucidaefolia*, *Laciacis divarigata*, *Gymnanthes lucida*, presentan un menor valor de importancia en el área de cambio de uso de suelo, que el sistema ambiental, por lo cual no habría por qué preocuparse de estas especies, debido a que seguirán permaneciendo en el ecosistema aunque el proyecto se lleve a cabo ya que su representatividad es mayor en el sistema ambiental.

En cuanto a las especies *Crossopetalum rhacoma*, *Coccoloba spicata*, *Ipomoea jalapa*, *Thrinax radiata*, *Hamphea trilobata*, *Coccothrinax readii*, *Samyda yucatenensis*, *Malvaviscus arboreus*, presentan un valor de importancia mayor en el área de cambio de uso de suelo que en el sistema ambiental, en compensación estas especies serán incluidas en el Programa de rescate de flora que se ejecutara en la superficie solicitada para el cambio de uso de suelo.

Las especies *Casearia nítida*, *Bursera simaruba*, *Nectandra salicifolia*, *Ardisia Escallonioides*, no se identificarón en el sistema ambiental, sin embargo si se registrarón en su estrato arbóreo u arbustivo, por lo cual se presenta en ambos sitios, aunque en distintos estratos, por lo cual no son especies en riesgo, así mismo estas especies serán enlistadas en el Programa de Rescate de Vegetación.

Índice de diversidad de Shannon-Wiener.

Índice Cuenca		Índice CUSTF	
Riqueza (S) =	34	Riqueza (S) =	18
H' Calculada =	3.327	H' Calculada =	2.416
H max =	3.526	H max =	2.890
Equidad (J) =	0.943	Equidad (J) =	0.836
H max - H' =	0.199	H max - H' =	0.474

En cuanto a los índices de Shannon para el estrato herbáceo, en el mismo tipo de vegetación del sistema ambiental que no se afectará por el proyecto, presenta un índice de diversidad de 3.327 resultando mayor que el área de cambio de uso de suelo donde se pretende el cambio de uso de suelo en cual es de 2.416.

Asimismo, el sistema ambiental presenta una equidad de 0.943, mayor que el área de cambio de uso de suelo de 0.836, esto nos dice que prácticamente todas las especies presentes en el área sujeta al cambio de uso de suelo y el sistema ambiental presentan casi la misma posibilidad de ser encontrados en ambos sitios, con lo cual se comprueba que ninguna de las especies presentes en el área sujeta al cambio de uso de suelo serán eliminadas.

VII.1.2 No se compromete la fauna en el ecosistema

Con base en la estimación del índice de diversidad Shannon-Wiener realizada por grupo faunístico para el sistema ambiental y en el área de cambio de uso de suelo se presenta a continuación la justificación de la no afectación de la fauna del ecosistema por la ejecución del cambio de uso de suelo del proyecto.

Los organismos no se verán afectados de manera extraordinaria debido a que:

- En el caso de los Anfibios solamente se registrarón la presencia de dos especies en el área de cambio de uso de suelo, la cuales se pueden desplazar por si solos, tras realizar un ahuyentación o desplazarlos tras la ejecución del programa de rescate de fauna.
- Los mamíferos de igual forma se desplazan por si solos en su mayoría realizando activadas de ahuyentamiento, sin embargo se debe recordar que se ejecuta un Programa de Rescate de Fauna.
- Las Aves presentan hábitos voladores por lo que pueden desplazarse libremente fuera de la zona de aprovechamiento, sin que se vean afectadas de alguna manera.
- Dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010. No se registró ninguna especie.

Justificación por grupo faunístico

a) Grupo de Anfibios - Índice de diversidad de Shannon-Wiener

Comparando los índices de diversidad de Shannon-Wiener del grupo de Anfibios obtenidos en el sistema ambiental y en el área de cambio de uso de suelo donde se ejecutará el cambio de uso de suelo, tenemos que en el sistema ambiental se presentan 2 especies, mismas que en el área de cambio de uso de suelo. Por lo tanto, el desarrollo de la actividad no compromete a este grupo faunístico.

No.	Grupo	Nombre común	Especies	Cuenca	CUSTF
1	Anfibio	Ranita amarilla	Hyla ebraccata	√	√
2	Anfibio	Sapo comun	Bufo valliceps	√	√

Según el índice de Shannon-Wiener, en el mismo grupo faunístico (anfibios) dentro del sistema ambiental (que no se afectará con el proyecto) presenta un índice de diversidad de 0.690, mientras que en el área de cambio de uso de suelo se estimó en 0.679, lo que nos indica que en el sistema ambiental hay la misma presencia de especies que en el área de cambio de uso de suelo, por lo cual **son igual de diverso**, así mismo el sistema ambiental presenta una equidad de 0.996 mientras que el área de cambio de uso de suelo es de 0.980, esto nos dice que prácticamente todas las especies presentes en el área sujeta al cambio de uso de suelo se conservarán en el ecosistema.

Otra medida que se implementará para garantizar que no se afectará su distribución se deberá ejecutar el programa de rescate de fauna, lo que garantiza su conservación en el ecosistema.

Grupo Anfibios Ecosistema del SA		Grupo Anfibios área de CUSTF	
Riqueza (S) =	2	Riqueza (S) =	2
H' Calculada =	0.690	H' Calculada =	0.679
H max =	0.693	H max =	0.693
Equidad (J) =	0.996	Equidad (J) =	0.980
H max - H' =	0.003	H max - H' =	0.014

b) Grupo de Reptiles - Índice de diversidad de Shannon-Wiener

En cuanto al grupo de los Reptiles se presentan 3 especies en el área de cambio de uso de suelo y 7 en el sistema ambiental, conforme a la siguiente tabla:

No.	Grupo	Nombre común	Especies	Cuenca	CUSTF
1	Reptil	Toloquito	Anolis sagrei	X	X
2	Reptil	Toloc	<i>Basiliscus vittatus</i>	X	X
3	Reptil	Iguana rayada	Ctenosaura similis	X	
4	Reptil	Kankalás	Ameiva undulata		
5	Reptil	culebra rallada	Coniophanes schmidti	X	X

Cuadro 6. Especies de Reptiles presentes en el área de CUSTF y en el sistema ambiental					
No.	Grupo	Nombre común	Especies	Cuenca	CUSTF
6	Reptil	Culebra ratonera	Pseustes poecilonotus	X	
7	Reptil	Cuija	Phylodactylus tuberculosus	X	

En cuanto a los índices de Shannon para el Grupo de Reptiles en el sistema ambiental se presenta un índice de diversidad de 1.879, resultando mayor que el área de cambio de uso de suelo el cual es 1.078.

Grupo Reptiles del SA		Grupo Reptiles Ecosistema del CUSTF	
Riqueza (S) =	7	Riqueza (S) =	3
H' Calculada =	1.897	H' Calculada =	1.078
H max =	1.946	H max =	1.099
Equidad (J) =	0.975	Equidad (J) =	0.981
H max - H' =	0.049	H max - H' =	0.021

Asimismo, el sistema ambiental presenta una equidad de 0.975 mientras que el área de cambio de uso de suelo es de 0.981, esto nos dice que prácticamente todas las especies presentes en el área sujeta al cambio de uso de suelo y el sistema ambiental presentan la misma posibilidad de ser encontrados en ambos sitios, con lo cual se comprueba que ninguna de las especies presentes en el área sujeta al cambio de uso de suelo serán eliminadas o correrán el riesgo de desaparecer, ya que todas las especies del área de cambio de uso de suelo se encuentran representadas en el sistema ambiental.

Con base en los índices de diversidad obtenidos en el cálculo para el grupo de reptiles, se determina que el sistema ambiental **es más diversa** que en el área de cambio de uso de suelo, sin embargo estas especies de reptiles presentes en el área de cambio de uso de suelo son ejemplares fáciles de trasladar o desplazar a sitios de conservación mediante la ejecución del programa de rescate de fauna, lo que garantiza su conservación en el ecosistema.

c). Grupo de Aves - Índice de diversidad de Shannon-Wiener

En cuanto al grupo de las Aves se presentan 10 especies en el área de cambio de uso de suelo y 13 en el sistema ambiental, conforme al siguiente cuadro:

Cuadro 7. Especies de Reptiles presentes en el área de CUSTF y en el Cuenca					
No.	Grupo	Nombre común	Especies	Cuenca	Predio
1	Ave	Tangara rojinegra	Piranga olivacea	X	X
2	Ave	Mauilador negro	Melanoptila glabrirostris	X	
3	Ave	Zanate	Quiscalus mexicanus	X	X
4	Ave	Calandria	Icterus cucullatus	X	
5	Ave	Cenzontle	Mimus gilvus	X	X
6	Ave	Xtakay	Tyrannus melancholicus	X	X
7	Ave	Carpintero	Melanerpes pygmaeus	X	X
8	Ave	Chachalaca	Ortalis vetula	X	X
9	Ave	Tortola	Zenaida asiatica	X	X

Cuadro 7. Especies de Reptiles presentes en el área de CUSTF y en el Cuenca					
No.	Grupo	Nombre común	Especies	Cuenca	Predio
10	Ave	Paloma	<i>Columba flavirostris</i>	X	
11	Ave	Chara yucateca	<i>Cyanocorax yucatanicus</i>	X	X
12	Ave	Zopilote negro	<i>Coragyps atratus</i>	X	X
13	Ave	Tapacaminos	<i>Nyctidromus albicollis</i>	X	X

De acuerdo al índice de Shannon-Wiener, en el mismo grupo faunístico (Aves) dentro del sistema ambiental (que no se afectará con el proyecto) presenta un índice de diversidad de 2.452 mientras que en el área de cambio de uso de suelo es solo de 2.121.

Grupo Aves área del Cuenca		Grupo Aves Ecosistema del CUSTF	
Riqueza (S) =	13	Riqueza (S) =	10
H' Calculada =	2.452	H' Calculada =	2.121
H max =	2.565	H max =	2.303
Equidad (J) =	0.956	Equidad (J) =	0.921
H max - H' =	0.113	H max - H' =	0.181

Con respecto a las especies de aves que se observaron en el área de cambio de uso de suelo se debe considerar que las aves son especies de fácil desplazamiento, ya que en cuanto se inicien las actividades estas se desplazarán, sin embargo como medida de precaución y compensación se aplicará el programa de rescate de fauna con lo cual se garantizará que estas y todas las demás especies de aves no sean dañadas, ya que cualquier ejemplar enfermo o que no se desplace será rescatado y reubicado.

Así mismo con base en los índices de diversidad obtenidos en el cálculo para el grupo de las aves, se determina que el ecosistema del sistema ambiental **es más diverso** que en el área de cambio de uso de suelo, por lo tanto las especies de este grupo que se encuentran no están en riesgo por la ejecución del cambio de uso de suelo, así mismo se debe considerar que se conservará el 35.2 % del predio con su vegetación forestal actual, lo cual proveerá de áreas de alimentación y anidación para las aves locales o de paso que se pudieran instalar en el predio.

d). Grupo de Mamíferos - Índice de diversidad de Shannon-Wiener

En cuanto al grupo de los mamíferos se presentan 5 especies en área de CUSTF y 8 en el sistema ambiental, conforme a la siguiente tabla:

Cuadro 8. Especies de Mamíferos presentes en el área de CUSTF en el sistema ambiental					
No.	Grupo	Nombre común	Especies	Cuenca	Área de CUSTF
1	Mamífero	Tejon	<i>Nasua narica</i>	X	
2	Mamífero	Mapache	<i>Procyon lotor</i>	X	
3	Mamífero	Ardilla	<i>Sciurus yucatanensis</i>	X	X

Cuadro 8. Especies de Mamíferos presentes en el área de CUSTF en el sistema ambiental					
No.	Grupo	Nombre común	Especies	Cuenca	Área de CUSTF
4	Mamífero	Cereque	<i>Dasyprocta punctata</i>	X	X
5	Mamífero	Tlacuache	<i>Didelphys virginiana</i>	X	X
6	Mamífero	Murcielago frutero	<i>Artibeus jamaicensis</i>	X	X
7	Mamífero	Rata de campo	<i>Ototylomys phyllotis</i>	X	X
8	Mamífero	Rata espinosa	<i>Sigmodon hispidus</i>	X	

Conforme al índice de Shannon-Wiener, en el mismo grupo faunístico de los Mamíferos dentro del sistema ambiental se presenta un índice de diversidad de 1.897 mientras que el del área sujeta a cambio de uso de suelo es solo de 1.425.

Grupo Mamíferos Cuenca		Grupo Mamíferos área de CUSTF	
Riqueza (S) =	8	Riqueza (S) =	5
H' Calculada =	1.897	H' Calculada =	1.425
H max =	2.079	H max =	1.609
Equidad (J) =	0.912	Equidad (J) =	0.885
H max - H' =	0.182	H max - H' =	0.184

El sistema ambiental presenta una riqueza de especies de 8 especies, mientras que la del área de cambio de uso de suelo es de 5 especies, así mismo el ecosistema del sistema ambiental presenta una equidad de 0.912, mientras que en el área objeto de CUSTF con 0.885, esto nos dice que hay una mayor riqueza en el sistema ambiental que el área de cambio de uso de suelo, más sin embargo para garantizar la funcionalidad del ecosistema será necesario ejecutar el programa de rescate de fauna.

Así mismo estas 5 especies de mamíferos presentes en el área de cambio de uso de suelo se podrán desplazar a las áreas de conservación que corresponden al 35.2 % del predio, las que permitirán a este tipo de fauna encontrar refugio y zonas de anidación dentro del mismo predio.

Como una estrategia adicional que garantizará la conservación de la flora y fauna, se ejecutarán las siguientes acciones que asegurarán la conservación de la biodiversidad presente en el área de reserva forestal del predio una vez que dé inicio el proyecto:

Cuadro 9. Acciones para garantizar la no afectación a la flora y fauna	
Medida de protección ambiental 1	Capacitación del personal
Etapas del proyecto en la cual se aplicara	Antes del inicio del proyecto y durante todas las etapas y como parte de la capacitación al nuevo personal
Forma correcta de cumplimiento de la medida de protección ambiental	Se impartirán pláticas al personal que trabajará en las diferentes etapas del proyecto, con el fin de que conozcan las medidas y condicionantes ambientales que se aplicarán en el proyecto,

Cuadro 9. Acciones para garantizar la no afectación a la flora y fauna	
	además de concientizarlos de la importancia del cuidado del medio ambiente.
Forma de control y seguimiento del cumplimiento	Registro en la bitácora de seguimiento de la supervisión ambiental
Documentos que demuestran el cumplimiento de la medida	Lista de asistencia a las pláticas, el supervisor ambiental debe llevar un registro
Medida de protección ambiental 2	La realización del proyecto y el trazo de instalaciones no deben afectar árboles singulares o representativos y cualquier tipo de formaciones naturales relevantes, de manera que sean integradas a la fisonomía del proyecto.
Etapa del proyecto en la cual se aplicará	Remoción de vegetación para el CUSTF
Forma correcta de cumplimiento de la medida de protección ambiental	Respetar el área de desmonte delimitada mediante banderolas.
Forma de control y seguimiento del cumplimiento	Registro en la bitácora de seguimiento de la supervisión ambiental
Documentos que demuestran el cumplimiento de la medida	Registro fotográfico
Medida de protección ambiental 3	El material de construcción que sea transportado deberá ser cubierto con una lona, transportado en bolsa o humedecido para evitar la emisión de polvos durante su transporte hacia la vegetación colindante al predio o a su área de reserva forestal.
Etapa del proyecto en la cual se aplicará	Remoción de vegetación para el CUSTF
Forma correcta de cumplimiento de la medida de protección ambiental	Cada vehículo que sea utilizado para transportar material de construcción utilizará una lona que cubrirá el material que este transportando con el fin de evitar o reducir la emisión de polvos en el área del proyecto.
Forma de control y seguimiento del cumplimiento	Registro en la bitácora de seguimiento de la supervisión ambiental
Documentos que demuestran el cumplimiento de la medida	Registro fotográfico
Medida de protección ambiental 4	Se regarán constantemente los sitios del proyecto que así lo requieran para evitar la dispersión de polvos hacia la vegetación colindante al predio o a su área de reserva forestal.
Etapa del proyecto en la cual se aplicará	Remoción de vegetación para el CUSTF
Forma correcta de cumplimiento de la medida de protección ambiental	Se seguirá un programa de riegos a las áreas donde se produzcan polvos con la ayuda de pipas, principalmente en los caminos del área del proyecto. En caso de presentarse lluvias durante la realización del proyecto se podrá suspender el riego.
Forma de control y seguimiento del cumplimiento	Registro en la bitácora de seguimiento de la supervisión ambiental
Documentos que demuestran el cumplimiento de la medida	Registro fotográfico
Medida de protección ambiental 5	Quedará estrictamente prohibida la quema de cualquier tipo de residuo
Tipo de medida	Preventiva
Etapa del proyecto en la cual se aplicará	Remoción de vegetación para el CUSTF

Cuadro 9. Acciones para garantizar la no afectación a la flora y fauna	
Forma correcta de cumplimiento de la medida de protección ambiental	Los residuos que generen los trabajadores se deberán disponer en los contenedores rotulados dependiendo si son: residuos orgánicos, residuos inorgánicos o residuos peligrosos. En ningún momento los contenedores establecidos en la obra deberán sobre pasar el 80% de su capacidad. Antes de que el contenedor llegue al 80% de su capacidad se deberá llevar los residuos producidos al almacén temporal de residuos urbanos o peligrosos de la empresa constructora. Cuando el almacén temporal se encuentre al 80% de su capacidad, se deberá limpiar y disponer todos los residuos urbanos generados en un sitio autorizado (basurero municipal).
Forma de control y seguimiento del cumplimiento	Registro en la bitácora de seguimiento de la supervisión ambiental
Documentos que demuestran el cumplimiento de la medida	Copia simple del recibo o comprobante del basurero municipal donde dispuso sus residuos.
Medida de protección ambiental 6	Conservación de áreas con vegetación natural
Etapas del proyecto en la cual se aplicara	Remoción de vegetación para el CUSTF
Forma correcta de cumplimiento de la medida de protección ambiental	Para garantizar la conservación del paisaje y el soporte para la sobrevivencia de la flora y fauna silvestre presentes en el predio se conservará un área del 17% con vegetación original, la cual mantendrá su estructura y composición actual.
Forma de control y seguimiento del cumplimiento	Registro en la bitácora de seguimiento de la supervisión ambiental
Documentos que demuestran el cumplimiento de la medida	Registro fotográfico
Medida de protección ambiental 7	Supervisión ambiental
Etapas del proyecto en la cual se aplicará	Remoción de vegetación para el CUSTF
Forma correcta de cumplimiento de la medida de protección ambiental	Se realizarán supervisiones al área del proyecto durante las etapas de preparación del sitio y construcción con el fin de vigilar del correcto cumplimiento de las medidas y condicionantes ambientales del proyecto. En caso de que durante la supervisión ambiental se registre algún incumplimiento se avisará al residente de la obra para que lo solucione a la brevedad posible Cada semana se evaluará el nivel de cumplimiento de las medidas y condicionantes ambientales del proyecto. En caso de que una o más medidas o condicionantes no se estén cumpliendo se realizará una reunión con el residente y personal de la obra con el fin de que en conjunto se planteen estrategias para el cumplimiento de las medidas y condicionantes ambientales.
Forma de control y seguimiento del cumplimiento	Registro en la bitácora de seguimiento de la supervisión ambiental
Documentos que demuestran el cumplimiento de la medida	Informe semanal de supervisión ambiental
Medida de protección ambiental 8	Disponer apropiadamente del material de relleno sobrante compuesto de suelos
Etapas del proyecto en la cual se aplicará	Remoción de vegetación para el CUSTF

Cuadro 9. Acciones para garantizar la no afectación a la flora y fauna	
Forma correcta de cumplimiento de la medida de protección ambiental	El material de relleno sobrante se extenderá si está compuesto por suelos, en el área de conservación
Forma de control y seguimiento del cumplimiento	Registro en la bitácora de seguimiento de la supervisión ambiental
Documentos que demuestran el cumplimiento de la medida	Fotografías incluidas en el reporte de supervisión ambiental.
Medida de protección ambiental 9	Se prohibirá cazar, perseguir o atrapar a cualquier especie silvestre
Etapas del proyecto en la cual se aplicará	Preparación del sitio y construcción
Forma correcta de cumplimiento de la medida de protección ambiental	Durante las etapas de preparación del sitio y construcción se deberá evitar cazar, perseguir o atrapar a cualquier especie de fauna silvestre. En caso de que durante los trabajos del proyecto se tenga un encuentro con la fauna silvestre (principalmente reptiles y pequeños mamíferos), se deberá retirar del lugar y esperar 20 minutos para que la fauna tenga tiempo de movilizarse a otra zona del predio.
Forma de control y seguimiento del cumplimiento	Registro en la bitácora de seguimiento de la supervisión ambiental
Documentos que demuestran el cumplimiento	Registro fotográfico

Con base en los razonamientos arriba expresados, se considera que se encuentra acreditada la primera de las hipótesis normativas establecidas por el artículo 117, párrafo primero, de la LGDFS, ya que ha quedado técnicamente demostrado que el desarrollo del proyecto de cambio de uso de suelo en cuestión, no compromete la biodiversidad.

VI.2. No se provocará la erosión del suelo

Para estimar la erosión de los suelos se ha utilizado la Ecuación Universal de Pérdida de Suelo (EUPS) que ha mostrado ser un modelo que permite estimar en campo, la erosión actual y potencial y que se utiliza como un instrumento de planeación para establecer las prácticas y obras de conservación de suelos para que hagan que la erosión actual sea menor que la tasa máxima permisible de erosión. (CONAFOR, 2010).

La tasa máxima permisible de pérdidas de suelo es de 10 t/ha; mayores pérdidas significan degradación. (CONAFOR, 2010). Por lo cual se determinan las posibles erosiones dentro del predio:

a) Erosión hídrica

Para estimar la erosión de los suelos se ha utilizado la Ecuación Universal de Pérdida de Suelo (EUPS), que ha mostrado ser un modelo que permite estimar en

campo la erosión actual y potencial y que se utiliza como un instrumento de planeación para establecer las prácticas y obras de conservación de suelos para que hagan que la erosión actual sea menor que la tasa máxima permisible de erosión. (CONAFOR, 2010).

La tasa máxima permisible de pérdidas de suelo es de 10 t/ha; mayores pérdidas significan degradación. (CONAFOR, 2010).

Para estimar la erosión del suelo se puede utilizar la siguiente ecuación:

$$E = R K L S C P \quad (3-1)$$

Dónde:

E = Erosión del suelo t/ha año.

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

K = Erosionabilidad del suelo.

LS = Longitud y Grado de pendiente.

C = Factor de vegetación

P = Factor de prácticas mecánicas.

Para utilizar este modelo en forma práctica se utilizarán algunos resultados que se han obtenido de la investigación en México y que ha permitido a nivel nacional hacer un uso adecuado de este modelo predictivo. (CONAFOR, 2010).

La erosión potencial se estima como:

$$E_p = R K L S \quad (3-2)$$

Los factores se consideran como inmodificables.

La erosión actual se estima utilizando la ecuación (3-1), que considera los factores inmodificables R K LS y los factores de protección como son la vegetación y las prácticas y obras de manejo del suelo y la vegetación son que se pueden modificar para reducir las pérdidas de suelo. (CONAFOR, 2010).

Para utilizar este modelo, se han propuesto diferentes metodologías para estimar cada uno de las variables; sin embargo la aplicación de algunas de ellas en el campo es difícil de realizar por no contar con la información necesaria. Para evitar estos problemas, en este apartado se presentara una metodología simplificada y adecuada para utilizarse en nuestro país. (CONAFOR, 2010).

Erosividad R

La estimación de R se puede realizar conociendo la energía cinética de la lluvia y la velocidad de caída de las gotas de lluvia, utilizando la ecuación de la energía cinética:

$$E_c = mz^2/2 \quad (3-3)$$

Dónde:

m es la masa de lluvia y velocidad de caída de las gotas de lluvia. Considerando lo complejo de hacer esta estimación se propuso que un mejor estimador de la agresividad de la lluvia sería o sea el valor de erosividad de la lluvia (R). Para estimar R se obtiene el valor de energía cinética por evento se estima por evento como $E_c = 0.119 + 0.0873 \log_{10} I$ donde hay que conocer la intensidad de la lluvia y obtener el Valor de E_c y multiplicarlo por la intensidad máxima de la lluvia en 30 minutos. (CONAFOR, 2010).

La suma de estos valores de E_{I30} en un año da el valor de R.

Este procedimiento es complicado cuando no se cuenta con datos de intensidad de la lluvia, por esta razón se buscó correlacionar los datos de precipitación anual con los valores de R estimados en el país utilizando la información de intensidad de la lluvia disponible (Cortés y Figueroa 1991).

De acuerdo con este procedimiento se elaboraron modelos de regresión donde a partir de datos de precipitación anual (P) se puede estimar el valor de R de la EUPS (cuadro 10). Estos modelos de regresión son aplicados para 14 diferentes regiones del país como se muestra en la Figura 4

Cuadro 10. Ecuaciones para estimar la Erosividad de la Lluvia en la República Mexicana.		
Región	Ecuación	R ²
I	$R = 1.2078P + 0.002276P^2$	0.92
II	$R = 3.4555P + 0.006470P^2$	0.93
II	$R = 3.6752P - 0.001720P^2$	0.94
IV	$R = 2.8559P + 0.002983P^2$	0.92
V	$R = 3.4880P - 0.00088P^2$	0.94
VI	$R = 6.6847P + 0.001680P^2$	0.90
VII	$R = -0.0334P + 0.006661P^2$	0.98
VIII	$R = 1.9967P + 0.003270P^2$	0.98
IX	$R = 7.0458P - 0.002096P^2$	0.97
X	$R = 6.8938P + 0.000442P^2$	0.95
XI	$R = 3.7745P + 0.004540P^2$	0.98
XII	$R = 2.4619P + 0.006067P^2$	0.96
XIII	$R = 10.7427P - 0.00108P^2$	0.97
XIV	$R = 1.5005P + 0.002640P^2$	0.95

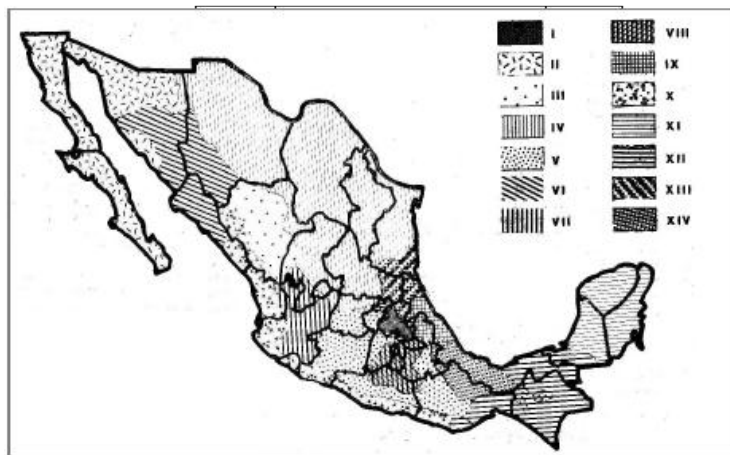


Figura 4. Mapa de regiones con igual Erosividad en la República Mexicana.

Para estimar R en el ámbito regional, se puede utilizar la precipitación anual y con un modelo lineal muy simple de estimarlo. Para estimar el valor de erosividad para la región de Quintana Roo se puede aplicar la ecuación de la región XI que se presenta a continuación:

$$R = 3.7745P + 0.004540P^2 \quad (3-4)$$

Dónde:

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

p = Precipitación media anual de la región.

Si la precipitación media de la región es de 1300 mm anuales, entonces el valor de R sería.

$$R = 3.7745 (1300) + 0.004540 (1300)^2$$

$$R = 12,579.45 \text{ Mj/ha mm/hr}$$

Erosionabilidad (K)

La susceptibilidad de los suelos a erosionarse depende del tamaño de las partículas del suelo, del contenido de materia orgánica, de la estructura del suelo y en especial del tamaño de los agregados y de la permeabilidad. (CONAFOR, 2010).

Para su estimación se utilizan fórmulas complicadas; para condiciones de campo se recomienda el uso del cuadro 10.5, para que con datos de la textura de los suelos y contenido de materia orgánica, se estime el valor de erosionabilidad (K). (CONAFOR, 2010).

Cuadro 11. Valores de Erosionabilidad de los suelos (K) estimado en función de la textura y el contenido de materia orgánica (Morgan 1985).			
Textura	% de materia orgánica		
	0.0 - 0.5	0.5 - 2.0	2.0 – 4.0
Arena	0.005	0.003	0.002
Arena fina	0.016	0.014	0.010
Arena muy fina	0.042	0.036	0.028
Arena migajosa	0.012	0.010	0.008
Arena fina migajosa	0.024	0.020	0.016
Arena muy fina migajosa	0.044	0.038	0.030
Migajón arenosa	0.027	0.024	0.019
Migajón arenosa fina	0.035	0.030	0.024
Migajón arenosa muy fina	0.047	0.041	0.033
Migajón	0.038	0.034	0.029
Migajón limoso	0.048	0.042	0.033
Limo	0.060	0.052	0.042
Migajón arcillo arenosa	0.027	0.025	0.021
Migajón arcillosa	0.028	0.025	0.021
Migajón arcillo limosa	0.037	0.032	0.026
Arcillo arenosa	0.014	0.013	0.012
Arcillo limosa	0.025	0.023	0.019
Arcilla	0.013		

Para la región de trabajo donde se ubica el predio, los terrenos son de textura arcillosa

Por lo que el valor de K sería de 0.013.

Es importante destacar que a medida que el valor de K aumenta se incrementa la susceptibilidad del suelo a erosionarse. (CONAFOR, 2010).

Longitud y Grado de pendiente (LS)

Este factor considera la longitud y el grado de pendiente por lo que para estimar este valor es necesario determinar la pendiente media del terreno, que se obtiene determinando la diferencia de elevación del punto más alto del terreno al más bajo de tal forma que:

$$S = (H_f - H_i) / L \quad (3-5)$$

Donde:

S = Pendiente media del terreno (%).

H_f = Altura más alta del terreno (m).

H_i = Altura más baja del terreno (m)

L = Longitud del terreno (m).

Si el nivel de la parte alta es de 1.9 msnm y la elevación en la parte baja es de 1 msnm, entonces la diferencia en elevaciones es de 0.9 m. Si la longitud del terreno es de 904 m entre las más alta y la más baja, entonces la pendiente media del terreno sería de

$$S = (1.9 - 1) / 884$$
$$S = 0.0009 \text{ o sea que } S = 0.10 \%$$

Si conocemos la pendiente y la longitud de la pendiente, se puede utilizar la siguiente fórmula:

$$LS = (\lambda)^m (0.0138 + 0.00965 S + 0.00138 S^2) \quad (3-6)$$

Donde:

LS = Factor de grado y longitud de la pendiente.

λ = Longitud de la pendiente

S= Pendiente media del terreno.

m= Parámetro cuyo valor se ajusta a 0.2 para pendientes menores al 1% (Wischmeier y Smith, 1978.)

Si consideramos los valores de longitud de la pendiente de 884 m, la pendiente media del terreno de 0.10 % y m de 0.2, se puede estimar el valor de LS resolviendo la Ecuación 3-6 de la siguiente forma:

$$LS = 884^{0.2} * (0.0138 + 0.00965 * 0.09 + 0.00138 * 0.09^2)$$
$$LS = 0.06$$

ESTIMACIÓN DE LA EROSIÓN POTENCIAL POR EL CAMBIO DE USO DE SUELO

Considerando que R es igual a **12,579.45**, que K es igual a 0.013 y que LS es igual a 0.06 como fueron determinados previamente, la erosión potencial se estima sustituyendo estos valores en la ecuación (2), de la siguiente manera:

$$E = R * K * LS$$
$$E = (12,579.45) * (0.013) * (0.06)$$
$$E = 9.40 \text{ t/ha año}$$

La erosión potencial indica que si no existiera cobertura del suelo (suelo desnudo) y no se tienen prácticas de conservación del suelo y del agua, se perderían 9.40 ha por año, lo que significa que anualmente se perdería una lámina de suelo de 0.9 mm, si consideramos que 1 mm de suelo es igual a 10 ton/ha de suelo. (CONAFOR, 2010).

ESTIMACIÓN DE LA EROSIÓN ACTUAL EN EL PREDIO

Para determinar este factor se debe considerar que el terreno actualmente se encuentra cubierto por vegetación en diferentes estratos en el 100% de su superficie, por lo cual para estimar la erosión anual del terreno es necesario determinar la protección del suelo que le ofrece la cubierta vegetal y la resistencia que oponen las prácticas mecánicas para reducir la erosión de tal forma que si a la ecuación 2 le incluimos los factores C y P entonces se puede estimar la erosión actual utilizando la ecuación. (CONAFOR, 2010).

Factor de protección de la vegetación (C)

El factor de protección (C) se estima dividiendo las pérdidas de suelo de un lote con un cultivo de interés y las pérdidas de suelo de un lote desnudo. Los valores de C son menores que la unidad y en promedio indican que a medida que aumenta la cobertura del suelo el valor de C se reduce y puede alcanzar valores similares a 0 por ejemplo cuando existe una selva alta con una cobertura vegetal alta. Los valores de (C) que se reportan para diferentes partes del mundo y para México se presentan en el cuadro 10.6.

Cuadro 12. Valores de C que se pueden utilizar para estimar pérdidas de suelo.			
Nivel de Productividad.			
Cultivo	Alto	Moderado	Bajo
Maíz	0.54	0.62	0.80
Maíz labranza cero	0.05	0.10	0.15
Maíz rastrojo	0.10	0.15	0.20
Algodón	0.30	0.42	0.49
Pastizal	0.004	0.01	0.10
Alfalfa	0.020	0.050	0.10
Trébol	0.025	0.050	0.10
Sorgo grano	0.43	0.55	0.70
Sorgo grano rastrojo	0.11	0.18	0.25
Soya	0.48		
Soya después de maíz con rastrojo	0.18		
Trigo	0.15	0.38	0.53
Trigo rastrojo	0.10	0.18	0.25
Bosque natural	0.001	0.01	0.10
Sabana en buenas condiciones	0.01	0.54	
Sabana sobrepastoreada	0.1	0.22	
Maíz - sorgo, Mijo	0.4 a 0.9		
Arroz	0.1 a 0.2		

Para estimar la erosión del suelo considerando que en el terreno existe un **bosque natural** (cobertura vegetal) conforme a los estudios de campo, entonces el valor de C sería de 0.0001 que sustituyendo quedaría:

$$E = R K L S C$$

$$E = (12,579.45) * (0.013) * (0.06) * (0.001)$$

E = 0.01 t/ha año.

Lo anterior indica que en las áreas con cobertura vegetal actualmente no se presenta erosión del suelo, por lo cual en el predio no existe erosión actualmente.

Estimación de la Erosión en la superficie del Cambio de Uso de Suelo del proyecto durante la ejecución de la remoción de vegetación.

La superficie solicitada para el Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales que equivale al 23.7% del polígono de intervención que corresponde a 8.57 has, lo cual conforme a la erosión que se podría generar si la superficie quedara desnuda, sobre esta superficie de cambio de uso de suelo se generaría 9.40 toneladas lo cual corresponde a una erosión ligera, por lo cual con la implementación de las medidas de mitigación propuesta se lograra evitar esta erosión, y principalmente ejecutando el desmonte de manera paulatina para evitar que el suelo desnudo permanezca de esa forma por largos periodos de tiempo.

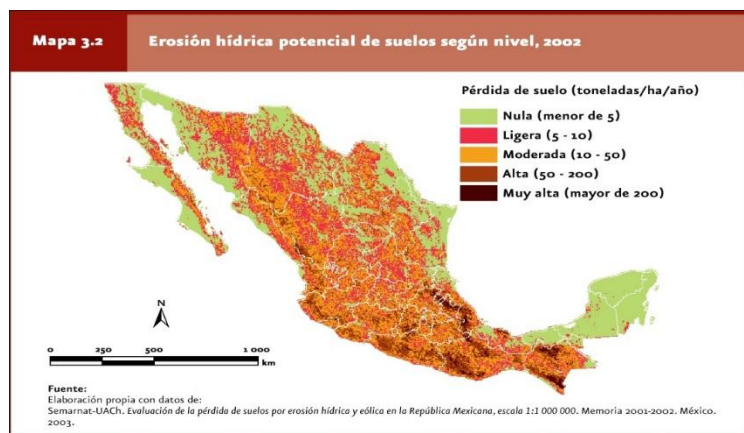


Figura 5. Erosión hídrica potencial de suelos

b) Erosión eólica

La erosión eólica afecta principalmente a las regiones áridas, semiáridas, subhúmedas y secas del país, aunque no es exclusiva de ellas. Las causas de la erosión eólica también se atribuyen a una insuficiente protección del suelo por la cubierta vegetal, a niveles bajos de humedad y a la destrucción de la estructura del suelo.

En escala nacional, 9.5% del territorio muestra evidencias de erosión eólica. Las entidades más afectadas son Chihuahua (28.5%), Tlaxcala (26%), Nuevo León (18.9%) y Durango (17.9%). En Campeche, Chiapas, Quintana Roo, Tabasco y Yucatán no se encontró evidencia de este tipo de erosión

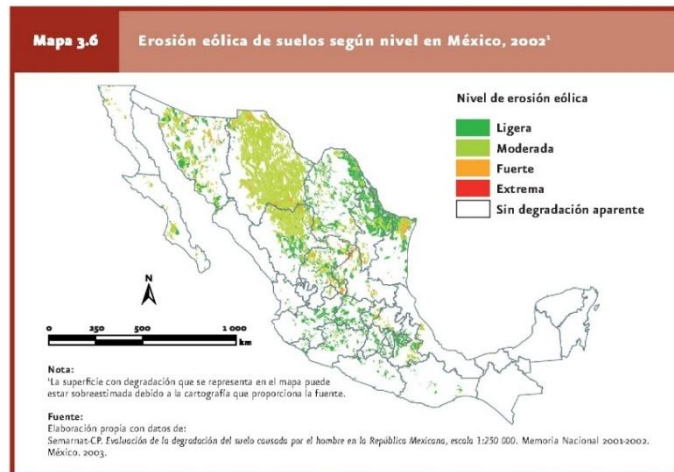


Figura 6. Erosión eólica de México escala 1:250,000.

Así mismo INEGI 2014¹, indica que la Erosión eólica sucede cuando el agente causal de la erosión es el viento en diversas formas como remolino, tolvaneras o tornados. La superficie nacional afectada es de 46,779.32 km² (2.41%).

Por lo tanto, con base en lo anterior se establece que en el terreno la erosión eólica no se presenta ni se presentará tras la ejecución del cambio de uso de suelo por los siguientes argumentos:

1.- El terreno actualmente presenta una cobertura vegetal en buen estado de conservación en el 100 % del terreno corresponde a terrenos forestales o preferentemente forestales cubiertos por selva mediana subperennifolia, por lo cual no se presenta erosión eólica sobre el predio actualmente

2.- La superficie solicitada para el cambio de uso de uso de suelo sobre la cual se eliminará totalmente la cobertura vegetal será de 8.57 has que representa únicamente 23.7% del polígono de aprovechamiento, dicho desmonte quedará inmerso dentro de la vegetación en conservación del predio que evitará que los efectos del viento pudiesen ocasionar erosión eólica sobre las áreas desmontadas, así mismo otro factor que evitará esta erosión será la ejecución del proyecto por etapas donde se realizarán desmontes parciales debido a que es posible por la naturaleza y diseño del proyecto que se compone por bloques y senderos prácticamente. Por lo tanto con estas características y la aplicación de las medidas de mitigación propuestas, se asegura que la erosión eólica no se presentará en el predio tras la ejecución del cambio de uso de suelo.

3.- De acuerdo al estudio de la SEMARNAT 2008¹, Quintana Roo no presenta zonas afectadas por erosión eólica, lo cual es congruente ya que la mayor parte del estado se encuentra cubierta por vegetación.

¹ INEGI. Boletín de prensa NÚM. 295/14, Erosión de Suelos en México, 2014.

c) Erosión Química

Conforme al estudio de la SEMARNAT 2008¹, se indica que la degradación química consiste en la siguiente:

La degradación química es el proceso de degradación del suelo más extendido en el país (17.8% del territorio). Está presente en todas las entidades; pero la más afectada es Yucatán (55.1%), y las menos afectadas son Baja California Sur, Coahuila, Baja California y Sonora, donde la superficie con degradación química no excede 5.5% de su territorio.

La degradación química en el nivel ligero representa 55% de la superficie nacional con degradación química; la moderada, 43.2% y la fuerte y extrema en conjunto, 1.8%.

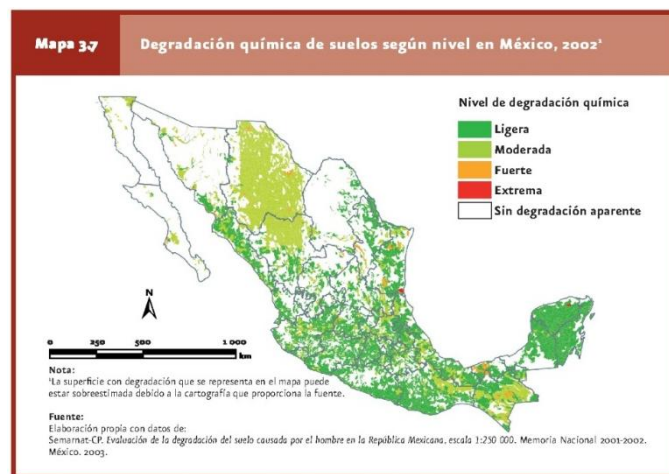


Figura 7. Degradación química de México escala 1:250,000.

El tipo dominante en la degradación química fue la disminución de la fertilidad del suelo (92.7% del total de superficie afectada con degradación química en el país) originada por la disminución de los elementos minerales y de la materia orgánica disponible en el suelo. Este tipo de degradación se encuentra presente en más de la mitad de Yucatán, y en casi la tercera parte de Tlaxcala, Chiapas, Morelos, Tabasco y Veracruz (Mapa 3.8). Los otros tipos específicos de degradación química (polución, salinización y eutrofización) están mucho menos extendidos, ocupando en conjunto 7.3% de la superficie con degradación química del país.

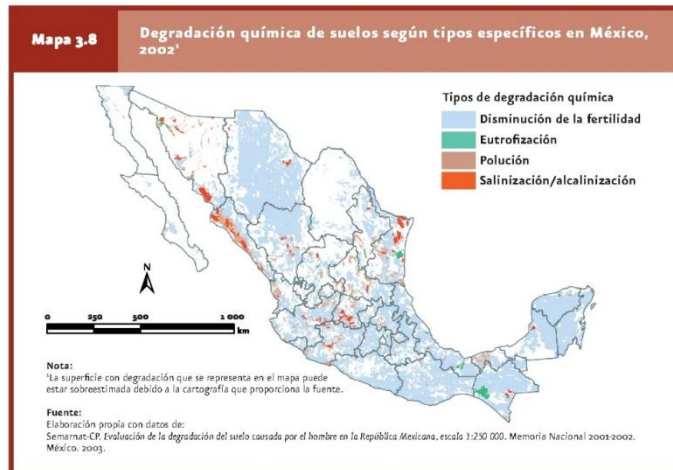


Figura 8. Degradación química de México por tipo específico, escala 1:250,000.

La degradación química del suelo por polución se debe a la presencia, la concentración y el efecto biológico adverso de algunas sustancias. Éstas pueden provenir de tiraderos a cielo abierto, derrames, residuos industriales, deposición de compuestos acidificantes y/o metales pesados.

La salinización o alcalinización es un incremento del contenido de sales en el suelo superficial que provoca, entre otras cosas, la disminución del rendimiento de los cultivos. Se presenta principalmente en las zonas áridas, en las cuencas cerradas y en las zonas costeras que tienen suelos naturalmente salinos. Los sistemas de riego que utilizan agua con una alta concentración de sodio pueden ocasionar la formación de una capa de salitre en la superficie de los suelos con drenaje deficiente, riego excesivo o alta evaporación.

La eutrofización es el exceso de nutrientes en el suelo que perjudica el desarrollo de la vegetación. La polución, salinización y eutrofización se encuentran principalmente en Tamaulipas, San Luis Potosí, Chiapas, Nuevo León, Oaxaca, Veracruz y Zacatecas.

Las causas de la degradación química del suelo involucran una amplia gama de actividades industriales y agrícolas, entre las que se encuentran los derrames de hidrocarburos, la aplicación excesiva de fertilizantes y pesticidas, el mal manejo de materiales, residuos peligrosos y residuos sólidos urbanos. En el caso de la disminución de la fertilidad, ésta se produce cuando la entrada de nutrientes, ya sea por fertilización química o biológica o por la conservación de residuos de la cosecha, es menor a su salida en forma de los productos de las cosechas, por las quemas y las lixiviaciones.

Con base en lo anterior se presenta el siguiente cuadro donde se indica si se presenta erosión química en el predio actualmente y si se presentará en el área sujeta al cambio de uso de suelo, clasificándola por cada una de los 4 tipos de erosión química existentes:

Cuadro 13. Erosión Química presente en el predio y en el área de CUSTF		
Tipo de erosión Química	Condición actual del terreno	Con la ejecución del Cambio de Uso de suelo
Disminución de la fertilidad	Actualmente no se presenta ya que el predio cuenta con cobertura vegetal en el 100% del predio.	Sí se presentará ya que la superficie sobre la cual se eliminará totalmente la cobertura vegetal será de 8.57 has que representa únicamente 23.7 % del predio y por ende se eliminará la materia orgánica disponible. Sin embargo toda la cubierta vegetal removida será tritura y la mayor parte de esta será reintroducida en las áreas de conservación del predio. Así mismo se ejecutará un programa de rescate y reubicación de flora que minimizará el daño a la vegetación, y permitirá que el predio siga proporcionando materia orgánica.
Por polución	No se presenta ya que no se desarrolla ninguna actividad industrial en el predio por lo cual no se puede generar derrames de sustancias por <i>residuos industriales, deposición de compuestos acidificantes y/o metales pesados.</i>	No se presentará ya que el proyecto no pretende ninguna actividad industrial.
Por Salinización o Alcalinización	No se presenta ya que no se desarrollan actividades agrícolas en el predio, no es una zona árida y no son suelos inundables por aguas saladas que provoquen la salinización del suelo.	No se presentará ya que no se desarrollarán actividades agrícolas en el proyecto, no es una zona árida y no son suelos inundables por aguas saladas que provoquen la salinización del suelo.
Por eutrofización	No se presenta ya que no se desarrolla ninguna actividad que aporte un excedente de nutrimentos al suelo.	No se presentará ya que no se desarrolla ninguna actividad que aporte un excedente de nutrimentos al suelo.

d) Erosión Física.

Conforme al estudio de la SEMARNAT 2008¹, se indica que la degradación física consiste en la siguiente:

La degradación física del suelo se presenta en cinco tipos específicos: compactación, encostramiento, anegamiento, disminución de la disponibilidad de agua y pérdida de la función productiva.

La compactación es la destrucción de la estructura del suelo asociada frecuentemente al pisoteo del ganado o al paso frecuente de maquinaria pesada, provocando la ruptura de los agregados del suelo.

En el encostramiento, los poros se rellenan con material fino, lo que impide la infiltración del agua de lluvia, con el consecuente incremento del volumen de las escorrentías superficiales y la erosión hídrica.

El anegamiento se debe a la presencia de una lámina superficial de agua sobre el suelo, frecuentemente asociada a la construcción de represas para riego.

El caso contrario al anegamiento es la disminución de la disponibilidad de agua, que se origina por su extracción excesiva con fines agrícolas o de suministro a la población.

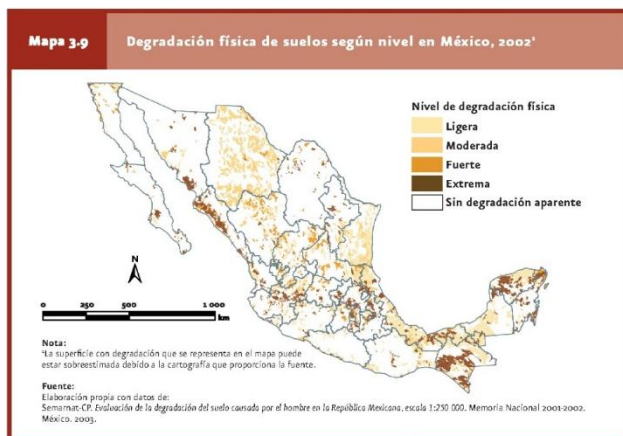


Figura 9. Degradación física del suelo de, escala 1:250,000.

De los tipos específicos de degradación física, la compactación, y la pérdida de la función productiva fueron las más extendidas (4% y 1.3%, respectivamente de la superficie nacional con degradación).

Con base en lo anterior se presenta el siguiente cuadro donde se indica si se presenta erosión física en el predio actualmente y si se presentará en el área sujeta al cambio de uso de suelo, clasificándola por cada una de los 4 tipos de causas de la erosión física existentes:

Cuadro 14. Erosión Química presente en el predio y en el área de CUSTF		
Tipo de causa de erosión Física	Condición actual del terreno	Con la ejecución del Cambio de Uso de suelo
Compactación	Actualmente en el predio no se presenta ya que no cuenta con obras dentro de su superficie.	Si se presentará ya que el proyecto pretende aprovechar otro 23.7 % del predio, sin embargo esta superficie de aprovechamiento está permitida por el PDU de Puerto Morelos que permite el aprovechamiento para el desarrollo urbano. Esta actividad es algo inevitable en cualquier tipo de proyecto a desarrollar, sin

Cuadro 14. Erosión Química presente en el predio y en el área de CUSTF		
Tipo de causa de erosión Física	Condición actual del terreno	Con la ejecución del Cambio de Uso de suelo
		embargo, en compensación el proyecto conservará el 39.42 % del terreno sin intervención.
Encostramiento	Actualmente en el predio no se presenta.	Con la implementación del proyecto que corresponde a 8.57 has para el CUSTF, solo se incrementara mínimamente este fenómeno en el predio ya que de esta superficie solicitada solo el 21.7 % serán selladas, mientras que las restantes serán convertidas en estacionamientos con superficie permeable que permitirá la infiltración del agua al subsuelo.
Anegamiento	Esta no se presenta en el predio ya que no existen zonas inundables dentro del mismo.	Esta no se presentará en el predio ya que no existen zonas inundables dentro del mismo.
Disminución de la disponibilidad de agua	No se presenta ya que actualmente no se extrae agua del predio para abastecimiento de poblaciones urbanas y no se desarrollan actividades agrícolas.	No se presentará ya que no se extrae agua del predio para abastecimiento de poblaciones urbanas y no se desarrollan actividades agrícolas

Por lo anterior, con base en los razonamientos y consideraciones arriba expresados, se considera que se encuentra acreditada la segunda de las hipótesis normativas establecidas por el artículo 117, párrafo primero, de la LGDFS, en cuanto a que, con éstos ha quedado técnicamente demostrado que con el desarrollo del proyecto de cambio de uso de suelo en cuestión, **NO SE PROVOCARÁ LA EROSIÓN DE LOS SUELOS.**

VI.3. No se provocará el deterioro de la calidad del agua o la disminución en su captación

EN CUANTO A CANTIDAD

Retomando la información y cálculos estimados en el Capítulo IV, se obtuvo que con la ejecución del cambio de uso de suelo del proyecto se dejarán de captar 9182.22 m³ que representan el 21.7 % del total de escurrimiento anual en el predio conforme se observa en el siguiente cuadro:

Cuadro 15. Cálculo de escurrimiento anual por tipo de vegetación							
Uso	Tipo de Vegetación y/o Uso de suelo	Superficie (m ²)	Tipo de Suelo	Factor K	Ce	Vol. Esc. Anual (m ³)	%
Superficies impermeables del proyecto.	Vegetación forestal	78,480.48	B	0.16	0.09	9182.22	21.7
Superficies permeables del proyecto.	Vegetación forestal	282,497.55	B	0.16	0.09	33052.21	78.3
Total del predio		360,978.03				42,234.43	100.00

Por lo cual con base en este volumen de escurrimiento se determinará la infiltración de agua al subsuelo, aunque la NOM-011-CNA-2000, no hace mención sobre su cálculo, pero puede estimarse considerando lo que menciona Aparicio (2006):

$$I = P - VolESC$$

Dónde:

I: Volumen estimado de infiltración en el área de interés (m³)

P: Precipitación media anual en el área de interés (m³),

Dónde: P = Precipitación anual (m) * Superficie del área de interés (m²)

E: Volumen estimado de escurrimiento en el área de interés (m³)

Cálculo de P para el total del polígono de intervención de 360,978.03 m²:

P = Precipitación anual (m) * Superficie del área de interés (m²)

P= 1.30 m * 360,978.03 m²

P= 469,271.43 m³

Cálculo de P para el área sujeta al CUSTF que será totalmente impermeable

P = Precipitación anual (m) * Superficie del área de interés (m²)

P= 1.30 m * 78,480.48 m²

P= 102,024.624 m³

Por lo tanto la Infiltración actual en el predio sería de:

Se considera el volumen de escurrimiento anual estimado para todo el polígono de intervención es de 42,234.43 m³, por lo tanto, el valor de la infiltración actual del predio es de:

$$I = P - VolESC$$

I= 469,271.43 m³- 42,234.43 m³

$$I = 427,037.0 \text{ m}^3$$

Por lo tanto la Infiltración de agua que se perderá por la superficie totalmente impermeable del proyecto sería de:

Se considera el volumen de escurrimiento anual para las áreas impermeables del proyecto estimado en el capítulo IV de 9,182.22 m³:

$$I = P - VoIESC$$

$$I = 102,024.624 \text{ m}^3 - 9,182.22 \text{ m}^3$$

$$I = \mathbf{92,842.40 \text{ m}^3}$$

De acuerdo con los resultados obtenidos, debido a las superficies que serán selladas por motivo del cambio de uso de suelo realizado para el proyecto, la infiltración en el sitio por la implementación del proyecto al convertirse en zona urbana disminuirá su volumen de agua que se infiltra al subsuelo en una cantidad de **92,842.40 m³**, lo que representa una disminución de la infiltración del 21.7 %, por lo cual esta disminución se considera puntual en el predio, más sin embargo a nivel del sistema ambiental es imprestable. Así mismo el proyecto contara con sistemas de un sistema de drenaje de agua pluvial separado del drenaje sanitario, el cual permitirá captar el 70% del agua pluvial que caiga sobre el predio y pueda ser infiltrada nuevamente a través de pozos de infiltración.

Bajo este concepto, el proyecto no alterará de manera significativa la captación de agua en la zona, lo cual significa que este servicio no será eliminado solo disminuido considerando que esta superficie de cambio de uso de suelo dejará de captar e infiltrar agua totalmente.

EN CUANTO A CALIDAD

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

la calidad del agua subterránea es la entrada de agua salada al manto freático; sin embargo, en éste último punto, cabe mencionar que el predio del proyecto se encuentra relativamente alejado de la costa.

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

Cuadro 16. Medidas de la protección de la calidad del agua	
Medida de protección ambiental 1	Debe de contar con sanitarios portátiles de acuerdo al número de trabajadores a razón de 1 baño por cada 20 trabajadores. Las aguas residuales generadas, deben ser dispuestas en el lugar que señale la autoridad municipal.
Etapas del proyecto en la cual se aplicará	Remoción de vegetación para el CUSTF
Forma correcta de cumplimiento de la medida de protección ambiental	Un día antes de comenzar las actividades del proyecto se deberá contar con sanitarios portátiles en cada frente de trabajo.
Forma de control y seguimiento del cumplimiento	Registro en la bitácora de seguimiento de la supervisión ambiental
Documentos que demuestran el cumplimiento de la medida	Copia simple de la factura por la renta de los sanitarios.
Medida de protección ambiental 2	Para conservar el frágil equilibrio ecológico de los ecosistemas interconectados con las aguas subterráneas, debe tenerse especial cuidado para evitar algún derrame de líquidos contaminantes utilizados en la operación de la maquinaria que pudieran infiltrarse al manto freático.
Etapas del proyecto en la cual se aplicará	Remoción de vegetación para el CUSTF
Forma correcta de cumplimiento de la medida de protección ambiental	Se deberá vigilar de manera constante que no existan fugas en la maquinaria y equipos. Cuando, por emergencias, se deba dar mantenimiento a la maquinaria y equipo dentro del predio, se colocarán lonas plásticas debajo el área de trabajo. Las lonas y material impregnado de hidrocarburos se considerarán residuos peligrosos.
Forma de control y seguimiento del cumplimiento	Registro en la bitácora de seguimiento de la supervisión ambiental
Documentos que demuestran el cumplimiento de la medida	Copia de la bitácora de mantenimiento de la maquinaria.
Medida de protección ambiental 3	La maquinaria pesada y los vehículos automotores que se utilicen durante el proyecto, deben recibir mantenimiento, para evitar la contaminación atmosférica, por emisiones de humos y gases.
Forma correcta de cumplimiento de la medida de protección ambiental	Realizar el mantenimiento de la maquinaria pesada y los vehículos automotores dependiendo de sus horas de trabajo o kilometraje.
Etapas del proyecto en la cual se aplicará	Remoción de vegetación para el CUSTF
Forma de control y seguimiento del cumplimiento	Registro en la bitácora de seguimiento de la supervisión ambiental

Cuadro 16. Medidas de la protección de la calidad del agua	
Documentos que demuestran el cumplimiento de la medida	Copia simple de la bitácora de mantenimientos de la maquinaria y los vehículos automotores, así como copia del recibo del taller donde se realicen. En caso de que la maquinaria sea rentada, se entregará copia simple de la factura de renta.
Medida de protección ambiental 4	Se debe promover la separación de los residuos sólidos orgánicos de los inorgánicos y de los peligrosos, se sugiere que se utilicen contenedores de colores diferentes.
Etapa del proyecto en la cual se aplicará	Remoción de vegetación para el CUSTF
Forma correcta de cumplimiento de la medida de protección ambiental	En cada frente de trabajo se deberá colocar 3 contenedores para la disposición de los residuos. El contenedor para residuos orgánicos deberá tener tapa, pintado de color verde y rotulado con la leyenda residuos orgánicos. El contenedor para residuos inorgánicos deberá tener tapa, pintado de color rojo y rotulado con la leyenda residuos inorgánicos. El contenedor para residuos peligrosos deberá tener tapa, pintado de color negro y rotulado con la leyenda residuos peligrosos. Cuando los contenedores estén al 80 % de su capacidad deberán ser dispuestos en el almacén temporal. No se utilizarán contenedor con residuos de aceite o algún hidrocarburo. Los contenedores deberán ubicarse en las zonas donde el personal tome sus alimentos y descansos, así como en las inmediaciones de las áreas donde se estén llevando a cabo los trabajos, asegurando un fácil acceso por parte de los trabajadores a estos contenedores
Forma de control y seguimiento del cumplimiento	Registro en la bitácora de seguimiento de la supervisión ambiental
Documentos que demuestran el cumplimiento de la medida	Registro fotográfico
Medida de protección ambiental 5	Separar y enviar los residuos susceptibles de reciclar (papel, cartón, madera, vidrio, metales en general y plásticos) a un centro de acopio
Tipo de medida	Preventiva
Etapa del proyecto en la cual se aplicará	Remoción de vegetación para el CUSTF
Forma correcta de cumplimiento de la medida de protección ambiental	La empresa separará los residuos susceptibles de reciclar (papel, cartón, madera, vidrio, metales en general y plásticos) y los colocará en el almacén temporal para su posterior disposición.
Forma de control y seguimiento del cumplimiento	Registro en la bitácora de seguimiento de la supervisión ambiental
Documentos que demuestran el cumplimiento de la medida	Recibo de entrega a una empresa especializada en el manejo de materiales reciclables.

Por lo anterior, con base en las consideraciones arriba expresadas, se acredita la tercera de las hipótesis normativas que establece el artículo 117, párrafo primero, de la LGDFS, en cuanto que con éstos ha quedado técnicamente demostrado que, con el cambio de uso de suelo en cuestión, **NO SE PROVOCARÁ EL DETERIORO DE LA CALIDAD DEL AGUA O LA DISMINUCIÓN EN SU CAPTACIÓN.**

VI.4 JUSTIFICACIÓN ECONÓMICA

VI.4.1. Los usos alternativos del suelo que se propongan sean más productivos a largo plazo.

Con el objetivo de demostrar que el proyecto es más rentable a largo plazo se comparará el ingreso que se obtendrían del terreno en sus condiciones actuales contra la inversión inicial del proyecto y proyección a largo plazo de todos los ingresos que generaría el proyecto contra lo que se obtendría del terreno tras el paso de los años.

Año 1

Cuadro 17. Comparación de beneficios económicos Año 1	
Estimación económica de recursos del área sujeta al cambio de uso de suelo	Inversión inicial para instalación del proyecto
\$1,447,491.78	\$47,111,449.61

Actualmente con base en los cálculos presentados en el capítulo II, sería factible obtener recursos económicos del área sujeta a cambio de uso por una cantidad de \$1,447,491.78 pesos, mientras que por el contrario se requeriría de una inversión de \$47,111,449.61 pesos, por lo cual en el primer año es más rentable la ejecución del proyecto que conservarlo como actualmente se encuentra o dándole un uso menos rentable.

Año 2

En el segundo año ya no se podrían obtener los \$1,447,491.78, debido a que los recursos solo se podrían aprovechar en el primer año, por lo tendrían que esperar un periodo de tiempo de por lo menos 20 años para poder obtener nuevamente los recursos del predio.

Por su parte el proyecto ya en la etapa de operación tendría que implementar una serie de medidas y programas ambientales que estará obligado a realizar una vez que le evalúen la etapa de operación de proyecto, los cuales se resumen a continuación:

Cuadro 18. Aplicación de programas ambientales		
Programas o acciones	Cantidad	Valor total\$
Plan de educación ambiental	1	10,000.00

Cuadro 18. Aplicación de programas ambientales		
Programas o acciones	Cantidad	Valor total\$
Capacitación en educación ambiental y salud ocupacional	1	5,500.00
Manejo de aguas residuales	1	20,000.00
Manejo de material particulado y gases	1	10,000.00
Señalización	1	5000.00
Manejo de residuos solidos	1	15,000.00
Manejo de combustibles y aceites lubricantes	1	10,000.00
Manejo y readecuación paisajístico	1	15,000.00
Plan de contingencias	1	25,000.00
Seguimiento a programas	1	20,000.00
Total		135,500.00

Aunada a esta cantidad se debe general los pagos por los empleos generados anualmente, que representan un beneficio para los habitantes, los cuales se estiman en 30 empleos fijos durante la construcción del proyecto, con un valor aproximado en pago de salarios de 1, 800,000 pesos al año, considerando un suelo mínimo por empleado de \$5,000.0 Pesos.

En resumen, en el segundo año y para el resto de los años de operación del proyecto se generaría una derrama económica de \$1, 935,500 pesos anuales, lo cual solo contempla las cuestiones ambientales y los empleos generados.

Por lo anterior, con base en las consideraciones arriba expresadas, se acredita la cuarta hipótesis normativa establecida por el artículo 117, párrafo primero, de la LGDFS en cuanto que con éstas ha quedado técnicamente demostrado que **EL USO ALTERNATIVO DEL SUELO QUE SE PROPONE ES MÁS PRODUCTIVO A LARGO PLAZO.**

VI.5 JUSTIFICACIÓN SOCIAL

En la zona se proyecta generar más de 30 empleos temporales durante la etapa de preparación del sitio y 100 empleos en la construcción; y 25 empleos fijos durante la operación del proyecto, esta acción dejaría una derrama económica muy importante en el Municipio de Puerto Morelos, representa una oportunidad de empleo para comunidades asentadas en las cercanías del sitio de desplante del proyecto como son las comunidades de Leona Vicario, el Ejido de Puerto Morelos y otras comunidades del Municipio de Lázaro Cárdenas. En la actualidad esta

actividad secundaria de construcción, genera un 11.10% del Producto Interno Bruto a nivel Estatal, superior al 0.78% que genera la actividad primaria que enmarca la agricultura, ganadería, el aprovechamiento forestal, la pesca y la caza.

- Cuenta con 38 794 unidades económicas, el 1.0 % del país.
- Emplea 308 477 personas, el 1.5 % del personal ocupado de México.
- Del total del personal ocupado en la entidad, el 62% (191 767) son hombres y el 38% (116 710) son mujeres.
- En promedio, las remuneraciones que recibe cada trabajador al año en Quintana Roo son de \$83 319, el promedio nacional es de \$99 114.

FUENTE: INEGI. Censos Económicos 2009. (Datos al 2008).

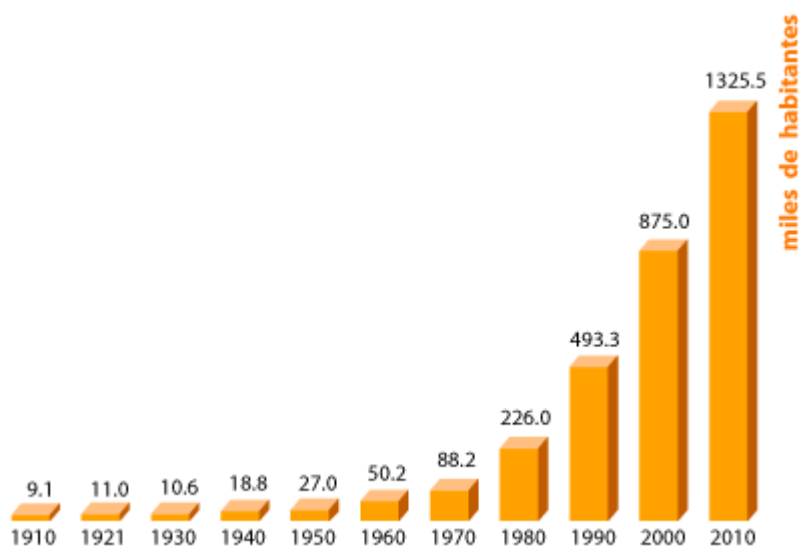


Figura 10. Población total del Estado de Quintana Roo (1910-2010)

FUENTE: INEGI. Censo de Población y Vivienda 2010. Quintana Roo/Población/Población por entidad federativa y edad desplegada según sexo

De acuerdo a la gráfica anterior, se observa un incremento de más de 50% de la población con respecto a cada censo realizado. Esto es un indicador de la demanda de vivienda para la población de llega de otros lugares en busca de oportunidades de trabajo.

El incremento de la población en el Municipio de Puerto Morelos es un indicador de la necesidad de generar nuevos empleos.

El nivel de desarrollo y el potencial socioeconómico de los municipios, permite establecer el grado de concordancia entre ambos y las diferencias fundamentales existentes, así como detectar situaciones problemáticas que deben considerarse para orientar el uso del territorio. La evaluación del grado de desarrollo socioeconómico considera entre otros aspectos, el índice de marginación. Por su

parte, el potencial (ventajas comparativas que permiten el desarrollo), se valora a partir de índices sobre la situación geográfica, la densidad de población, el grado de preparación para participar de manera calificada en actividades productivas y la concentración sectorial de las actividades secundarias y terciarias.

Por ejemplo, el Índice de Desarrollo Humano (IDH) es una estimación de la condición para que las personas amplíen sus posibilidades de elegir entre distintos tipos de vida (PNUD 2004).

Una de las principales justificantes para la instalación del proyecto, está cimentada en el crecimiento estimado que se habrá de registrar hacia la localidad de Puerto Morelos. Por ello, los requerimientos de la mejora de los sendos contrarrestarán los fuertes rezagos que se tiene en la actualidad.

Ante esta situación, el Plan Estatal de Desarrollo 2011-2016, plantea dentro de La Visión 2016 se considere la necesidad de contar con "Un Quintana Roo con ciudades dignas que crecen ordenadamente conforme a sus programas de desarrollo urbano, con reservas territoriales suficientes para su crecimiento, donde la población cuenta con servicios públicos urbanos de calidad, lo que les permite crecer y desarrollarse en mejores niveles de bienestar familiar y personal".

Por lo anterior, se tiene como objetivo "Dignificar Las ciudades del Estado a través de una planeación urbana efectiva que permita proveerlas de la infraestructura básica y equipamiento suficiente para la dotación de servicios públicos de calidad".

Por lo que, para lograr ese cometido, se pretende "desarrollar suficientes reservas territoriales, en las que el Gobierno del Estado gestione su participación patrimonial destinada al crecimiento de los centros urbanos, a fin de que se garantice el requerimiento para el equipamiento urbano y el de los demandantes de vivienda de los diferentes segmentos sociales, principalmente el de la población de bajos ingresos. Por lo que con estas acciones se contribuye al desarrollo con base en una planificación con enfoque integral y de largo plazo, a formular y actualizar planes maestros de agua potable, alcantarillado sanitario y tratamiento de aguas residuales en comunidades. Asimismo, se requiere impulsar programas de desarrollo de suelo urbano con infraestructura básica de servicios para la construcción de vivienda.

Ante esta perspectiva el proyecto, se apega a los instrumentos de planeación del desarrollo urbano por lo que se debe realizar el cambio de uso de suelo para así continuar impulsando el desarrollo regional. De esta manera, el proyecto habrá de contribuir a la mejora de los estándares de vida en Puerto Morelos, en este sentido, permitirá proporcionar alojamiento digno y permanente a la población asentada en la ciudad de Puerto Morelos y cuyo crecimiento está generado por el desarrollo turístico, atendiendo al objetivo fundamental, que es el desarrollo y bienestar de la población del Estado.

Se pretende con esto la atención a las necesidades de la población urbana siempre creciente, evitando que los nuevos inmigrantes se asienten en forma irregular en el suelo urbano no apto por ausencia o incumplimiento de la normatividad para nuevos asentamientos humanos, se permitirá la dotación de estructura suficiente, clara y atractiva a la ciudad. Además de que esta será acorde con el crecimiento de la población de la zona.

CAPITULO VII. MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE IMPACTOS SOBRE LOS RECURSOS FORESTALES.

Contenido

VII. MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE IMPACTOS SOBRE LOS RECURSOS FORESTALES..	2
VII.1. Descripción de las medidas de prevención y mitigación.	2
VII.2. Impactos Residuales.....	3
VII.3. Información necesaria para la fijación de montos para fianzas	4
VII.4. Estimación del costo de las actividades de restauración con motivo del cambio de uso del suelo.	5
VII.4. 1. Análisis de la estructura y funcionalidad del ecosistema.	5
VII.4.2. Descripción de actividades para la restauración	9
VII.4.3. Valoración Económica.....	12

Índice de Cuadros:

Cuadro 7. 1. Medidas de Mitigación propuestas	2
Cuadro 7. 2. Montos de referencia para fijación de fianza.....	4
Cuadro 7. 3. Conceptos y costos para las actividades de restauración para una hectárea.	12
Cuadro 7. 4. Estimación del costo de las actividades de restauración en el sitio en un periodo de 15 años para una superficie de 8.57 hectáreas.....	15

VII. MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE IMPACTOS SOBRE LOS RECURSOS FORESTALES.

VII.1. Descripción de las medidas de prevención y mitigación.

Derivado de la evaluación de impactos ambientales, a continuación, se presentan las medidas de Mitigación propuestas, en donde se especifica lo siguiente:

- i. El impacto ambiental que atenderá cada una de ellas.
- ii. Establecer el objetivo que se espera alcanzar con las medidas propuestas.
- iii. Analizar la viabilidad técnica de las acciones propuestas para mitigar los principales impactos.
- iv. Proponer la forma en que se verificara su cumplimiento o implementación.

Cuadro 7. 1. Medidas de Mitigación propuestas	
Factor ambiental	Calidad del Aire
Medidas de Prevención	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Verificar que los equipos, vehículos, y maquinaria estén en buenas condiciones, que no generen humos blancos o negros, que el ruido generado sea el normal. ✓ Prohibir la quema, fogatas o residuos en todas las etapas. ✓ Humedecer el material de construcción para evitar polvos fugitivos. ✓ Reforestar las áreas con vegetación dañada. ✓ Utilizar equipos eficientes en las áreas comunes. ✓ Mantener los contenedores de residuos limpios, y solicitar su recoja en periodos cortos, evitar que los contenedores rebasen el 80% de su capacidad.
Viabilidad Técnica	Es viable, estas restricciones formaran parte del reglamento del condominio.
Indicador de cumplimiento.	Se realizará la verificación de cumplimiento en la obra por lo menos 3 veces por semana. Se observarán los contenedores, los sanitarios, los vehículos y la maquinaria.
Factor ambiental	Microclima
Medidas de Prevención	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Reforestar camellones y banquetas, para disminuir el efecto albedo. ✓ Conservar la vegetación en las áreas de conservación. ✓ Recomendar a los residentes los árboles que generan sombra y no levantan las banquetas. ✓ Verificar el éxito de la reforestación, y que se respeten las áreas con vegetación original
Viabilidad Técnica	Es viable, se contará con la vegetación que se rescatará antes del desmonte. .
Indicador de cumplimiento.	Se realizarán la verificación de la obra por lo menos 3 veces por semana. Se registrarán los ejemplares utilizados para la reforestación.
Factor ambiental	RUIDO
Medidas de Prevención	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Todos los mencionados en el factor Calidad del Aire. ✓ Los trabajos de construcción serán en horario diurno. ✓ Para la construcción de las viviendas se impondrá un horario de 7 a m a 7 pm, para respetar las horas de descanso. ✓ Colocar letreros prohibiendo tocar el claxon.
Viabilidad Técnica	Es viable, se contará con la vegetación que se rescatará antes del desmonte. .

Cuadro 7. 1. Medidas de Mitigación propuestas	
Indicador de cumplimiento.	Se realizarán la verificación de la obra por lo menos 3 veces por semana. Se registrarán los ejemplares utilizados para la reforestación.
Factor ambiental	Calidad del suelo y del agua
Medidas de Prevención	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Todas las mencionadas anteriormente. ✓ Contar con sanitarios portátiles. 1 por cada 25 trabajadores. ✓ Contar con un área impermeable para colocar los tambos rojos para residuos peligrosos, como estopas impregnadas de grasas y aceites, para almacenar las sustancias que se utilicen en la obra. ✓ Realizar los análisis del agua tratada para verificar su correcto funcionamiento conforme lo solicita CONAGUA o por lo menos 4 veces al año. ✓ Invitar a los residentes a separar los residuos y facilitar contenedores en lugares estratégicos para los residuos reciclables. ✓
Viabilidad Técnica	Viable, ya se tiene contemplada un área para residuos, y se anexa la ficha de la PTAR.
Indicador de cumplimiento.	Se verificará la PTAR, los sanitarios portátiles y el manejo de los residuos en las etapas de CUSTF y de urbanización.
Factor ambiental	Vegetación.
Medidas de Prevención	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Realizar el programa de rescate de especies de importancia ecológica, considerando las especies que son importantes para la alimentación de la fauna. ✓ Invitar a los residentes a utilizar especies nativas. ✓ Informar a los residentes de las especies que son clasificadas por la CONABIO como peligrosas e invasivas y que sean evitadas. ✓ Triturar los residuos de vegetación, prohibir arrojarlos sobre la vegetación colindante.
Viabilidad Técnica	Viable, la administración del fraccionamiento se hará cargo de esta campaña de concientización ambiental.
Indicador de cumplimiento.	Se llevará un registro de los ejemplares rescatados utilizados para la reforestación.
Factor ambiental	Fauna
Medidas de Prevención	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Realizar el ahuyentamiento de la fauna antes del desmonte. ✓ Realizar rescate de especies de lento desplazamiento de forma permanente durante el desmonte y urbanización. ✓ Incluir en el reglamento la prohibición de soltar a los animales domésticos sin collar. ✓ Colocar letreros de no alimentar, capturar, cazar a la fauna nativa. ✓ Que los contenedores de residuos en los hogares cuenten con tapa.
Viabilidad Técnica	Viable.
Indicador de cumplimiento.	Se verificará el cumplimiento de estas prohibiciones durante las etapas de CUSTF, urbanización y construcción.

VII.2. Impactos Residuales

Los impactos residuales son los que se evaluaron como permanentes, la mayoría de los impactos irrelevantes son temporales, o fugaces, es decir que, terminando las etapas de cambio de uso de suelo, de urbanización y de construcción se termina el impacto y se deja de producir.

Los impactos negativos residuales son:

- ✓ Eliminación de 8.57 has de vegetación.
- ✓ Fragmentación del hábitat de la fauna que se encontraba en el predio.
- ✓ Disminución de la diversidad de fauna.
- ✓ Uso del agua subterránea.
- ✓ Generación de un nuevo paisaje urbano.

Por otro lado, están los impactos positivos residuales:

- ✓ Creación de un nuevo espacio, que brinda vivienda con un concepto en pro del medio ambiente, rodeado de áreas verdes, y uso de tecnologías ahorradoras de energía.
- ✓ Un nuevo fraccionamiento que genera movimiento en la economía de la localidad y del municipio, como es el pago de predial, empleos, abastecimiento de productos básicos en los comercios locales, entre otros que se van acumulando.

VII.3. Información necesaria para la fijación de montos para fianzas

Los programas que se pretenden llevar a cabo como medidas de mitigación, y que la autoridad podrá verificar su cumplimiento en los informes de cumplimiento de términos y condicionantes se enlistan a continuación señalando un monto de cada uno, proponiendo una cantidad para contar con la fianza de la garantía de cumplimiento de las medidas de mitigación que solicita la autoridad.

Artículo 51.- La Secretaría podrá exigir el otorgamiento de seguros o garantías respecto del cumplimiento de las condiciones establecidas en las autorizaciones, cuando durante la realización de las obras puedan producirse daños graves a los ecosistemas.

Programa	Costo por año
Supervisión ambiental	240,000.00
Informe anual de términos y condicionantes	45,000.00
Programa de rescate y vivero	500,000.00
Mantenimiento del vivero	300,000.00
Señalización y educación ambiental	200,000.00
Rescate de fauna	150,000.00
Equipamiento para manejo de residuos sólidos y trituración de los residuos vegetales.	400,000.00
Total	1,835,000.00

La propuesta es que se trámite la fianza de garantía por 1,835,000.00.

VII.4. Estimación del costo de las actividades de restauración con motivo del cambio de uso del suelo.

De acuerdo con la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, el término Restauración Forestal se refiere a "el conjunto de actividades tendientes a la rehabilitación de un ecosistema forestal degradado, para recuperar parcial o totalmente las funciones originales del mismo y mantener las condiciones que propicien su persistencia y evolución".

La estimación de los costos de restauración de las 8.57 hectáreas que se requieren para este proyecto se fundamenta en la capacidad de regeneración natural de la vegetación descrita en capítulos anteriores, ya que en la actualidad el terreno del proyecto se encuentra cubierto con vegetación secundaria de selva mediana subperennifolia.

De manera complementaria se contempla la ejecución de labores de reforestación en un diseño de plantación mixta con especies nativas características de la selva mediana subperennifolia de la región y labores de mantenimiento y vigilancia por un periodo de al menos 15 años. Mediante los cuales y en conjunto con los procesos de regeneración natural se espera que la vegetación secundaria de selva que se restablezca alcance una estructura vertical y horizontal dominada por especies de rápido crecimiento con ejemplares arbóreos y arbustivos con diámetros promedios a la altura del pecho de 10 cm y alturas de 4 a 8 metros, similar a la que se encuentra en la actualidad en el predio estudiado.

En cuanto a la recuperación de la funcionalidad de vegetación que permanecerá dentro de una zona urbana en crecimiento se esperaría que mediante las acciones de vigilancia y mantenimiento se mantenga limpio a largo plazo. Entre las principales estrategias a corto y mediano plazo para lograr la protección y recuperación de la cobertura vegetal será necesario considerar el establecimiento de un cerco perimetral que evite la recurrencia de incursiones furtivas para la extracción de recursos.

Para la estimación de los costos de las actividades de restauración con motivo del cambio de uso del suelo en terrenos forestales determinados en función de lo que costaría la recuperación de la vegetación secundaria derivada de una Selva Mediana Subperennifolia a una condición de una selva en conservación.

VII.4. 1. Análisis de la estructura y funcionalidad del ecosistema.

La composición de un bosque o selva en estado natural, para este caso por encontramos en una tropical de selva que está compuestos de una variedad

generalmente alta de especies forestales arbóreas, arbustivas y herbáceas de diferentes edades y tamaños de los individuos que la componen.

La sucesión vegetal es el proceso ordenado de desarrollo de una comunidad razonablemente racional y predecible. Resulta de la modificación del medio ambiente por la comunidad y/o disturbios naturales o inducidos el medio ambiente físico (suelo, clima), determina el patrón, la tasa de cambio y, a menudo, impone los límites hasta donde este desarrollo puede avanzar.

Según Berger (1993)¹ la regeneración puede ocurrir naturalmente sin la intervención del hombre, este es un proceso extremadamente lento, por lo cual es necesario recurrir a las técnicas de restauración ecológica para acelerar la sucesión y por lo tanto la recuperación del ecosistema.

La restauración debe contemplar la combinación de múltiples conocimientos científicos sobre la ecofisiología de las especies vegetales, las características del suelo, la dinámica de los nutrimentos en el mismo, la historia natural de la localidad, el uso de suelo tradicional, el impacto de la transformación del sistema en las comunidades humanas que lo aprovechan y la importancia económica y social potencial de las especies nativas, entre otros, a fin de generar como resultado un sistema altamente diverso y similar, en cuanto a composición y estructura, al original.

El proceso de planificación de la restauración comienza eliminando o neutralizando los factores que impiden la recuperación del sistema, por lo que es de vital importancia definir la problemática del sitio para posteriormente definir la meta y objetivos que se quieren conseguir. Además, es de suma importancia que los procesos de planificación se basen en el conocimiento, estructura, funcionamiento y dinámica de los ecosistemas a restaurar y en las relaciones establecidas entre éstos y los sistemas humanos (Montes, 2002).

La estructura y funcionalidad del ecosistema para el caso que se hubiese determinado la restauración de las 8.57 has, el paso inicial habría de ser la restitución del suelo, es decir que en caso de que se hubiera tendido una capa de material pétreo para formar algunas plataformas ésta debería de ser retirada para minimizar afectaciones al suelo, ya que este es el elemento que determinará en última instancia la distribución y abundancia de la vegetación en la superficie que pudiera sujetarse a la restauración a efecto de cubrir, de inicio y parcialmente, la infiltración de agua al subsuelo.

¹ Berger, J. 1993. Ecological Restoration and Non Indigenous Plant Species: A Review. Restoration Ecology. June: 74-82

Dadas las condiciones locales en las que la vegetación cubre amplias extensiones, se está en posibilidad de favorecer la sucesión secundaria así como la inducción de especies arbóreas de rápida regeneración como *Bursera simaruba* que es una especie local que tolera el corte y se regenera velozmente después de talado por lo que, de acuerdo con la CONABIO², es una especie con potencial para reforestación productiva en zonas degradadas de selvas la cual adicionalmente ofrece recursos de nutrición para la vida silvestre ya que sus frutos son consumidos por aves y ardillas (*Sciurus Sp*) lo que también permite la dispersión de las semillas. Se fortalece la siembra utilizando Akitz (*Thevetia gaumeri*) y jabín (*Piscidia piscipula*). En este momento puede plantearse el escenario en el corto plazo, uno a dos años, en el cual el terreno permite el drenaje natural del agua pluvial y se restablecen, de manera natural o parcialmente asistida, las escorrentías menores hacia el este que corresponde a las partes más bajas del terreno (el proyecto conserva las escorrentías mayores), el suelo se ha cubierto con plantas herbáceas y vegetación graminoide.

Habiendo comenzado el proceso de sucesión secundaria se opta por acelerarlo para llevarlo a una comunidad selvática compleja y rica en especies. Lo anterior es posible favoreciendo en esta etapa la siembra de especies no-pioneras. En los espacios donde se determine una sucesión detenida se recurrirá a la inducción de una mezcla de especies pioneras y no-pioneras. En ambos casos deberán ser evaluadas las características foliares de tantas especies como sea posible en diferentes microambientes. Aquellas especies con alta flexibilidad foliar en su peso foliar por unidad de área podrán ser usadas en sitios bajo sucesión secundaria, mientras que aquellas especies con bajo peso foliar por unidad de área podrán ser usadas en sitios donde la sucesión aún no ha comenzado. Se favorece la reintroducción de Tzalam (*Lysiloma latisiliquum*) se reponen o refuerza, de ser necesario, la siembra de árboles de la primera etapa *Bursera simaruba*, *Thevetia gaumeri* y *Piscidia piscipula*.

Este escenario intermedio, de dos a seis años, determinará la regeneración de condiciones favorables de luz y humedad, situación que habrá de favorecer la instalación natural del sotobosque y permitirá la inducción de otras especies tales como el zapote (*Manilkara zapota*) y el Yaxnix (*Vitex gaumeri*) y, en el sotobosque la reintroducción de palma de Chit (*Thrinax radiata*). El paisaje muestra un acahual que corresponde a un proceso sucesional intermedio. Se observa, de nuevo, la presencia de aves como el *Mimus gilvus*, el *Contopus virens* y *haradris alexandrinus*. Algunos mamíferos que toleran la perturbación pueden ser avistados nuevamente como la *Didelphis marsupialis cozumelae*) y *Micronycteris microtis*.

² http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/info_especies/arboles/doctos/17-burse2m.pdf

El ambiente así restaurado admite un esquema de manejo dirigido a la recuperación de una estructura y funcionalidad semejantes al ensamble original. Alcanzar la comunidad clímax, en este momento, deriva en una cuestión de tiempo en el cual los árboles compiten entre sí por los recursos del suelo, las aves trasladan al sitio semillas obtenidas en otros lugares, el suelo recupera sus propiedades fisicoquímicas. Paulatinamente, se incrementa el horizonte húmico que, a su vez, soporta una mayor carga biológica.

Un acahual intermedio como el planteado en el escenario anterior puede adquirir en poco tiempo un amplio dosel (Gómez-Pompa y Vázquez-Yanes, 1981) el cual atrae aves y murciélagos que al visitarlo aumentan la riqueza de especies por el proceso llamado lluvia de semillas (Martínez-Garza y González-Montagut, 2002) y, más tarde, aumentan la riqueza de la comunidad establecida. Finalmente la biomasa de la selva original puede recuperarse después de algunas décadas (Finegan, 1996); sin embargo, la diversidad de especies que existió ahí alguna vez, con todas sus interacciones ecológicas, puede tardar muchos de años en restaurarse.

Así es como se establece el tercer escenario, de seis a quince años basado en los procesos naturales de sucesión secundaria en hábitats neotropicales que han sido estudiados. Se ha observado y documentado que durante algunas décadas se establece una mezcla de especies pioneras y unas pocas especies no-pioneras (Denslow, 1985, Uhl, et al., 1988, Guariguata, et al., 1997) que en este caso son las reintroducidas. Las especies pioneras usualmente presentan una sobrevivencia muy baja (González-Montagut, 1996) y son un grupo poco diverso de unas 20 especies (Martínez-Ramos, 1985), de tal manera, que pocas especies cubren amplias áreas perturbadas, no obstante, la selva así restaurada provee importantes servicios ecológicos como la retención del suelo sin embargo, su función biológica esta empobrecida con respecto al ambiente original.

Iniciar el proceso de forma asistida sembrando especies de rápido crecimiento es deseable porque reduce al mínimo el tiempo en que el sitio permanece expuesto a la erosión. Además el rápido desarrollo de un dosel evita el crecimiento de los agresivos pastos exóticos que usualmente dominan las áreas perturbadas.

Al momento de la restauración deben ser tomadas en cuenta las características específicas del sitio y al momento de iniciarlo ya que en caso de que los procesos de sucesión secundaria hayan comenzado de manera natural se recomienda acelerar el proceso que llevará a una selva compleja y rica en especies mediante la siembra de especies no-pioneras. La presencia de herbívoros y granívoros también es importante para la adecuada selección de las especies de refuerzo (Martínez-Garza et al., 2003, Martínez-Garza et al., 2004b). En caso de que se detecte sucesión detenida, se deberá de usar una mezcla de especies pioneras y no-pioneras. En ambos casos deberán de ser evaluadas las características foliares de

tantas especies como sea posible en diferentes microambientes. Una vez avanzado el proceso se puede hacer una segunda selección de especie dependiendo de otras características como el tipo de frutos que tienen a efecto de proporcionar atractivos y recursos a la fauna.

Copiar y restablecer la distribución y la abundancia de la selva original no ha sido documentado en tiempo ecológico, por lo que se busca, como objetivo de la restauración, es la recuperación de la diversidad vegetal que, a su vez, mantiene la diversidad animal y toda la gama de interacciones.

VII.4.2. Descripción de actividades para la restauración

La valoración económica de la restauración, el análisis de costos que a continuación se presenta implicó la recopilación de costos actuales, tanto de servicios como de productos necesarios para llevar a cabo las actividades de restauración propuestas. Para ello se cotizaron costos con empresas de la construcción, fleteras, jardineros, agricultores, entre otros y se comparó con los establecidos con la Comisión Nacional Forestal (CONAFOR) siendo estos muy similares, con la finalidad de obtener una estimación de costos con mayor precisión, apegada a tarifas reales y actuales de los productos y servicios involucrados. Los datos antes mencionados han sido también considerados en el presente análisis económico.

El análisis económico de las actividades de restauración con motivo de cambio de uso de suelo en terrenos forestales, representa solamente una estimación de los costos necesarios para devolver al terreno su condición actual. Asimismo, la lista de actividades de restauración que se ha determinado es enunciativa más no limitativa, ya que se han tomado en cuenta actividades generales para llevar a cabo la restauración; sin embargo, también se han tomado en cuenta las porciones superficiales, tarifas y cantidades máximas necesarias para lograr una exitosa recuperación vegetativa con el objeto de alcanzar una estimación de costos con un margen de error mínimo (corrida financiera).

La restauración de la superficie implicaría la implementación de una serie de actividades dirigidas a restablecer las condiciones y características naturales que la superficie actualmente presenta. A continuación se enlistan y desglosan las actividades para la restauración:

- Preparación del terreno
- Deshierbe
- Apertura de cepas
- Compra de planta
- Transporte
- Reforestación

- Mantenimiento del área restaurada
- Chapeo de malezas
- Reposición de plantas (replante)
- Monitoreo
- Asistencia Técnica

Preparación del terreno

La primera actividad contemplada para la restauración, es la preparación del sitio de para la reforestación, cuyo periodo de duración, materiales, costos e incluso la necesidad de llevarse a cabo o no, dependen en gran medida de las condiciones en las que se encuentre el terreno. Sin embargo, la presente estimación parte de las acciones mínimas necesarias para tener una restauración exitosa.

Limpieza o Deshierbe. Para cualquier actividad relacionada con la preparación del terreno implica mano de obra la cual puede variar en función de la superficie, y el trabajo a realizar. Para actividades que implican remoción de malezas, obras de contención de suelo, mejoramiento de la textura del suelo.

Apertura de cepas. La práctica más común en la preparación del terreno consiste en intervenir sólo el sitio específico en donde se trasplantará o establecerá la planta. Para la reforestación se utilizaran dos métodos para la preparación de apertura de cepas:

- El método de cepa
- El método a pico de pala

El método de cepa es el más empleado. Consiste en un hoyo de dimensiones variables según la calidad del terreno, puede ser cúbico o cilíndrico, generalmente de 30 x 30 x 30 cm. Aunque esto varía de acuerdo a la calidad del terreno. La forma de hacer la cepa es la siguiente:

- 1) Se abre un hoyo de las dimensiones deseadas con ayuda de una pala. En sitios con suelos muy compactados se tendrá que auxiliar con pico o barreta.
- 2) La tierra que se extraiga de la cepa se amontona a un lado de ésta, para permitir el oreado de la tierra y de las paredes de la cepa.

El método a pico de pala. Se utiliza cuando el suelo conserva condiciones adecuadas para recibir las plantas de reforestación, por lo que no se necesita preparar mayor espacio del terreno para introducir la planta. El método consiste en abrir en el suelo el espacio suficiente para introducir la plántula, por medio de una pala recta de punta o pico. Con la pala recta de punta el hueco se hace hendiéndola

y palanqueándola hacia abajo hasta que se deja un espacio suficiente para introducir la plántula.

Reforestación

Material vegetativo. Para continuar con las actividades de restauración, una vez que se prepare el terreno, se deberá llevar a cabo la reforestación de la superficie afectada con una densidad mínima de 1,278 plantas por hectárea (3 X 3m) y que esta corresponde al porcentaje mínimo de sobrevivencia deseable del 85 %.

La planta sería adquirida en viveros autorizados, se requiere de una planta de un mínimo de 30 cm de altura que se estima suficiente para la reforestación, con un eje central y raíces laterales bien distribuidas, sin raíces envolventes o creciendo hacia arriba, sin malformaciones o nudos.

Transporte. Previo al transporte de las plantas al sitio de reforestación éstas serán sometidas a un riego ligero, para evitar su deshidratación. Durante la carga y descarga de las plantas se amarrarán las puntas de las hojas evitando daños mecánicos, en el caso de individuos con alturas mayores a los 30 cm. y que presentaron tallos relativamente frágiles estos serán atados a una vara de madera para evitar el daño al tallo de los individuos.

Reforestación. El conocimiento de la época adecuada de trasplante es un aspecto de mucha importancia para el establecimiento exitoso de las plantas de reforestación. La reforestación debe coincidir con el momento en que la humedad del sitio es ideal.

Para el caso del presente programa esta se presenta en la época de lluvias, el trasplante se debe realizar una vez que el suelo se encuentra bien humedecido y la estación de lluvias se ha establecido, es decir una o dos semanas después de iniciarse la época de lluvias. Se reconoce que este es el más adecuado, porque la planta cuenta con mayor tiempo para establecerse, antes de que el medio ambiente la someta a condiciones estresantes, como pueden ser temperaturas extremas y sequía.

El trazo será en marco real, ya que esta permite obtener una población uniforme y facilita el acceso en operaciones de mantenimiento, manejo y protección, las cepas estarán marcadas con balizas para su localización e identificación.

Se utilizará una densidad de 1,278 plantas/ha, el espaciamiento se expresa como la distancia entre los árboles, dentro y entre las líneas o a veces como un número de árboles por hectárea, subentendiéndose un determinado espaciamiento, de tal forma que el arreglo que se utilizará entre cada una de las plantas será de 3 x 3

entre filas e hileras. Las plantas se distribuirán de manera homogénea en cada una de las líneas.

Mantenimiento y Monitoreo

Mantenimiento del área restaurada. En la etapa inicial de la reforestación y posteriormente, será necesario controlar la maleza con el objeto de que los ejemplares plantados tengan mayor probabilidad de subsistencia. Lo que se mantendrá después de un período de dos años o que los ejemplares plantados presenten una altura mínima de aproximadamente 1.5 metros.

El control de la maleza o chapeo de la vegetación, se realizará únicamente a un metro de radio alrededor del sitio donde fue plantado cada ejemplar, y se llevará a cabo con una periodicidad cuatrimestral, es decir, se realizará el chapeo 3 veces por año.

Asistencia técnica. Las actividades mencionadas anteriormente para lograr la restauración del área, deberán ser dirigidas por personal capacitado, durante el período de tiempo necesario para restaurarla completamente, estimado para un periodo de 15 años. El monitoreo se realizará durante los cuatro primeros años o hasta que el área esté totalmente restaurada, es decir durante 15 años, costo que implica contratar a un técnico forestal para realizar las labores antes mencionadas.

VII.4.3. Valoración Económica

Con las actividades descritas anteriormente, lo que costaría llevar el sitio a una condición similar del ecosistema, bajo el supuesto de que ya se hubiera efectuado el cambio de uso de suelo, desde la perspectiva de análisis de estructura y funcionalidad del ecosistema que se afectaría; el costo de los trabajos indicados para la reforestación y enriquecimiento de especies, se estima en \$ 47,760 pesos 00/100 M.N. pesos para la restauración por hectárea, conforme a lo indicado en el siguiente cuadro:

Cuadro 7. 3. Conceptos y costos para las actividades de restauración para una hectárea.						
Concepto	Unidades	Costo Unitario	Número de Unidades	Mano de obra	Materiales y/o maquinaria	Costo Total / ha
1.- ESTABLECIMIENTO				12,900.0	11,502.0	24,402.0
1.1.- Preparación del terreno				3,400.0		3,400.0
Limpieza	Jornales	200	7	1,400.0		1,400.0
Despiedre y desenraice	Jornales	200	4	800.0		800.0
Guardarraya	Jornales	200	4	800.0		800.0
Combate de insectos	Jornales	200	2	400.0		400.0
1.2.- Material vegetativo					11,502.0	11,502.0
Costos de planta	Plantas	8	1,278		10,224.0	10,224.0
Transporte de plantas	Plantas	1	1,278		1,278.0	1,278.0

Documento Técnico Unificado para el Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales
 Modalidad B-Particular. Proyecto "Puerto Calizza"

Cuadro 7. 3. Conceptos y costos para las actividades de restauración para una hectárea.						
Concepto	Unidades	Costo Unitario	Número de Unidades	Mano de obra	Materiales y/o maquinaria	Costo Total / ha
1.3.- Plantación				4,600.0		4,600.0
Trazo y alineación	Jornales	200	4	800.0		800.0
Apertura de pocetas	Jornales	200	7	1,400.0		1,400.0
Plantación y fertilización	Jornales	200	8	1,600.0		1,600.0
Replantación	Jornales	200	4	800.0		800.0
1.4.-Riegos emergentes				3,200.0		3,200.0
Cercado	Jornales	200	8	1,600.0		1,600.0
Riegos Emergentes	Jornales	200	8	1,600.0		1,600.0
1.5.- Materiales				1,700.0		1,700.0
Picos o Coa	Lote	150	4	600.0		600.0
Palas y carretillas	Lote	550	2	1,100.0		1,100.0
2.- CULTIVO Y MANTENIMIENTO				6,200.00	2,758.00	8,958.00
2.1.- Labores culturales (mano de obra)				6,200.0		6,200.0
Deshierbe	Jornales	200	4	800.0		800.0
Aplicación de herbicidas (año 1 al 4)	Jornales	200	4	800.0		800.0
Aplicación de fertilizantes (año 1 al 4)	Jornales	200	4	800.0		800.0
Podas	Jornales	200	4	800.0		800.0
Aclareos	Jornales	200	5	1,000.0		1,000.0
Cajete	Jornales	200	7	1,400.0		1,400.0
Prevención de plagas y enfermedades	Jornales	200	3	600.0		600.0
2.2.- Adquisición de insumos					2,758.0	2,758.0
Compra de fertilizante	Kg	3.8	110		418.0	418.0
Compra de insecticidas	Kg y lts (lote)	1,800.00	1		1,800.0	1,800.0
Compra de herbicidas	Litros	150	2		300.0	300.0
Compra de combustible y lubricantes	Litros	120	2		240.0	240.0
3.- PROTECCIÓN Y VIGILANCIA				2,400.00		2,400.00
Mantenimiento de Brechas	Jornales	200	6	1,200.00		1,200.00
Vigilancia	Jornales	200	6	1,200.00		1,200.00
4.- DIVERSOS				11,000.00	1,000.00	12,000.00
Adquisición de equipo y herramientas	Lote	1,000.00	1		1,000.00	1,000.00
Administración y Asistencia técnica	Contrato	3,000.00	2	6,000.00		6,000.00
Asesoría especializada	Contrato	5,000.00	1	5,000.00		5,000.00
TOTAL DEL COSTO POR LAS 1 HA				32,500.00	15,260.00	47,760.00

Por lo tanto, para restaurar la superficie solicitada para el cambio de uso de suelo que corresponde a 8.57 hectáreas se alcanzaría un costo total en el primer año de \$409,303.2 pesos. Adicionalmente se propone un mantenimiento y seguimiento por

4 años a partir del primer año, hasta que se tenga un arbolado joven de aproximadamente 10 cm de diámetro en promedio, y posteriormente un monitoreo durante los siguientes 11 años, con este tiempo de mantenimiento se espera que la vegetación al llegar a la edad de 15 años, estará en condiciones similares a como se encontraba antes de realizar el cambio de uso del suelo y se habrían establecido diversas especies de fauna propias del hábitat, y para ese entonces se habrían invertido en todo el proceso de restauración un total de \$1,047,802.5 pesos, conforme a las actividades descritas en el siguiente cuadro, desglosando las actividades a realizar por cada año:

Documento Técnico Unificado para el Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales
 Modalidad B-Particular. Proyecto "Puerto Calizza"

Cuadro 7. 4. Estimación del costo de las actividades de restauración en el sitio en un periodo de 15 años para una superficie de 8.57 hectáreas.

Concepto	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10	Año 11	Año 12	Año 13	Año 14	Año 15	Total
1.- ESTABLECIMIENTO	209125.1															209125.1
1.1.- Preparación del terreno	29138.0															29138.0
Limpieza	11998.0															11998.0
Despiedre y desenraice	6856.0															6856.0
Guardaraya	6856.0															6856.0
Combate de insectos	3428.0															3428.0
																0.0
1.2.- Material vegetativo	98572.1															98572.1
Costos de planta	87619.7															87619.7
Transporte de plantas	10952.5															10952.5
																0.0
1.3.- Plantación	39422.0															39422.0
Trazo y alineación	6856.0															6856.0
Apertura de pocetas	11998.0															11998.0
Plantación y fertilización	13712.0															13712.0
Replantación	6856.0															6856.0
																0.0
1.4.-Riegos emergentes	27424.0	13712.0														41136.0
Cercado	13712.0															13712.0
Riegos Emergentes	13712.0	13712.0														27424.0
																0.0
1.5.- Materiales	14569.0															14569.0
Picos o Coa	5142.0															5142.0
Palas y carretillas	9427.0															9427.0
																0.0
2.- CULTIVO Y MANTENIMIENTO	76770.1	76770.1	76770.1	76770.1			57761.8			57761.8						422603.8
																0.0
2.1.- Labores culturales (mano de obra)	53134.0	53134.0	53134.0	53134.0			53134.0			53134.0						318804.0
Deshierbe	6856.0	6856.0	6856.0	6856.0												27424.0

Documento Técnico Unificado para el Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales
 Modalidad B-Particular. Proyecto "Puerto Calizza"

Cuadro 7. 4. Estimación del costo de las actividades de restauración en el sitio en un periodo de 15 años para una superficie de 8.57 hectáreas.

Concepto	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10	Año 11	Año 12	Año 13	Año 14	Año 15	Total
Aplicación de herbicidas (año 1 al 4)	6856.0	6856.0	6856.0	6856.0												27424.0
Aplicación de fertilizantes (año 1 al 4)	6856.0	6856.0	6856.0	6856.0												27424.0
Podas	6856.0	6856.0	6856.0	6856.0												27424.0
Aclareos	8570.0	8570.0	8570.0	8570.0												34280.0
Cajete	11998.0	11998.0	11998.0	11998.0												47992.0
Prevención de plagas y enfermedades	5142.0	5142.0	5142.0	5142.0			5142.0			5142.0						30852.0
																0.0
2.2.- Adquisición de insumos	23636.1	23636.1	23636.1	23636.1			4627.8			4627.8						103799.8
Compra de fertilizante	3582.3	3582.3	3582.3	3582.3												14329.0
Compra de insecticidas	15426.0	15426.0	15426.0	15426.0												61704.0
Compra de herbicidas	2571.0	2571.0	2571.0	2571.0			2571.0			2571.0						15426.0
Compra de combustible y lubricantes	2056.8	2056.8	2056.8	2056.8			2056.8			2056.8						12340.8
																0.0
3.- PROTECCIÓN Y VIGILANCIA	20568.0	20568.0	20568.0	20568.0	10284.0	10284.0	10284.0	10284.0	10284.0	10284.0	10284.0	10284.0	10284.0	10284.0	10284.0	195396.0
																0.0
Mantenimiento de Brechas	10284.0	10284.0	10284.0	10284.0												41136.0
Vigilancia	10284.0	10284.0	10284.0	10284.0	10284.0	10284.0	10284.0	10284.0	10284.0	10284.0	10284.0	10284.0	10284.0	10284.0	10284.0	154260.0
																0.0
4.- DIVERSOS	102840.0	47135.0	12855.0	6427.5	3213.8	3213.8	13926.3	3213.8	3213.8	3213.8	3213.8	3213.8	3213.8	3213.8	8570.0	220677.5
																0.0
Adquisición de equipo y herramientas	8570.0															8570.0
Administración y Asistencia técnica	51420.0	25710.0	12855.0	6427.5	3213.75	3213.75	3213.75	3213.75	3213.75	3213.75	3213.75	3213.75	3213.75	3213.75	3213.75	131763.8
Asesoría especializada	42850.0	21425.0					10712.5							5356.3		80343.8
Total	409303.2	144473.1	110193.1	103765.6	13497.8	13497.8	81972.1	13497.8	13497.8	71259.6	13497.8	13497.8	13497.8	18854.0	13497.8	1047802.5

CAPÍTULO VIII

PRONÓSTICOS AMBIENTALES Y, EN SU CASO EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS

Contenido

VIII. PRONÓSTICOS AMBIENTALES Y, EN SU CASO EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS.....	3
VIII.1. Descripción y análisis del escenario sin proyecto.....	3
VIII.2. Descripción y análisis del escenario con proyecto.....	3
VIII.3. Descripción y análisis del escenario considerando las medidas de mitigación.	4
VIII.4. Pronostico ambiental.....	4
VIII.5. Evaluación de alternativas.	9
VIII.6. Programa de manejo ambiental	9
VIII.7. Seguimiento y control.....	10

Índice de cuadros:

Cuadro 8. 1. Pronóstico del escenario con proyecto y medidas de mitigación.....	5
---	---

VIII. PRONÓSTICOS AMBIENTALES Y, EN SU CASO EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS.

VIII.1. Descripción y análisis del escenario sin proyecto.

Sin proyecto, el predio seguiría un tiempo desocupado, el uso de suelo es apto para el desarrollo urbano, tal como lo establece el Programa de Ordenamiento Local aplicable al sitio por lo tanto debido a su ubicación y el tipo de desarrollo económico en la zona, así como a las grandes necesidades que tiene Puerto Morelos para desarrollarse como cabecera municipal del municipio, es de esperarse que si este proyecto no fuera desarrollado, es muy probable que en el corto plazo se construiría algún proyecto del sector y quizá debido a las presiones de vivienda que tiene el sitio, podría ocuparse en un sitio de casas de interés social dependientes de los servicios municipales.

En el escenario sin proyecto, es altamente probable que los terrenos aledaños sí se desarrollen en diversos conceptos urbanos lo cual de cualquier forma implicaría el impacto a este predio por los procesos que se han visto patentes en otras ciudades, tales como disposición inadecuada de residuos, vandalismo y refugio de fauna feral. Adicionalmente Puerto Morelos actualmente tiene el problema de invasión de tierras, lo cual se ha visto patente con una invasión ya establecida en plena colonia Cetina Gasca, así como dos intentos de invasión, a la entrada de la ruta de los cenotes, y las actuales invasiones en Punta Brava.

Debido a la cercanía que el predio tiene y que la carretera estatal a Central Vallarta sobre la que se encuentra, es altamente improbable que en el mediano y corto plazo no sea incorporada a la dinámica de crecimiento urbano del sitio.

VIII.2. Descripción y análisis del escenario con proyecto.

Con proyecto, el escenario que se generará será la creación de un fraccionamiento en condominio que NO gravita en los servicios públicos municipales, sino que el mismo se provee de agua, drenaje, áreas verdes, actividades deportivas etc.

La creación de este espacio ordenado y regulado por su reglamento interno, asegura un espacio de vivienda digno para las personas de mediano poder adquisitivo, con los equipamientos necesarios, para conservar parte de la naturaleza que se distribuye en el predio,

Se espera que el tráfico aumente en el tramo que une con puerto Morelos, lo cual no se considera impactante ya que esta carretera actualmente tiene muy poco tráfico.

Los desarrollos contarán con equipos ahorradores de agua y energía y en algunos casos, se considera captar el agua de lluvia y generar electricidad por celdas solares.

Se da certeza al uso del predio al ejercerlo de una manera ordenada, planificada y autorizada, con lo cual se asegura de manera completa la conservación de las áreas destinadas para ello que se encuentran en el interior del predio.

Las familias que habiten en el condominio adquirirán bienes y servicios en el poblado de puerto Morelos, teniendo una aportación en la economía del sitio, en la contratación de mano de obra para construcción y mantenimiento del sitio, así como aportación de los bienes y servicios que las personas que llegan puedan aportar a la comunidad.

VIII.3. Descripción y análisis del escenario considerando las medidas de mitigación.

El proyecto ya se planeó considerando las medidas de prevención y mitigación, se contará con todo el equipamiento y tecnología para no generar contaminación por la generación de residuos líquidos, urbanos, peligrosos o de manejo especial.

El condominio contará con todos los permisos y autorizaciones que le sean aplicable, en materia de agua, energía, residuos y de recreación y esparcimiento lo que garantiza que la administración del condominio estarán operando en cumplimiento de la normatividad ambiental en materia de manejo de residuos y emisiones en el ámbito Estatal y Municipal, en lo federal, se cumple mediante el presente documento y todas las medidas y programas, descritos, de esta forma a partir de los 2 escenarios se retoma la tabla del diagnóstico ambiental y se realiza el ejercicio de plantear el Pronóstico Ambiental en la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**

VIII.4. Pronostico ambiental.

En el siguiente cuadro se describen los pronósticos ambientales:

Cuadro 8. 1. Pronóstico del escenario con proyecto y medidas de mitigación.

Elemento indicador	Descripción de la situación actual	Pronóstico ambiental del SAR sin proyecto	Pronóstico ambiental del SAR con proyecto
Calidad del aire	En el SAR no existen emisiones por industria o acciones extractivas, se limita a los gases de combustión que emiten los vehículos y la dispersión de partículas de polvo por las actividades de construcción en predios aledaños a la población de puerto Morelos, así como la operación de los hoteles en la zona costera, los cuales constituyen la actividad principal del sitio. La cantidad de contaminantes es mínima, Y por ser una zona donde predominan vientos del sureste, los gases y partículas de polvo se dispersan de forma inmediata.	Habrá un aumento en el tráfico en la carretera estatal, generando mayor cantidad de gases producto de la combustión, así como por el desarrollo económico de la zona, y el crecimiento demográfico y por la conectividad necesaria entre leona vicario, central vallarte y Puerto Morelos. La calidad del aire solo se modificaría imperceptiblemente por esta causa, en Puerto Morelos existe una zona industrial la cual se ha intentado instalar proyectos de gran envergadura de otro tipo, que no estén asociadas al uso urbano y turístico, en caso que se coloquen obviamente sus emisiones Serían muy superiores al presente proyecto.	Una vez que se termine la construcción de todo el condominio Puerto Calizza , habrán pasado más de 8 años. Por lo que ya existirán más fraccionamientos y comercios en los alrededores y en los predios al sur del sistema ambiental, y más hoteles en la zona costera del SAR. Las emisiones aumentan, pero no se perciben por el viento constante, no hay inversión térmica ni algún otro efecto que impida su dispersión.
Nivel de ruido	En el SAR, existe una variedad de actividades habitacionales, comerciales y turísticas, entre áreas extensas sin uso, por lo que el ruido sólo se percibe en los sitios de cada actividad, las áreas que conservan la vegetación arbórea funcionan como barreras naturales. En el predio el ruido es por la carretera, no hay actividades que generen ruido.	Al aumentar el tráfico y el uso de suelo habitacional, turístico, comercial y recreativo, el confort sonoro se modifica dependiendo de la densidad en cada zona en el SAR. El confort sonoro se va modificando en cada proyecto.	Con la operación del condominio se generarán diferentes niveles de ruido dentro del mismo fraccionamiento que se encontrarán dentro del confort sonoro de los habitantes, el administrador cuidara que así sea y se cumplan las cláusulas que el reglamento disponga al efecto. La vegetación y la distancia entre la ciudad y el proyecto evitan la generación o acumulación de ruidos.
Microclima	En el SAR, no existe modificación del clima, pero en las áreas donde ha habido cambio de uso de suelo si existen modificaciones a éste, ya que se retira la cobertura vegetal, y se dejan áreas descubiertas con materiales que absorben o reflejan más el calor, modificando la humedad y el paso de las corrientes de aire. Los microclimas en la zona urbanas y suburbanas de Puerto Morelos se ha	Por el crecimiento urbano que se tiene programado en el Municipio de Puerto Morelos, el cual se extenderá hacia las zonas del ejido se proyecta que habrá cambios en el microclima del SAR por la deforestación y por las construcciones de avenidas y viviendas. En la zona de la costa si se espera que se construyan más desarrollos turísticos lo que cambiará el microclima en cada predio, no hay	Con el proyecto el pronóstico ambiental sería el mismo a nivel SAR, ya en el proyecto; si se modificará, dentro del predio, por las áreas que se conformarán con nuevos materiales, los edificios y los caminos, sin embargo la conservación permanente de la vegetación natural en buena parte del predio permite que el

Elemento indicador	Descripción de la situación actual	Pronóstico ambiental del SAR sin proyecto	Pronóstico ambiental del SAR con proyecto
	modificado por la pérdida de la cobertura vegetal, en el predio no se ha modificado el microclima, ya que aunque hay áreas con perturbación, estas se han recuperado satisfactoriamente	actividades que puedan generar un cambio en los componentes climáticos de la región.	microclima en el general del predio se mantenga.
Agua Subterránea	En este caso el SAR al ubicarse al poniente de Puerto Morelos, aún no se ha visto afectado por asentamientos y no se ha reportado esta problemática, ya se han reportado ciertas problemáticas de contaminación del agua subterránea debido al antiguo basurero y relleno sanitario que existía en el sitio, así como la existencia de colonias enteras (las más antiguas, que no cuentan con drenaje ni tratamiento de aguas residuales, por lo que en su tiempo los habitantes construyeron fosas sépticas que poco a poco o con toda intención se fueron conectando a las grietas y pozos naturales en el sitio, contaminando el agua En el caso particular del predio no se tiene noticias de contaminación, salvo algunos sitios en que terceras personas disponen residuos de forma clandestina e inadecuada.	La calidad de agua subterránea se vería comprometida de desarrollarse la población de manera desordenada, sin figuras asociativas de los habitantes tales como los condominios, por ello se espera que la promulgación de un ordenamiento ecológico local y del plan de desarrollo urbano, se tenga una mejor planificación, por lo que el riesgo de que se contamine el agua en el SAR es bajo, ya que se exige a los desarrolladores contar con sistemas de tratamiento y/o manejo de aguas residuales propios.	El proyecto contará con planta de tratamiento de aguas residuales propia, por lo que no existe riesgo de que modifique la calidad del agua subterránea, el agua pluvial será canalizada hacia la recarga del manto subterráneo mediante pozos pluviales
Escorrentía superficial	La escorrentía en el SAR es mínima, en general no existen desniveles que marquen un escurrimiento exceptuando la carretera. El escurrimiento horizontal es muy bajo DE 0 A 5 %, más bien se presenta infiltración al subsuelo, por grietas y por la porosidad de la roca calcárea.	Se espera que el SAR disminuya las áreas con vegetación y relieve original, la escorrentía se modificará en los sitios de construcción de cada predio del SAR. En caso de predio ordenados contarán con infraestructura que recargue los cuerpos subterráneos con la lluvia, pero en aquellos con menor organización se convertirán en un gasto para el municipio y muy probable contaminación para el manto subterráneo	La escorrentía en el predio se cambiará en los sitios donde se modifica el sustrato, donde se harán las construcciones y los caminos, alterando la permeabilidad del suelo y cubriendo las grietas que permiten la infiltración del agua lo cual será conservado mediante los pozos pluviales. Las escorrentías que pudiesen provenir de la carretera serán respetadas mediante la conservación del frente del predio y pasos de aguas en donde sea necesario en las vialidades...

Elemento indicador	Descripción de la situación actual	Pronóstico ambiental del SAR sin proyecto	Pronóstico ambiental del SAR con proyecto
Calidad del suelo	<p>El suelo en el SAR no presenta contaminación por sustancias peligrosas, actualmente no hay actividades industriales en el Municipio, ni en el SAR.</p> <p>Aunque la calidad del suelo no es prístina por el mal manejo de residuos en las calles y sitios sub urbanos, actualmente no hay obras que generen contaminantes de forma directa al suelo, pero si se ha sustituido la capa de suelo superficial por las construcciones comerciales, habitacionales y turísticas</p>	<p>En algún momento del corto o mediano plazo puede existir riesgo de contaminación del suelo, ya que el plan de desarrollo urbano vigente permite el uso industrial cercano al poblado, la creciente población de puerto Morelos sin organizaciones integradoras, tales como fraccionamiento o condominios, provoca el mal manejo de los residuos lo que genera el deterioro de la calidad del suelo</p>	<p>El proyecto no representa un riesgo de contaminación al suelo, contará con un manejo adecuado de residuos y de las sustancias que utiliza.</p> <p>Cuanta con una identidad organizativa que será el administrador, quien se asegurará de cumplir con un plan de manejo de residuos sólidos urbanos, de manejo especial y de residuos peligrosos dentro del sitio</p>
Vegetación	<p>La vegetación del SAR se encuentra en condiciones altas de conservación, con sus anotaciones, ya que muchas de ellas se encuentran en estado de recuperación debido a eventos en el pasado tales como Actividades agropecuarias y actualmente urbanas.</p>	<p>La cobertura de la vegetación original seguirá disminuyendo por el crecimiento de la mancha urbana, en el PDU de Puerto Morelos</p> <p>Hacia el norte se seguirá afectando la vegetación de duna y el matorral costero.</p> <p>El manglar ya no, ya que las leyes impiden su afectación.</p> <p>La selva se ve más afectada por desarrollos habitacionales, ya que se encuentran más cercanos a la carretera y no buscan la cercanía del mar.</p>	<p>El proyecto afectará parte de la vegetación en buen estado, pero conservará de manera permanente áreas relevantes en el predio la mayoría es vegetación secundaria.</p>
Fauna	<p>En el SAR, aún se presentan algunas aves, mamíferos y reptiles, la fauna ha sido desplazada hacia zonas menos impactadas, afectando su distribución y la interacción de</p>	<p>En la zona seguirá creciendo la mancha urbana, y las zonas de apoyo al crecimiento turístico de la Riviera Maya y de Cancún, por lo que la fauna tendrá que seguir desplazándose hacia el oeste del Municipio en las áreas que se hallan</p>	<p>La fauna en el predio se desplazará a las áreas de conservación, y conforme se adapten a la presencia de las actividades podrán subsistir en el predio.</p>

Elemento indicador	Descripción de la situación actual	Pronóstico ambiental del SAR sin proyecto	Pronóstico ambiental del SAR con proyecto
	<p>ésta, ya que cada vez se le va aislando más, reduciendo el hábitat.</p> <p>La presencia de fauna en el predio es baja probablemente porque existen poca vegetación que les que proporciones frutos comestibles</p>	<p>designado para conservación, en el Ordenamiento Ecológico Local y en los planes de desarrollo municipal.</p>	
<p>Naturalidad Fragilidad y Calidad paisajística</p>	<p>En el SAR, el paisaje conservado desde la carretera y en la zona costera, aunque en la mayoría de los puntos la visibilidad es limitada por vegetación en buen estado, dando una apariencia de alta naturalidad y calidad paisajística. En la zona Urbana de Puerto Morelos, Actualmente la calidad del paisaje se encuentra disminuida, ya que al ser una zona en crecimiento y organización aparenta desorden y caos.</p>	<p>El paisaje seguirá cambiando tendiendo a ser más urbano, conformado por los diferentes desarrollos turísticos y habitacionales en el SAR.</p> <p>El ordenamiento ecológico local y el plan de desarrollo urbano debe procurara que se conserva un porcentaje de la cobertura original, lo que mantiene la naturalidad en el ambiente.</p> <p>La falta de un reglamento paisajista hace que cada quien construya a su estilo, por lo que disminuye la calidad del paisaje.</p>	<p>Con el proyecto el paisaje en el sitio exacto del proyecto si se modificará por pasar de ser un área silvestre a un entorno urbano organizado en condominio, con áreas verdes recreativas y áreas de conservación ecológica.</p>
<p>Socio económico</p>	<p>En analogía al Municipio de Solidaridad quien aumento exponencialmente su tasa de crecimiento demográfico y su desarrollo de infraestructura después de su decreto como municipio libre, se esperaría que Puerto Morelos presente el mismo fenómeno. Basando su economía en el número de Hoteles La actividad más importante es el turismo y le sigue la construcción.</p> <p>El rezago en infraestructura urbana deberá ser previsto para que no aumente el rezago tales como el drenaje y servicios de agua entubada.</p>	<p>El crecimiento poblacional y económico, seguirá aumentando alrededor del turismo.</p>	<p>El proyecto podrá desarrollarse de forma No dependiente del municipio; de forma ordenada proporcionando calidad de vida sus habitantes.</p>

VIII.5. Evaluación de alternativas.

Antes de culminar en el actual proyecto se evaluaron diversas alternativas de desarrollo en el predio, desde viviendas de interés social, actividades agropecuarias, o de turismo, sin embargo se concluyó que el mejor costo de oportunidad para el sitio, es precisamente un desarrollo urbano ordenado en condóminos, que provea a la comunidad de Puerto Morelos de un hábitat amigable social y ambientalmente, dadas las características del predio con la cercanía del poblado, pero con una distancia de amortiguamiento, la comunicación eficiente que proporciona la carretera estatal, la dirección lógica del desarrollo municipal que se dirige hacia central Vallarta y leona vicario para integrar sus delegaciones municipales, el uso de suelo urbano designado por el POEL aplicable etc.

Todas las características mencionadas hacen del sitio un lugar ya destinado para el desarrollo urbano y que mejor que este sea ordenado, generando su propia infraestructura urbana y en concordancia con las autoridades.

VIII.6. Programa de manejo ambiental

El Presente Programa de Manejo Ambiental (PMA) tiene como propósito organizar y programar todas las medidas a seguir para prevenir, eliminar, reducir y/o compensar los impactos ambientales acumulativos, sinérgicos y residuales derivados en esta etapa que se somete a evaluación y dictaminación y que contempla la urbanización del predio destinado para ser el condominio Puerto Calizza, para su posterior venta de lotes.

Para ello, se atiende cada uno de los impactos ambientales identificados en el capítulo V del presente DTU.

El PMA es integrador de los programas específicos en cada materia por ello aquí se presenta las acciones a una gran visión y en los programas específicos, se explican las acciones a realizar de manera detallada.

Objetivo general.

1. Cumplir con la normatividad que le aplica al condominio Puerto Calizza en cada una de sus etapas.
2. Integrar el Proyecto, al sitio natural de la manera menos impactante posible, mediante la incorporación de las medidas de prevención, mitigación y compensación durante la ejecución del proyecto, así como del seguimiento y coordinación ambiental que promuevan la mejora continua y con ello asegurar que el desempeño ambiental del plan maestro sea medido y evaluado.

Para cumplir los dos objetivos planteados, se proponen líneas estratégicas organizan de acuerdo con el propósito principal del presente PMA, que es la conservación y protección permanente de los factores bióticos y abióticos del sitio, de esta manera, se toman como líneas estratégicas cada elemento natural existente

en el sitio y que puede ser impactado por las obras o actividades y, posteriormente se identifica la actividad que podría causar tal impacto y se enumeran las medidas de prevención, mitigación y/o compensación que se requiere para asegurar la permanencia y salud de dicho elemento.

En la etapa que se solicita en el presente DTU corresponde con la construcción del equipamiento urbano que requerirán los habitantes del condominio, sin embargo no contempla la construcción de las casas habitación, así lo que se cubrirá con el presente programa, es el establecimiento de vialidades y la construcción de infraestructura que da soporte a los servicios tales como la Planta de tratamiento de aguas residuales, la planta potabilizadora, la energía eléctrica instalaciones recreativas, etc.

Tal como se observó en los impactos ambientales, el principal impacto corresponde con el retiro de la vegetación en los sitios elegidos, para ello, así simultáneamente deberán actuar los siguientes programas:

Programa de rescate florístico, para reubicar y salvaguardar los organismos relevantes Presentes en los sitios destinados para la infraestructura que acoplado al vivero provisional, se encargará de

Programa de manejo de residuos, enfocado a la correcta separación y disposición de los residuos que se produzcan durante las actividades de construcción de la infraestructura programada, para ello se contará con una persona capacitada quien supervisará y orientara hacia el mejor manejo de cada residuo.

Programa de Educación Ambiental, dirigido al equipo de constructores, para concientizarlos acerca de las actitudes y acciones que deberán realizar respecto a la fauna y a la flora en el sitio durante el desempeño de sus actividades.

Programa de seguimiento ambiental que corresponde con el seguimiento que dará el responsable del cambio de uso de suelo, con capacidad técnica suficiente para indicar las medidas y acciones que deban realizarse en el sitio al momento de realizarse las actividades en el cambio de uso de suelo.

Estos tres programas arrancaran antes de cualquier actividad constructiva en el sitio, para que la normativa sea cumplida a cabalidad y culminaran después de terminadas las obras, cuando estas ya estén funcionando y prestando sus servicios.

VIII.7. Seguimiento y control

El seguimiento y control ambiental será lleva a cabo por personal capacidad técnica suficiente para orientar las actividades al cumplimiento de la normatividad ambiental, antes durante y después del cambio de uso de suelo y las construcción de la infraestructura programada, se encargara de vigilar la correcta aplicación y funcionalidad de cada uno de los programas previstos y que presentan en anexos,

se asegurará del mecanismo para dar a conocer el reglamento a los condóminos al momento de la compra de los y durante la etapa de operación trabajara en conjunto con el administrador para vigilar el cumplimiento del reglamento interno del condominio, así como la normatividad ambiental aplicable dentro del mismo.

CAPITULO IX. IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LA INFORMACIÓN SEÑALADA EN LAS FRACCIONES ANTERIORES

IX. IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LA INFORMACIÓN SEÑALADA EN LAS FRACCIONES ANTERIORES

IX.1 Presentación de la información

IX.1.1 Documentación Legal

IX.1.2 Coordenadas del Cambio de Uso de Suelo

IX.1.3. Programas Aplicables

IX.1.4. Cartografía

IX.1.5. Reporte de Fauna

IX.1.6. Certificado de Medidas y Colindancias

IX.1.7. Constancia de Uso de Suelo