



*CONSTRUCTORA DALGO S.A. DE C.V.*

# CAPITULO I

**DATOS GENERALES DEL PROYECTO, DEL  
PROMOVENTE Y DEL RESPONSABLE DEL  
DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO**



**sica**

Servicios de Ingeniería  
y Consultoría Ambiental SCP

## CAPITULO I.

|   |          |
|---|----------|
| <b>CAPÍTULO I. DATOS GENERALES DEL PROYECTO, DEL PROMOVENTE Y DEL RESPONSABLE DEL DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO.....</b>  | <b>2</b> |
| I.1 DATOS GENERALES DEL PROYECTO .....  | 2        |
| I.1.1 NOMBRE DEL PROYECTO. ....   | 2        |
| I.1.2 UBICACIÓN (DIRECCIÓN) DEL PROYECTO. ....  | 3        |
| I.1.3 DURACIÓN DEL PROYECTO. ....   | 4        |
| I.2. DATOS GENERALES DEL PROMOVENTE .....   | 4        |
| I.2.1 NOMBRE O RAZÓN SOCIAL. ....   | 4        |
| I.2.2 REGISTRO FEDERAL DE CONTRIBUYENTES DEL PROMOVENTE.....  | 4        |
| I.2.3 DATOS DEL REPRESENTANTE LEGAL. ....   | 4        |
| I.2.4 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. ....   | 5        |
| I.3.3 DIRECCIÓN DEL RESPONSABLE TÉCNICO DEL DOCUMENTO .....   | 5        |
| 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        |

# I. CAPÍTULO I. DATOS GENERALES DEL PROYECTO, DEL PROMOVENTE Y DEL RESPONSABLE DEL DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO.

## I.1 DATOS GENERALES DEL PROYECTO

### I.1.1 NOMBRE DEL PROYECTO.

**“EMPLAZAMIENTO DEL AERÓDROMO DE PLAYA DEL CARMEN EN UN PREDIO DE 152.815879 HECTÁREAS” QUE SE LOCALIZA EN LA CARRETERA FEDERAL 307, KM 277+162 DEL TRAMO PUERTO AVENTURAS - PLAYA DEL CARMEN, CON UNA DESVIACIÓN AL OESTE DE 9 KM, EN EL MUNICIPIO DE SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.**

### ANTECEDENTES DEL PROYECTO.

Dentro de los antecedentes del presente proyecto acerca de la Construcción del Aeródromo de Playa del Carmen se consideran los siguientes conceptos:

- a) El proyecto *“Construcción del nuevo aeródromo de Playa del Carmen”* inicialmente se llevaría a cabo en el predio conocido localmente como “Rancho Mariana” y que fue evaluado en materia de impacto ambiental modalidad regional con una autorización positiva, tal como se puede constatar en el oficio resolutivo denominado S.G.P.A./DGIRA.D.G.0975.08 emitido el día 7 de Mayo del año 2008 por la Secretaria de Medio Ambiente.
- b) Asimismo, con fecha 6 de Junio del año 2008 se emitió el oficio resolutivo SGPA/DGGFS/712/1174/08, a través del cual se autoriza el Cambio de Uso del Suelo en Terrenos Forestales (CUSTF) por la Secretaria de Medio Ambiente para el desarrollo del proyecto antes mencionado en el Rancho Mariana.
- c) Una vez con los oficios resolutivos en materia ambiental y forestal, se podía realizar la construcción del aeródromo; sin embargo, debido a la presencia de infraestructura eléctrica en las colindancias inmediatas y a la logística poco favorable para el proyecto se procedió en la búsqueda de un predio alternativa para el emplazamiento del proyecto. Este ha sido la razón por la cual se elaboró el presente Documento Técnico Justificativo para el trámite del Cambio de Uso del Suelo en Terrenos Forestales Modalidad B Regional y el cual se somete ante la SEMARNAT para su evaluación y dictaminación correspondiente.

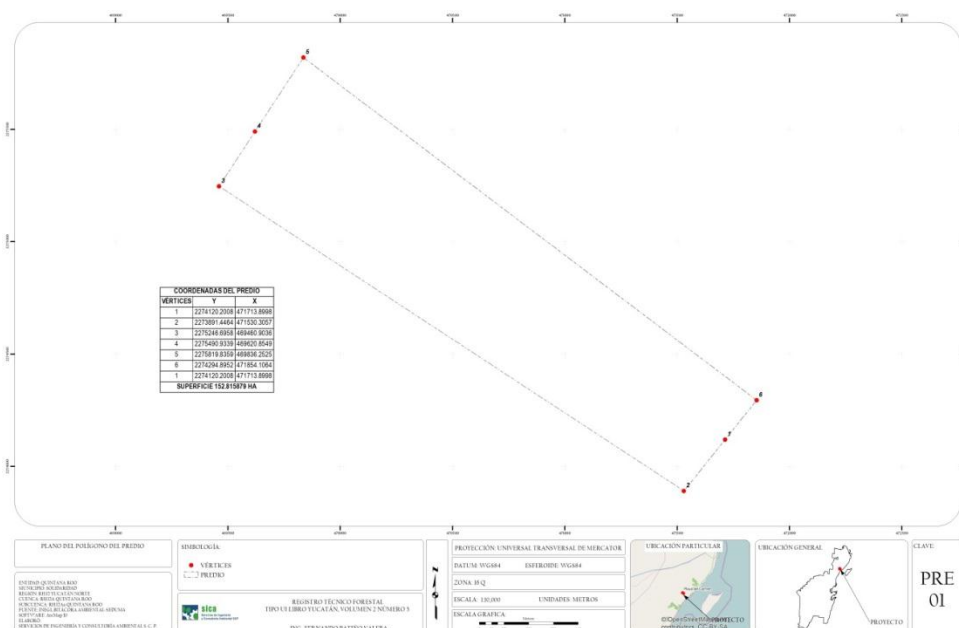
### I.1.2 UBICACIÓN (DIRECCIÓN) DEL PROYECTO.

El área del proyecto se localiza en la carretera Federal 307, km 277+162 del tramo Puerto Aventuras - Playa del Carmen, con una desviación al oeste de 9 km, dentro del municipio de Solidaridad, Quintana Roo.

De manera particular el predio bajo estudio es el Lote 040-3, Predio San Julián, Fracción 1 con una superficie de 152.815879 ha y ubicada en el Municipio de Solidaridad, Quintana Roo. Esta área es destinada a la constitución de Reservas Territoriales del Estado y cuyo propietario es el Instituto del Patrimonio Inmobiliario del Estado de Quintana Roo (IPAE), Ver el documento comprobatorio en el **Anexo 3** de este estudio.

**Tabla 1.1.** Coordenadas UTM delimitantes del área del proyecto.

| VÉRTICES             | Y            | X           |
|----------------------|--------------|-------------|
| 1                    | 2274120.2008 | 471713.8998 |
| 2                    | 2273891.4464 | 471530.3057 |
| 3                    | 2275246.6958 | 469460.9036 |
| 4                    | 2275490.9339 | 469620.8549 |
| 5                    | 2275819.8359 | 469836.2525 |
| 6                    | 2274294.8952 | 471854.1064 |
| 1                    | 2274120.2008 | 471713.8998 |
| <b>152.815879 ha</b> |              |             |



**Figura 1.1.** Localización del predio bajo estudio y en donde se llevará a cabo el proyecto.

### **1.1.3 DURACIÓN DEL PROYECTO.**

La obra en general del proyecto está contemplada a realizarse en dos etapas de trabajo y con una duración de 24 meses (2 años) a partir de la autorización del proyecto hasta concluirse totalmente (Ver Capítulo II de este estudio técnico). Sin embargo, el plazo solicitado para la ejecución del Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales es de un año (2 etapas de 6 meses) a partir de la autorización del proyecto.

## **I.2. DATOS GENERALES DEL PROMOVENTE**

### **I.2.1 NOMBRE O RAZÓN SOCIAL.**

La promotora del proyecto es el Instituto del Patrimonio Inmobiliario de la Administración Pública del Estado de Quintana Roo (IPAE), la cual su creación fue decretada y publicada en el Periódico Oficial del Gobierno del Estado de Quintana Roo el día 30 de Mayo de 2005 (Ver **Anexo 3** de este estudio).

### **I.2.2 REGISTRO FEDERAL DE CONTRIBUYENTES DEL PROMOVENTE.**

### **I.2.3 DATOS DEL REPRESENTANTE LEGAL.**

Lic. Claudia Romanillos Villanueva-

### **I.2.4 DIRECCIÓN DEL PROMOVENTE PARA OÍR Y RECIBIR NOTIFICACIONES.**

## **I.3 RESPONSABLE DE LA ELABORACIÓN DEL DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO.**

### **I.3.1. NOMBRE DEL RESPONSABLE TÉCNICO DEL DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO EN MATERIA DE IMPACTO AMBIENTAL**

Servicios de Ingeniería y Consultoría Ambiental SCP

ING. FERNANDO PATIÑO VALERA

### 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.

Los datos de las personas quienes formularon, realizaron y son responsables del Documento Técnico Unificado para el Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales, es el **ING. FERNANDO PATIÑO VALERA** con registro inscrito en el Libro Yucatán Tipo UI Personas Físicas Prestadoras de Servicios Técnicos Forestales Volumen 2 Número 5.

- Se presenta su Registro Forestal Nacional en el **Anexo 4** de este estudio.
- También se presenta su identificación de IFE.

El apoyo en los trabajos de campo estuvieron a cargo del personal capacitado de la empresa SERVICIOS DE INGENIERÍA Y CONSULTARÍA AMBIENTAL, SCP con:

**BIOL. JULIO CÉSAR CANTO MARTIN**, cuya cédula profesional se presenta también en el **Anexo 4** de este estudio.

Ing. Domingo Arias Estrella, cuya cédula profesional se presenta también en el **Anexo 4**.

Biol. José David Reyes Uh Ramos, cuya cédula profesional se presenta también en el **Anexo 4**.

Biol. José Armando Collí Mukul, cuya cédula profesional se presenta también en el **Anexo 4**.

Biol. Alem Ricardo Canto Rodríguez, cuya cédula profesional se encuentra en trámite.

Biol. Angélica Kiyoko Moreno Puga, cuya cédula profesional se presenta también en el **Anexo 4**.

Biol. María Fernanda Alatorre Guarneros, cuya cédula profesional se encuentra en trámite.

La empresa SERVICIOS DE INGENIERÍA Y CONSULTORÍA AMBIENTAL SCP (SICA, SCP) también se encuentra plenamente inscrita en el Registro Forestal Nacional integrada en el Libro Yuc, tipo VI, Volumen 2, Número 4, Año 13 como Prestador de Servicios Técnicos Forestales Persona Moral.

- Se presenta su Registro Forestal Nacional en el **Anexo 4** de este estudio.
- También se presenta la identificación de IFE del representante legal de la empresa SICA SCP.

Ver la Carta Responsiva de los autores del estudio realizado y plasmado en el presente DTU en el **Apartado 9.3** del **Capítulo 9**.



*CONSTRUCTORA DALGO S.A. DE C.V.*

# CAPITULO II

DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO



**sica**  
Servicios de Ingeniería  
y Consultoría Ambiental SCP

## CAPITULO II.

|   |          |
|---|----------|
| <b>CAPÍTULO II. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO .....</b>  | <b>2</b> |
| II.1 INFORMACIÓN GENERAL DEL PROYECTO.....  | 2        |
| II.1.1 NATURALEZA DEL PROYECTO.....   | 4        |
| II.1.2 OBJETIVO DEL PROYECTO.....   | 5        |
| II.1.3 UBICACIÓN FÍSICA.....  | 8        |
| II.1.4 INVERSIÓN REQUERIDA .....  | 9        |
| II.2 CARACTERÍSTICAS PARTICULARES DEL PROYECTO.....   | 9        |
| II.2.1 PROGRAMA DE TRABAJO .....  | 9        |
| II.2.2 REPRESENTACIÓN GRÁFICA REGIONAL.....   | 11       |
| II.2.3 REPRESENTACIÓN GRÁFICA LOCAL.....  | 11       |
| II.2.4 PREPARACIÓN DEL SITIO Y CONSTRUCCIÓN.....  | 19       |
| II.2.5 ESTIMACIÓN DEL VOLUMEN POR ESPECIE DE LAS MATERIAS PRIMAS<br>FORESTALES DERIVADAS DEL CAMBIO DE USO DEL SUELO..... | 28       |
| II.2.6 ESTIMACIÓN ECONÓMICA DE LOS RECURSOS BIOLÓGICOS<br>FORESTALES DEL ÁREA SUJETA AL CAMBIO DE USO DE SUELO.....       | 43       |
| II.2.7 OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO.....   | 57       |
| II.2.8 DESMANTELAMIENTO Y ABANDONO DE LAS INSTALACIONES.....  | 59       |
| II.2.9 RESIDUOS.....  | 59       |
| II.2.10 EMISIONES Y DESCARGAS.....  | 61       |



II

## CAPÍTULO II. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

### II.1 INFORMACIÓN GENERAL DEL PROYECTO.

En Quintana Roo, presente en el siglo XXI y comprometido con México y con las generaciones del futuro, los quintanarroenses trabajan con dos principios fundamentales: el bienestar y el desarrollo del Estado. Las normas de solidaridad, concertación, capacitación, productividad, participación, preservación y conservación de los recursos naturales, así como el fortalecimiento municipal, la corresponsabilidad, el diálogo y la pluralidad, son y serán las bases políticas, económicas sociales y culturales del Estado. Por ello, se ha venido trabajando cada día para seguir construyendo una Entidad con infraestructura urbana y rural, obras de beneficio social, servicios, centros de diversión y esparcimiento, centros turísticos y educativos.

El Estado de Quintana Roo es una tierra de gran diversidad de bellezas naturales, se sitúa en el sureste de la República Mexicana en la parte oriental de la Península de Yucatán, es un Estado políticamente joven con raíces históricas desde los tiempos de los mayas y decretado como Entidad Federativa el 8 de octubre de 1974. A raíz de su crecimiento, Quintana Roo se ha ido forjando en todos los ámbitos con el objeto de lograr un desarrollo sostenible, social y político.

Ambientalmente, Quintana Roo tiene un gran potencial por sus recursos y paisajes, tanto en la zona costera como en las selvas, que también le otorgan riqueza forestal. Sus antecedentes históricos, atesorados en monumentos y ruinas, son manifestaciones de la presencia y tecnología que caracterizó a los mayas.

El presente Documento Técnico Unificado (DTU) Modalidad B Regional para el Cambio de Uso del Suelo en Terrenos Forestales (CUSTF) se deriva de la pretensión de construir un aeródromo en las afueras de la mancha urbana de la ciudad de Playa del Carmen con recursos estatales, a través del Instituto del Patrimonio Inmobiliario de la Administración Pública del Gobierno del Estado de Quintana Roo (IPAE). La superficie con que cuenta el predio donde se pretende la construcción de dicha infraestructura aérea es, según escrituras, de 152.815879 hectáreas; el predio se ubica a aproximadamente 20 km al sur de la ciudad de Playa del Carmen, en el Municipio de Solidaridad, Quintana Roo.

El principal criterio de selección del sitio fue la circunstancia que el predio pertenece al propio IPAE, y el mayor objetivo de la realización del proyecto es la reubicación del aeródromo, ya que el que se encuentra actualmente en funcionamiento está dentro de la mancha urbana de la ciudad de Playa del Carmen. El fortalecimiento de la infraestructura, para este caso, en cuanto al sistema integral del transporte y la comunicación, y por ende de la modernización de las vías de comunicación está contemplado dentro del Plan

Estatad de Desarrollo 2011-2016; así como dentro del Plan Municipal de Desarrollo 2013-2016.

El predio, propiedad del Gobierno del Estado de Quintana Roo a través del IPAE, se ubica en un área que se caracteriza por tener una vegetación homogénea, denominada selva mediana subperennifolia, misma que se encuentra alterada, principalmente por intemperismos severos que han afectado en la parte centro-norte del Estado. Cercano al sitio existen zonas donde se han realizado aprovechamientos pétreos, así como grandes predios en los cuales no existe alguna construcción relevante. En los alrededores del sitio del proyecto se ubica también un predio de la empresa CALICA, en el que se hace un aprovechamiento de material pétreo por debajo del manto freático. Asimismo es importante mencionar que en la cercanía del área del proyecto se encuentra el Conjunto Habitacional Puerto Maya. El predio es colindante con la Carretera Federal 307 tramo Reforma Agraria-Puerto Juárez, lo cual facilita notablemente su accesibilidad. Por el costado oriental se encuentran predios grandes donde se tiene una diversidad de desarrollos turísticos principalmente en la parte costera del Municipio.

De manera particular, la vegetación presente dentro del predio es totalmente secundaria derivada de selva mediana subperennifolia en donde la gran mayoría de los elementos arbustivos y arbóreos no tienen medidas diámtricas aprovechables y se afectará únicamente un 21.81% del predio. En dicho predio se realizaron trabajos de campo con el objeto de valorar las condiciones de la flora silvestre (composición, estructura y diversidad), fauna silvestre (composición y diversidad por grupos de fauna) y los volúmenes maderables por especie presente en el área que se solicita para CUSTF. Lo anterior permitirá evaluar los impactos potenciales del proyecto sobre los componentes del ecosistema, valorar la pérdida de prestación de servicios ambientales, valoración económica de los recursos biológicos forestales y el consiguiente planteamiento de medidas de prevención, mitigación y compensación manejadas en un DTU Modalidad B Regional como el presente. Lo anterior se realiza con la finalidad de dar el cumplimiento con la legislación ambiental vigente en materia de impacto ambiental y forestal en un solo trámite unificado.

El proyecto "Emplazamiento del aeródromo de Playa del Carmen en un predio de 152.815879 hectáreas" que se localiza en la carretera federal 307, km 277+162 del tramo Puerto Aventuras - Playa del Carmen, con una desviación al oeste de 9 km, en el municipio de Solidaridad, Quintana Roo, contará con la siguiente infraestructura: Pista, Calle de Rodaje, Plataforma de ascenso y descenso, Cercado de predio y de pista, Terminal, Cuerpo de Rescate de Extinción de Incendios (CREI), Torre de control, Estacionamiento, Hangares, Vialidades para área de servicios, Estación de combustible, Vialidad Interior y área de conservación. Actualmente no existen políticas de crecimiento a futuro para el Aeródromo, se trata de reubicar el que actualmente se localiza en la ciudad de Playa del Carmen, por lo que el nuevo Aeródromo contará con lo mínimo indispensable para continuar ofertando los servicios de transportes aéreos.

### II.1.1 NATURALEZA DEL PROYECTO.

El proyecto consiste en una obra del **sector vías generales de comunicación** y subsector de **Transportes Aéreos** de competencia de la federación, el cual requiere de autorización en materia de impacto ambiental y forestal por el cambio de uso de suelo en terrenos forestales necesarios a realizar para desarrollar el proyecto.

Dentro de las vías generales de comunicación, trata de la construcción de un Aeródromo con Clave de Referencia 3, desde 1200 metros hasta 1,800 metros; así como Letra de Clave C, desde envergaduras de 24 metros hasta 36 metros. El área de seguridad en el extremo de la pista es de 90 metros, la anchura de márgenes de pista es de 75 m y con una longitud de calle de rodaje de 45 m, según el manual de diseños de Aeródromos de la Organización de Aviación Civil Internacional.

El Aeródromo en general consistirá de la construcción de la siguiente infraestructura como son: Pista, Calle de Rodaje, Plataforma de ascenso y descenso, Cercado de predio y de pista, Terminal, Cuerpo de Rescate de Extinción de Incendios (CREI), Torre de control, Estacionamiento, Hangares, Vialidades para área de servicios, Estación de combustible, Vialidad Interior y área de conservación.

La zona aeronáutica del aeródromo a construir tendrá una pista principal con una longitud de 1,500 metros de largo por 30.0 metros de ancho (superficie de 45,000 m<sup>2</sup>), con una plataforma de ascenso y descenso 100 metros por 55 metros (superficie de 5500 m<sup>2</sup>), calle de rodaje de 45 metros por 15 metros (superficie de 675 m<sup>2</sup>) y con un tipo de pavimento asfáltico. De acuerdo a estas características y dimensiones el Aeródromo a construir es para aeronaves pequeñas y medianas de ala alta y baja.

La ubicación del predio para el proyecto no se encuentra dentro de ninguna Área Natural Protegida (ANP), Región Terrestre Prioritaria (RTP), Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICA), Regiones Marinas Prioritarias (RMP), ni Corredores Biológicos (CB). El sitio del proyecto se ubica dentro de la Región Hidrológica Prioritaria (RHP) 105. Corredor Cancún – Tulum; sin embargo, dentro del predio no se registraron cuerpos de aguas superficial que conecte con las bondades motivo de la declaración de la RHP 105: lagunas de Chakmochuk y Nichupté, cenotes, estuarios, humedales. Por otro lado, el área bajo estudio se encuentra dentro de la poligonal del Decreto por el que se expide el Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Solidaridad (POELMS). También es importante mencionar que el proyecto se encuentran contempladas dentro de los planes rectores de desarrollo estatal (Plan Estatal de Desarrollo de Quintana Roo 2011-2016) y municipal (Plan Municipal de Desarrollo de Solidaridad 2013-2016).

Como se puede observar el área del proyecto actualmente posee un uso como de predio rústico con cubierta de vegetación secundaria derivada de selva mediana subperennifolia con vocación forestal debido principalmente por la presencia de algunos elementos arbóreos con medidas diamétricas importantes cuya sumatoria dan valores de área basal mayor a 4m<sup>2</sup>/ha suficientes para considerar al predio poseedor de una vocación forestal. Sin embargo, dado a la naturaleza del presente proyecto en el futuro presente tendrá un uso como vía general de comunicación para el transporte aéreo de la región del estado de

Quintana Roo. También es importante mencionar que el proyecto sellará una superficie de 33.3277 ha; pero también contempla la permanencia de un área de conservación con una superficie de 119.4882 ha en donde se seguirán prestando servicios de suma importancia como la conservación del suelo, la filtración del acuífero, conservación de hábitat para la fauna silvestre, germoplasma y en general de la biodiversidad de la región.

## II.1.2 OBJETIVO DEL PROYECTO.

Una de las principales justificantes para la realización del nuevo Aeródromo, es la imperiosa necesidad de su reubicación del sitio donde se encuentra actualmente. Playa del Carmen ha crecido desmesuradamente, de tal forma que la actual aeropista ya se encuentra inmersa céntricamente en la zona urbana; se requiere una pista de mayor longitud, puesto que en el lugar donde se encuentra no tiene posibilidades de ampliaciones; el Aeródromo en funciones se encuentra rodeado por vialidades primarias y secundarias urbanas, lo que, ante la constante operación de ascenso y descenso de las aeronaves, representa un riesgo para la población. Así también, con la reubicación del aeródromo se tendrá mayor y mejor alcance en cuanto a la oferta y demanda, al mejorar la seguridad de los servicios en el traslado, principalmente del turismo nacional e internacional a nivel local y regional en esta parte sureste del país.

El tema de la modernización de los aeropuertos de Quintana Roo, se encuentra incluido en el Programa de Desarrollo Estatal 2011-2016, en su capítulo II, subcapítulo II.6.3., en su estrategia 3, considera la Ampliación de la Infraestructura y Mejora a la Eficiencia en los Servicios Aeroportuarios, con el fin de garantizar que las instalaciones aeroportuarias mantengan seguridad y eficiencia operativa para todos los usuarios, así como elevar el grado de accesibilidad y eficiencia de los servicios de transportes y carga aérea, en las zonas con potencial de desarrollo económico, promoviendo la ampliación y modernización de los aeropuertos internacionales del estado, gestionar la construcción de nuevos aeropuertos y aeropistas en el Estado, establecer en apoyo a la actividad turística, un programa de rescate, conservación, mantenimiento y reparación de las aeropistas de aterrizaje que se encuentran en el Estado y fomentar el desarrollo de rutas aéreas regionales, nacionales e internacionales, para distribuir los flujos turísticos y dar una utilización óptima al sistema de aeropuertos y aeropistas estatales.

En consecuencia, la vía aérea es el más importante medio de transporte de los visitantes a la entidad, por lo que se requiere mantener y elevar la calidad de los servicios aeroportuarios y modernizar la infraestructura aérea existente.

Los Programas de Desarrollo Mundo Maya y Costa Maya definen a Chetumal como un centro natural de distribución de servicios, por lo cual se ha considerado integrar un Centro Multimodal Internacional de Pasajeros dirigido a satisfacer las necesidades de transporte eficiente de los visitantes, así como impulsar el Aeropuerto Internacional de Chetumal como centro de desarrollo regional de acuerdo a su vocación turística, de carga, comercial y de servicios. La aeropista de Playa del Carmen requiere ser sustituida con un aeropuerto que dé respuesta a la dinámica turística de la Riviera Maya y que cuente con los servicios de apoyo en tierra para las aeronaves. En el resto del Estado existen aeródromos que requieren principalmente de seguridad y mantenimiento.

De la misma manera, el motor de las actividades productivas en Quintana Roo es el sector terciario, principalmente la industria turística, y a ello se deben sus principales ingresos de divisas económicas.

De acuerdo a la vocación de cada zona, la Región Caribe Norte que se compone por los Municipios de Benito Juárez, Isla Mujeres, Solidaridad y Cozumel, se caracteriza por ser la zona más dinámica en cuanto al crecimiento económico y demográfico. Esta cuenta con poco más del 95% de la infraestructura turística, por lo que las actividades económicas preponderantes se relacionan con los servicios como son hoteles, restaurantes y comercios, entre otros.

La diversificación del turismo se ha consolidado como el eje motor sobre el cual gira la economía del Estado. El aumento de la infraestructura hotelera permite que la Entidad tenga la mayor capacidad de alojamiento dentro de los destinos turísticos de México. La oferta hotelera de Quintana Roo equivale al 12% del total del país con 763 hoteles y 59 mil 497 cuartos, generándose un crecimiento del 58.60% y 51.20% respectivamente, durante los últimos seis años.

Durante el año 2004, México se situó en el octavo lugar mundial en afluencia con sus 20.6 millones de turistas internacionales. De esa cifra el 24% corresponde a Quintana Roo con cinco millones de turistas extranjeros, quienes generaron una derrama económica de \$4,138.57 millones de dólares. En el Estado se capta el 33% de las divisas que por concepto de turismo ingresan al país.

La Entidad cuenta con los aeropuertos internacionales de Chetumal, Cozumel y Cancún. El aeropuerto de Cancún se ubica como el segundo con mayor número de operaciones en el país y el primero en vuelos internacionales. En el año 2004, Cancún registró 51 mil 303 operaciones aeroportuarias y una movilización de 4.9 millones de pasajeros.

De acuerdo con el informe “Turismo: Panorama 2020” de la Organización Mundial de Turismo, las perspectivas para esta actividad en las próximas dos décadas son muy favorables, estimando que para el año 2020, las visitas de turistas internacionales en el mundo se ubicarán por encima de 1,560 millones, en tanto que los ingresos turísticos alcanzarán los dos billones de dólares. Con ello, las visitas de turistas internacionales observarán una tasa media de crecimiento anual del 4.1%, en tanto que los ingresos se incrementarán al 6.7% anual.

La situación en Quintana Roo no será distinta. En los dos últimos años la actividad turística ha crecido más de un 10% anual. Esta tendencia se ajustará hacia un crecimiento del 5% anual para los próximos 6 años. La inversión privada en el sector continuará incrementándose. De acuerdo a lo establecido en los Programas de Ordenamiento Ecológicos Territoriales, en el Estado se pueden construir 141 mil cuartos de hotel, lo que significa que a la fecha se ha cubierto el 42% de la capacidad permitida.

Quintana Roo presenta grandes retos en materia turística para los próximos años. Será necesario revisar los actuales modelos de desarrollo turístico para los distintos destinos del Estado, de tal forma que se apeguen estrictamente a los modelos de sustentabilidad ambiental. De igual manera, será necesario fomentar productos turísticos de alta especialización dirigidos hacia segmentos de mayor rentabilidad y equilibrar el desarrollo

turístico de las regiones. Por último y como compromiso ineludible, es imprescindible incorporar a las comunidades indígenas a los beneficios que genera el turismo.

Para sustentar el desarrollo urbano-turístico en el contexto regional y satisfacer la demanda estimada de llegada de visitantes vía aérea se considera:

- Consolidar el aeropuerto de Cancún adicionando una segunda pista, con lo cual se tendrá una capacidad del orden de 230 mil operaciones anuales, similar a la que actualmente tiene el Aeropuerto Internacional de la Ciudad de México.
- La construcción de un nuevo aeropuerto internacional en la Riviera Maya que se ubicará en la zona donde la SCT determine aceptable, de acuerdo a las normas de la materia y convenios existentes, que funcione como enlace de vuelos a la zona del Mundo Maya y ciudades del interior del país.
- Se deberá de asegurar una reserva para el desarrollo del nuevo aeropuerto del orden de 1,000 Ha similar a la que actualmente ocupa el de Cancún.
- El aeropuerto de Cozumel es suficiente para atender la demanda de pasajeros relacionada con la capacidad prevista para el desarrollo en la Isla. En el futuro seguirá teniendo un rol importante como aeropuerto alterno.
- El sistema de aeródromos menores, incluyendo Isla Mujeres y Boca Paila, se deberá conservar como parte del sistema de enlaces dentro de la región.
- Los aeródromos actuales de Playa del Carmen y de Tulum se deberán de reubicar toda vez que su situación actual dentro de las zonas urbanas representan un riesgo potencial considerable.

Así también el Programa Director de Desarrollo Urbano 2001-2026 de Playa del Carmen, Municipio de Solidaridad, Quintana Roo, en su Capítulo IV, Subcapítulo IV.1.4. Comunicaciones, Vialidad y Transporte, Fracción K, manifiesta el “Reubicar la pista aérea existente y promoviendo la creación de una Terminal Aérea de mayores dimensiones que apoye el desarrollo turístico”.

Como se puede observar en los párrafos anteriores el proyecto se encuentra plenamente acorde a los rectores de desarrollo del estado y municipal; sin embargo, de manera particular se tiene lo siguiente:

- Realizar el Cambio de Uso de Suelo forestal (remover la vegetación con vocación forestal) del inmueble "Fracción uno del predio San Julian", ubicada en el Municipio de Solidaridad, Quintana Roo, donde se pretende llevar a cabo el “Emplazamiento del aeródromo de Playa del Carmen en un predio de 152.815879 hectáreas” que se localiza en la carretera federal 307, km 277+162 del tramo Puerto Aventuras - Playa del Carmen, con una desviación al oeste de 9 km, en el municipio de Solidaridad, Quintana Roo.
- Identificar y evaluar los Impactos Ambientales que deriven del Cambio de Uso de Suelo forestal para el establecimiento de una obra del sector de vías generales de comunicación y transporte aéreo.
- Atender la demanda del turismo nacional y extranjero sin perjuicio a la sociedad misma.

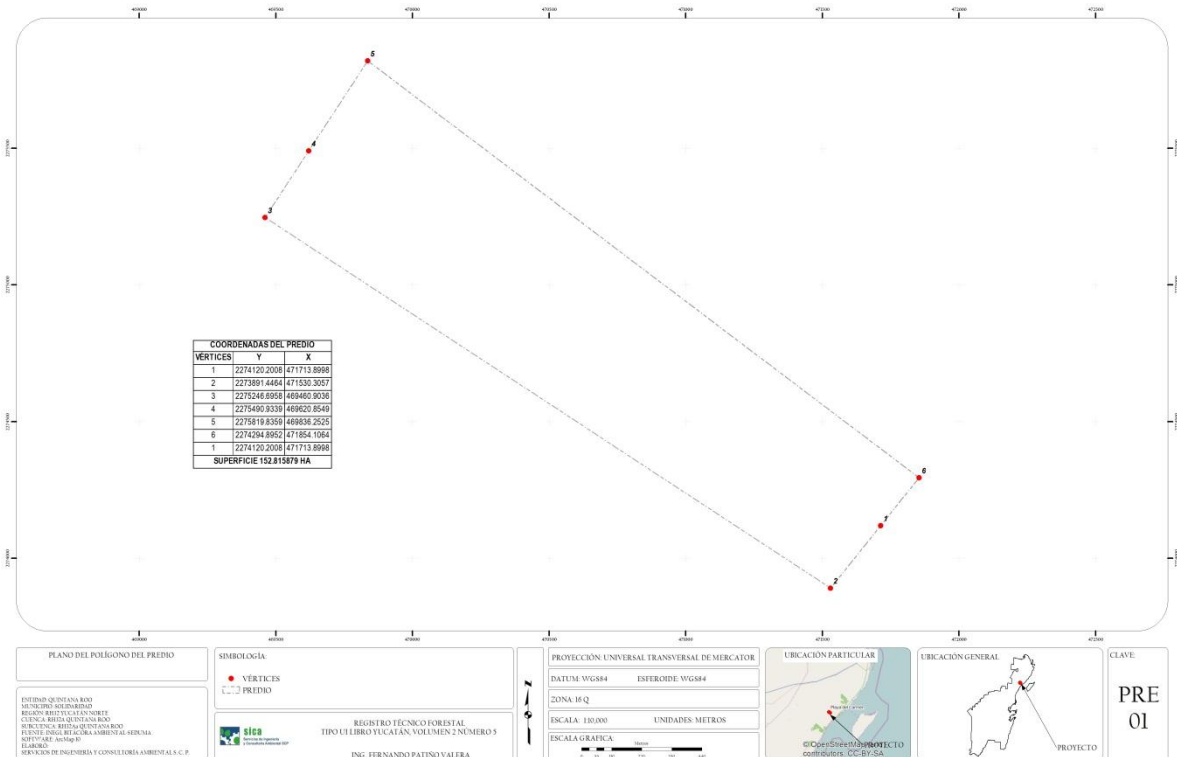
### II.1.3 UBICACIÓN FÍSICA

El área del proyecto se localiza en la carretera Federal 307, km 277+162 del tramo Puerto Aventuras - Playa del Carmen, con una desviación al oeste de 9 km, dentro del municipio de Solidaridad, Quintana Roo.

De manera particular el predio bajo estudio es el Lote 040-3, Predio San Julián, Fracción 1 con una superficie de 152.815879 ha y ubicada en el Municipio de Solidaridad, Quintana Roo. Esta área es destinada a la constitución de Reservas Territoriales del Estado y cuyo propietario es el Instituto del Patrimonio Inmobiliario del Estado de Quintana Roo (IPAE), Ver el documento comprobatorio en el **Anexo 3** de este estudio.

**Tabla 2.1.** Coordenadas UTM delimitantes del área del proyecto.

| VÉRTICES             | Y            | X           |
|----------------------|--------------|-------------|
| 1                    | 2274120.2008 | 471713.8998 |
| 2                    | 2273891.4464 | 471530.3057 |
| 3                    | 2275246.6958 | 469460.9036 |
| 4                    | 2275490.9339 | 469620.8549 |
| 5                    | 2275819.8359 | 469836.2525 |
| 6                    | 2274294.8952 | 471854.1064 |
| 1                    | 2274120.2008 | 471713.8998 |
| <b>152.815879 ha</b> |              |             |



**Figura 2.1.** Localización del predio bajo estudio y en donde se llevará a cabo el proyecto.

#### II.1.4 INVERSIÓN REQUERIDA

La inversión requerida para el proyecto es el que a continuación se presenta en la siguiente tabla:

**Tabla 2.2.** Inversión aproximada del proyecto a desarrollar.

| COMPONENTE                              | MONTO (\$)            |
|---|-----------------------|
| Pista y franjas de seguridad            | 169,075,000.00        |
| Calle de rodaje                         | 1,100,000.00          |
| Plataforma de ascenso y descenso        | 5,982,000.00          |
| Cercado perimetral                      | 3,076,000.00          |
| Terminal aérea                          | 6,786,000.00          |
| Cuerpo de rescate y extinción incendios | 1,674,000.00          |
| Torre de control                        | 371,000.00            |
| Estacionamiento                         | 1,848,000.00          |
| Línea conducción de agua potable        | 700,000.00            |
| Hangares                                | 16,860,000.00         |
| Vialidades para áreas de servicios      | 2,718,000.00          |
| Electrificación y alumbrado público     | 4,750,000.00          |
| Estación de combustible                 | 2,500,000.00          |
| <b>TOTAL</b>                            | <b>217,440,000.00</b> |

Nota: Los montos incluyen el IVA.

Como se puede observar el costo total aproximado para el proyecto será de 217,440,000.00 pesos.

En este presupuesto no se encuentra incluido el Programa de Vigilancia Ambiental, ni las medidas de prevención y mitigación y en su caso auditorías ambientales. Por lo que de los conceptos antes mencionados el promovente deberá licitar tales rubros.

#### II.2 CARACTERÍSTICAS PARTICULARES DEL PROYECTO.

##### II.2.1 PROGRAMA DE TRABAJO

El proyecto general está contemplado a realizarse en dos etapas de trabajo y con una duración de 24 meses (2 años) hasta completarse. En la siguiente tabla se presenta el programa general calendarizado de las actividades del proyecto.



Tabla 2.3. Programa general de trabajo del proyecto.

| COMPONENTE                              | MONTO (\$)            | MESES |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |
|---|-----------------------|-------|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|---|
|   |                       | 1     | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 |   |
| <b>PRIMERA ETAPA</b>                    |                       |       |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |
| Pista y franjas de seguridad            | 169,075,000.00        | ■     | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |
| Plataforma de Viraje y Calle de rodaje  | 1,100,000.00          |       |   |   |   | ■ | ■ | ■ |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |
| Plataforma de ascenso y descenso        | 5,982,000.00          |       |   |   |   |   | ■ | ■ | ■ | ■ |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |
| Cercado perimetral y Pista              | 3,076,000.00          |       |   |   |   |   | ■ | ■ | ■ |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |
| <b>SEGUNDA ETAPA</b>                    |                       |       |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |
| Terminal aérea                          | 6,786,000.00          |       |   |   |   |   |   |   |   |   | ■  | ■  | ■  | ■  | ■  |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |
| Cuerpo de rescate y extinción incendios | 1,674,000.00          |       |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    | ■  | ■  | ■  |    |    |    |    |    |    |    |   |
| Torre de control                        | 371,000.00            |       |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    | ■  | ■  |    |    |    |    |    |    |   |
| Estacionamiento                         | 1,848,000.00          |       |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    | ■  | ■  |    |    |    |    |   |
| Línea conducción de agua potable        | 700,000.00            |       |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    | ■  |    |    |    |    |   |
| Hangares                                | 16,860,000.00         |       |   |   |   |   |   |   |   |   | ■  | ■  | ■  | ■  | ■  |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |
| Vialidades para áreas de servicios      | 2,718,000.00          |       |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    | ■  | ■  |    |    |    |    |    |    |    |    |   |
| Electrificación y alumbrado público     | 4,750,000.00          |       |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    | ■  | ■  | ■  | ■  |    |   |
| Estación de combustible                 | 2,500,000.00          |       |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    | ■  | ■  | ■ |
| <b>TOTAL</b>                            | <b>217,440,000.00</b> |       |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |

De manera general el proyecto en su totalidad se llevara a cabo en dos años una vez autorizada; sin embargo, de manera particular el CUSTF se llevará a cabo en dos etapas de 6 meses cada una (total de 12 meses), tal como se puede observar.

Tabla 2.4. Programa general para el Cambio de Uso del Suelo en Terrenos Forestales.

| ETAPAS  | Meses |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |
|---------|-------|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|
|         | 1     | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| Primera | ■     | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |   |   |   |    |    |    |
| segunda |       |   |   |   |   |   | ■ | ■ | ■ | ■  | ■  | ■  |

## II.2.2 REPRESENTACIÓN GRÁFICA REGIONAL

De acuerdo al Art. 7. Fracción XI de la Ley de Desarrollo Forestal Sustentable, la Cuenca hidrológico-forestal es la 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.

A continuación se presenta la ubicación del predio bajo estudio dentro de la subcuenca hidrológica forestal denominada RH32 Aa Quintana Roo:

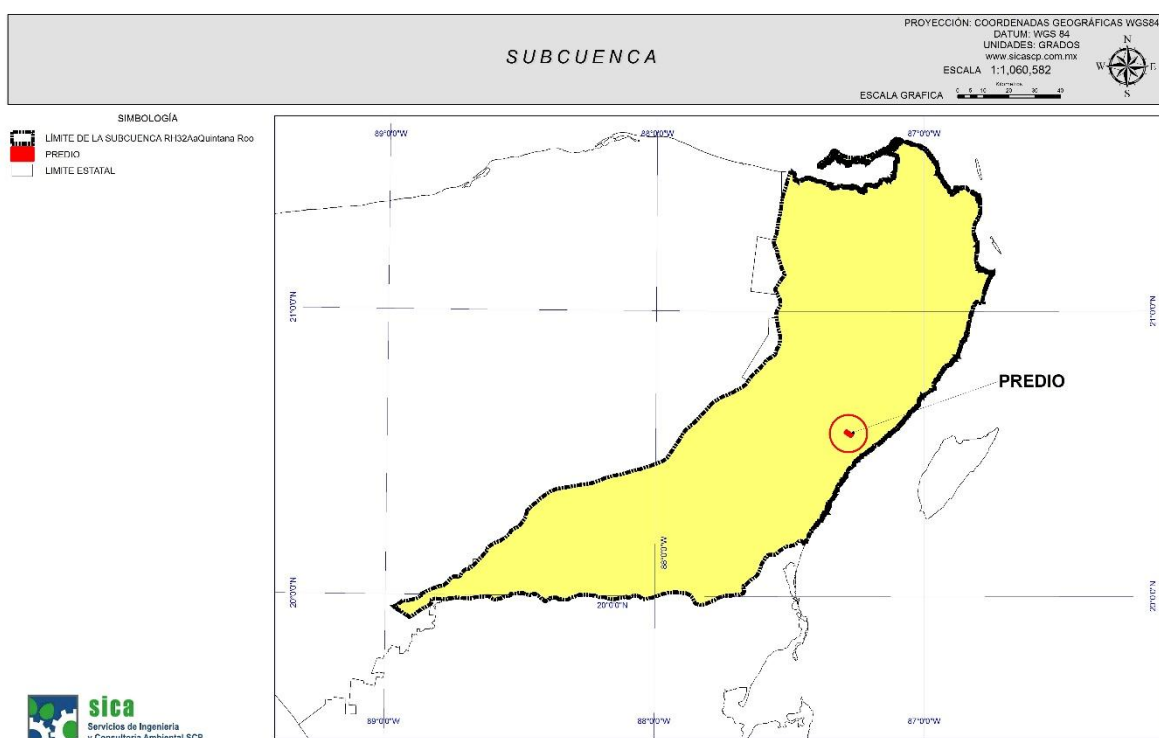


Figura 2.2. Ubicación del predio en la Subcuenca Rh32 Aa Quintana Roo.

## II.2.3 REPRESENTACIÓN GRÁFICA LOCAL

El área del proyecto se localiza en la carretera Federal 307, km 277+162 del tramo Puerto Aventuras - Playa del Carmen, con una desviación al oeste de 9 km, dentro del municipio de Solidaridad, Quintana Roo.

Como se ha mencionado anteriormente, el predio bajo estudio es el Lote 040-3, Predio San Julián, Fracción 1 con una superficie de 152.815879 ha y ubicada en el Municipio de Solidaridad, Quintana Roo.

Tabla 2.5. Coordenadas UTM delimitantes del área del proyecto.

| VÉRTICES             | Y            | X           |
|----------------------|--------------|-------------|
| 1                    | 2274120.2008 | 471713.8998 |
| 2                    | 2273891.4464 | 471530.3057 |
| 3                    | 2275246.6958 | 469460.9036 |
| 4                    | 2275490.9339 | 469620.8549 |
| 5                    | 2275819.8359 | 469836.2525 |
| 6                    | 2274294.8952 | 471854.1064 |
| 1                    | 2274120.2008 | 471713.8998 |
| <b>152.815879 ha</b> |              |             |

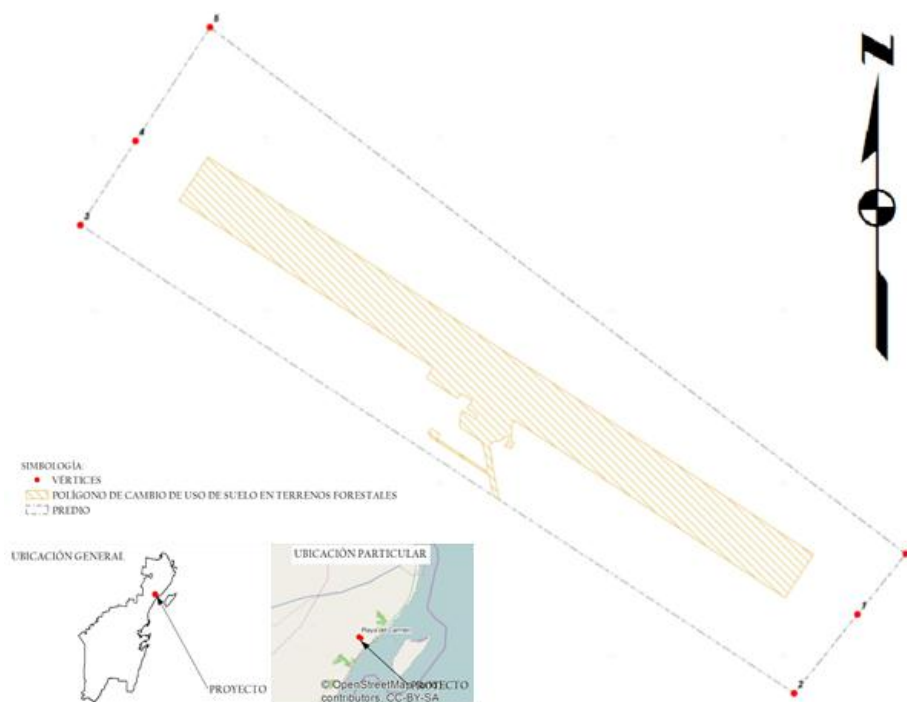


Figura 2.3. Localización del predio bajo estudio y en donde se llevará a cabo el proyecto.

### DELIMITACIÓN DE LA PORCIÓN EN QUE SE PRETENDA REALIZAR EL CAMBIO DE USO DEL SUELO EN LOS TERRENOS FORESTALES, A TRAVÉS DE PLANOS GEOREFERENCIADOS.

Con base en imágenes de satélite recientes, verificaciones en campo a través de recorridos e inventario forestal, se procedió a delimitar y cuantificar la superficie de las áreas consideradas como forestales, cuyas áreas se pueden observar a continuación:

Tabla 2.6. Vocaciones del predio bajo estudio.

|  | VOCACIÓN DEL TERRENO | ÁREA (ha)      | REPRESENTATIVIDAD (%) |
|--|----------------------|----------------|-----------------------|
| Lote 040-3, Predio San Julián Fracción 1 | Forestal             | 152.815879     | 100.0                 |
| <b>Área sujeto a CUSTF</b>               | <b>Forestal</b>      | <b>33.3277</b> | <b>21.8</b>           |

Para el caso particular de las áreas a afectar con vocación forestal por el proyecto fueron proyectadas como Polígonos sujetos a CUSTF utilizando el Programa ArcMap Versión 10.2 (2013), tal como se puede observar a continuación:

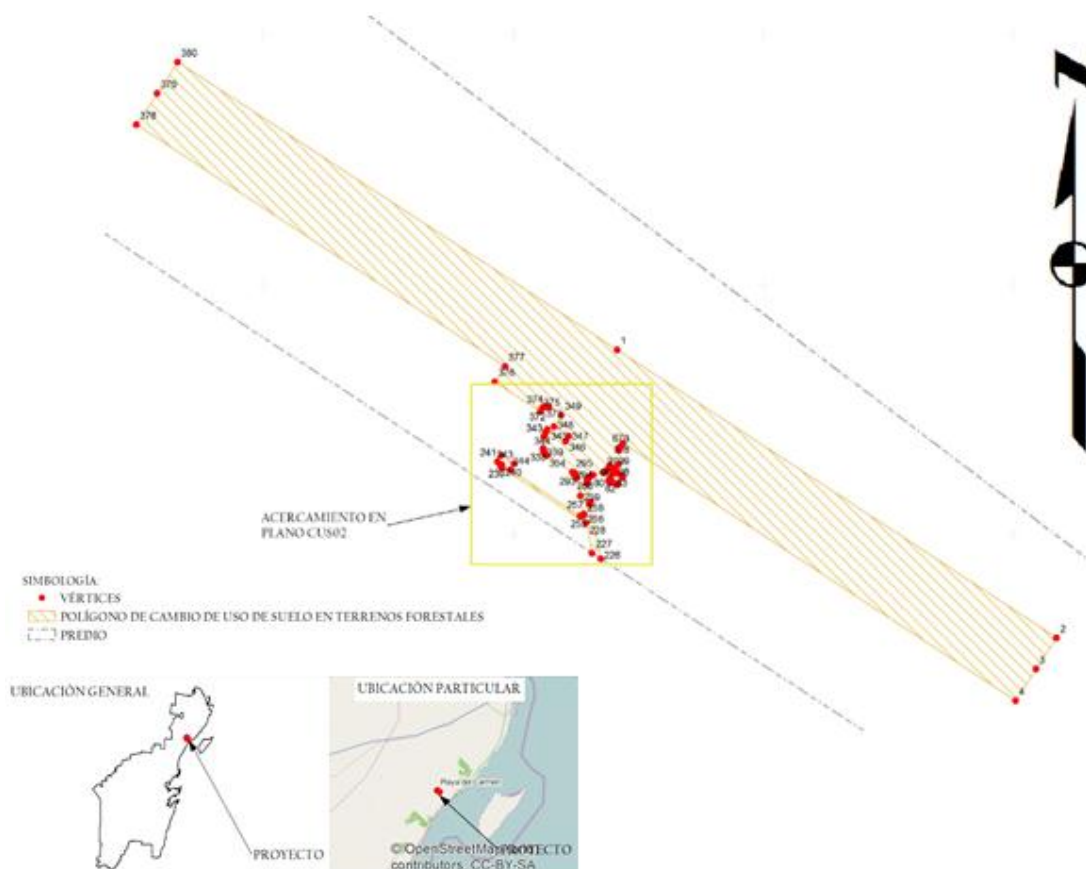


Figura 2.4. Delimitación con los polígonos sujetos a Cambio de Uso del Suelo en Terrenos Forestales (CUSTF).

Para mayores detalles revisar el Plano del polígono que se solicita para el CUSTF (Plano CUS 01 y CUS 02) en el **Anexo 2** de este estudio.

Dado que el polígono a ocupar por el proyecto presentan terrenos con vocación forestal (Pol. CUSTF) con una superficie de **333,277.00 m<sup>2</sup> (33.3277 ha)**; por dicha razón se realiza el presente Documento Técnico Unificado para solicitar el Cambio de Uso del Suelo de dichos polígonos.

A continuación se presenta las coordenadas delimitantes del polígono en donde se pretende llevar a cabo el CUSTF; mismo que se puede verificar en el Plano CUS 01-CUS 02 del **Anexo 2** de este estudio técnico.

**Tabla 2.7.** Coordenadas delimitantes del polígono que se solicita para el CUSTF en el predio bajo estudio.

| <b>COORDENADAS DEL POLÍGONO CUSTF</b> |              |             |                 |              |             |
|---------------------------------------|--------------|-------------|-----------------|--------------|-------------|
| <b>VÉRTICES</b>                       | <b>Y</b>     | <b>X</b>    | <b>VÉRTICES</b> | <b>Y</b>     | <b>X</b>    |
| 1                                     | 2274868.8694 | 470707.6130 | 192             | 2274605.8808 | 470647.7060 |
| 2                                     | 2274293.6098 | 471586.0072 | 193             | 2274605.4956 | 470647.6757 |
| 3                                     | 2274230.8674 | 471544.9172 | 194             | 2274605.1097 | 470647.6553 |
| 4                                     | 2274168.1257 | 471503.8278 | 195             | 2274604.7234 | 470647.6449 |
| 5                                     | 2274682.2597 | 470718.7677 | 196             | 2274604.3370 | 470647.6444 |
| 6                                     | 2274674.8831 | 470713.9367 | 197             | 2274603.9507 | 470647.6539 |
| 7                                     | 2274674.7148 | 470713.8381 | 198             | 2274603.5647 | 470647.6733 |
| 8                                     | 2274674.3732 | 470713.6497 | 199             | 2274603.1794 | 470647.7027 |
| 9                                     | 2274674.0270 | 470713.4700 | 200             | 2274602.7950 | 470647.7419 |
| 10                                    | 2274673.6763 | 470713.2993 | 201             | 2274602.4117 | 470647.7911 |
| 11                                    | 2274673.3213 | 470713.1376 | 202             | 2274602.0298 | 470647.8501 |
| 12                                    | 2274672.9622 | 470712.9851 | 203             | 2274601.6495 | 470647.9187 |
| 13                                    | 2274672.5994 | 470712.8418 | 204             | 2274601.4541 | 470647.9595 |
| 14                                    | 2274672.2330 | 470712.7079 | 205             | 2274566.0475 | 470655.3429 |
| 15                                    | 2274671.8633 | 470712.5834 | 206             | 2274563.0477 | 470653.3784 |
| 16                                    | 2274671.4906 | 470712.4685 | 207             | 2274562.9552 | 470653.3178 |
| 17                                    | 2274671.1150 | 470712.3631 | 208             | 2274562.7649 | 470653.2049 |
| 18                                    | 2274670.7368 | 470712.2674 | 209             | 2274562.5698 | 470653.1005 |
| 19                                    | 2274670.3563 | 470712.1815 | 210             | 2274562.3702 | 470653.0048 |
| 20                                    | 2274669.9738 | 470712.1053 | 211             | 2274562.1667 | 470652.9181 |
| 21                                    | 2274669.5894 | 470712.0390 | 212             | 2274561.9595 | 470652.8404 |
| 22                                    | 2274669.2034 | 470711.9825 | 213             | 2274561.7490 | 470652.7720 |
| 23                                    | 2274668.8161 | 470711.9360 | 214             | 2274561.5358 | 470652.7130 |
| 24                                    | 2274668.4277 | 470711.8994 | 215             | 2274561.3201 | 470652.6634 |
| 25                                    | 2274668.0678 | 470711.8756 | 216             | 2274561.1025 | 470652.6235 |
| 26                                    | 2274640.4458 | 470710.3213 | 217             | 2274560.8833 | 470652.5932 |
| 27                                    | 2274621.8985 | 470709.2776 | 218             | 2274560.6630 | 470652.5726 |
| 28                                    | 2274616.3606 | 470717.7337 | 219             | 2274560.4420 | 470652.5618 |
| 29                                    | 2274616.2740 | 470717.8473 | 220             | 2274560.2207 | 470652.5608 |
| 30                                    | 2274616.1795 | 470717.9545 | 221             | 2274559.9996 | 470652.5696 |
| 31                                    | 2274616.0776 | 470718.0546 | 222             | 2274559.7791 | 470652.5881 |
| 32                                    | 2274615.9689 | 470718.1472 | 223             | 2274559.5596 | 470652.6164 |
| 33                                    | 2274615.8538 | 470718.2319 | 224             | 2274559.3416 | 470652.6543 |
| 34                                    | 2274615.7329 | 470718.3081 | 225             | 2274559.2877 | 470652.6665 |

| <b>COORDENADAS DEL POLÍGONO CUSTF</b> |              |             |                 |              |             |
|---------------------------------------|--------------|-------------|-----------------|--------------|-------------|
| <b>VÉRTICES</b>                       | <b>Y</b>     | <b>X</b>    | <b>VÉRTICES</b> | <b>Y</b>     | <b>X</b>    |
| 35                                    | 2274615.6070 | 470718.3754 | 226             | 2274451.4897 | 470675.1460 |
| 36                                    | 2274615.4765 | 470718.4337 | 227             | 2274462.8405 | 470657.8138 |
| 37                                    | 2274615.3422 | 470718.4824 | 228             | 2274522.5550 | 470645.3614 |
| 38                                    | 2274615.2048 | 470718.5215 | 229             | 2274632.2815 | 470477.8152 |
| 39                                    | 2274615.0650 | 470718.5507 | 230             | 2274632.7615 | 470477.1946 |
| 40                                    | 2274614.9234 | 470718.5698 | 231             | 2274633.3327 | 470476.6567 |
| 41                                    | 2274614.7808 | 470718.5787 | 232             | 2274633.9810 | 470476.2148 |
| 42                                    | 2274614.6379 | 470718.5775 | 233             | 2274634.6905 | 470475.8798 |
| 43                                    | 2274614.4955 | 470718.5661 | 234             | 2274635.4436 | 470475.6599 |
| 44                                    | 2274614.3543 | 470718.5445 | 235             | 2274636.2219 | 470475.5604 |
| 45                                    | 2274614.2150 | 470718.5130 | 236             | 2274637.0061 | 470475.5840 |
| 46                                    | 2274614.0783 | 470718.4716 | 237             | 2274637.7770 | 470475.7300 |
| 47                                    | 2274613.9449 | 470718.4205 | 238             | 2274638.5156 | 470475.9947 |
| 48                                    | 2274613.8154 | 470718.3600 | 239             | 2274639.2036 | 470476.3717 |
| 49                                    | 2274613.6906 | 470718.2905 | 240             | 2274640.0402 | 470476.9196 |
| 50                                    | 2274613.6309 | 470718.2513 | 241             | 2274645.5189 | 470468.5539 |
| 51                                    | 2274600.8810 | 470709.9015 | 242             | 2274658.0673 | 470476.7719 |
| 52                                    | 2274600.8213 | 470709.8623 | 243             | 2274641.6314 | 470501.8689 |
| 53                                    | 2274600.7076 | 470709.7757 | 244             | 2274629.0829 | 470493.6509 |
| 54                                    | 2274600.6005 | 470709.6813 | 245             | 2274537.3595 | 470633.7082 |
| 55                                    | 2274600.5003 | 470709.5794 | 246             | 2274536.9717 | 470634.4204 |
| 56                                    | 2274600.4077 | 470709.4706 | 247             | 2274536.7041 | 470635.1858 |
| 57                                    | 2274600.3231 | 470709.3555 | 248             | 2274536.5638 | 470635.9845 |
| 58                                    | 2274600.2469 | 470709.2347 | 249             | 2274536.5544 | 470636.7953 |
| 59                                    | 2274600.1795 | 470709.1087 | 250             | 2274536.6762 | 470637.5970 |
| 60                                    | 2274600.1213 | 470708.9782 | 251             | 2274536.9260 | 470638.3685 |
| 61                                    | 2274600.0725 | 470708.8440 | 252             | 2274537.2972 | 470639.0894 |
| 62                                    | 2274600.0334 | 470708.7065 | 253             | 2274537.7801 | 470639.7409 |
| 63                                    | 2274600.0043 | 470708.5667 | 254             | 2274538.3619 | 470640.3057 |
| 64                                    | 2274599.9852 | 470708.4251 | 255             | 2274539.0274 | 470640.7690 |
| 65                                    | 2274599.9762 | 470708.2825 | 256             | 2274539.7590 | 470641.1187 |
| 66                                    | 2274599.9774 | 470708.1397 | 257             | 2274540.5375 | 470641.3456 |
| 67                                    | 2274599.9889 | 470707.9973 | 258             | 2274541.3424 | 470641.4436 |
| 68                                    | 2274600.0104 | 470707.8560 | 259             | 2274576.8862 | 470634.0315 |
| 69                                    | 2274600.0420 | 470707.7167 | 260             | 2274612.4282 | 470626.6198 |
| 70                                    | 2274600.0834 | 470707.5800 | 261             | 2274612.6423 | 470626.5752 |
| 71                                    | 2274600.1345 | 470707.4466 | 262             | 2274613.0649 | 470626.4769 |
| 72                                    | 2274600.1949 | 470707.3171 | 263             | 2274613.4851 | 470626.3689 |
| 73                                    | 2274600.2645 | 470707.1924 | 264             | 2274613.9027 | 470626.2512 |

| <b>COORDENADAS DEL POLÍGONO CUSTF</b> |              |             |                 |              |             |
|---------------------------------------|--------------|-------------|-----------------|--------------|-------------|
| <b>VÉRTICES</b>                       | <b>Y</b>     | <b>X</b>    | <b>VÉRTICES</b> | <b>Y</b>     | <b>X</b>    |
| 74                                    | 2274600.3036 | 470707.1326 | 265             | 2274614.3175 | 470626.1240 |
| 75                                    | 2274600.3115 | 470707.1205 | 266             | 2274614.7292 | 470625.9872 |
| 76                                    | 2274601.3993 | 470705.4595 | 267             | 2274615.1377 | 470625.8410 |
| 77                                    | 2274601.3743 | 470705.4431 | 268             | 2274615.5427 | 470625.6855 |
| 78                                    | 2274607.1698 | 470696.5936 | 269             | 2274615.9440 | 470625.5206 |
| 79                                    | 2274603.8318 | 470694.3816 | 270             | 2274616.3415 | 470625.3466 |
| 80                                    | 2274606.7081 | 470689.9897 | 271             | 2274616.7348 | 470625.1635 |
| 81                                    | 2274610.0580 | 470692.1835 | 272             | 2274617.1238 | 470624.9714 |
| 82                                    | 2274610.1624 | 470692.0240 | 273             | 2274617.5082 | 470624.7703 |
| 83                                    | 2274620.5040 | 470699.0246 | 274             | 2274617.8880 | 470624.5605 |
| 84                                    | 2274627.3049 | 470703.4785 | 275             | 2274618.2628 | 470624.3420 |
| 85                                    | 2274627.3712 | 470703.5219 | 276             | 2274618.6325 | 470624.1149 |
| 86                                    | 2274627.5093 | 470703.6003 | 277             | 2274618.9969 | 470623.8794 |
| 87                                    | 2274627.6520 | 470703.6697 | 278             | 2274619.3557 | 470623.6356 |
| 88                                    | 2274627.7988 | 470703.7300 | 279             | 2274619.7089 | 470623.3835 |
| 89                                    | 2274627.9492 | 470703.7808 | 280             | 2274620.0561 | 470623.1234 |
| 90                                    | 2274628.1025 | 470703.8220 | 281             | 2274620.3973 | 470622.8554 |
| 91                                    | 2274628.2581 | 470703.8534 | 282             | 2274620.7322 | 470622.5796 |
| 92                                    | 2274628.4153 | 470703.8748 | 283             | 2274621.0607 | 470622.2962 |
| 93                                    | 2274628.5736 | 470703.8863 | 284             | 2274621.3825 | 470622.0053 |
| 94                                    | 2274628.7323 | 470703.8876 | 285             | 2274621.6976 | 470621.7070 |
| 95                                    | 2274628.8908 | 470703.8789 | 286             | 2274622.0058 | 470621.4016 |
| 96                                    | 2274629.0484 | 470703.8602 | 287             | 2274622.3068 | 470621.0891 |
| 97                                    | 2274629.2045 | 470703.8315 | 288             | 2274622.6005 | 470620.7699 |
| 98                                    | 2274629.3585 | 470703.7930 | 289             | 2274622.8869 | 470620.4439 |
| 99                                    | 2274629.5097 | 470703.7447 | 290             | 2274623.1656 | 470620.1115 |
| 100                                   | 2274629.6576 | 470703.6870 | 291             | 2274623.4367 | 470619.7727 |
| 101                                   | 2274629.8015 | 470703.6200 | 292             | 2274623.6998 | 470619.4277 |
| 102                                   | 2274629.9408 | 470703.5441 | 293             | 2274623.9550 | 470619.0768 |
| 103                                   | 2274630.0751 | 470703.4594 | 294             | 2274624.2020 | 470618.7202 |
| 104                                   | 2274630.2037 | 470703.3664 | 295             | 2274624.3511 | 470618.4937 |
| 105                                   | 2274630.3262 | 470703.2654 | 296             | 2274657.8447 | 470567.3507 |
| 106                                   | 2274630.4420 | 470703.1569 | 297             | 2274657.9179 | 470567.2376 |
| 107                                   | 2274630.5507 | 470703.0412 | 298             | 2274658.1464 | 470566.9040 |
| 108                                   | 2274630.6518 | 470702.9189 | 299             | 2274658.3832 | 470566.5763 |
| 109                                   | 2274630.7450 | 470702.7904 | 300             | 2274658.6281 | 470566.2547 |
| 110                                   | 2274630.7659 | 470702.7567 | 301             | 2274658.8810 | 470565.9392 |
| 111                                   | 2274632.6272 | 470699.9147 | 302             | 2274659.1417 | 470565.6302 |
| 112                                   | 2274637.3272 | 470692.7380 | 303             | 2274659.4101 | 470565.3278 |

| <b>COORDENADAS DEL POLÍGONO CUSTF</b> |              |             |                 |              |             |
|---------------------------------------|--------------|-------------|-----------------|--------------|-------------|
| <b>VÉRTICES</b>                       | <b>Y</b>     | <b>X</b>    | <b>VÉRTICES</b> | <b>Y</b>     | <b>X</b>    |
| 113                                   | 2274636.4907 | 470692.1896 | 304             | 2274659.6859 | 470565.0322 |
| 114                                   | 2274628.1527 | 470686.7291 | 305             | 2274659.9690 | 470564.7437 |
| 115                                   | 2274628.0479 | 470686.6611 | 306             | 2274660.2593 | 470564.4622 |
| 116                                   | 2274627.7735 | 470686.4708 | 307             | 2274660.5566 | 470564.1882 |
| 117                                   | 2274627.5050 | 470686.2723 | 308             | 2274660.8606 | 470563.9217 |
| 118                                   | 2274627.2426 | 470686.0657 | 309             | 2274661.1712 | 470563.6628 |
| 119                                   | 2274626.9867 | 470685.8512 | 310             | 2274661.4881 | 470563.4119 |
| 120                                   | 2274626.7373 | 470685.6291 | 311             | 2274661.8113 | 470563.1689 |
| 121                                   | 2274626.4948 | 470685.3995 | 312             | 2274662.1404 | 470562.9341 |
| 122                                   | 2274626.2594 | 470685.1626 | 313             | 2274662.4753 | 470562.7076 |
| 123                                   | 2274626.0313 | 470684.9187 | 314             | 2274662.8158 | 470562.4896 |
| 124                                   | 2274625.8107 | 470684.6680 | 315             | 2274663.1616 | 470562.2801 |
| 125                                   | 2274625.5978 | 470684.4108 | 316             | 2274663.5125 | 470562.0794 |
| 126                                   | 2274625.3929 | 470684.1472 | 317             | 2274663.8684 | 470561.8875 |
| 127                                   | 2274625.1960 | 470683.8774 | 318             | 2274664.2290 | 470561.7046 |
| 128                                   | 2274625.0073 | 470683.6019 | 319             | 2274664.5940 | 470561.5308 |
| 129                                   | 2274624.8272 | 470683.3207 | 320             | 2274664.9632 | 470561.3661 |
| 130                                   | 2274624.6556 | 470683.0342 | 321             | 2274665.3365 | 470561.2108 |
| 131                                   | 2274624.4929 | 470682.7426 | 322             | 2274665.7135 | 470561.0648 |
| 132                                   | 2274624.3390 | 470682.4462 | 323             | 2274666.0941 | 470560.9284 |
| 133                                   | 2274624.1942 | 470682.1453 | 324             | 2274666.4780 | 470560.8015 |
| 134                                   | 2274624.0586 | 470681.8401 | 325             | 2274666.8649 | 470560.6842 |
| 135                                   | 2274623.9324 | 470681.5310 | 326             | 2274667.2546 | 470560.5767 |
| 136                                   | 2274623.8156 | 470681.2182 | 327             | 2274667.6469 | 470560.4789 |
| 137                                   | 2274623.7083 | 470680.9019 | 328             | 2274668.0416 | 470560.3910 |
| 138                                   | 2274623.6107 | 470680.5826 | 329             | 2274668.4383 | 470560.3131 |
| 139                                   | 2274623.5228 | 470680.2604 | 330             | 2274668.8368 | 470560.2450 |
| 140                                   | 2274623.4447 | 470679.9357 | 331             | 2274669.2369 | 470560.1870 |
| 141                                   | 2274623.4106 | 470679.7723 | 332             | 2274669.6383 | 470560.1390 |
| 142                                   | 2274619.2037 | 470659.5978 | 333             | 2274670.0409 | 470560.1010 |
| 143                                   | 2274619.1645 | 470659.4098 | 334             | 2274670.4442 | 470560.0732 |
| 144                                   | 2274619.0762 | 470659.0336 | 335             | 2274670.8481 | 470560.0554 |
| 145                                   | 2274618.9783 | 470658.6598 | 336             | 2274671.2523 | 470560.0478 |
| 146                                   | 2274618.8707 | 470658.2886 | 337             | 2274671.6566 | 470560.0503 |
| 147                                   | 2274618.7537 | 470657.9203 | 338             | 2274672.0607 | 470560.0629 |
| 148                                   | 2274618.6272 | 470657.5552 | 339             | 2274672.2625 | 470560.0742 |
| 149                                   | 2274618.4913 | 470657.1935 | 340             | 2274695.8905 | 470561.4038 |
| 150                                   | 2274618.3462 | 470656.8353 | 341             | 2274697.7008 | 470561.7606 |
| 151                                   | 2274618.1919 | 470656.4810 | 342             | 2274699.3689 | 470562.5491 |



| COORDENADAS DEL POLÍGONO CUSTF |              |             |          |              |             |
|--------------------------------|--------------|-------------|----------|--------------|-------------|
| VÉRTICES                       | Y            | X           | VÉRTICES | Y            | X           |
| 152                            | 2274618.0285 | 470656.1308 | 343      | 2274703.9232 | 470565.5318 |
| 153                            | 2274617.8561 | 470655.7850 | 344      | 2274704.6629 | 470564.4024 |
| 154                            | 2274617.6749 | 470655.4437 | 345      | 2274710.1005 | 470567.9635 |
| 155                            | 2274617.4850 | 470655.1071 | 346      | 2274686.2426 | 470604.3935 |
| 156                            | 2274617.2865 | 470654.7756 | 347      | 2274696.3483 | 470611.0117 |
| 157                            | 2274617.0795 | 470654.4493 | 348      | 2274715.7428 | 470581.3972 |
| 158                            | 2274616.8642 | 470654.1284 | 349      | 2274738.4275 | 470596.1713 |
| 159                            | 2274616.6407 | 470653.8132 | 350      | 2274754.6115 | 470571.4592 |
| 160                            | 2274616.4091 | 470653.5038 | 351      | 2274754.8596 | 470571.0528 |
| 161                            | 2274616.1697 | 470653.2005 | 352      | 2274755.1554 | 470570.4910 |
| 162                            | 2274615.9225 | 470652.9035 | 353      | 2274755.4149 | 470569.9116 |
| 163                            | 2274615.6677 | 470652.6129 | 354      | 2274755.6372 | 470569.3169 |
| 164                            | 2274615.4056 | 470652.3290 | 355      | 2274755.8213 | 470568.7093 |
| 165                            | 2274615.1362 | 470652.0519 | 356      | 2274755.9665 | 470568.0913 |
| 166                            | 2274614.8598 | 470651.7819 | 357      | 2274756.0722 | 470567.4653 |
| 167                            | 2274614.5766 | 470651.5190 | 358      | 2274756.1380 | 470566.8338 |
| 168                            | 2274614.2866 | 470651.2636 | 359      | 2274756.1636 | 470566.1995 |
| 169                            | 2274613.9902 | 470651.0157 | 360      | 2274756.1489 | 470565.5647 |
| 170                            | 2274613.6875 | 470650.7755 | 361      | 2274756.0940 | 470564.9322 |
| 171                            | 2274613.3787 | 470650.5432 | 362      | 2274755.9991 | 470564.3045 |
| 172                            | 2274613.0640 | 470650.3189 | 363      | 2274755.8646 | 470563.6840 |
| 173                            | 2274612.7437 | 470650.1027 | 364      | 2274755.6909 | 470563.0734 |
| 174                            | 2274612.4179 | 470649.8949 | 365      | 2274755.4789 | 470562.4749 |
| 175                            | 2274612.0868 | 470649.6956 | 366      | 2274755.2294 | 470561.8911 |
| 176                            | 2274611.7507 | 470649.5049 | 367      | 2274754.9434 | 470561.3244 |
| 177                            | 2274611.4099 | 470649.3228 | 368      | 2274754.6220 | 470560.7768 |
| 178                            | 2274611.0644 | 470649.1496 | 369      | 2274754.2665 | 470560.2508 |
| 179                            | 2274610.7146 | 470648.9854 | 370      | 2274753.8783 | 470559.7484 |
| 180                            | 2274610.3607 | 470648.8302 | 371      | 2274753.4591 | 470559.2716 |
| 181                            | 2274610.0030 | 470648.6842 | 372      | 2274753.0105 | 470558.8224 |
| 182                            | 2274609.6415 | 470648.5474 | 373      | 2274752.5343 | 470558.4025 |
| 183                            | 2274609.2767 | 470648.4200 | 374      | 2274751.9696 | 470557.9651 |
| 184                            | 2274608.9087 | 470648.3021 | 375      | 2274745.6744 | 470553.8423 |
| 185                            | 2274608.5379 | 470648.1936 | 376      | 2274805.1141 | 470463.0807 |
| 186                            | 2274608.1643 | 470648.0947 | 377      | 2274836.3234 | 470483.5197 |
| 187                            | 2274607.7883 | 470648.0055 | 378      | 2275318.6441 | 469747.0388 |
| 188                            | 2274607.4101 | 470647.9260 | 379      | 2275381.3897 | 469788.1308 |
| 189                            | 2274607.0301 | 470647.8562 | 380      | 2275444.1290 | 469829.2187 |
| 190                            | 2274606.6483 | 470647.7963 | 1        | 2274868.8694 | 470707.6130 |

| COORDENADAS DEL POLÍGONO CUSTF |              |             |                    |   |   |
|--------------------------------|--------------|-------------|--------------------|---|---|
| VÉRTICES                       | Y            | X           | VÉRTICES           | Y | X |
| 191                            | 2274606.2651 | 470647.7462 | SUPERFICIE 33.3277 |   |   |

#### II.2.4 PREPARACIÓN DEL SITIO Y CONSTRUCCIÓN.

**PREPARACIÓN DEL SITIO.** La preparación del sitio para la construcción del proyecto consistirá principalmente en desmontes, despalmes, excavaciones y nivelaciones del terreno. El polígono bajo estudio consta de áreas predominantemente herbáceas y arbustivas con una vocación diferente al forestal; pero también existen áreas con vocación forestal por el tamaño diamétrico de sus arbustos y árboles productos de sucesión secundaria de la Selva Mediana Subperennifolia.

**DESMONTES Y DESPALMES.** El tipo de material por remover será primordialmente de tipo arbustivo y el arbóreo, principalmente en las áreas forestales.

**A. Ejecución de los trabajos.** Se realizará la limpieza general del área y posteriormente el despalme y desmonte, removiendo la vegetación y la primera capa del sustrato. Para realizar lo anterior se utilizará un tractor D-8 capaz de remover la capa vegetal desde la raíz. Esta actividad será apoyada con personal equipado con herramienta manual para realizar el desmonte fino. Los residuos vegetales y de despalme (piedras y tierra) generados serán segregados y acumulados en un extremo adyacente al área de afectación, dentro del predio, hasta su disposición final. Las piedras obtenidas de esta manera podrán servir para las actividades posteriores de cimentación.

**B. Tipo de material por remover.** Los materiales por remover son los que conforman la primera capa de suelo (tierra y piedras), así como rocas medianas y grandes, herbáceas, diferentes arbustos y árboles jóvenes de selva mediana.

**C. Forma de manejo, traslado y disposición final de material de desmonte.** Los residuos vegetales generados se acumularán temporalmente en el área afectada, dentro del terreno, hasta finalizar la fase de despalme. Estos residuos serán trozados (los troncos y ramas mayores) con ayuda de herramienta manual. Se mantendrán separados de otros tipos de residuos y se trasladarán al relleno sanitario para su disposición final mediante camiones de volteo de 3-4 m<sup>3</sup>. Con ayuda de cargador frontal o retroexcavadora, serán apilados en los transportes para evitar caídas durante el traslado y para optimizar el espacio de carga. Este material removido deberá cubrirse durante su traslado.

**D. Sitios establecidos para la disposición de los materiales.** Los residuos vegetales generados serán trasladados al relleno sanitario de la ciudad o bien donde la autoridad lo dictamine. Los residuos resultantes del despalme (piedras-tierra) serán utilizados para la cimentación y rellenos posteriores a ésta, por lo que permanecerán en el área de trabajo hasta esta etapa de construcción. Los excedentes del despalme, que no resulten útiles para cimentación, se retirarán del sitio disponiéndolos en otras obras que requieran rellenos previos o bien en un banco de material en restauración designado por la autoridad competente.

**EXCAVACIONES, COMPACTACIONES Y/O NIVELACIONES.** En términos generales, las excavaciones se realizarán con ayuda de retroexcavadora sobre el suelo tipo B o C; en el caso del suelo tipo A se utilizaran picos y palas para desalojar el material.

El proceso para realizar los rellenos es a base de acamellonamiento del material traído de fuera o de la propia obra en camiones de volteo; luego es tendido por una motoconformadora, con la cual el material toma un nivel y una textura preliminar que finalmente es compacta con una vibrocompactadora tandem con rodillo metálico. Para la ejecución de estos trabajos se requerirá de diferentes retroexcavadoras con martillo y, los rellenos y terraplenes se realizarán con camiones de volteo, motoconformadoras y vibrocompactadora.

Se realizarán excavaciones en la etapa de construcción, para la cimentación. El material sobrante de esta actividad será utilizado posteriormente para el propio relleno de las excavaciones, o será utilizado en el acondicionamiento de las áreas verdes o de conservación del proyecto. La generación de residuos pétreos o material sobrante de esta actividad será nula o muy escasa, ya que se trasladarán al sitio solo los volúmenes requeridos.

**CORTES.** El terreno es prácticamente plano por lo que no se realizarán cortes importantes a la roca que subyace al predio, de requerirse el material será utilizado en compensación para su acomodo en partes bajas u hondonadas en el mismo predio.

Los cortes que sean necesarios realizar, se harán con un bulldozer con cuchilla frontal, y/o con retroexcavadora con martillo neumático, para removerlo con cargador frontal, para ser reubicado en el mismo predio, o retirado. Una vez retirado el material suelto escarificado del terreno natural, se verificarán los niveles de proyecto para pavimentos. Se removerá la arena limosa cementada y la roca alterada; el material excedente de cortes, será transportado hacia un banco de relleno aprobado, en camiones de volteo con capacidad suficiente para su traslado; en todos los casos de transporte de material suelto o disgregado, deberá ser tapado con una lona para evitar su dispersión al aire.

**RELLENOS.** El material para efectuar el relleno será adquirido de bancos de materiales existentes autorizados, por lo que no se requerirá de la apertura de nuevos bancos.

Para trasladar el material de relleno se utilizarán camiones de volteo. La técnica constructiva utilizada será la de vaciado, compactación y nivelación. En el caso del relleno en el interior de los edificios, una vez terminada la cimentación y las cadenas de cimentación se rellena el interior de los edificios en capas de 20 cm compactos hasta una altura de 45 cm en promedio, con la ayuda de un bob cat y una bailarina por lote.

**CONSTRUCCIÓN.** Las obras proyectadas en el presente estudio son diversas, tal como se puede observar en la siguiente figura:

Para visualizar el cuadro de áreas se presenta la siguiente lámina de conjunto en donde se puede observar la sombra del proyecto.

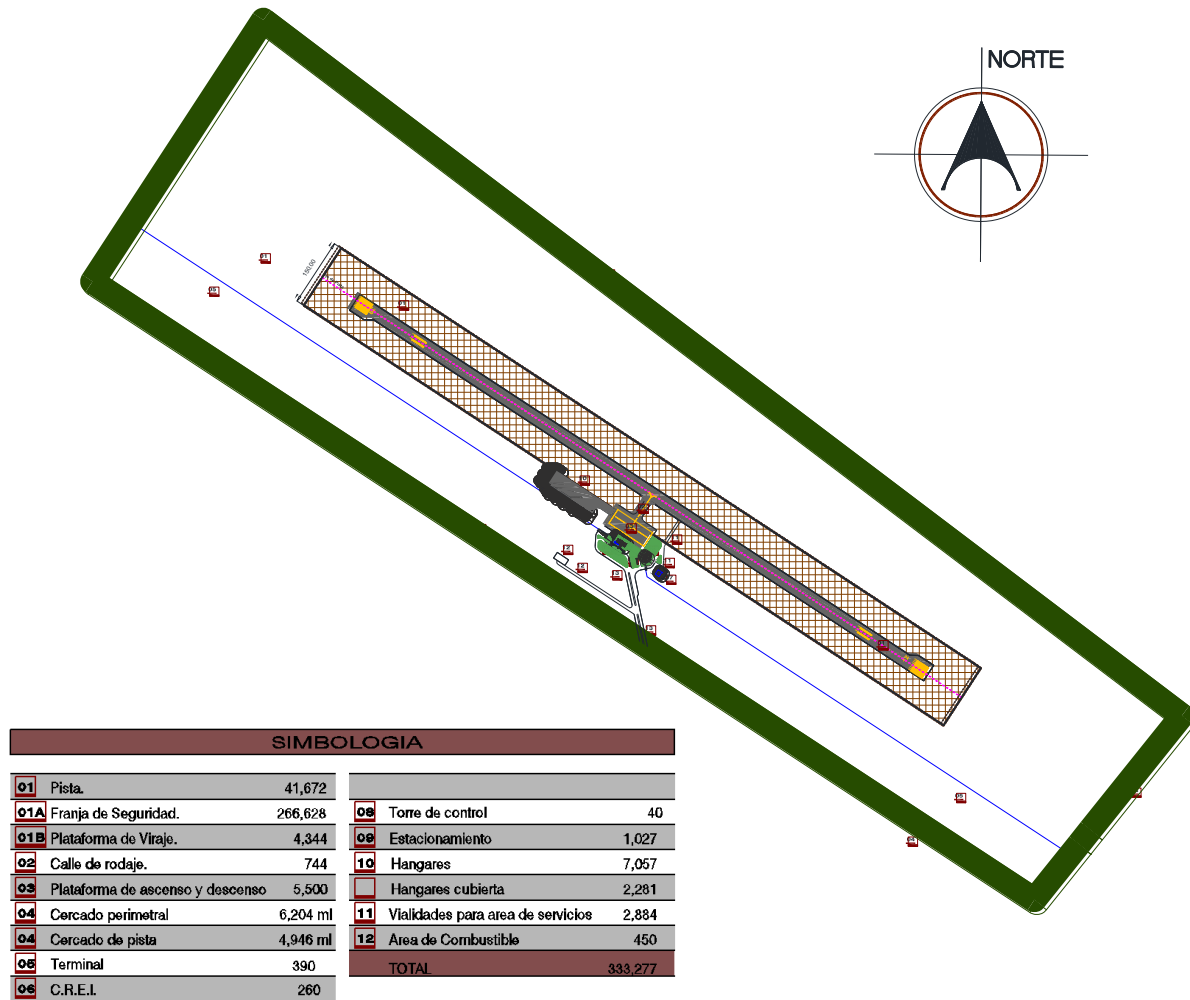


Figura 2.5. Sombra del proyecto con su respectivo cuadro de áreas.

A continuación se presenta las áreas a ocupar por las obras y usos del presente proyecto:

Tabla 2.8. Usos del suelo y obras pretendidas por el proyecto.

| OBRAS                            | SUPERFICIE (m2) | SUPERFICIE (ha) | PORCENTAJE (%) |
|----------------------------------|-----------------|-----------------|----------------|
| Pista                            | 41672           | 33.3277         | 21.81          |
| Franja de seguridad              | 266628          |                 |                |
| Plataforma de Viraje             | 4344            |                 |                |
| Calle de Rodaje                  | 744             |                 |                |
| Plataforma de ascenso y descenso | 5500            |                 |                |
| Cercado perimetral               | 6204 mL         |                 |                |
| Cercado de pista                 | 4946 mL         |                 |                |
| Terminal                         | 390             |                 |                |
| Cuerpo de Rescate de Extinción   | 260             |                 |                |

| OBRAS                            | SUPERFICIE (m2) | SUPERFICIE (ha) | PORCENTAJE (%) |
|----------------------------------|-----------------|-----------------|----------------|
| de Incendios (CREI)              |                 |                 |                |
| Torre de Control                 | 40              |                 |                |
| Estacionamiento                  | 1027            |                 |                |
| Hangares                         | 7057            |                 |                |
| Hangares cubierta                | 2281            |                 |                |
| Vialidades para área de servicio | 2884            |                 |                |
| Área de combustible              | 450             |                 |                |
| Superficie de conservación       |                 | 119.4882        | 78.19          |
| <b>TOTAL</b>                     |                 | <b>152.8159</b> | <b>100.00</b>  |

**Tabla 2.9.** Etapas de construcción de las obras pretendidas por el proyecto.

| <b>SUPERFICIES DE CONSTRUCCIÓN</b>                 |                                   |                                   |
|--|-----------------------------------|-----------------------------------|
| <b>ETAPA I</b>                                     | <b>SUPERFICIE (m<sup>2</sup>)</b> | <b>SUPERFICIE (m<sup>2</sup>)</b> |
| Pista  | 41,672                            | 318,888                           |
| Franja de seguridad                                | 266,628                           |                                   |
| Plataforma de Viraje                               | 4,344                             |                                   |
| Calle de Rodaje                                    | 744                               |                                   |
| Plataforma de ascenso y descenso                   | 5,500                             |                                   |
| Cercado perimetral                                 | 6,204 mL                          |                                   |
| Cercado de pista                                   | 4,946 mL                          |                                   |
| <b>ETAPA II</b>                                    | <b>SUPERFICIE (m2)</b>            |                                   |
| Terminal   | 390                               | 14,389                            |
| Cuerpo de Rescate de Extinción de Incendios (CREI) | 260                               |                                   |
| Torre de Control                                   | 40                                |                                   |
| Estacionamiento                                    | 1,027                             |                                   |
| Hangares   | 7,057                             |                                   |
| Hangares cubierta                                  | 2,281                             |                                   |
| Vialidades para área de servicio                   | 2,884                             |                                   |
| Área de combustible                                | 450                               |                                   |
| <b>TOTAL</b>                                       |                                   | <b>333,277</b>                    |

**Descripción general del proyecto y su operación.** El proyecto propuesto contempla la reubicación del aeródromo de Playa del Carmen a un nuevo sitio a una distancia de 25 kms de la Ciudad; con la finalidad de mejorar la seguridad y calidad del servicio que se presta actualmente.

El terreno propuesto está situado al Suroeste de Playa del Carmen, a 10.75 kms de la carretera Federal y Al Nor-noreste de Puerto Aventuras, municipio de Solidaridad Q. Roo; el predio se encuentra sobre el km. 277 + 162 de la Carretera Federal Tulum-Playa del Carmen a un radio de distancia de 18.7 km del aeródromo actual, con una superficie

152.815879 has, en la cual se pretende construir los siguientes espacios: *Pista, calle de rodaje, plataforma de ascenso y descenso, camino de acceso, cercado de predio y parcial de la pista, terminal, cuerpo de rescate de extinción de incendios (CREI), torre de control, estacionamiento, hangares, vialidades para área de servicio y estación de combustible.*

La ejecución del proyecto, se realizara en **dos etapas** (Ver tabla de programación por etapas), dividido en **Etapa 1**, el cual consistirá en la construcción de la pista, calle de rodaje, plataforma de ascenso y descenso y cercado del predio y de la pista, esta tendrá una duración de 7 meses aproximadamente.

La **etapa 2** consistirá en la construcción de la terminal, CREI, torre de control, estacionamiento, línea de conducción de agua potable, hangares, vialidades de servicios, electrificación y alumbrado y estación de combustible.

A continuación se describe brevemente las siguientes obras a establecer a través de este proyecto:

**PISTA.** Es la franja de terreno preparada y acondicionada de un aeropuerto en la que se realizan los aterrizajes, despegues y rodaje de las aeronaves.

En el caso particular del presente proyecto quedará orientada de sureste a noroeste. Las características y dimensiones del aeródromo corresponden a un tipo 3C, lo que se refiere a que el uso será para aeronaves pequeñas y medianas de ala baja, con una dimensión de 1,500 metros de largo y 30 metros de ancho, calles de media vuelta en ambas cabeceras con una superficie de 2,200 m<sup>2</sup> cada una y una superficie total de la pista de 46,757 m<sup>2</sup>. Según el manual de Diseño de Aeródromos de la Organización Civil Internacional, el proyecto propuesto corresponde a un aeródromo con clave de referencia 3 (longitudes desde 1,200 metros hasta 1,800 metros), y con clave C (envergaduras desde 24 metros hasta 36 metros).

La pendiente longitudinal será del 1%. Se construirá la superficie sin irregularidades que den como resultado la pérdida de las características de rozamiento, o afecten adversamente de cualquier otra forma el despegue y el aterrizaje de un avión. El pavimento será de carpeta asfáltica, fabricada en planta y mezcla en caliente, señalizada con pintura termoplástica con elementos reflejantes y que estará asentada sobre un cuerpo de terracería. Asimismo, tendrá pendientes longitudinales y transversales que no sobrepasen el 2%, en esta zona se considera también una franja de seguridad de 60 metros por cada lado y en cada una de las cabeceras tendrá una franja de seguridad de 90 metros.

**CALLE DE RODAJE.** Son las franjas de terreno preparadas y acondicionadas en un aeropuerto para que la aeronave ruede después de salir de la pista tras el aterrizaje, hasta su posición en plataforma y de ésta a la cabecera de la pista para iniciar su despegue.

Por lo tanto, se destinara a proporcionar el enlace entre la pista y la plataforma de ascenso y descenso, contara con una longitud de 45 metros, un ancho de 15 metros y una superficie de 675.00 metros cuadrados, será de carpeta asfáltica fabricada en planta y mezcla en caliente, señalizada con pintura termoplástica con elementos reflejantes y que estará asentada sobre un cuerpo de terracería.

**PLATAFORMA DE ASCENSO Y DESCENSO.** Es la superficie acondicionada en el aeropuerto para que las aeronaves se estacionen y realicen sus operaciones de carga y descarga de pasajeros y dotación de servicios a la aeronave.

El área total de la plataforma a establecer en el presente proyecto será suficiente para permitir el movimiento rápido de tránsito en los periodos de densidad máxima propuesta, con pendientes suficientes para impedir la acumulación de agua en la superficie, por lo que no excederán el 1%. Estará conectado con la calle de rodaje y la pista para el ascenso y descenso de los pasajeros, contará con una sección de 55 x 100 mts. Y una superficie de 5,500 m<sup>2</sup>. El pavimento será de carpeta asfáltica fabricada en plantas y mezcla en caliente, señalizada con pintura termoplástica con elementos reflejantes y que estarán asentados sobre un cuerpo de terracería.

**CERCADO PERIMETRAL Y DE PISTA.** El cercado perimetral del predio, tendrá una longitud de 6,204 ml. y será a base de 1,550 postes prefabricados de concreto armado con una sección cuadrada de 0.15 x 0.15 mts. a cada 4.00 mts. aproximadamente, y una altura de 2.00 mts. de los cuales se hincaran 0.40 mts sobre un dado de concreto de sección 0.30 x 0.30 mts, adicionalmente se instalara en el sentido horizontal alambre galvanizado a cada 0.40 mts. La función básicamente es delimitar la poligonal envolvente y evitar el paso de animales al predio.

El cercado de la pista por su parte, funciona de igual manera para evitar el paso de animales al área de la pista así como para lograr un área de seguridad en las operaciones aéreas, tendrá una longitud de 4,946 ml. y será a base de tubos galvanizados de 1 ½" y 1 ¼", de 2.50 mts del altura a cada 3.00 mts promedio y malla ciclónica del número 10, los postes serán ahogados en un dado de concreto y perimetralmente tendrá un rodapié a base de concreto armado, como complemento estructural tendrá un pie de amigo a cada 9 mts promedio.

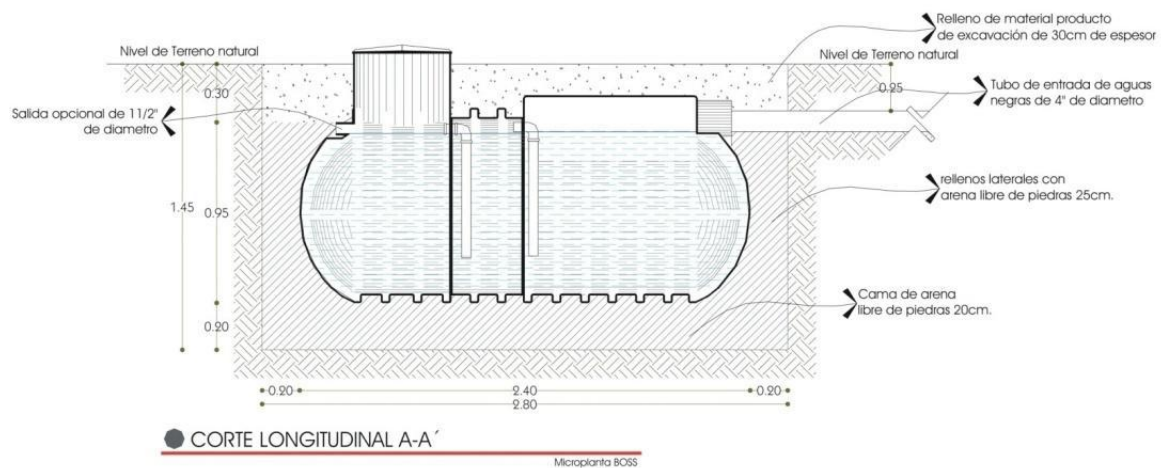
**TERMINAL.** El edificio terminal de pasajeros es el más importante del área terminal; para determinar su geometría existen conceptos que se han desarrollado en la búsqueda de la mejor respuesta de integración de la operación de la zona aeronáutica con la zona de procesos de pasajeros, administración y mantenimiento. Estos conceptos son fundamentales en el diseño de la planeación del área terminal ya que los errores en determinación o en sus variantes acarrearán costosos ajustes, obras ineficientes y problemas en la operación y procesos de pasajeros.

El edificio tendrá una superficie de construcción de 390.00 m<sup>2</sup> y una altura de 5.00 metros; así mismo, contará con un área de motor lobby para el ascenso y descenso de los usuarios, ambulatorio con, sala de espera para 12 personas, zona de revisión de equipaje, 2 locales comerciales, snack bar con barra y zona de comensales para capacidad de 8 personas, sanitarios públicos para damas y caballeros, bodegas de servicios generales y oficinas administrativas que lo conforma el comandante y el administrador VIP-SAESA cada una con su respectivo baño y del cual se tendrá una vista completa de la pista, este proyecto logra la mejor relación entre el usuario y el prestador de servicios, teniendo siempre presente la idea de factibilidad en términos constructivos, funcionales y estéticos.

El proceso constructivo se ejecutará mediante zapatas aisladas, traveses y dados de concreto armado en cimentación; la estructura será a base de columnas y traveses de concreto armado, con muros de block rigidizados con castillos armados y ahogados, cubierta de losa maciza de concreto armado y de vigueta y bovedilla.

Es importante mencionar que los sanitarios públicos, los baños de las oficinas administrativas y del área comercial (2 locales) serán conectados cada uno a una micro planta de tratamiento prefabricado (Boss Technology Inc.) para dar tratamiento a las aguas residuales de origen doméstico y sanitario.

La micro planta de tratamiento prefabricado es un sistema que funciona como tanque biodigestor con tratamiento de agua, misma que una vez tratada se almacenará en otro depósito para su posterior empleo en riego de áreas verdes.



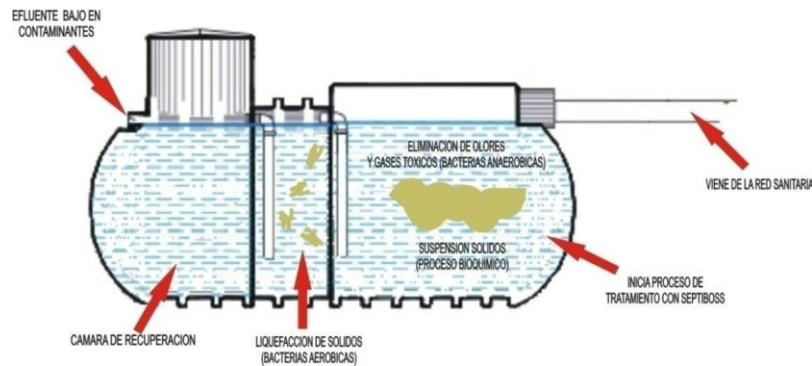
**Figura 2.6.** Esquema de una microplanta de tratamiento de aguas residuales (Boss technology).

**Descripción del fabricante:** Cuando el agente de tratamiento de Boss technology es adicionado a un cuerpo de aguas negras, genera un proceso bioquímico por medio del cual se suspenden los sólidos orgánicos, a la vez que el efecto bactericida selectivo elimina las bacterias anaeróbicas responsables del mal olor y gases tóxicos como el metano. Esto ocasiona que la población bacteriana predominante sean las bacterias aeróbicas, las cuales hacen los sólidos más solubles. Por las fuentes de carbono, se logra una intensa competencia con las demás bacterias, que al no poder competir mueren. Entre ellas se encuentran los coliformes y otras bacterias patógenas, por lo que las aguas tratadas cumplen con las normas emitidas CNA y SEMARNAT.

Capacidad: 2,300 litros.  
Dimensiones: 2.40 x 1.37 x 1.25 m.  
Vida Útil: 30 años.  
Peso: 120 Kg.  
Material: Plástico Termo formado.



## FUNCIONAMIENTO DE MICROPLANTA BOSS TECHNOLOGY



NOTA: Para mayor detalle ver las especificaciones técnicas de la Planta de tratamiento en el apartado de anexos.

**Figura 2.7.** Funcionamiento de la microplanta de tratamiento de aguas residuales (Boss technology).

**ESTACIÓN DE BOMBEROS (CREI).** La estación de bomberos estará ubicado dentro de la zona de servicios y tendrá una superficie de construcción de 260.00m<sup>2</sup> y una altura de 6.30 metros, con dos niveles. La planta baja constará de un área para resguardo de dos vehículos, sala, una cocineta y medio baño, así como áreas de equipamiento, bodega y áreas para herramientas; y la planta alta, de un baño y una habitación para 3 personas.

El proceso constructivo se ejecutará mediante zapatas aisladas, traveses y dados de concreto armado en cimentación; la estructura será a base de columnas y traveses de concreto armado, con muros de block rigidizados con castillos armados y ahogados, rampa de escalera de concreto armado, cubierta de losa de vigueta y bovedilla.

**TORRE DE CONTROL.** La torre tendrá una superficie de 40 metros cuadrados aproximadamente y una altura de 8.00 metros, así mismo, contará con una zona de trabajo del personal técnico. El proceso constructivo se ejecutará mediante zapatas aisladas, traveses y dados de concreto armado en cimentación; la estructura será a base de columnas y traveses de concreto armado, con muros de block rigidizados con castillos armados y ahogados, rampa de escalera en forma de "U" de concreto armado y cubierta de losa maciza de concreto armado.

**ESTACIONAMIENTO.** El estacionamiento es un área que debe de existir en toda edificación así como en los aeródromos, ya que cualquier usuario que la utilice podría necesitar forzosamente un lugar donde dejar su automóvil, el problema de estacionamientos se agudiza con el crecimiento tanto de las ciudades como de la población, así como por la variedad y versatilidad de los automóviles, la accesibilidad de sus precios y las facilidades para su adscripción. Demanda que se incrementa considerablemente en los países con libre mercado en los que se promueven los automóviles de las distintas marcas sin ninguna limitación.

Para el proyecto tendrá una superficie de 1,027 m<sup>2</sup> con las áreas verdes que lo rodean, cuenta con 17 cajones de estacionamiento para empleados y para visitantes, incluyendo la de discapacitados. La vialidad destinada para acceso y maniobras es de 6.00 metros de ancho con una superficie de 1,196.00 m<sup>2</sup> de pavimento. Estará delimitada por

guarniciones de concreto de 0.15 x 0.25 x 0.40 metros y banquetas de concreto de 2.00 metros de ancho y 0.08 metros de espesor.

Contará con áreas verdes rodeadas perimetralmente de piedrín, el pavimento será de carpeta asfáltica de 0.05 metros promedio fabricado en planta y mezcla en caliente, señalizada con pintura termoplástica con elementos reflejantes y que estará asentada sobre un cuerpo de terracería. Así mismo, tendrá pendientes longitudinales y transversales que no sobrepasen el 1%.

**HANGARES.** Con base en el avión de proyecto y la clase de operaciones por realizarse se diseñan los hangares que tienen que cumplir con dos funciones primordiales: proporcionar estancia de los aviones para darles servicio y para hacerles revisión, ya sea preventiva o correctiva.

En el caso del proyecto se encuentra ubicado al lado de la plataforma de ascenso y descenso y con conexión directa con ella a través de una calle de rodaje; la superficie de operación y maniobras es de 7,057 m<sup>2</sup> y en él se albergaran avionetas de pequeña y mediano tamaño, cuenta con una superficie cubierta de 2,281 metros cuadrados; contará con 5 espacios de semiresguardo con cubierta y 2 hangares privados o de abrigo; uno de 25 x 16 metros y otro de 20 x 15 metros.

La calle de rodaje será de 15 metros de ancho y de manera general el pavimento será hecha de carpeta asfáltica fabricada en plantas y mezcla en caliente, señalizada con pintura termoplástica con elementos reflejantes y que estarán asentados sobre un cuerpo de terracería.

El proceso constructivo se ejecutará mediante zapatas aisladas, trabes y dados de concreto armado en cimentación; la estructura será conformada por columnas y trabes a base de perfiles metálicos, en los hangares privados se aislara con muros de block rigidizados con castillos armados y ahogados, toda las cubiertas serán a base de lámina losacero fijada con pernos en trabes metálicas.

#### **VIALIDADES PARA EL ÁREA DE SERVICIOS.**

**VIALIDAD INTERIOR. (DEPENDE DEL ALCANCE DE CAMINO DE ACCESO NUEVO).** Toda obra de Ingeniería civil requiere de caminos de acceso y de vialidades internas y externas, como en el caso de los aeropuertos que requiere de una red vial extensa que intercomunique los diferentes elementos que conforman su infraestructura.

Las vialidades del proyecto tendrán una longitud de 450 metros aproximadamente y va desde el inicio de la poligonal envolvente del predio al área de motor lobby. Contará con una sección general de 15.00 metros promedio y será de doble sentido con un camello central de 2.50 metros. A lo largo de esta vialidad existirá vegetación ocasional de la región y será a base de carpeta asfáltica de 0.05 metros promedio.

**VIALIDAD DE SERVICIOS.** Dentro de la operación del edificio, existirán vialidades internas que conectan a las zonas de servicios. Serán de doble circulación y de un promedio de sección de 7.50 metros, serán a base de carpeta asfáltica con pintura para señalamientos así como también contara con señalamientos para el uso adecuado de ellos.

**ESTACIÓN DE COMBUSTIBLE.** El aeródromo contara con un espacio destinado para el resguardo del combustible para su posterior abastecimiento a las aeronaves. Se ubicara alejado de las zonas de servicios y será a base de tanques prefabricados metálicos semi superficiales. El acceso habrá un patio de maniobras que permita la entrada- carga y retiro de los vehículos de abastecimiento y tendrá un camino de servicio que lo conectara a las zonas complementarias y estará aislado con muros de block, con un portón de seguridad.

## II.2.5 ESTIMACIÓN DEL VOLUMEN POR ESPECIE DE LAS MATERIAS PRIMAS FORESTALES DERIVADAS DEL CAMBIO DE USO DEL SUELO.

Para conocer las especies presentes y estimar el volumen de madera que puede aprovecharse en el área sujeta a CUSTF (33.3277 ha) del predio, se realizaron recorridos preliminares, en los que se observó el estado general de la vegetación.

Con base en lo observado en los recorridos, se decidió levantar un muestreo de la vegetación, mediante sitios de inventario localizados en las zonas forestales del predio.

Posteriormente se procedió a establecer los 7 sitios de muestreo, que fueron de formas rectangulares y distribuidas dentro del polígono bajo estudio. Es importante mencionar que los 7 sitios antes mencionados fueron trazados en el área de CUSTF que se solicita para el desarrollo del proyecto. Los resultados del inventario forestal de los sitios de muestreo son los que serán utilizados para las estimaciones de los volúmenes maderables a remover por el CUSTF que nos concierne.

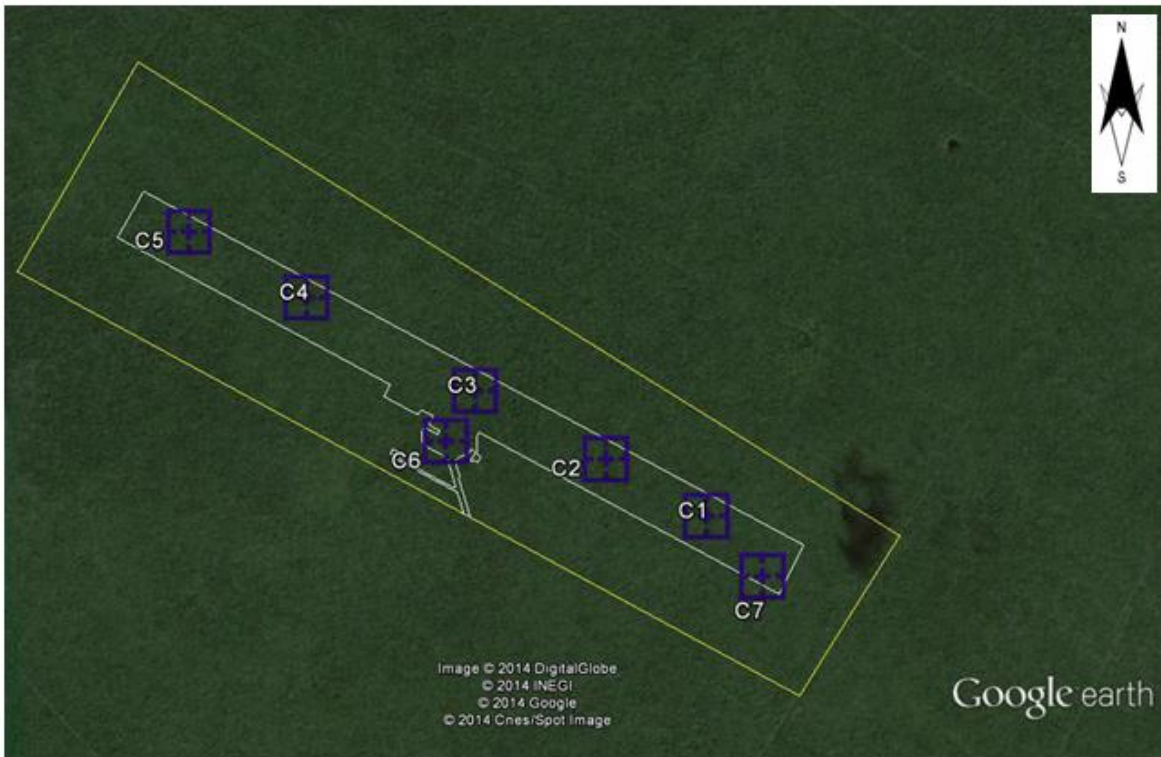
### SITIOS DE MUESTREO.

En total se trazaron 7 sitios de inventario forestal de 1,000 m<sup>2</sup> (50 m de longitud x 20 m de ancho) para las estimaciones de recursos forestales a afectarse en el área que se solicita para CUSTF. En cada sitio de muestreo se midieron todos los árboles presentes a partir de 10 cm de diámetro normal (DAP a 1.30 m); también se registró el nombre común y científico de cada árbol y su altura total (Ver **Anexo 8** de este estudio técnico), así como también se tomaron las coordenadas geográficas del punto central de cada sitio.

Las coordenadas UTM Zona 16Q que ubican los sitios centrales de muestreo se muestran en la siguiente tabla.

**Tabla 2.10.** Coordenadas UTM Zona 16Q que muestra la ubicación de los sitios centrales de muestreo trazados en el predio bajo estudio.

| CUADRANTE | Y       | X      |
|-----------|---------|--------|
| 1         | 2274391 | 471326 |
| 2         | 2274571 | 471064 |
| 3         | 2274792 | 470718 |
| 4         | 2275095 | 470268 |
| 5         | 2275311 | 469950 |
| 6         | 2274660 | 470625 |
| 7         | 2274214 | 471463 |



**Figura 2.8.** Distribución de los sitios de Inventario forestal (cuadrantes) dentro del área de CUSTF.

### CÁLCULO DE PARÁMETROS DASOMÉTRICOS.

Para calcular las existencias volumétricas de los elementos arbóreos registrados en el muestreo de campo se utilizaron las siguientes formulas generales:

- **Área basal por especie y por hectárea.** Se obtiene con la siguiente fórmula y el resultado se extrapola a una hectárea.

$$ABsp = \left[ \sum_{a=1}^n \frac{\pi (d)^2}{4} \right] / T$$

**Dónde:**

d = Diámetro normal en cm.

a = Árbol vivo, desde 1 hasta n.

T = Tamaño del sitio, en ha.

- **Número de árboles por hectárea.**

$$Na/ha = \frac{N \times 10000}{T}$$

**Dónde:**

N = Número de individuos de una especie.  
T = Tamaño del sitio, en m<sup>2</sup>.

- **Volumen por especie y por hectárea.** Se obtuvo de manera individual por especie y sitio de muestreo, aplicando la fórmula siguiente. El resultado se expresa en m<sup>3</sup>/ha

$$\text{Vol esp} = (\text{AB} * \text{AT} * \text{CM}) / \text{T}$$

**Dónde:**

AB = Área basal.  
AT = Altura total.  
CM = Coeficiente mórfico de 65%.  
T = Tamaño del sitio.

- **Grupos tecnológicos de los elementos maderables registrados en el predio.** Estos se basaron de acuerdo a la clasificación de los grupos tecnológicos de la península de Yucatán:
  1. Preciosas (Caoba, Cedro, Guayacán).
  2. Decorativas (Ciricote, Granadillo).
  3. Blandas tropicales (Ceiba, Pochote, Jobo, Chuum y otras especies con madera considerada como blanda).
  4. Duras tropicales (Tzalam, Pucte, Chukum y un gran número de especies con madera considerada dura o pesada).
- **Porcentaje de volumen de madera aprovechable y de desperdicio del volumen maderable total a removerse por CUSTF.** En las especies maderables se consideró un 84% de volumen aprovechable y 16 % de desperdicio, el cual se descontó del volumen total.

Considerando el muestreo de vegetación forestal efectuado en la zona y los recorridos de campo para analizar la presencia de arbolado de especies con interés, los resultados obtenidos se muestran a continuación.

**NÚMERO DE INDIVIDUOS POR ESPECIE**

Con la base señalada anteriormente se identificaron las especies y se registró el número de individuos presentes en cada uno de los sitios de muestreo, mismos que se aprecian en la siguiente tabla.

**Tabla 2.11.** Familias, especies identificadas y número de individuos por hectárea en los polígonos forestales del conjunto de predios bajo estudio.

| FAMILIA    | NOMBRE CIENTIFICO                  | NOMBRE COMUN   | NÚMERO DE INDIVIDUOS |
|------------|------------------------------------|--|----------------------|
| Rubiaceae  | <i>Alseis yucatanensis Standl.</i> | Ja'as che', k'uuts che', manzanillo, papelillo, tabaquillo | 1                    |
| Annonaceae | <i>Annona glabra L.</i>            | Mak', mak'che', palo de corcho,                            | 3                    |

| FAMILIA      | NOMBRE CIENTIFICO                                     | NOMBRE COMUN  | NÚMERO DE INDIVIDUOS |
|--------------|---|---|----------------------|
|              |   | anona silvestre   |                      |
| Leguminosae  | <i>Apoplanesia paniculata</i> C. Presl.               | Chulúul, k'i'ik' che'                                   | 3                    |
| Leguminosae  | <i>Bauhinia divaricata</i> L.                         | Ts' ulub took', pata de vaca                            | 1                    |
| Boraginaceae | <i>Borreria pulchra</i> (Millsp.) Greenm.             | Bakal che', Sakboj                                      | 3                    |
| Moraceae     | <i>Brosimum alicastrum</i> Sw. ssp. <i>alicastrum</i> | Sa'oc huesudo, k'an oox, oox, sak oox, ya'ax oox, ramón | 1                    |
| Burseraceae  | <i>Bursera simaruba</i> (L.) Sarg.                    | Chak chakaj, chakaj, palo mulato                        | 116                  |
| Leguminosae  | <i>Caesalpinia mollis</i> (Kunth) Spreng.             | Chak te', viga, brazil, brazileto                       | 4                    |
| Leguminosae  | <i>Caesalpinia violacea</i> (Mill.) Standl.           | Chacte, chakte' kok, chakte', viga                      | 1                    |
| Apocynaceae  | <i>Cascabela gaumeri</i> (Hemsl.) Lippold.            | Aak'its, campanilla, cojón de gato                      | 6                    |
| Polygonaceae | <i>Coccoloba acapulcensis</i> Standl.                 | Tóon yúul, toj yuub                                     | 4                    |
| Polygonaceae | <i>Coccoloba spicata</i> Lundell                      | Boob, boob ch'iich'                                     | 11                   |
| Boraginaceae | <i>Cordia gerascanthus</i> L.                         | Bojom   | 23                   |
| Araliaceae   | <i>Dendropanax arboreus</i> (L.) Decne. & Planch.     | Tsiimin ché, Sac chakah                                 | 3                    |
| Ebenaceae    | <i>Diospyros tetrasperma</i> Sw.                      | Sip che', pisit, siliil, ts'it'il che', k'ab che'       | 9                    |
| Leguminosae  | <i>Diphysa carthagenensis</i> Jacq.                   | Ts'u'ts'uk, susuk                                       | 7                    |
| Moraceae     | <i>Ficus cotinifolia</i> Kunth.                       | Kopó, alamo   | 3                    |
| Moraceae     | <i>Ficus maxima</i> Mill.                             | Akúun, kopo' ch'iin, alamo, higo grande                 | 3                    |
| Moraceae     | <i>Ficus pertusa</i> L. f.                            | Juun k'iix, sak chéechen, higuillo                      | 90                   |
| Leguminosae  | <i>Gliricidia sepium</i> (Jacq.) Steudel.             | Sak ya'ab, balché keej, cocoite                         | 11                   |
| Polygonaceae | <i>Gymnopodium floribundum</i> Rolfe.                 | Ts'iits'ilche', sak ts'iits'il che'                     | 9                    |
| Leguminosae  | <i>Havardia albicans</i> (Kunth) Britton & Rose.      | Chukum  | 1                    |
| Leguminosae  | <i>Lonchocarpus castilloi</i> Standl.                 | Baal che', corazón azul                                 | 1                    |
| Leguminosae  | <i>Lonchocarpus punctatus</i> Kunth.                  | Baal che'   | 24                   |
| Leguminosae  | <i>Lonchocarpus rugosus</i> Benth.                    | K'anasín  | 14                   |
| Leguminosae  | <i>Lonchocarpus xuul</i> Lundell.                     | K'an xu'ul, palo gusano                                 | 29                   |
| Leguminosae  | <i>Lonchocarpus yucatanensis</i> Pittier.             | Ya'ax xu'ul   | 3                    |
| Malvaceae    | <i>Luehea speciosa</i> Willd.                         | K'an kaat, k'askáat                                     | 64                   |
| Leguminosae  | <i>Lysiloma acapulcense</i> (Kunth) Benth.            | Quebracho   | 9                    |

| FAMILIA       | NOMBRE CIENTIFICO                                     | NOMBRE COMUN   | NÚMERO DE INDIVIDUOS |
|---------------|---|--|----------------------|
| Leguminosae   | <i>Lysiloma latisiliquum</i> (L.) Benth.              | Tsalam   | 89                   |
| Sapotaceae    | <i>Manilkara zapota</i> (Linnaeus) van Royen.         | Chak ya', chi' kéej, ya', chicle, chico zapote, zapote, zapote campechano, zapote huevo de chivo | 9                    |
| Anacardiaceae | <i>Metopium brownie</i> (Jacq.) Urb.                  | Cheechem, Box cheechem   | 50                   |
| Annonaceae    | <i>Mosannona depressa</i> (Baill.) Chatrou.           | Boox éelemuy, éelemuy, chakni', ch'ulumay, sak éelemuy   | 6                    |
| Nyctaginaceae | <i>Neea choriophylla</i> Standl.                      | Ta'tsi', pinta uña, ramón negro  | 3                    |
| Nyctaginaceae | <i>Neea psychotrioides</i> Donn. Sm.                  | Ta'tsi'  | 13                   |
| Leguminosae   | <i>Piscidia piscipula</i> (L.) Sarg.                  | Ja'abin  | 49                   |
| Leguminosae   | <i>Platymiscium yucatanum</i> Standl.                 | Subin che', granadillo   | 26                   |
| Arecaceae     | <i>Sabal yapa</i> C. Wright. ex Becc.                 | Julok' xa'an, xa'an, guano, guano macho  | 6                    |
| Celastraceae  | <i>Semialarium mexicanum</i> (Miers) Mennega          | Chun tok, sak boob, salbe' ets'  | 4                    |
| Leguminosae   | <i>Senegalia gaumeri</i> (S. F. Blake) Britton & Rose | Box kaatsim, box kassim, box catzin, catzim, kaatsim, katsim, ya'ax kassim, yaxcatzim            | 1                    |
| Simaroubaceae | <i>Simarouba amara</i> Aubl.                          | Pa' sak, paj sak iil, sak cedro, pistache, negrito   | 20                   |
| Bignoniaceae  | <i>Tabebuia rosea</i> (Bertol.) DC.                   | Jokab, Jok'ab mak' lis, Roble  | 3                    |
| Sapindaceae   | <i>Thouinia paucidentata</i> Radlk                    | K'an chuunup, hueso de tigre, madera dura  | 6                    |
| Moraceae      | <i>Trophis racemosa</i> (L.) Urb.                     | Sak oox, ramón colorado  | 10                   |
| Lamiaceae     | <i>Vitex gaumeri</i> Greenm.                          | Ya'axnik   | 63                   |
| Celastraceae  | <i>Wimmeria obtusifolia</i> Standl.                   | ND   | 1                    |
| <b>TOTAL</b>  |   |  | <b>816</b>           |

Como se puede observar en la tabla anterior, el muestreo realizado en el predio para los cálculos de los recursos forestales permitieron identificar y registraron una composición florística basada en 46 especies pertenecientes a 36 géneros y 20 familias taxonómicas. La familia botánica más representativa fue la Leguminosae con 17 especies y 11 géneros, le sigue en importancia la Moraceae con 5 especies y 3 géneros, la Polygonaceae con 3 especies y géneros diferentes, la Annonaceae, Boraginaceae, Celastraceae y Nyctaginaceae con 2 especies y géneros, y el resto de las familias con una especie y género.

En cuanto a abundancias se registraron 816 individuos de plantas por hectárea, siendo las especies más abundantes la *B. simaruba* con 116 individuos, seguida por la *F. retusa* con 90, *L. latisiliquum* con 89, *L. speciosa* con 64 individuos, *V. gaumeri* con 63 individuos, *M. brownie* con 50 individuos y *P. piscipula* con 49 individuos, entre los más importantes.

## ÁREA BASAL Y VOLUMEN TOTAL DE LOS ELEMENTOS ARBÓREOS EN LA SUPERFICIE FORESTAL

Con base en los parámetros obtenidos en los 7 sitios de inventario forestal (7,000 m<sup>2</sup>), se estimaron y obtuvieron los valores de área basal (AB) y volumen total árbol (VTA) de los elementos arbustivos y arbóreos presentes en el área de CUSTF **por hectárea**. En la **Tabla 2.12** siguiente, se pueden observar los valores antes mencionados para todas las especies, con valores por hectárea.

**Tabla 2.12.** Área basal y volumen total árbol **por hectárea** para las especies encontradas en el predio bajo estudio.

| NOMBRE CIENTIFICO                                     | NOMBRE COMUN   | AB (m <sup>2</sup> ) | VTA (m <sup>3</sup> ) |
|---|--|----------------------|-----------------------|
| <i>Alseis yucatanensis Standl.</i>                    | Ja'as che', k'uuts che', manzanillo, papelillo, tabaquillo | 0.0136               | 0.0570                |
| <i>Annona glabra L.</i>                               | Mak', mak'che', palo de corcho, anona silvestre            | 0.0325               | 0.1058                |
| <i>Apoplanesia paniculata C. Presl.</i>               | Chulúul, k'i'ik' che'                                      | 0.0224               | 0.0875                |
| <i>Bauhinia divaricata L.</i>                         | Ts' ulub took', pata de vaca                               | 0.0112               | 0.0337                |
| <i>Bourreria pulchra (Millsp.) Greenm.</i>            | Bakal che', Sakboj   | 0.0248               | 0.1314                |
| <i>Brosimum alicastrum Sw. ssp. alicastrum</i>        | Sa'oc huesudo, k'an oox, oox, sak oox, ya'ax oox, ramón    | 0.0449               | 0.2962                |
| <i>Bursera simaruba (L.) Sarg.</i>                    | Chak chakaj, chakaj, palo mulato                           | 1.1367               | 4.7589                |
| <i>Caesalpinia mollis (Kunth) Spreng.</i>             | Chak te', viga, brazil, brazileto                          | 0.0384               | 0.1909                |
| <i>Caesalpinia violacea (Mill.) Standl.</i>           | Chacte, chakte' kok, chakte', viga                         | 0.1010               | 0.5453                |
| <i>Cascabela gaumeri (Hemsl.) Lippold.</i>            | Aak'its, campanilla, cojón de gato                         | 0.0472               | 0.2090                |
| <i>Coccoloba acapulcensis Standl.</i>                 | Tóon yúul, toj yuub  | 0.0494               | 0.2930                |
| <i>Coccoloba spicata Lundell</i>                      | Boob, boob ch'iich'  | 0.1043               | 0.4893                |
| <i>Cordia gerascanthus L.</i>                         | Bojom  | 0.1988               | 1.1343                |
| <i>Dendropanax arboreus (L.) Decne. &amp; Planch.</i> | Tsiimin ché, Sac chakah                                    | 0.0274               | 0.1381                |
| <i>Diospyros tetrasperma Sw.</i>                      | Sip che', pisit, siliil, ts'it'il che', k'ab che'          | 0.0819               | 0.4147                |
| <i>Diphyssa carthagenensis Jacq.</i>                  | Ts'u'ts'uk, susuk  | 0.0683               | 0.2839                |
| <i>Ficus cotinifolia Kunth.</i>                       | Kopó, alamo  | 0.2941               | 2.0848                |
| <i>Ficus maxima Mill.</i>                             | Akúun, kopo' ch'iin, alamo, higo grande                    | 0.0297               | 0.1703                |
| <i>Ficus pertusa L. f.</i>                            | Juun k'iix, sak chéechen, higuillo                         | 1.3571               | 6.5109                |
| <i>Gliricidia sepium (Jacq.) Steudel.</i>             | Sak ya'ab, balché keej, cocoite                            | 0.2150               | 1.2268                |
| <i>Gymnopodium floribundum Rolfe.</i>                 | Ts'iits'ilche', sak ts'iits'il che'                        | 0.0697               | 0.2710                |



| NOMBRE CIENTIFICO                                     | NOMBRE COMUN   | AB (m <sup>2</sup> ) | VTA (m <sup>3</sup> ) |
|---|--|----------------------|-----------------------|
| <i>Havardia albicans</i> (Kunth) Britton & Rose.      | Chukum   | 0.0112               | 0.0337                |
| <i>Lonchocarpus castilloi</i> Standl.                 | Baal che', corazón azul  | 0.0136               | 0.0570                |
| <i>Lonchocarpus punctatus</i> Kunth.                  | Baal che'  | 0.2077               | 0.8183                |
| <i>Lonchocarpus rugosus</i> Benth.                    | K'anasín   | 0.1592               | 0.7592                |
| <i>Lonchocarpus xuul</i> Lundell.                     | K'an xu'ul, palo gusano  | 0.2530               | 1.1757                |
| <i>Lonchocarpus yucatanensis</i> Pittier.             | Ya'ax xu'ul  | 0.0881               | 0.6169                |
| <i>Luehea speciosa</i> Willd.                         | K'an kaat, k'askáat  | 0.6364               | 2.9069                |
| <i>Lysiloma acapulcense</i> (Kunth) Benth.            | Quebracho  | 0.2492               | 1.3157                |
| <i>Lysiloma latisiliquum</i> (L.) Benth.              | Tsalam   | 1.5875               | 8.3734                |
| <i>Manilkara zapota</i> (Linnaeus) van Royen.         | Chak ya', chi' kéej, ya', chicle, chico zapote, zapote, zapote campechano, zapote huevo de chivo | 0.6951               | 4.1340                |
| <i>Metopium brownie</i> (Jacq.) Urb.                  | Cheechem, Box cheechem   | 1.2657               | 7.3109                |
| <i>Mosannonna depressa</i> (Baill.) Chatrou.          | Boox éelemuy, éelemuy, chakni', ch'ulumay, sak éelemuy   | 0.0550               | 0.2557                |
| <i>Neea choriophylla</i> Standl.                      | Ta'tsi', pinta uña, ramón negro  | 0.0379               | 0.1820                |
| <i>Neea psychotrioides</i> Donn. Sm.                  | Ta'tsi'  | 0.1416               | 0.7139                |
| <i>Piscidia piscipula</i> (L.) Sarg.                  | Ja'abin  | 0.5485               | 2.8080                |
| <i>Platymiscium yucatanum</i> Standl.                 | Subin che', granadillo   | 0.2481               | 1.1451                |
| <i>Sabal yapa</i> C. Wright. ex Becc.                 | Julok' xa'an, xa'an, guano, guano macho  | 0.1505               | 0.4755                |
| <i>Semialarium mexicanum</i> (Miers) Mennega          | Chun tok, sak boob, salbe' ets'  | 0.0554               | 0.2261                |
| <i>Senegalia gaumeri</i> (S. F. Blake) Britton & Rose | Box kaatsim, box kassim, box catzin, catzim, kaatsim, katsim, ya'ax kassim, yaxcatzim            | 0.0112               | 0.0337                |
| <i>Simarouba amara</i> Aubl.                          | Pa' sak, paj sak iil, sak cedro, pistache, negrito   | 0.2327               | 1.2365                |
| <i>Tabebuia rosea</i> (Bertol.) DC.                   | Jokab, Jok'ab mak' lis, Roble  | 0.0248               | 0.1041                |
| <i>Thouinia paucidentata</i> Radlk                    | K'an chuunup, hueso de tigre, madera dura  | 0.0688               | 0.3383                |
| <i>Trophis racemosa</i> (L.) Urb.                     | Sak oox, ramón colorado  | 0.1658               | 1.0884                |
| <i>Vitex gaumeri</i> Greenm.                          | Ya'axnik   | 1.1885               | 5.8277                |
| <i>Wimmeria obtusifolia</i> Standl.                   | ND   | 0.0162               | 0.0872                |
| <b>TOTAL</b>  |  | <b>12.0801</b>       | <b>61.4570</b>        |

En general, para todas las especies registradas en el muestreo forestal se obtuvieron 12.0801 m<sup>2</sup> de área basal y 61.4570 m<sup>3</sup> de volumen total árbol por hectárea.

Considerando los valores estimados de área basal y volumen por hectárea antes mencionados y tomando en cuenta la superficie forestal **33.3277 ha**, se pueden estimar los volúmenes de madera que pueden obtenerse en el predio donde se llevará a cabo el proyecto “Emplazamiento del aeródromo de Playa del Carmen en un predio de 152.815879 hectáreas” que se localiza en la carretera federal 307, km 277+162 del tramo Puerto Aventuras - Playa del Carmen, con una desviación al oeste de 9 km, en el municipio de Solidaridad, Quintana Roo y que pueden observarse en la **Tabla 2.13** siguiente:

**Tabla 2.13.** Valores del número de árboles, área basal y volumen total por especie para la superficie considerada como forestal (33.3277 ha) en el predio bajo estudio.

| <b>NOMBRE CIENTIFICO</b>                   | <b>NOMBRE COMUN</b>  | <b>NUMERO DE INDIVIDUOS</b> | <b>AB (m<sup>2</sup>)</b> | <b>VTA (m<sup>3</sup>)</b> |
|--|--|-----------------------------|---------------------------|----------------------------|
| Alseis yucatanensis Standl.                | Ja'as che', k'uuts che', manzanillo, papelillo, tabaquillo | 48                          | 0.4525                    | 1.9003                     |
| Annona glabra L.                           | Mak', mak'che', palo de corcho, anona silvestre            | 95                          | 1.0844                    | 3.5247                     |
| Apoplanesia paniculata C. Presl.           | Chulúul, k'i'ik' che'                                      | 95                          | 0.7479                    | 2.9167                     |
| Bauhinia divaricata L.                     | Ts' ulub took', pata de vaca                               | 48                          | 0.3739                    | 1.1218                     |
| Bourreria pulchra (Millsp.) Greenm.        | Bakal che', Sakboj   | 95                          | 0.8264                    | 4.3795                     |
| Brosimum alicastrum Sw. ssp. alicastrum    | Sa'oc huesudo, k'an oox, oox, sak oox, ya'ax oox, ramón    | 48                          | 1.4957                    | 9.8719                     |
| Bursera simaruba (L.) Sarg.                | Chak chakaj, chakaj, palo mulato                           | 3856                        | 37.8834                   | 158.6034                   |
| Caesalpinia mollis (Kunth) Spreng.         | Chak te', viga, brazil, brazileto                          | 143                         | 1.2789                    | 6.3629                     |
| Caesalpinia violacea (Mill.) Standl.       | Chacte, chakte' kok, chakte', viga                         | 48                          | 3.3654                    | 18.1733                    |
| Cascabela gaumeri (Hemsl.) Lippold.        | Aak'its, campanilla, cojón de gato                         | 190                         | 1.5743                    | 6.9664                     |
| Coccoloba acapulcensis Standl.             | Tóon yúul, toj yuub  | 143                         | 1.6453                    | 9.7642                     |
| Coccoloba spicata Lundell                  | Boob, boob ch'iich'  | 381                         | 3.4776                    | 16.3088                    |
| Cordia gerascanthus L.                     | Bojom  | 762                         | 6.6261                    | 37.8049                    |
| Dendropanax arboreus (L.) Decne. & Planch. | Tsiimin ché, Sac chakah                                    | 95                          | 0.9124                    | 4.6039                     |
| Diospyros tetrasperma Sw.                  | Sip che', pisit, siliil, ts'it'il che', k'ab che'          | 286                         | 2.7297                    | 13.8207                    |
| Diphysa carthagenensis Jacq.               | Ts'u'ts'uk, susuk  | 238                         | 2.2773                    | 9.4613                     |
| Ficus cotinifolia Kunth.                   | Kopó, alamo  | 95                          | 9.8009                    | 69.4803                    |
| Ficus maxima Mill.                         | Akúun, kopo' ch'iin, alamo, higo grande                    | 95                          | 0.9909                    | 5.6741                     |
| Ficus pertusa L. f.                        | Juun k'iix, sak chéechen,                                  | 2999                        | 45.2275                   | 216.9935                   |

| <b>NOMBRE CIENTIFICO</b>                       | <b>NOMBRE COMUN</b>  | <b>NUMERO DE INDIVIDUOS</b> | <b>AB (m<sup>2</sup>)</b> | <b>VTA (m<sup>3</sup>)</b> |
|--|--|-----------------------------|---------------------------|----------------------------|
|  | higuillo   |                             |                           |                            |
| Gliricidia sepium (Jacq.) Steudel.             | Sak ya'ab, balché keej, cocoite  | 381                         | 7.1646                    | 40.8854                    |
| Gymnopodium floribundum Rolfe.                 | Ts'iits'ilche', sak ts'iits'il che'  | 286                         | 2.3221                    | 9.0328                     |
| Havardia albicans (Kunth) Britton & Rose.      | Chukum   | 48                          | 0.3739                    | 1.1218                     |
| Lonchocarpus castilloi Standl.                 | Baal che', corazón azul  | 48                          | 0.4525                    | 1.9003                     |
| Lonchocarpus punctatus Kunth.                  | Baal che'  | 809                         | 6.9216                    | 27.2711                    |
| Lonchocarpus rugosus Benth.                    | K'anasín   | 476                         | 5.3062                    | 25.3035                    |
| Lonchocarpus xuul Lundell.                     | K'an xu'ul, palo gusano  | 952                         | 8.4323                    | 39.1847                    |
| Lonchocarpus yucatanensis Pittier.             | Ya'ax xu'ul  | 95                          | 2.9354                    | 20.5605                    |
| Luehea speciosa Willd.                         | K'an kaat, k'askáat  | 2142                        | 21.2096                   | 96.8793                    |
| Lysiloma acapulcense (Kunth) Benth.            | Quebracho  | 286                         | 8.3051                    | 43.8492                    |
| Lysiloma latisiliquum (L.) Benth.              | Tsalam   | 2952                        | 52.9082                   | 279.0654                   |
| Manilkara zapota (Linnaeus) van Royen.         | Chak ya', chi' kéej, ya', chicle, chico zapote, zapote, zapote campechano, zapote huevo de chivo | 286                         | 23.1653                   | 137.7782                   |
| Metopium brownie (Jacq.) Urb.                  | Cheechem, Box cheechem   | 1666                        | 42.1837                   | 243.6544                   |
| Mosannonna depressa (Baill.) Chatrou.          | Boox éelemuy, éelemuy, chakni', ch'ulumay, sak éelemuy   | 190                         | 1.8323                    | 8.5235                     |
| Neea choriophylla Standl.                      | Ta'tsi', pinta uña, ramón negro  | 95                          | 1.2639                    | 6.0667                     |
| Neea psychotrioides Donn. Sm.                  | Ta'tsi'  | 428                         | 4.7191                    | 23.7935                    |
| Piscidia piscipula (L.) Sarg.                  | Ja'abin  | 1619                        | 18.2817                   | 93.5857                    |
| Platymiscium yucatanum Standl.                 | Subin che', granadillo   | 857                         | 8.2677                    | 38.1639                    |
| Sabal yapa C. Wright. ex Becc.                 | Julok' xa'an, xa'an, guano, guano macho  | 190                         | 5.0145                    | 15.8489                    |
| Semialarium mexicanum (Miers) Mennega          | Chun tok, sak boob, salbe' ets'  | 143                         | 1.8472                    | 7.5341                     |
| Senegalia gaumeri (S. F. Blake) Britton & Rose | Box kaatsim, box kassim, box catzin, catzim, kaatsim, katsim, ya'ax kassim, yaxcatzim            | 48                          | 0.3739                    | 1.1218                     |
| Simarouba amara Aubl.                          | Pa' sak, paj sak iil, sak cedro, pistache, negrito   | 667                         | 7.7554                    | 41.2107                    |
| Tabebuia rosea (Bertol.) DC.                   | Jokab, Jok'ab mak' lis, Roble  | 95                          | 0.8264                    | 3.4709                     |

| NOMBRE CIENTIFICO                   | NOMBRE COMUN                              | NUMERO DE INDIVIDUOS | AB (m <sup>2</sup> ) | VTA (m <sup>3</sup> ) |
|-------------------------------------|---|----------------------|----------------------|-----------------------|
| <i>Thouinia paucidentata</i> Radlk  | K'an chuunup, hueso de tigre, madera dura | 190                  | 2.2922               | 11.2742               |
| <i>Trophis racemosa</i> (L.) Urb.   | Sak oox, ramón colorado                   | 333                  | 5.5268               | 36.2725               |
| <i>Vitex gaumeri</i> Greenm.        | Ya'axnik                                  | 2095                 | 39.6110              | 194.2253              |
| <i>Wimmeria obtusifolia</i> Standl. | ND  | 48                   | 0.5385               | 2.9077                |
| <b>TOTAL</b>                        |   | <b>27,186</b>        | <b>402.6018</b>      | <b>2,048.2190</b>     |

Como puede apreciarse en la tabla anterior, en el área considerada como forestal dentro del proyecto que nos ocupa, se estimó que existe para todas las especies identificadas, 27,186 árboles con un área basal de 402.6018 m<sup>2</sup> y un volumen total de 2,048.2190 m<sup>3</sup> de madera.

### Grupos tecnológicos presentes

Las especies de plantas identificadas en el predio se pueden clasificar en dos grupos tecnológicos principales: **blandas tropicales** y **duras tropicales**.

Para el grupo tecnológico blandas tropicales en el área que se solicita para CUSTF se identificó únicamente una especie, *B. simaruba* cuyo valor de AB y VTA se puede observar en la siguiente tabla.

**Tabla 2.14.** Valores de número de árboles, área basal y volumen total para las especies del grupo tecnológico blandas tropicales para la superficie considerada como forestal (33.3277) del predio bajo estudio.

| ESPECIE                            | NOMBRE COMUN  | NÚMERO DE INDIVIDUOS | AB (m <sup>2</sup> ) | VTA (m <sup>3</sup> ) |
|------------------------------------|---------------|----------------------|----------------------|-----------------------|
| <i>Bursera simaruba</i> (L.) Sarg. | Chakaj, Chaká | 3856                 | 37.8834              | 158.6034              |
| <b>TOTAL</b>                       |               | <b>3856</b>          | <b>37.8834</b>       | <b>158.6034</b>       |

Para el grupo tecnológico duras tropicales se identificaron 25 especies, mismas que pueden observarse en la tabla siguiente.

**Tabla 2.15.** Valores de número de árboles, área basal y volumen total para las especies del grupo tecnológico duras tropicales para la superficie considerada como forestal (33.3277) del predio bajo estudio.

| ESPECIE                                 | NOMBRE COMUN   | NÚMERO DE INDIVIDUOS | AB (m <sup>2</sup> ) | VTA (m <sup>3</sup> ) |
|---|--|----------------------|----------------------|-----------------------|
| <i>Alseis yucatanensis</i> Standl.      | Ja'as che', k'uuts che', manzanillo, papelillo, tabaquillo | 48                   | 0.4525               | 1.9003                |
| <i>Annona glabra</i> L.                 | Mak', mak'che', palo de corcho, anona silvestre            | 95                   | 1.0844               | 3.5247                |
| <i>Apoplanesia paniculata</i> C. Presl. | Chulúul, k'i'ik' che'                                      | 95                   | 0.7479               | 2.9167                |

| ESPECIE   | NOMBRE COMUN  | NÚMERO DE INDIVIDUOS | AB (m <sup>2</sup> ) | VTA (m <sup>3</sup> ) |
|---|---|----------------------|----------------------|-----------------------|
| <i>Bauhinia divaricata</i> L.                         | Ts' ulub took', pata de vaca  | 48                   | 0.3739               | 1.1218                |
| <i>Bourreria pulchra</i> (Millsp.) Greenm.            | Bakal che', Sakboj  | 95                   | 0.8264               | 4.3795                |
| <i>Brosimum alicastrum</i> Sw. ssp. <i>alicastrum</i> | Sa'oc huesudo, k'an oox, oox, sak oox, ya'ax oox, ramón                                 | 48                   | 1.4957               | 9.8719                |
| <i>Caesalpinia mollis</i> (Kunth) Spreng.             | Chak te', viga, brazil, brazileto   | 143                  | 1.2789               | 6.3629                |
| <i>Caesalpinia violacea</i> (Mill.) Standl.           | Chacte, chakte' kok, chakte', viga  | 48                   | 3.3654               | 18.1733               |
| <i>Cascabela gaumeri</i> (Hemsl.) Lippold.            | Aak'its, campanilla, cojón de gato  | 190                  | 1.5743               | 6.9664                |
| <i>Coccoloba acapulcensis</i> Standl.                 | Tóon yúul, toj yuub   | 143                  | 1.6453               | 9.7642                |
| <i>Coccoloba spicata</i> Lundell                      | Boob, boob ch'iich'   | 381                  | 3.4776               | 16.3088               |
| <i>Cordia gerascanthus</i> L.                         | Bojom   | 762                  | 6.6261               | 37.8049               |
| <i>Dendropanax arboreus</i> (L.) Decne. & Planch.     | Tsiimin ché, Sac chakah   | 95                   | 0.9124               | 4.6039                |
| <i>Diospyros tetrasperma</i> Sw.                      | Sip che', pisit, siliil, ts'it'il che', k'ab che'                                       | 286                  | 2.7297               | 13.8207               |
| <i>Diphysa carthagenensis</i> Jacq.                   | Ts'u'ts'uk, susuk   | 238                  | 2.2773               | 9.4613                |
| <i>Ficus cotinifolia</i> Kunth.                       | Kopó, alamo   | 95                   | 9.8009               | 69.4803               |
| <i>Ficus maxima</i> Mill.                             | Akúun, kopo' ch'iin, alamo, higo grande   | 95                   | 0.9909               | 5.6741                |
| <i>Ficus pertusa</i> L. f.                            | Juun k'iix, sak chéechen, higuillo  | 2999                 | 45.2275              | 216.9935              |
| <i>Gliricidia sepium</i> (Jacq.) Steudel.             | Sak ya'ab, balché keej, cocoite   | 381                  | 7.1646               | 40.8854               |
| <i>Gymnopodium floribundum</i> Rolfe.                 | Ts'iits'ilche', sak ts'iits'il che'   | 286                  | 2.3221               | 9.0328                |
| <i>Havardia albicans</i> (Kunth) Britton & Rose.      | Chukum  | 48                   | 0.3739               | 1.1218                |
| <i>Lonchocarpus castilloi</i> Standl.                 | Baal che', corazón azul   | 48                   | 0.4525               | 1.9003                |
| <i>Lonchocarpus punctatus</i> Kunth.                  | Baal che'   | 809                  | 6.9216               | 27.2711               |
| <i>Lonchocarpus rugosus</i> Benth.                    | K'anasin  | 476                  | 5.3062               | 25.3035               |
| <i>Lonchocarpus xuul</i> Lundell.                     | K'an xu'ul, palo gusano   | 952                  | 8.4323               | 39.1847               |
| <i>Lonchocarpus yucatanensis</i> Pittier.             | Ya'ax xu'ul   | 95                   | 2.9354               | 20.5605               |
| <i>Luehea speciosa</i> Willd.                         | K'an kaat, k'askáat   | 2142                 | 21.2096              | 96.8793               |
| <i>Lysiloma acapulcense</i> (Kunth) Benth.            | Quebracho   | 286                  | 8.3051               | 43.8492               |
| <i>Lysiloma latisiliquum</i> (L.) Benth.              | Tsalam  | 2952                 | 52.9082              | 279.0654              |
| <i>Manilkara zapota</i> (Linnaeus) van Royen.         | Chak ya', chi' kéej, ya', chicle, chico zapote, zapote, zapote campechano, zapote huevo | 286                  | 23.1653              | 137.7782              |

| ESPECIE   | NOMBRE COMUN  | NÚMERO DE INDIVIDUOS | AB (m <sup>2</sup> ) | VTA (m <sup>3</sup> ) |
|---|---|----------------------|----------------------|-----------------------|
|   | de chivo  |                      |                      |                       |
| <i>Metopium brownie</i> (Jacq.) Urb.                  | Cheechem, Box cheechem  | 1666                 | 42.1837              | 243.6544              |
| <i>Mosannona depressa</i> (Baill.) Chatrou.           | Boox éelemuy, éelemuy, chakni', ch'ulumay, sak éelemuy                                | 190                  | 1.8323               | 8.5235                |
| <i>Neea choriophylla</i> Standl.                      | Ta'tsi', pinta uña, ramón negro   | 95                   | 1.2639               | 6.0667                |
| <i>Neea psychotrioides</i> Donn. Sm.                  | Ta'tsi'   | 428                  | 4.7191               | 23.7935               |
| <i>Piscidia piscipula</i> (L.) Sarg.                  | Ja'abin   | 1619                 | 18.2817              | 93.5857               |
| <i>Platymiscium yucatanum</i> Standl.                 | Subin che', granadillo  | 857                  | 8.2677               | 38.1639               |
| <i>Sabal yapa</i> C. Wright. ex Becc.                 | Julok' xa'an, xa'an, guano, guano macho   | 190                  | 5.0145               | 15.8489               |
| <i>Semialarium mexicanum</i> (Miers) Mennega          | Chun tok, sak boob, salbe' ets'   | 143                  | 1.8472               | 7.5341                |
| <i>Senegalia gaumeri</i> (S. F. Blake) Britton & Rose | Box kaatsim, box kassim, box catzin, catzim, kaatsim, katsim, ya'ax kassim, yaxcatzim | 48                   | 0.3739               | 1.1218                |
| <i>Simarouba amara</i> Aubl.                          | Pa' sak, paj sak iil, sak cedro, pistache, negrito                                    | 667                  | 7.7554               | 41.2107               |
| <i>Tabebuia rosea</i> (Bertol.) DC.                   | Jokab, Jok'ab mak' lis, Roble   | 95                   | 0.8264               | 3.4709                |
| <i>Thouinia paucidentata</i> Radlk                    | K'an chuunup, hueso de tigre, madera dura   | 190                  | 2.2922               | 11.2742               |
| <i>Trophis racemosa</i> (L.) Urb.                     | Sak oox, ramón colorado   | 333                  | 5.5268               | 36.2725               |
| <i>Vitex gaumeri</i> Greenm.                          | Ya'axnik  | 2095                 | 39.6110              | 194.2253              |
| <i>Wimmeria obtusifolia</i> Standl.                   | ND  | 48                   | 0.5385               | 2.9077                |
| <b>TOTAL</b>  |   | <b>23,329</b>        | <b>364.7184</b>      | <b>1,889.6156</b>     |

Se estimó que para las especies duras tropicales existen 23,329 árboles los que dan un área basal de 364.7184 m<sup>2</sup> y un volumen total árbol de 1,889.6156 m<sup>3</sup>.

**Tabla 2.16.** Especies con los mayores valores de área basal y volumen total en el área forestal (33.3277 ha) que se solicita para CUSTF.

| NOMBRE CIENTIFICO                        | NOMBRE COMUN                       | NÚMERO DE INDIVIDUOS | AB (m <sup>2</sup> ) | VTA (m <sup>3</sup> ) |
|--|------------------------------------|----------------------|----------------------|-----------------------|
| <i>Bursera simaruba</i> (L.) Sarg.       | Chak chakaj, chakaj, palo mulato   | 3856                 | 37.8834              | 158.6034              |
| <i>Ficus pertusa</i> L. f.               | Juun k'iix, sak chéechen, higuillo | 2999                 | 45.2275              | 216.9935              |
| <i>Luehea speciosa</i> Willd.            | K'an kaat, k'askáat                | 2142                 | 21.2096              | 96.8793               |
| <i>Lysiloma latisiliquum</i> (L.) Benth. | Tsalam                             | 2952                 | 52.9082              | 279.0654              |

| NOMBRE CIENTIFICO                    | NOMBRE COMUN              | NÚMERO DE INDIVIDUOS | AB (m <sup>2</sup> ) | VTA (m <sup>3</sup> ) |
|--------------------------------------|---------------------------|----------------------|----------------------|-----------------------|
| <i>Metopium brownie</i> (Jacq.) Urb. | Cheechem, Box<br>cheechem | 1666                 | 42.1837              | 243.6544              |
| <i>Piscidia piscipula</i> (L.) Sarg. | Ja'abin                   | 1619                 | 18.2817              | 93.5857               |
| <i>Vitex gaumeri</i> Greenm.         | Ya'axnik                  | 2095                 | 39.6110              | 194.2253              |
| <b>TOTAL</b>                         |                           | <b>17330.404</b>     | <b>257.3053</b>      | <b>1283.0070</b>      |

Como se puede observar en la tabla anterior son 7 las especies de mayor abundancia, área basal y volumen total árbol, las cuales representan el 63.7% de los individuos registrados en el área de CUSTF.

### VOLUMEN POR ESPECIE Y POR TABLAJE.

Considerando que en el área bajo estudio consiste únicamente en un solo predio (Lote 040-3, Predio San Julián, Fracción 1) por lo que el VTA antes presentado en la **Tabla 2.13** corresponde a un valor de 2,048.2190 m<sup>3</sup> para todas las especies registradas.

### DISTRIBUCIÓN DE PRODUCTOS.

La distribución de productos de las especies presentes en el predio bajo estudio y el estimado del volumen aprovechable (84%) del al área sujeta a CUSTF, se presenta a continuación en la siguiente tabla:

**Tabla 2.17.** Distribución de productos por especie para el área sujeta a CUSTF (33.3277 ha) en el predio bajo estudio.

| NOMBRE CIENTIFICO                                     | NOMBRE COMUN   | VTA (m <sup>3</sup> /33.3277 ha) | PRODUCTOS SECUNDARIOS (84%) | PUNTAS Y RAMAS (16%) | VOLUMEN APROVECHABLE (m <sup>3</sup> /Ha) |
|---|--|----------------------------------|-----------------------------|----------------------|---|
| <i>Alseis yucatanensis</i> Standl.                    | Ja'as che', k'uuts che', manzanillo, papelillo, tabaquillo | 1.9003                           | 1.596                       | 0.304                | 1.596                                     |
| <i>Annona glabra</i> L.                               | Mak', mak'che', palo de corcho, anona silvestre            | 3.5247                           | 2.961                       | 0.564                | 2.961                                     |
| <i>Apoplanesia paniculata</i> C. Presl.               | Chulúul, k'i'ik' che'                                      | 2.9167                           | 2.450                       | 0.467                | 2.450                                     |
| <i>Bauhinia divaricata</i> L.                         | Ts' ulub took', pata de vaca                               | 1.1218                           | 0.942                       | 0.179                | 0.942                                     |
| <i>Bourreria pulchra</i> (Millsp.) Greenm.            | Bakal che', Sakboj   | 4.3795                           | 3.679                       | 0.701                | 3.679                                     |
| <i>Brosimum alicastrum</i> Sw. ssp. <i>alicastrum</i> | Sa'oc huesudo, k'an oox, oox, sak oox, ya'ax oox, ramón    | 9.8719                           | 8.292                       | 1.580                | 8.292                                     |
| <i>Bursera simaruba</i> (L.) Sarg.                    | Chak chakaj, chakaj, palo mulato                           | 158.6034                         | 133.227                     | 25.377               | 133.227                                   |
| <i>Caesalpinia mollis</i> (Kunth) Spreng.             | Chak te', viga, brazil, brazileto                          | 6.3629                           | 5.345                       | 1.018                | 5.345                                     |
| <i>Caesalpinia violacea</i> (Mill.) Standl.           | Chacte, chakte' kok, chakte', viga                         | 18.1733                          | 15.266                      | 2.908                | 15.266                                    |
| <i>Cascabela gaumeri</i> (Hemsl.) Lippold.            | Aak'its, campanilla, cojón de gato                         | 6.9664                           | 5.852                       | 1.115                | 5.852                                     |
| <i>Coccoloba acapulcensis</i> Standl.                 | Tóon yúul, toj yuub  | 9.7642                           | 8.202                       | 1.562                | 8.202                                     |
| <i>Coccoloba spicata</i> Lundell                      | Boob, boob ch'iich'  | 16.3088                          | 13.699                      | 2.609                | 13.699                                    |

| NOMBRE CIENTIFICO   | NOMBRE COMUN   | VTA<br>(m <sup>3</sup> /33.3277<br>ha) | PRODUCTOS<br>SECUNDARIOS<br>(84%) | PUNTAS<br>Y<br>RAMAS<br>(16%) | VOLUMEN<br>APROVECHABLE<br>(m <sup>3</sup> /Ha) |
|---|--|--|-----------------------------------|-------------------------------|---|
| <i>Cordia gerascanthus</i> L.                                       | Bojom  | 37.8049                                | 31.756                            | 6.049                         | 31.756  |
| <i>Dendropanax arboreus</i> (L.)<br><i>Decne. &amp; Planch.</i>     | Tsiimin ché, Sac chakah  | 4.6039                                 | 3.867                             | 0.737                         | 3.867   |
| <i>Diospyros tetrasperma</i> Sw.                                    | Sip che', pisit, siliil, ts'it'il che', k'ab che'  | 13.8207                                | 11.609                            | 2.211                         | 11.609  |
| <i>Diphysa carthagenensis</i> Jacq.                                 | Ts'u'ts'uk, susuk  | 9.4613                                 | 7.948                             | 1.514                         | 7.948   |
| <i>Ficus cotinifolia</i> Kunth.                                     | Kopó, alamo  | 69.4803                                | 58.363                            | 11.117                        | 58.363  |
| <i>Ficus maxima</i> Mill.   | Akúun, kopo' ch'iin, alamo, higo grande  | 5.6741                                 | 4.766                             | 0.908                         | 4.766   |
| <i>Ficus pertusa</i> L. f.  | Juun k'iix, sak chéechen, higuillo   | 216.9935                               | 182.275                           | 34.719                        | 182.275   |
| <i>Gliricidia sepium</i> (Jacq.)<br><i>Steudel.</i>                 | Sak ya'ab, balché keej, cocoite  | 40.8854                                | 34.344                            | 6.542                         | 34.344  |
| <i>Gymnopodium floribundum</i> Rolfe.                               | Ts'iits'ilche', sak ts'iits'il che'  | 9.0328                                 | 7.588                             | 1.445                         | 7.588   |
| <i>Havardia albicans</i> (Kunth)<br><i>Britton &amp; Rose.</i>      | Chukum   | 1.1218                                 | 0.942                             | 0.179                         | 0.942   |
| <i>Lonchocarpus castilloi</i> Standl.                               | Baal che', corazón azul  | 1.9003                                 | 1.596                             | 0.304                         | 1.596   |
| <i>Lonchocarpus punctatus</i> Kunth.                                | Baal che'  | 27.2711                                | 22.908                            | 4.363                         | 22.908  |
| <i>Lonchocarpus rugosus</i> Benth.                                  | K'anasin   | 25.3035                                | 21.255                            | 4.049                         | 21.255  |
| <i>Lonchocarpus xuul</i> Lundell.                                   | K'an xu'ul, palo gusano  | 39.1847                                | 32.915                            | 6.270                         | 32.915  |
| <i>Lonchocarpus yucatanensis</i> Pittier.                           | Ya'ax xu'ul  | 20.5605                                | 17.271                            | 3.290                         | 17.271  |
| <i>Luehea speciosa</i> Willd.                                       | K'an kaat, k'askáat  | 96.8793                                | 81.379                            | 15.501                        | 81.379  |
| <i>Lysiloma acapulcense</i> (Kunth)<br><i>Benth.</i>                | Quebracho  | 43.8492                                | 36.833                            | 7.016                         | 36.833  |
| <i>Lysiloma latisiliquum</i> (L.) Benth.                            | Tsalam   | 279.0654                               | 234.415                           | 44.650                        | 234.415   |
| <i>Manilkara zapota</i> (Linnaeus)<br>van Royen.                    | Chak ya', chi' kéej, ya', chicle, chico zapote, zapote, zapote campechano, zapote huevo de chivo | 137.7782                               | 115.734                           | 22.045                        | 115.734   |
| <i>Metopium brownie</i> (Jacq.) Urb.                                | Cheechem, Box cheechem   | 243.6544                               | 204.670                           | 38.985                        | 204.670   |
| <i>Mosannonna depressa</i> (Baill.)<br><i>Chatrou.</i>              | Boox éelemuy, éelemuy, chakni', ch'ulumay, sak éelemuy   | 8.5235                                 | 7.160                             | 1.364                         | 7.160   |
| <i>Neea choriophylla</i> Standl.                                    | Ta'tsi', pinta uña, ramón negro  | 6.0667                                 | 5.096                             | 0.971                         | 5.096   |
| <i>Neea psychotrioides</i> Donn. Sm.                                | Ta'tsi'  | 23.7935                                | 19.987                            | 3.807                         | 19.987  |
| <i>Piscidia piscipula</i> (L.) Sarg.                                | Ja'abin  | 93.5857                                | 78.612                            | 14.974                        | 78.612  |
| <i>Platymiscium yucatanum</i> Standl.                               | Subin che', granadillo   | 38.1639                                | 32.058                            | 6.106                         | 32.058  |
| <i>Sabal yapa</i> C. Wright. ex Becc.                               | Julok' xa'an, xa'an, guano, guano macho  | 15.8489                                | 13.313                            | 2.536                         | 13.313  |
| <i>Semialarium mexicanum</i> (Miers)<br>Mennega                     | Chun tok, sak boob, salbe' ets'  | 7.5341                                 | 6.329                             | 1.205                         | 6.329   |
| <i>Senegalia gaumeri</i> (S. F. Blake)<br><i>Britton &amp; Rose</i> | Box kaatsim, box kassim, box catzin, catzim, kaatsim, katsim, ya'ax kassim, yaxcatzim            | 1.1218                                 | 0.942                             | 0.179                         | 0.942   |
| <i>Simarouba amara</i> Aubl.  | Pa' sak, paj sak iil, sak cedro, pistache, negrito   | 41.2107                                | 34.617                            | 6.594                         | 34.617  |
| <i>Tabebuia rosea</i> (Bertol.) DC.                                 | Jokab, Jok'ab mak' lis, Roble  | 3.4709                                 | 2.916                             | 0.555                         | 2.916   |
| <i>Thouinia paucidentata</i> Radlk                                  | K'an chuunup, hueso de tigre,  | 11.2742                                | 9.470                             | 1.804                         | 9.470   |



| NOMBRE CIENTIFICO                   | NOMBRE COMUN            | VTA (m <sup>3</sup> /33.3277 ha) | PRODUCTOS SECUNDARIOS (84%) | PUNTAS Y RAMAS (16%) | VOLUMEN APROVECHABLE (m <sup>3</sup> /Ha) |
|-------------------------------------|-------------------------|----------------------------------|-----------------------------|----------------------|---|
|                                     | madera dura             |                                  |                             |                      |   |
| <i>Trophis racemosa (L.) Urb.</i>   | Sak oox, ramón colorado | 36.2725                          | 30.469                      | 5.804                | 30.469                                    |
| <i>Vitex gaumeri Greenm.</i>        | Ya'axnik                | 194.2253                         | 163.149                     | 31.076               | 163.149                                   |
| <i>Wimmeria obtusifolia Standl.</i> | ND                      | 2.9077                           | 2.442                       | 0.465                | 2.442                                     |
| <b>TOTAL</b>                        |                         | <b>2,048.2190</b>                | <b>1,720.5040</b>           | <b>327.7150</b>      | <b>1,720.5040</b>                         |

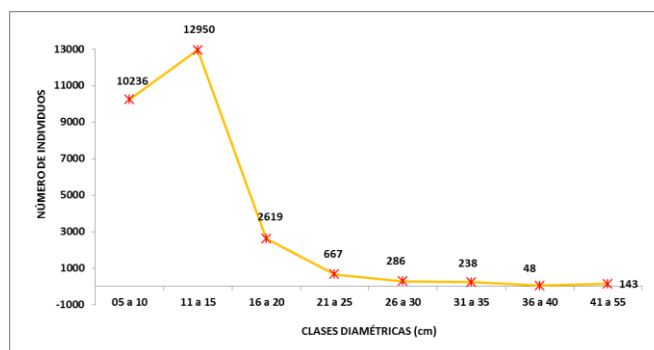
Lo anterior permite visualizar que el volumen total aprovechable de recurso maderable es de 1,720.5040 m<sup>3</sup> por las 33.3277 ha que se solicita para el CUSTF.

### DISTRIBUCIÓN DE LAS CLASES DIAMÉTRICAS DE LOS INDIVIDUOS REPORTADOS EN LA SUPERFICIE FORESTAL.

La distribución de diámetros en la superficie considerada como forestal (33.3277 ha) se puede apreciar a continuación.

**Tabla 2.18.** Número de árboles por rango de diámetro, área basal, y volumen total árbol en el área considerada como forestal dentro del conjunto de predios bajo estudio.

| CATEGORÍA DIAMÉTRICA (cm) | NÚMERO DE ÁRBOLES | AB (m <sup>2</sup> ) | VTA (m <sup>3</sup> ) |
|---------------------------|-------------------|----------------------|-----------------------|
| 05 a 10                   | 10236             | 80.3959              | 347.3127              |
| 11 a 15                   | 12950             | 156.2069             | 753.7631              |
| 16 a 20                   | 2619              | 62.8370              | 336.5764              |
| 21 a 25                   | 667               | 26.6050              | 142.2998              |
| 26 a 30                   | 286               | 18.5159              | 111.1050              |
| 31 a 35                   | 238               | 20.8917              | 133.7441              |
| 36 a 40                   | 48                | 5.9847               | 17.9493               |
| 41 a 55                   | 143               | 31.1662              | 205.4700              |
| <b>TOTAL</b>              | <b>27,186</b>     | <b>402.6034</b>      | <b>2,048.2205</b>     |



**Figura 2.9.** Número de individuos por clase diamétrica para el área que se solicita para CUSTF en el predio bajo estudio.

**II.2.6 ESTIMACIÓN ECONÓMICA DE LOS RECURSOS BIOLÓGICOS FORESTALES DEL ÁREA SUJETA AL CAMBIO DE USO DE SUELO.**

**ESTIMACIÓN ECONÓMICA DE LAS ESPECIES Y VARIEDADES DE PLANTAS.**

**ESPECIES Y VOLÚMENES PRESENTES DENTRO DEL ÁREA SUJETA A CUSTF.** De acuerdo a las estimaciones expresadas en el apartado anterior (II.2.5) de este Capítulo, los parámetros dasométricos de área basal y volumen total estimados para la superficie considerada como forestal (33.3277 ha) en el predio donde se pretende llevar a cabo el proyecto del Aeródromo se puede observar en la **Tabla 2.19** siguiente, incluidas las especies duras y blandas tropicales.

**Tabla 2.19.** Valores del número de árboles, área basal y volumen total por especie para el área que se solicita para el CUSTF (33.3277 ha) en el predio bajo estudio.

| NOMBRE CIENTIFICO                                 | NOMBRE COMUN   | NUMERO DE INDIVIDUOS | AB (m <sup>2</sup> ) | VTA (m <sup>3</sup> ) |
|---|--|----------------------|----------------------|-----------------------|
| <i>Alseis yucatanensis</i> Standl.                | Ja'as che', k'uuts che', manzanillo, papelillo, tabaquillo | 48                   | 0.4525               | 1.9003                |
| <i>Annona glabra</i> L.                           | Mak', mak'che', palo de corcho, anona silvestre            | 95                   | 1.0844               | 3.5247                |
| <i>Apoplanesia paniculata</i> C. Presl.           | Chulúul, k'i'ik' che'                                      | 95                   | 0.7479               | 2.9167                |
| <i>Bauhinia divaricata</i> L.                     | Ts' ulub took', pata de vaca                               | 48                   | 0.3739               | 1.1218                |
| <i>Bourreria pulchra</i> (Millsp.) Greenm.        | Bakal che', Sakboj   | 95                   | 0.8264               | 4.3795                |
| <i>Brosimum alicastrum</i> Sw. ssp. alicastrum    | Sa'oc huesudo, k'an oox, oox, sak oox, ya'ax oox, ramón    | 48                   | 1.4957               | 9.8719                |
| <i>Bursera simaruba</i> (L.) Sarg.                | Chak chakaj, chakaj, palo mulato                           | 3856                 | 37.8834              | 158.6034              |
| <i>Caesalpinia mollis</i> (Kunth) Spreng.         | Chak te', viga, brazil, brazileto                          | 143                  | 1.2789               | 6.3629                |
| <i>Caesalpinia violacea</i> (Mill.) Standl.       | Chacte, chakte' kok, chakte', viga                         | 48                   | 3.3654               | 18.1733               |
| <i>Cascabela gaumeri</i> (Hemsl.) Lippold.        | Aak'its, campanilla, cojón de gato                         | 190                  | 1.5743               | 6.9664                |
| <i>Coccoloba acapulcensis</i> Standl.             | Tóon yúul, toj yuub  | 143                  | 1.6453               | 9.7642                |
| <i>Coccoloba spicata</i> Lundell                  | Boob, boob ch'iich'  | 381                  | 3.4776               | 16.3088               |
| <i>Cordia gerascanthus</i> L.                     | Bojom  | 762                  | 6.6261               | 37.8049               |
| <i>Dendropanax arboreus</i> (L.) Decne. & Planch. | Tsiimin ché, Sac chakah                                    | 95                   | 0.9124               | 4.6039                |
| <i>Diospyros tetrasperma</i> Sw.                  | Sip che', pisit, siliil, ts'it'il che', k'ab che'          | 286                  | 2.7297               | 13.8207               |
| <i>Diphysa carthagenensis</i> Jacq.               | Ts'u'ts'uk, susuk  | 238                  | 2.2773               | 9.4613                |

| <b>NOMBRE CIENTIFICO</b>                       | <b>NOMBRE COMUN</b>  | <b>NUMERO DE INDIVIDUOS</b> | <b>AB (m<sup>2</sup>)</b> | <b>VTA (m<sup>3</sup>)</b> |
|--|--|-----------------------------|---------------------------|----------------------------|
| Ficus cotinifolia Kunth.                       | Kopó, alamo  | 95                          | 9.8009                    | 69.4803                    |
| Ficus maxima Mill.                             | Akúun, kopo' ch'iin, alamo, higo grande  | 95                          | 0.9909                    | 5.6741                     |
| Ficus pertusa L. f.                            | Juun k'iix, sak chéechen, higuillo   | 2999                        | 45.2275                   | 216.9935                   |
| Gliricidia sepium (Jacq.) Steudel.             | Sak ya'ab, balché keej, cocoite  | 381                         | 7.1646                    | 40.8854                    |
| Gymnopodium floribundum Rolfe.                 | Ts'iits'ilche', sak ts'iits'il che'  | 286                         | 2.3221                    | 9.0328                     |
| Havardia albicans (Kunth) Britton & Rose.      | Chukum   | 48                          | 0.3739                    | 1.1218                     |
| Lonchocarpus castilloi Standl.                 | Baal che', corazón azul  | 48                          | 0.4525                    | 1.9003                     |
| Lonchocarpus punctatus Kunth.                  | Baal che'  | 809                         | 6.9216                    | 27.2711                    |
| Lonchocarpus rugosus Benth.                    | K'anasín   | 476                         | 5.3062                    | 25.3035                    |
| Lonchocarpus xuul Lundell.                     | K'an xu'ul, palo gusano  | 952                         | 8.4323                    | 39.1847                    |
| Lonchocarpus yucatanensis Pittier.             | Ya'ax xu'ul  | 95                          | 2.9354                    | 20.5605                    |
| Luehea speciosa Willd.                         | K'an kaat, k'askáat  | 2142                        | 21.2096                   | 96.8793                    |
| Lysiloma acapulcense (Kunth) Benth.            | Quebracho  | 286                         | 8.3051                    | 43.8492                    |
| Lysiloma latisiliquum (L.) Benth.              | Tsalam   | 2952                        | 52.9082                   | 279.0654                   |
| Manilkara zapota (Linnaeus) van Royen.         | Chak ya', chi' kéej, ya', chicle, chico zapote, zapote, zapote campechano, zapote huevo de chivo | 286                         | 23.1653                   | 137.7782                   |
| Metopium brownie (Jacq.) Urb.                  | Cheechem, Box cheechem   | 1666                        | 42.1837                   | 243.6544                   |
| Mosannonna depressa (Baill.) Chatrou.          | Boox éelemuy, éelemuy, chakni', ch'ulumay, sak éelemuy   | 190                         | 1.8323                    | 8.5235                     |
| Neea choriophylla Standl.                      | Ta'tsi', pinta uña, ramón negro  | 95                          | 1.2639                    | 6.0667                     |
| Neea psychotrioides Donn. Sm.                  | Ta'tsi'  | 428                         | 4.7191                    | 23.7935                    |
| Piscidia piscipula (L.) Sarg.                  | Ja'abin  | 1619                        | 18.2817                   | 93.5857                    |
| Platymiscium yucatanum Standl.                 | Subin che', granadillo   | 857                         | 8.2677                    | 38.1639                    |
| Sabal yapa C. Wright. ex Becc.                 | Julok' xa'an, xa'an, guano, guano macho  | 190                         | 5.0145                    | 15.8489                    |
| Semialarium mexicanum (Miers) Menega           | Chun tok, sak boob, salbe' ets'  | 143                         | 1.8472                    | 7.5341                     |
| Senegalia gaumeri (S. F. Blake) Britton & Rose | Box kaatsim, box kassim, box catzin, catzim, kaatsim, katsim, ya'ax kassim, yaxcatzim            | 48                          | 0.3739                    | 1.1218                     |

| <b>NOMBRE CIENTIFICO</b>     | <b>NOMBRE COMUN</b>                                | <b>NUMERO DE INDIVIDUOS</b> | <b>AB (m<sup>2</sup>)</b> | <b>VTA (m<sup>3</sup>)</b> |
|------------------------------|--|-----------------------------|---------------------------|----------------------------|
| Simarouba amara Aubl.        | Pa' sak, paj sak iil, sak cedro, pistache, negrito | 667                         | 7.7554                    | 41.2107                    |
| Tabebuia rosea (Bertol.) DC. | Jokab, Jok'ab mak' lis, Roble                      | 95                          | 0.8264                    | 3.4709                     |
| Thouinia paucidentata Radlk  | K'an chuunup, hueso de tigre, madera dura          | 190                         | 2.2922                    | 11.2742                    |
| Trophis racemosa (L.) Urb.   | Sak oox, ramón colorado                            | 333                         | 5.5268                    | 36.2725                    |
| Vitex gaumeri Greenm.        | Ya'axnik   | 2095                        | 39.6110                   | 194.2253                   |
| Wimmeria obtusifolia Standl. | ND   | 48                          | 0.5385                    | 2.9077                     |
| <b>TOTAL</b>                 |  | <b>27,186</b>               | <b>402.6018</b>           | <b>2,048.2190</b>          |

Como puede apreciarse en la tabla anterior, en el área considerada como forestal dentro del proyecto que nos ocupa, se estimó que existe para todas las especies identificadas, 27,186 árboles con un área basal de 402.6018 m<sup>2</sup> y un volumen total Árbol de 2,048.2190 m<sup>3</sup>.

Con la finalidad de estimar el valor de la mejor opción de uso de las especies e individuos presentes en el predio que se analiza, se procedió a organizar y analizar la información considerando tanto los diámetros como las especies y el grupo tecnológico al que pertenecen las especies.

**PRODUCTOS A OBTENER.** Considerando lo expresado en los apartados anteriores y buscando la mejor utilización posible de la madera, como se señala en la tabla anterior, con las especies presentes se pueden obtener los siguientes tipos de productos:

1. Carbón vegetal (especies duras tropicales)
2. Madera para artesanías (especies blandas tropicales)

Estos usos se consideran como la mejor alternativa económica para los recursos maderables que se pueden obtener en el cambio de uso del suelo solicitado.

**ESPECIES DURAS TROPICALES Y BLANDAS TROPICALES.** Con el fin de definir la distribución de productos para las especies duras tropicales se construyó la tabla siguiente donde se puede apreciar los volúmenes aprovechables (54 + 30 = 84%), los volúmenes de desperdicio (16%) y el volumen aprovechable.

En virtud de que no existen árboles para la obtención de productos primarios, solamente se consideran productos secundarios (84%) y desperdicios de puntas y ramas (16%).

**Tabla 2.20.** Distribución de productos por especie para el área sujeta a CUSTF (33.3277 ha) en el predio bajo estudio.

| NOMBRE CIENTIFICO                                     | NOMBRE COMUN   | VTA (m <sup>3</sup> /33.3277 ha) | PRODUCTOS SECUNDARIOS (84%) | PUNTAS Y RAMAS (16%) | VOLUMEN APROVECHABLE (m <sup>3</sup> /ha) |
|---|--|----------------------------------|-----------------------------|----------------------|---|
| <i>Alseis yucatanensis</i> Standl.                    | Ja'as che', k'uuts che', manzanillo, papelillo, tabaquillo | 1.9003                           | 1.596                       | 0.304                | 1.596                                     |
| <i>Annona glabra</i> L.                               | Mak', mak'che', palo de corcho, anona silvestre            | 3.5247                           | 2.961                       | 0.564                | 2.961                                     |
| <i>Apoplanesia paniculata</i> C. Presl.               | Chulúul, k'i'ik' che'                                      | 2.9167                           | 2.450                       | 0.467                | 2.450                                     |
| <i>Bauhinia divaricata</i> L.                         | Ts' ulub took', pata de vaca                               | 1.1218                           | 0.942                       | 0.179                | 0.942                                     |
| <i>Bourreria pulchra</i> (Millsp.) Greenm.            | Bakal che', Sakboj   | 4.3795                           | 3.679                       | 0.701                | 3.679                                     |
| <i>Brosimum alicastrum</i> Sw. ssp. <i>alicastrum</i> | Sa'oc huesudo, k'an oox, oox, sak oox, ya'ax oox, ramón    | 9.8719                           | 8.292                       | 1.580                | 8.292                                     |
| <i>Bursera simaruba</i> (L.) Sarg.                    | Chak chakaj, chakaj, palo mulato                           | 158.6034                         | 133.227                     | 25.377               | 133.227                                   |
| <i>Caesalpinia mollis</i> (Kunth) Spreng.             | Chak te', viga, brazil, brazileto                          | 6.3629                           | 5.345                       | 1.018                | 5.345                                     |
| <i>Caesalpinia violacea</i> (Mill.) Standl.           | Chacte, chakte' kok, chakte', viga                         | 18.1733                          | 15.266                      | 2.908                | 15.266                                    |
| <i>Cascabela gaumeri</i> (Hemsl.) Lippold.            | Aak'its, campanilla, cojón de gato                         | 6.9664                           | 5.852                       | 1.115                | 5.852                                     |
| <i>Coccoloba acapulcensis</i> Standl.                 | Tóon yúul, toj yuub  | 9.7642                           | 8.202                       | 1.562                | 8.202                                     |
| <i>Coccoloba spicata</i> Lundell                      | Boob, boob ch'iich'  | 16.3088                          | 13.699                      | 2.609                | 13.699                                    |
| <i>Cordia gerascanthus</i> L.                         | Bojom  | 37.8049                          | 31.756                      | 6.049                | 31.756                                    |
| <i>Dendropanax arboreus</i> (L.) Decne. & Planch.     | Tsiimin ché, Sac chakah                                    | 4.6039                           | 3.867                       | 0.737                | 3.867                                     |
| <i>Diospyros tetrasperma</i> Sw.                      | Sip che', pisit, siliil, ts'it'il che', k'ab che'          | 13.8207                          | 11.609                      | 2.211                | 11.609                                    |
| <i>Diphysa carthagenensis</i> Jacq.                   | Ts'u'ts'uk, susuk  | 9.4613                           | 7.948                       | 1.514                | 7.948                                     |
| <i>Ficus cotinifolia</i> Kunth.                       | Kopó, alamo  | 69.4803                          | 58.363                      | 11.117               | 58.363                                    |
| <i>Ficus maxima</i> Mill.                             | Akúun, kopo' ch'iin, alamo, higo grande                    | 5.6741                           | 4.766                       | 0.908                | 4.766                                     |
| <i>Ficus pertusa</i> L. f.                            | Juun k'iix, sak chéechen, higuillo                         | 216.9935                         | 182.275                     | 34.719               | 182.275                                   |
| <i>Gliricidia sepium</i> (Jacq.) Steudel.             | Sak ya'ab, balché keej, cocoite                            | 40.8854                          | 34.344                      | 6.542                | 34.344                                    |
| <i>Gymnopodium floribundum</i> Rolfe.                 | Ts'iits'ilche', sak ts'iits'il che'                        | 9.0328                           | 7.588                       | 1.445                | 7.588                                     |
| <i>Havardia albicans</i> (Kunth) Britton & Rose.      | Chukum   | 1.1218                           | 0.942                       | 0.179                | 0.942                                     |
| <i>Lonchocarpus castilloi</i> Standl.                 | Baal che', corazón azul                                    | 1.9003                           | 1.596                       | 0.304                | 1.596                                     |
| <i>Lonchocarpus punctatus</i> Kunth.                  | Baal che'  | 27.2711                          | 22.908                      | 4.363                | 22.908                                    |
| <i>Lonchocarpus rugosus</i> Benth.                    | K'anasín   | 25.3035                          | 21.255                      | 4.049                | 21.255                                    |
| <i>Lonchocarpus xuul</i> Lundell.                     | K'an xu'ul, palo gusano                                    | 39.1847                          | 32.915                      | 6.270                | 32.915                                    |
| <i>Lonchocarpus yucatanensis</i> Pittier.             | Ya'ax xu'ul  | 20.5605                          | 17.271                      | 3.290                | 17.271                                    |
| <i>Luehea speciosa</i> Willd.                         | K'an kaat, k'askáat  | 96.8793                          | 81.379                      | 15.501               | 81.379                                    |
| <i>Lysiloma acapulcense</i> (Kunth) Benth.            | Quebracho  | 43.8492                          | 36.833                      | 7.016                | 36.833                                    |
| <i>Lysiloma latisiliquum</i> (L.) Benth.              | Tsalam   | 279.0654                         | 234.415                     | 44.650               | 234.415                                   |

| NOMBRE CIENTIFICO                                     | NOMBRE COMUN   | VTA<br>(m <sup>3</sup> /33.3277<br>ha) | PRODUCTOS<br>SECUNDARIOS<br>(84%) | PUNTAS<br>Y<br>RAMAS<br>(16%) | VOLUMEN<br>APROVECHABLE<br>(m <sup>3</sup> /ha) |
|---|--|--|-----------------------------------|-------------------------------|---|
| <i>Manilkara zapota</i> (Linnaeus) van Royen.         | Chak ya', chi' kéej, ya', chicle, chico zapote, zapote, zapote campechano, zapote huevo de chivo | 137.7782                               | 115.734                           | 22.045                        | 115.734   |
| <i>Metopium brownie</i> (Jacq.) Urb.                  | Cheechem, Box cheechem   | 243.6544                               | 204.670                           | 38.985                        | 204.670   |
| <i>Mosannona depressa</i> (Baill.) Chatrou.           | Boox éelemuy, éelemuy, chakni', ch'ulumay, sak éelemuy   | 8.5235                                 | 7.160                             | 1.364                         | 7.160   |
| <i>Neea choriophylla</i> Standl.                      | Ta'tsi', pinta uña, ramón negro  | 6.0667                                 | 5.096                             | 0.971                         | 5.096   |
| <i>Neea psychotrioides</i> Donn. Sm.                  | Ta'tsi'  | 23.7935                                | 19.987                            | 3.807                         | 19.987  |
| <i>Piscidia piscipula</i> (L.) Sarg.                  | Ja'abin  | 93.5857                                | 78.612                            | 14.974                        | 78.612  |
| <i>Platymiscium yucatanum</i> Standl.                 | Subin che', granadillo   | 38.1639                                | 32.058                            | 6.106                         | 32.058  |
| <i>Sabal yapa</i> C. Wright. ex Becc.                 | Julok' xa'an, xa'an, guano, guano macho  | 15.8489                                | 13.313                            | 2.536                         | 13.313  |
| <i>Semialarium mexicanum</i> (Miers) Mennega          | Chun tok, sak boob, salbe' ets'  | 7.5341                                 | 6.329                             | 1.205                         | 6.329   |
| <i>Senegalia gaumeri</i> (S. F. Blake) Britton & Rose | Box kaatsim, box kassim, box catzin, catzim, kaatsim, katsim, ya'ax kassim, yaxcatzim            | 1.1218                                 | 0.942                             | 0.179                         | 0.942   |
| <i>Simarouba amara</i> Aubl.                          | Pa' sak, paj sak iil, sak cedro, pistache, negrito   | 41.2107                                | 34.617                            | 6.594                         | 34.617  |
| <i>Tabebuia rosea</i> (Bertol.) DC.                   | Jokab, Jok'ab mak' lis, Roble  | 3.4709                                 | 2.916                             | 0.555                         | 2.916   |
| <i>Thouinia paucidentata</i> Radlk                    | K'an chuunup, hueso de tigre, madera dura  | 11.2742                                | 9.470                             | 1.804                         | 9.470   |
| <i>Trophis racemosa</i> (L.) Urb.                     | Sak oox, ramón colorado  | 36.2725                                | 30.469                            | 5.804                         | 30.469  |
| <i>Vitex gaumeri</i> Greenm.                          | Ya'axnik   | 194.2253                               | 163.149                           | 31.076                        | 163.149   |
| <i>Wimmeria obtusifolia</i> Standl.                   | ND   | 2.9077                                 | 2.442                             | 0.465                         | 2.442   |
| <b>TOTAL</b>  |  | <b>2,048.2190</b>                      | <b>1,720.5040</b>                 | <b>327.7150</b>               | <b>1,720.5040</b>                               |

Lo anterior permite visualizar que el volumen total aprovechable de recurso maderable es de 1,720.5040 m<sup>3</sup> por las 33.3277 ha que se solicita para el CUSTF.

**Tabla 2.21.** Distribución de productos para las especies duras tropicales en el área definida como forestal (33.3277 ha) dentro del predio bajo estudio.

| NOMBRE CIENTIFICO                          | NOMBRE COMUN   | VTA<br>(m <sup>3</sup> /33.3277<br>ha) | PROD.<br>SECUNDARIOS<br>(84%) | PUNTAS Y<br>RAMAS<br>(16%) | VOL.<br>APROVECHABLE<br>(m <sup>3</sup> /33.3277 ha) |
|--|--|--|-------------------------------|----------------------------|--|
| <i>Alseis yucatanensis</i> Standl.         | Ja'as che', k'uuts che', manzanillo, papelillo, tabaquillo | 1.900                                  | 1.596                         | 0.304                      | 1.596  |
| <i>Annona glabra</i> L.                    | Mak', mak'che', palo de corcho, anona silvestre            | 3.525                                  | 2.961                         | 0.564                      | 2.961  |
| <i>Apoplanesia paniculata</i> C. Presl.    | Chulúul, k'i'ik' che'                                      | 2.917                                  | 2.450                         | 0.467                      | 2.450  |
| <i>Bauhinia divaricata</i> L.              | Ts' ulub took', pata de vaca                               | 1.122                                  | 0.942                         | 0.179                      | 0.942  |
| <i>Bourreria pulchra</i> (Millsp.) Greenm. | Bakal che', Sakboj   | 4.380                                  | 3.679                         | 0.701                      | 3.679  |

| NOMBRE CIENTIFICO                          | NOMBRE COMUN   | VTA<br>(m <sup>3</sup> /33.3277<br>ha) | PROD.<br>SECUNDARIOS<br>(84%) | PUNTAS Y<br>RAMAS<br>(16%) | VOL.<br>APROVECHABLE<br>(m <sup>3</sup> /33.3277 ha) |
|--|--|--|-------------------------------|----------------------------|--|
| Brosimum alicastrum Sw. ssp. alicastrum    | Sa'oc huesudo, k'an oox, oox, sak oox, ya'ax oox, ramón  | 9.872                                  | 8.292                         | 1.580                      | 8.292  |
| Caesalpinia mollis (Kunth) Spreng.         | Chak te', viga, brazil, brazileto  | 6.363                                  | 5.345                         | 1.018                      | 5.345  |
| Caesalpinia violacea (Mill.) Standl.       | Chacte, chakte' kok, chakte', viga   | 18.173                                 | 15.266                        | 2.908                      | 15.266   |
| Cascabela gaumeri (Hemsl.) Lippold.        | Aak'its, campanilla, cojón de gato   | 6.966                                  | 5.852                         | 1.115                      | 5.852  |
| Coccoloba acapulcensis Standl.             | Tóon yúul, toj yuub  | 9.764                                  | 8.202                         | 1.562                      | 8.202  |
| Coccoloba spicata Lundell                  | Boob, boob ch'iich'  | 16.309                                 | 13.699                        | 2.609                      | 13.699   |
| Cordia gerascanthus L.                     | Bojom  | 37.805                                 | 31.756                        | 6.049                      | 31.756   |
| Dendropanax arboreus (L.) Decne. & Planch. | Tsiimin ché, Sac chakah  | 4.604                                  | 3.867                         | 0.737                      | 3.867  |
| Diospyros tetrasperma Sw.                  | Sip che', pisit, siliil, ts'it'il che', k'ab che'  | 13.821                                 | 11.609                        | 2.211                      | 11.609   |
| Diphysa carthagenensis Jacq.               | Ts'u'ts'uk, susuk  | 9.461                                  | 7.948                         | 1.514                      | 7.948  |
| Ficus cotinifolia Kunth.                   | Kopó, alamo  | 69.480                                 | 58.363                        | 11.117                     | 58.363   |
| Ficus maxima Mill.                         | Akúun, kopo' ch'iin, alamo, higo grande  | 5.674                                  | 4.766                         | 0.908                      | 4.766  |
| Ficus pertusa L. f.                        | Juun k'iix, sak chéechen, higuillo   | 216.994                                | 182.275                       | 34.719                     | 182.275  |
| Gliricidia sepium (Jacq.) Steudel.         | Sak ya'ab, balché keej, cocoite  | 40.885                                 | 34.344                        | 6.542                      | 34.344   |
| Gymnopodium floribundum Rolfe.             | Ts'iits'ilche', sak ts'iits'il che'  | 9.033                                  | 7.588                         | 1.445                      | 7.588  |
| Havardia albicans (Kunth) Britton & Rose.  | Chukum   | 1.122                                  | 0.942                         | 0.179                      | 0.942  |
| Lonchocarpus castilloi Standl.             | Baal che', corazón azul  | 1.900                                  | 1.596                         | 0.304                      | 1.596  |
| Lonchocarpus punctatus Kunth.              | Baal che'  | 27.271                                 | 22.908                        | 4.363                      | 22.908   |
| Lonchocarpus rugosus Benth.                | K'anasín   | 25.303                                 | 21.255                        | 4.049                      | 21.255   |
| Lonchocarpus xuul Lundell.                 | K'an xu'ul, palo gusano  | 39.185                                 | 32.915                        | 6.270                      | 32.915   |
| Lonchocarpus yucatanensis Pittier.         | Ya'ax xu'ul  | 20.560                                 | 17.271                        | 3.290                      | 17.271   |
| Luehea speciosa Willd.                     | K'an kaat, k'askáat  | 96.879                                 | 81.379                        | 15.501                     | 81.379   |
| Lysiloma acapulcense (Kunth) Benth.        | Quebracho  | 43.849                                 | 36.833                        | 7.016                      | 36.833   |
| Lysiloma latisiliquum (L.) Benth.          | Tsalam   | 279.065                                | 234.415                       | 44.650                     | 234.415  |
| Manilkara zapota (Linnaeus) van Royen.     | Chak ya', chi' kéej, ya', chicle, chico zapote, zapote, zapote campechano, zapote huevo de chivo | 137.778                                | 115.734                       | 22.045                     | 115.734  |

| NOMBRE CIENTIFICO                                 | NOMBRE COMUN   | VTA<br>(m <sup>3</sup> /33.3277<br>ha) | PROD.<br>SECUNDARIOS<br>(84%) | PUNTAS Y<br>RAMAS<br>(16%) | VOL.<br>APROVECHABLE<br>(m <sup>3</sup> /33.3277 ha) |
|---|--|--|-------------------------------|----------------------------|--|
| Metopium brownie (Jacq.) Urb.                     | Cheechem, Box<br>cheechem  | 243.654                                | 204.670                       | 38.985                     | 204.670  |
| Mosannona depressa (Baill.)<br>Chatrou.           | Boox éelemuy,<br>éelemuy, chakni',<br>ch'ulumay, sak<br>éelemuy                                      | 8.523                                  | 7.160                         | 1.364                      | 7.160  |
| Neea choriophylla Standl.                         | Ta'tsi', pinta uña,<br>ramón negro   | 6.067                                  | 5.096                         | 0.971                      | 5.096  |
| Neea psychotrioides Donn. Sm.                     | Ta'tsi'  | 23.794                                 | 19.987                        | 3.807                      | 19.987   |
| Piscidia piscipula (L.) Sarg.                     | Ja'abin  | 93.586                                 | 78.612                        | 14.974                     | 78.612   |
| Platymiscium yucatanum Standl.                    | Subin che',<br>granadillo  | 38.164                                 | 32.058                        | 6.106                      | 32.058   |
| Sabal yapa C. Wright. ex Becc.                    | Julok' xa'an,<br>xa'an, guano,<br>guano macho  | 15.849                                 | 13.313                        | 2.536                      | 13.313   |
| Semialarium mexicanum (Miers)<br>Menega           | Chun tok, sak<br>boob, salbe' ets'   | 7.534                                  | 6.329                         | 1.205                      | 6.329  |
| Senegalia gaumeri (S. F. Blake)<br>Britton & Rose | Box kaatsim, box<br>kassim, box<br>catzin, catzim,<br>kaatsim, katsim,<br>ya'ax kassim,<br>yaxcatzim | 1.122                                  | 0.942                         | 0.179                      | 0.942  |
| Simarouba amara Aubl.                             | Pa' sak, paj sak<br>iil, sak cedro,<br>pistache, negrito   | 41.211                                 | 34.617                        | 6.594                      | 34.617   |
| Tabebuia rosea (Bertol.) DC.                      | Jokab, Jok'ab<br>mak' lis, Roble   | 3.471                                  | 2.916                         | 0.555                      | 2.916  |
| Thouinia paucidentata Radlk                       | K'an chuunup,<br>hueso de tigre,<br>madera dura  | 11.274                                 | 9.470                         | 1.804                      | 9.470  |
| Trophis racemosa (L.) Urb.                        | Sak oox, ramón<br>colorado   | 36.273                                 | 30.469                        | 5.804                      | 30.469   |
| Vitex gaumeri Greenm.                             | Ya'axnik   | 194.225                                | 163.149                       | 31.076                     | 163.149  |
| Wimmeria obtusifolia Standl.                      | ND   | 2.908                                  | 2.442                         | 0.465                      | 2.442  |
| <b>TOTAL</b>                                      |  | <b>1,889.616</b>                       | <b>1587.277</b>               | <b>302.338</b>             | <b>1,587.277</b>                                     |

Como puede apreciarse para todas las especies duras tropicales registradas dentro del predio se tiene un Volumen Total Arbol de 1,889.616 m<sup>3</sup>; sin embargo, existen solamente 1,587.277 m<sup>3</sup> de madera que puede ser aprovechada para la elaboración de carbón vegetal.

Para el caso del grupo tecnológico blandas tropicales se observó una sola especie, *B. simaruba* en el área que se solicita para CUSTF en el predio bajo estudio y el volumen aprovechable de madera es de 133.227 m<sup>3</sup>. Este volumen se destinará para elaborar piezas pequeñas para uso en la elaboración de artesanías.



**Tabla 2.22.** Distribución de productos para las especies blandas tropicales en el área definida como forestal (33.3277 ha) dentro del predio bajo estudio.

| NOMBRE CIENTIFICO           | NOMBRE COMUN                        | VTA<br>(m <sup>3</sup> /33.3277<br>ha) | PROD.<br>SECUNDARIOS<br>(84%) | PUNTAS<br>Y RAMAS<br>(16%) | VOL.<br>APROVECHABLE<br>(m <sup>3</sup> /33.3277 ha) |
|-----------------------------|-------------------------------------|--|-------------------------------|----------------------------|--|
| Bursera simaruba (L.) Sarg. | Chak chakaj,<br>chakaj, palo mulato | 158.603                                | 133.227                       | 25.377                     | 133.227  |
| <b>TOTAL</b>                |                                     | <b>158.603</b>                         | <b>133.227</b>                | <b>25.377</b>              | <b>133.227</b>                                       |

**CARBÓN VEGETAL.** Considerando que el volumen de madera disponible y aprovechable del grupo tecnológico duras tropicales a utilizar para la elaboración de carbón es de 1,587.277 m<sup>3</sup> y que la tecnología para la elaboración del carbón es la tradicional y considerando que para una tonelada de carbón se requieren 5 m<sup>3</sup> de madera, el carbón que se puede producir con la madera del predio es de 317.46 toneladas de carbón vegetal.

El valor actual por tonelada de carbón vegetal es de aproximadamente \$ 2,000.00, por lo que se puede estimar que el valor económico para la leña del área que ocupará la construcción del proyecto asciende a **\$ 634,910.85** pesos por este concepto.

**ARTESANÍAS.** Se detectó una especie del grupo tecnológico blandas tropicales que se utilizan frecuentemente para elaborar artesanías.

La madera de blandas tropicales, que puede ser aprovechada se estimó en 133.23 m<sup>3</sup> de volumen aprovechable, considerando que un metro cúbico de madera de *B. simaruba* de estas dimensiones usualmente alcanza un precio de \$ 2,500.00; por lo que el valor de la madera del volumen aprovechable estimada en rollo es del orden de **\$ 333,067.19** pesos.

**VALOR DE LOS RECURSOS (PLANTAS) FORESTALES.** En resumen los productos forestales derivados del CUSTF representan un valor estimado de **\$ 596,095.21** distribuido como puede apreciarse en la tabla siguiente.

**Tabla 2.23.** Resumen de productos maderables posibles de obtener y valores estimados.

| PRODUCTO               | VALOR ESTIMADO (\$) |
|------------------------|---------------------|
| Carbón vegetal         | 634,910.85          |
| Madera para artesanías | 333,067.19          |
| <b>SUMA</b>            | <b>967,978.04</b>   |

**ESTIMACIÓN ECONÓMICA DE LAS ESPECIES Y VARIEDADES DE ANIMALES.** En el proyecto que se presenta no se tiene programado el aprovechamiento de la fauna silvestre, debido a que esta será ahuyentada temporalmente o reubicada del sitio donde se desarrollará el proyecto, por lo cual se hará una estimación de su valor en función a una densidad estimada de individuos en la superficie considerada como forestal.

Se parte de los ejemplares de fauna silvestre reportados como avistados en los sitios de muestreo, estimando un número posible en función de la superficie considerada como forestal (33.3277 ha), información que puede observarse en la **Tabla 2.24.**

Los valores otorgados a los ejemplares son estimativos y obedecen a precios que se otorgan a especies similares en las tiendas de mascotas.

**Tabla 2.24.** Estimación económica de la fauna silvestre observada en el predio del proyecto.

| GRUPO FAUNÍSTICO            | NOMBRE CIENTÍFICO               | NOMBRE COMÚN                                  | NO. DE INDIVIDUOS A           | NO. DE INDIVIDUOS B | VALOR UNITARIO (\$) | TOTAL (\$) |
|-----------------------------|---------------------------------|---|-------------------------------|---------------------|---------------------|------------|
| ANFIBIOS                    | <i>Rhinella marina</i>          | Sapo marino                                   | 6                             | 20                  | 45                  | 900.00     |
|                             | <i>Incilius valliceps</i>       | sapo del golfo, sapo costero                  | 2                             | 7                   | 50                  | 350.00     |
| REPTILES                    | <i>Sceloporus chrysostictus</i> | lagartija escamosa, Merech                    | 2                             | 7                   | 80                  | 560.00     |
|                             | <i>Anolis rodriguezi</i>        | Lagartija de abanico amarillo                 | 6                             | 20                  | 40                  | 800.00     |
|                             | <i>Anolis sagrei</i>            | Lagartija café, Abaniquillo pardo             | 5                             | 17                  | 40                  | 680.00     |
|                             | <i>Anolis sericeus</i>          | Lagartija de abanico azul, Abaniquillo sedoso | 3                             | 10                  | 40                  | 400.00     |
|                             | <i>Mesoscincus schwartzei</i>   | Eslizón yucateco, Bek'ech                     | 3                             | 10                  | 100                 | 1,000.00   |
|                             | <i>Holcosus undulata</i>        | Ameiva metálica, Yax merech                   | 11                            | 37                  | 100                 | 3,700.00   |
|                             | <i>Senticolis triaspis</i>      | Ratonera oliva                                | 1                             | 3                   | 120                 | 360.00     |
|                             | <i>Dryadophis melanolomus</i>   | Culebra lagartijera olivacea.                 | 1                             | 3                   | 100                 | 300.00     |
|                             | <i>Micrurus diastema</i>        | Coralillo, Chac ib can                        | 1                             | 3                   | 500                 | 1,500.00   |
|                             | MAMÍFEROS                       | <i>Otodylomys phyllotis</i>                   | Rata trepadora orejas grandes | 3                   | 10                  | 70         |
| <i>Glossophaga soricina</i> |                                 | Murciélago nectarívoro tropical               | 1                             | 3                   | 150                 | 450.00     |
| <i>Artibeus jamaicensis</i> |                                 | Murciélago-frutero de Jamaica                 | 28                            | 93                  | 150                 | 13,950.00  |
| <i>Artibeus lituratus</i>   |                                 | Murciélago frugívoro gigante                  | 17                            | 57                  | 150                 | 8,550.00   |
| <i>Chiroderma villosum</i>  |                                 | Murciélago ojón peludo                        | 3                             | 10                  | 100                 | 1,000.00   |
| <i>Dermanura phaeotis</i>   |                                 | Murciélago frugívoro                          | 2                             | 7                   | 100                 | 700.00     |
| AVES                        | <i>Crypturellus cinnamomeus</i> | Tinamú canelo                                 | 5                             | 17                  | 200                 | 3,400.00   |
|                             | <i>Coragyps atratus</i>         | Zopilote común                                | 2                             | 7                   | S/V                 | S/V        |
|                             | <i>Ortalis vetula</i>           | Chachalaca                                    | 16                            | 53                  | 200                 | 10,600.00  |
|                             | <i>Patagioenas flavirostris</i> | Paloma morada                                 | 2                             | 7                   | 150                 | 1,050.00   |
|                             | <i>Zenaida asiatica</i>         | Paloma ala blanca                             | 4                             | 13                  | 50                  | 650.00     |
|                             | <i>Leptotila jamaicensis</i>    | Paloma caribeña                               | 6                             | 20                  | 80                  | 1,600.00   |
|                             | <i>Amazona albifrons</i>        | Loro frente blanca                            | 2                             | 7                   | 700                 | 4,900.00   |

| GRUPO FAUNÍSTICO | NOMBRE CIENTÍFICO               | NOMBRE COMÚN          | NO. DE INDIVIDUOS<br>A | NO. DE INDIVIDUOS<br>B | VALOR UNITARIO (\$) | TOTAL (\$) |
|------------------|---------------------------------|-----------------------|------------------------|------------------------|---------------------|------------|
|                  | <i>Aratinga nana</i>            | Perico pecho sucio    | 2                      | 7                      | 500                 | 3,500.00   |
|                  | <i>Piaya cayana</i>             | Cuclillo canela       | 3                      | 10                     | 150                 | 1,500.00   |
|                  | <i>Ciccaba virgata</i>          | Búho café             | 1                      | 3                      | 1000                | 3,000.00   |
|                  | <i>Glaucidium brasilianum</i>   | Tecolote bajoño       | 1                      | 3                      | 800                 | 2,400.00   |
|                  | <i>Chordeiles acutipennis</i>   | Chotocabras menor     | 2                      | 7                      | 100                 | 700.00     |
|                  | <i>Nyctidromus albicollis</i>   | Chotocabras pauraques | 4                      | 13                     | 100                 | 1,300.00   |
|                  | <i>Anrostomus badius</i>        | Tapacaminos huil      | 6                      | 20                     | 100                 | 2,000.00   |
|                  | <i>Amazilia yucatanensis</i>    | Colibrí yucateco      | 1                      | 3                      | 150                 | 450.00     |
|                  | <i>Amazilia rutila</i>          | Colibrí canela        | 2                      | 7                      | 120                 | 840.00     |
|                  | <i>Trogon melanocephalus</i>    | Trogón cabeza negra   | 12                     | 40                     | 200                 | 8,000.00   |
|                  | <i>Eumomota superciliosa</i>    | Momoto ceja azul      | 12                     | 40                     | 200                 | 8,000.00   |
|                  | <i>Melanerpes aurifrons</i>     | Carpintero cheje      | 1                      | 3                      | 70                  | 210.00     |
|                  | <i>Synallaxis erythrothorax</i> | Güitío pecho rufo     | 8                      | 27                     | 70                  | 1,890.00   |
|                  | <i>Dendrocincla homochroa</i>   | Trepatroncos café     | 7                      | 23                     | 50                  | 1,150.00   |
|                  | <i>Pitangus sulphuratus</i>     | Luis bienteveo        | 4                      | 13                     | 50                  | 650.00     |
|                  | <i>Megarynchus pitangua</i>     | Luis pico grueso      | 5                      | 17                     | 50                  | 850.00     |
|                  | <i>Myiozetetes similis</i>      | Luis gregario         | 8                      | 27                     | 50                  | 1,350.00   |
|                  | <i>Camptostoma imberbe</i>      | Mosquero lampiño      | 2                      | 7                      | 50                  | 350.00     |
|                  | <i>Contopus cinereus</i>        | Pibi tropical         | 4                      | 13                     | 50                  | 650.00     |
|                  | <i>Attila spadiceus</i>         | Atila                 | 2                      | 7                      | 50                  | 350.00     |
|                  | <i>Myiarchus yucatanensis</i>   | Papamoscas yucateco   | 3                      | 10                     | 50                  | 500.00     |
|                  | <i>Myiarchus tuberculifer</i>   | Papamoscas triste     | 2                      | 7                      | 50                  | 350.00     |
|                  | <i>Tyrannus melancholicus</i>   | Tirano tropical       | 6                      | 20                     | 50                  | 1,000.00   |
|                  | <i>Tyrannus couchii</i>         | Tirano salvador       | 2                      | 7                      | 50                  | 350.00     |
|                  | <i>Legatus leucophaeus</i>      | Papamoscas pirata     | 1                      | 3                      | 50                  | 150.00     |
|                  | <i>Vireo magister</i>           | Vireo yucateco        | 3                      | 10                     | 35                  | 350.00     |
|                  | <i>Vireo pallens</i>            | Vireo manglero        | 1                      | 3                      | 100                 | 300.00     |
|                  | <i>Cyclarhis gujanensis</i>     | Vireon ceji rufa      | 5                      | 17                     | 45                  | 765.00     |

| <b>GRUPO FAUNÍSTICO</b> | <b>NOMBRE CIENTÍFICO</b>         | <b>NOMBRE COMÚN</b>       | <b>NO. DE INDIVIDUOS<sup>A</sup></b> | <b>NO. DE INDIVIDUOS<sup>B</sup></b> | <b>VALOR UNITARIO (\$)</b> | <b>TOTAL (\$)</b> |
|-------------------------|----------------------------------|---------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|----------------------------|-------------------|
|                         | <i>Cyanocorax yncas</i>          | Chara verde               | 7                                    | 23                                   | 50                         | 1,150.00          |
|                         | <i>Cyanocorax morio</i>          | Chara papan               | 5                                    | 17                                   | 50                         | 850.00            |
|                         | <i>Cyanocorax yucatanicus</i>    | Chara yucateca            | 14                                   | 47                                   | 50                         | 2,350.00          |
|                         | <i>Petrochelidon fulva</i>       | Golondrina pueblera       | 20                                   | 67                                   | 30                         | 2,010.00          |
|                         | <i>Pheugopedius maculipectus</i> | Chivirín moteado          | 2                                    | 7                                    | 50                         | 350.00            |
|                         | <i>Uropsila leucogastra</i>      | Chivirín vientre blanco   | 1                                    | 3                                    | 50                         | 150.00            |
|                         | <i>Turdus grayi</i>              | Zorzal pardo              | 2                                    | 7                                    | 50                         | 350.00            |
|                         | <i>Setophaga erithacorides</i>   | Chipe de manglar          | 1                                    | 3                                    | 40                         | 120.00            |
|                         | <i>Saltator coerulescens</i>     | Saltador gris             | 3                                    | 10                                   | 60                         | 600.00            |
|                         | <i>Eucometis penicillata</i>     | Tángara cabeza gris       | 1                                    | 3                                    | 100                        | 300.00            |
|                         | <i>Piranga roseogularis</i>      | Tángara yucateca          | 1                                    | 3                                    | 45                         | 135.00            |
|                         | <i>Arremonops rufivirgatus</i>   | Rascador oliváceo         | 9                                    | 30                                   | 45                         | 1,350.00          |
|                         | <i>Agelaius phoeniceus</i>       | Tordo sargento            | 3                                    | 10                                   | 50                         | 500.00            |
|                         | <i>Dives dives</i>               | Tordo cantor              | 11                                   | 37                                   | 40                         | 1,480.00          |
|                         | <i>Icterus cucullatus</i>        | Bolsero encapuchado       | 2                                    | 7                                    | 100                        | 700.00            |
|                         | <i>Icterus chrysater</i>         | Bolsero dorso dorado      | 1                                    | 3                                    | 100                        | 300.00            |
|                         | <i>Icterus mesomelas</i>         | Bolsero cola amarilla     | 4                                    | 13                                   | 100                        | 1,300.00          |
|                         | <i>Icterus auratus</i>           | Bolsero yucateco          | 5                                    | 17                                   | 100                        | 1,700.00          |
|                         | <i>Icterus gularis</i>           | Bolsero de altamira       | 4                                    | 13                                   | 100                        | 1,300.00          |
|                         | <i>Euphonia hirundinacea</i>     | Eufonia garganta amarilla | 2                                    | 7                                    | 100                        | 700.00            |
| <b>TOTAL</b>            |                                  |                           |                                      |                                      |                            | <b>118,700.00</b> |

<sup>A</sup>. Número de individuos registrados en los sitios de muestreo trazados en el predio con una superficie de 10 ha.

<sup>B</sup>. Número de individuos registrados en toda la superficie sometida a CUSTF (33.3277 ha).

S/V\_ Sin valor en las tiendas de mascotas.

Si se vendieran los ejemplares considerados en la tabla anterior, se obtendrían aproximadamente **\$ 118,700.00** por concepto de fauna silvestre.

## ESTIMACIÓN ECONÓMICA DE LAS ESPECIES Y VARIETADES DE MICROORGANISMOS.

**DE INTERÉS GENERAL.** México es un país megadiverso, se considera que es uno de los 5 países con mayor diversidad biológica en el mundo. A pesar de la enorme importancia biológica y ecológica que tiene el caracterizar la diversidad biológica nativa en nuestro país, y a pesar de que los microorganismos son los organismos más abundantes en la tierra, y a pesar de la enorme relevancia de su participación en el funcionamiento de cualquier ecosistema.

Por su posición clave en los niveles tróficos de los ecosistemas, su participación central dentro de los ciclos biogeoquímicos, y sus interacciones con el resto de los seres vivos, el papel de los microorganismos para mantener el equilibrio de los ecosistemas es fundamental. Así, para la comprensión del funcionamiento de un ecosistema, es obvia la necesidad de integrar a los microorganismos como un componente esencial.

En el caso del suelo, el papel de los microorganismos es central ya que suministran los compuestos inorgánicos para que las plantas superiores puedan utilizarlos (ciclos del nitrógeno, carbono, fósforo y azufre), y contribuyen a la continua descomposición y mineralización de la materia orgánica en putrefacción. Esta actividad de los microorganismos descomponedores es fundamental para permitir el reciclaje de materia orgánica fijada en las plantas superiores, además ellos mismos se incorporan al detritus. Además, son indispensables para la descomposición de materia orgánica en ausencia de aire y para la fijación de CO<sub>2</sub> en condiciones de metanogénesis, lo que determina cambios globales importantes en los niveles de oxidación del material orgánico en ambientes anóxicos.

No obstante a lo anterior, la caracterización de la biodiversidad en México se ha realizado principal y casi exclusivamente en cuanto a su flora y fauna, mientras que la riqueza biológica y genética microbiana nativa de nuestros ecosistemas ha sido poco descrita (Herrera-Castellanos, 2007<sup>1</sup>).

De hecho, la fracción de los microorganismos conocidos y estudiados, respecto a los existentes en los muy diversos hábitats de nuestro planeta, es extremadamente pequeña. Esto se debe a que la mayoría de los microorganismos más ampliamente estudiados lo han sido principalmente por razones antropocéntricas (microorganismos patógenos o microorganismos de aplicación industrial, farmacéutica o agronómica); ya que los microorganismos estudiados solo son aquéllos que pertenecen al grupo de microorganismos aislables y cultivables por los métodos microbiológicos de laboratorio tradicionalmente utilizados. Sin embargo, la gran mayoría de los microorganismos no son cultivables, por lo que los análisis de diversidad microbiana basados en el aislamiento y cultivo de las especies nativas han descrito de forma muy limitada las comunidades microbianas nativas.

---

<sup>1</sup> Herrera-Estrella A. y F. Castellanos (2007). Análisis metagenómico de la microbiota edáfica de la reserva de la biósfera de Calakmul. Ide@s CONCYTEG. 29:802-823.

**Como se puede observar en México existe un conocimiento mínimo de la microbiota existente en ecosistemas, tales como las dunas costeras, selvas y manglares, y por consiguiente, es de suma importancia estudiarlas para conocer la riqueza biológica, genética y económica de estos componentes preponderantes en la vida de estos ecosistemas.**

**DE INTERÉS CIENTÍFICO.** Justamente por la carencia de información de la microbiota de los diferentes hábitats de México ha llevado a la comunidad científica del país a la aplicación de metodologías de biología molecular e ingeniería genética, con fines de minimizar el rezago en conocimiento de este tipo de microorganismos.

El estudio de la diversidad microbiana nativa de diferentes hábitats, mediante abordajes moleculares como la secuenciación de RNAs ribosomales (rRNAs), han permitido la detección de especies microbianas no cultivables, y han conducido a la conclusión de que menos del 1% del total de los microorganismos presentes en el ambiente son cultivables (del 0.3% en el caso del suelo (Torsvik, 1990)).

Por otro lado, Los análisis metagenómicos han conducido desde la identificación de novedosos biocatalizadores con potencial biotecnológico (e.g. Rondon et al., Uchiyama et al., 2005), hasta la identificación de numerosas especies (filotipos) nuevos y más de un millón de nuevos genes (Acinas et al., 2004, Venter et al., 2004), el ensamble de genomas enteros incluso de microorganismos no cultivables, la caracterización de la estructura de las comunidades microbianas en ambientes extremos y la caracterización de perfiles metabólicos de la microbiota de ambientes complejos (Tyson et al., 2004; Green et al., 2005).

Un amplio y no previamente imaginado horizonte para estudios de ecología microbiana y la caracterización de su riqueza genética, se extiende a raíz de la aplicación de este nuevo tipo de abordaje metagenómico.

**Como se puede ver al utilizar herramientas de este tipo es obvio el interés científico acerca de este grupo de microorganismos, cuya última finalidad de su hallazgo es la utilización para muy diversos fines tales como de conocimiento y aplicaciones biotecnológico, en las áreas de la medicina, agricultura, industria, etc.**

**DE INTERÉS BIOTECNOLÓGICO.** De acuerdo a la literatura basada en aislamientos microbiológicos tradicionales, la mayor parte de las bacterias del suelo son heterotróficas, siendo los más comunes los bacilos esporulados, actinomicetos, y en la rizósfera especies de los géneros *Rhizobium* y *Pseudomonas*. En más recientes estudios moleculares y metagenómicos, se han logrado detectar la presencia de Acidobacterias, bacterias Gram-positivas de bajo contenido en GC, Cytophagales, o géneros como *Janthinobacterium*, *Xanthomonas* y *Microbulbifer* (Rondon et al., 2000; Voget et al., 2003; Green et al., 2005).

Desde el punto de vista biotecnológico se han estado realizando estudios a nivel laboratorio con fines de conocer las verdaderas potencialidades de ciertos microorganismos para usos futuros a gran escala y de forma comercial. Entre algunos de los organismos que se están estudiando se pueden mencionar a los siguientes:

***Glomus spp*** que se utilizó para inocular especies para reforestación en la Reserva de el Eden en Quintana Roo (Allen *et al.*, 2003<sup>2</sup>).

***Glomus intraradices* y *Azospirillum brasilense***, que se utilizaron para inocular plantas de Maiz en Yucatán (Uribe-Valle G. y R. Dzib-Echeverria, 2006<sup>3</sup>).

***Estos dos ejemplos de estudios solamente han quedado en estudios de ciencia básica y aplicada a pequeña escala, sin una trascendencia importante que termine en un producto o paquete tecnológico con un valor productivo y económico.***

**DE INTERÉS COMERCIAL.** Universidades y centros de investigación en todo el mundo han realizado estudios con microorganismos para usos de la ciencia y los aspectos biotecnológicos. Como ejemplos de estos son lo que se mencionan a continuación:

- ✓ **Soley Biotechnology Institute** ha producido y pone al alcance de la sociedad agronómica productos, tales como:

**Bioactive Soil Neutralizer: (Soil Acidity/Alkalinity Regulator):** Regula y estabiliza el nivel de pH del suelo entre 6.5-7.5, puede activarse cerca de 2 años, incrementa la fijación de nitrógeno del suelo, se requiere pequeñas cantidades para grandes extensiones (1gr para 1m<sup>2</sup>), contiene una mezcla y consorcio bacteriano, es nocivo para el ambiente, reduce la absorción de metales pesados.

La mezcla o consorcio bacteriano contiene en forma de esporas a: *Lactobacillus bulgaricus*, *Streptococcus thermophilus*, *Bacillus subtilis*, *Bacillus licheniformis*, *Bacillus amyloliquefaciens*, *Bacillus megaterium*, *Bacillus pumilus*.

El precio de este producto en el mercado es de **76 USD/kg (\$ 927 /Kg)**.

**Disponible:** <http://www.soley.cn/products/bioactive-soil-neutralizer.html>.

- ✓ **Natural Resource Group Inc** ha producido diversos productos para diferentes fines, tales como los siguientes:

**Biología Agrícola.** Liquid Endo (consorcio bacteriano compuesto por 4 especies de hongos endomicorrizicos, *Glomus intraradices*, *G. aggregatum*, *G. mosseae* y *G. etunicatum*. Este producto es efectivo para incrementar la habilidad de las raíces para la absorción de agua, nutrientes y mayor producción de las plantas).

<sup>2</sup> Allen B., Allen M., Egerton-Warburton L., Corkidi L. y A. Gomez-Pompa (2003). Impacts of early- and late-seral mycorrhizae during restoration in seasonal tropical forest, Mexico. *Ecological Applications*, 13(6):1701–1717.

<sup>3</sup> Uribe-Valle G. y R. Dzib-Echeverria (2006). Micorriza arbuscular (*Glomus intraradices*), *Azospirillum brasilense* y Brassinoesteroide en la producción de Maiz en suelo Luvisol. *Agricultura Técnica de México*. 32(1): 67-76.

**Biorremediación de residuos de petróleos** Activate™ HCT (consorcio bacteriano para la degradación de petróleo y desechos orgánicos en aguas negras).

Disponible: <http://www.callnrg.com/agriculture.html>.

*Los 2 ejemplos anteriores dejan visualizar los conocimientos que se tiene sobre ciertos organismos tanto a nivel de laboratorio (ciencia básica), como a nivel de aplicación de campo y a escala mayor (ciencia aplicada). Solamente teniendo estos conocimientos se puede pensar en un aprovechamiento comercial de estos organismos envasados en diferentes presentaciones y para muy diferentes fines con la agricultura, biorremediación, industria alimentaria, etc. y por ende un valor intrínseco de estos productos biotecnológicos.*

Como se puede observar estos conocimientos han sido generados por industrias extranjeras. México actualmente se encuentra en estudios de laboratorio y a escala menor (ciencia básica) para con fines de que en un futuro se pueda generar productos biotecnológicos aplicables al campo mexicano., pero por de pronto no existen estos datos para el país.

Tomando en cuenta todo lo anteriormente expuesto se puede mencionar que el valor de los recursos biológicos-forestales que serán removidos en los polígonos forestales del predio del proyecto que nos ocupa es el que a continuación se menciona.

**Tabla 2.25.** Resumen de productos posibles de obtener y valores estimados de los recursos biológicos-forestales del área para CUSTF.

| PRODUCTO                                      | VALOR ESTIMADO (\$) |
|---|---------------------|
| Carbón vegetal                                | 634,910.85          |
| Madera para artesanía                         | 333,067.19          |
| Fauna silvestre y otros organismos biológicos | 118,700.00          |
| <b>SUMA</b>                                   | <b>1,086,678.04</b> |

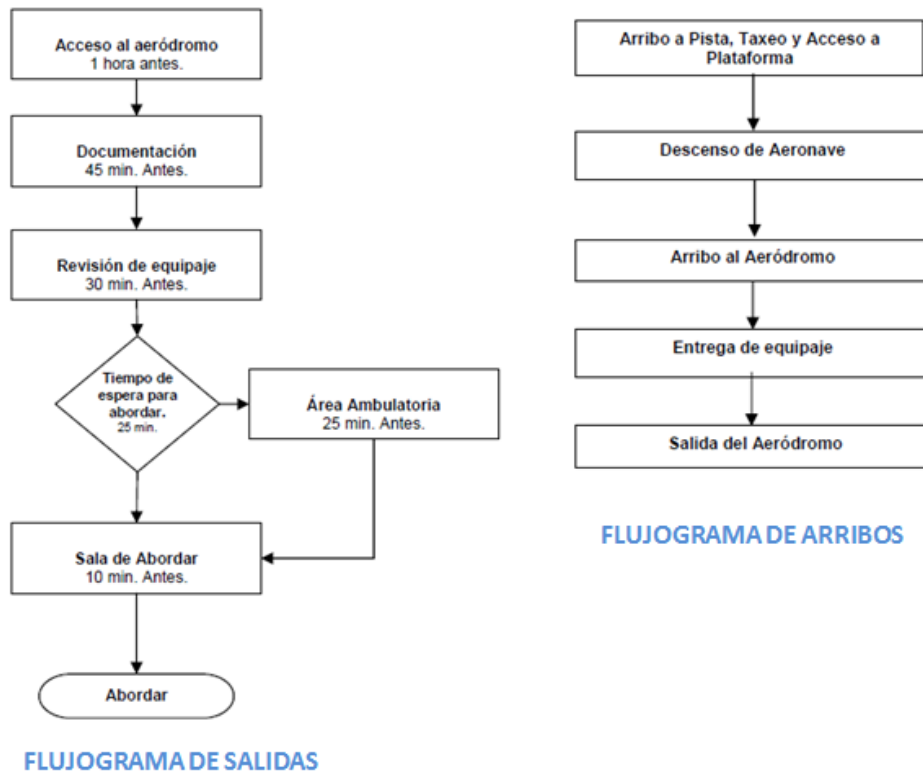
No se encontraron plantas herbáceas o arbustivas que pudiesen ser comercializadas, ni hongos u otros organismos con valor como alimento, por lo cual el valor de los recursos bióticos que contienen los polígonos forestales en la superficie considerada como forestal (33.3277 ha) asciende a la cantidad de **\$1,086,678.04**.

## II.2.7 OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO.

La vida útil de operación estimada de las obras propuestas es de 40 años. Se tendrían costos anuales por operación y mantenimiento de \$ 2'514,951, así como el reencarpetado de la pista y rehabilitación de las franjas de seguridad y calle de rodaje cada 10 años con una reinversión de \$3'300,000.



**Programa de operación.** La operación del Aeródromo se basa en el arribo y salidas diarias de las aeronaves. En la figura siguiente se puede visualizar la logística seguida en las salidas y arribos de aeronaves pretendido por el presente proyecto:



**Figura 2.10.** Logística a seguir en el funcionamiento del proyecto en la salida y arribo de aeronaves.

**Programa de mantenimiento.** Tanto para las aeronaves usuarias del nuevo Aeródromo, como en sus vehículos propios, no se realizará ningún tipo de mantenimiento mecánico, ya que no se contará con talleres ni bodegas de mantenimiento. Para cualquier evento de reparación, se deberá realizar en los talleres especializados a encontrarse en la localidad de Playa del Carmen. Tampoco se contará con hangares para estas actividades.

El principal mantenimiento a requerir es el de limpieza diaria a la Terminal Aérea: El personal responsable de la higiene e imagen a primera vista deberán de mantener limpio las áreas de servicios, baños respectivos. En cuanto a higiene también deberán mantener limpio la demás infraestructura como la Torre de Control y CREI. Estas actividades de limpieza deberán realizarse diariamente.

Así también deberá hacerse un mantenimiento periódico en las áreas jardinadas y programar el riego nocturno en las áreas verdes del Estacionamiento, perímetro de la Terminal Aérea, laterales del Camino de Acceso y camellón central del mismo Camino de Acceso. Estas actividades se realizarán cada 10 días.

Así también, es muy importante contar con vigilancia y mantener limpia las áreas de la Plataforma, Calle de Acceso o de Rodaje a Plataforma, Calle de Acceso a la Pista, la propia Pista, con el fin de detectar algún objeto que por acción del viento sea puesto en

estas áreas y poner en riesgo las actividades de ascenso, descenso y taxeo de las aeronaves. Para ello, la previsión, prevención y atención a desastres y emergencias, la Pista contará con el Cuerpo de Rescate de Extinción de Incendios (CREI), que se mantendrá alerta ante los arribos y salidas de las aeronaves. Estas actividades deberán realizarse cada vez que haya algún arribo o salida de aeronaves.

El equipo con que contará el CREI es el siguiente:

- Un Vehículo de salvamento y extinción de incendios con capacidad de 900 a 7,000 litros de agua con un régimen de descarga de 1,900 litros/minuto como mínimo pero no más de 3,800 litros/minuto.
- Unidad de apoyo médico (Primeros Auxilios, camillas, etc.).
- Tres cisternas marca Rotoplás con capacidad de 5,000 litros cada una. Una se ubica al lado del CREI y dos al lado de la Terminal Aérea.
- Unidad Barredora.
- Equipo, material y herramientas de Bomberos.

Como ya se mencionó, también existe un Comité Local de Seguridad Aeroportuaria del Aeródromo en uso en Playa del Carmen, quedando bajo la jurisdicción del Comité Nacional de Seguridad Aeroportuaria. Este Comité se encuentra integrado por un presidente, un vocal ejecutivo y un segundo vocal, así como miembros invitados como son el jurídico de la empresa VIP SAESA, de la empresa AEROSAAB, de la empresa AEROFINCO, S.A. de C.V., el 94° Batallón de Infantería, de Protección Civil del municipio de Solidaridad, la Cruz Roja del municipio de Solidaridad, la Dirección de Bomberos del municipio de Solidaridad, el Corporativo de Vigilancia y Dirección de Desarrollo Económico del municipio de Solidaridad.

## II.2.8 DESMANTELAMIENTO Y ABANDONO DE LAS INSTALACIONES.

El nuevo aeródromo a construir se considera de vida útil permanente, representando un patrimonio estatal que seguramente usaran las nuevas generaciones. Por lo tanto, no se prevé el abandono del sitio bajo circunstancias normales.

## II.2.9 RESIDUOS.

Residuos vegetales. Durante las actividades de desmonte y despalle del sitio se producirán residuos vegetales, los cuales serán trozados y esparcidos en las áreas de conservación del proyecto para facilitar su reintegración natural al suelo, o bien, desalojados del área para trasladarlos al relleno sanitario de la ciudad. Se producirá tanto herbáceas como material vegetal leñoso, dada la composición actual de la vegetación en el predio.

Restos pétreos. La capa de tierra y piedras que será removida durante el despalle del terreno se mantendrá en el área de trabajo, acumulada temporalmente en puntos específicos y será utilizada para cimientos (mamposterías) y relleno de los mismos. Se espera remover volúmenes bajos de tierra, ya que ésta es escasa en el área. En caso de

generarse sobrantes de esta actividad, serán retiradas del sitio, disponiéndolos en el relleno sanitario o banco de material que indique la Secretaría.

Restos de obra civil. La construcción civil generará residuos como cartones, papeles, bolsas o sacos y cajas de material, etc. Otros materiales de desecho serán los cables, alambres, clavos y demás elementos de instalación eléctrica, sanitaria, hidráulica, de carpintería, etc. Los restos de material de banco (polvo y grava, piedras del sitio) serán utilizados para relleno.

Los residuos generados a partir de estas actividades se mantendrán temporalmente en contenedores o sacos y se dispondrán en un área específica en que no afecte los trabajos. De manera semanal o quincenal, dependiendo de los volúmenes generados, se trasladarán para su disposición final en el relleno sanitario de la ciudad, excepto los materiales susceptibles de reciclaje o reuso.

Al término de las obras civiles del proyecto, se hará el retiro de todas las instalaciones provisionales, se limpiará y retirará todo el sobrante de materiales. No quedará evidencia de las actividades constructivas para el paso a la etapa de ocupación del proyecto.

Residuos peligrosos. La maquinaria pesada podría generar fugas pequeñas y circunstanciales de aceite durante su operación en el proyecto, el cual se colectará en recipientes o materiales absorbentes para evitar la contaminación del suelo natural y se dispondrá en tambores metálicos cerrados. Estos tambores se dispondrán temporalmente en un sitio del área de trabajo, con techo y firme de concreto u otro material impermeable. Materiales impregnados con aceite y/o grasa de la maquinaria, serán también manejados de manera semejante. Los cambios de aceite de las maquinarias y las actividades de mantenimiento ocurrirán fuera del área del proyecto.

Los botes de pintura que se produzcan durante el acabado de las casas, así como los materiales (incluso estopas y trapos) impregnados con ésta, serán tratados de manera semejante a los hidrocarburos. Los residuos de emulsión asfáltica serán manejados de manera semejante.

En términos generales, el manejo temporal de los residuos peligrosos durante la construcción del proyecto será el siguiente: se colocarán en recipientes con tapa, rotulados con el tipo de residuo que contenga; los residuos sólidos y líquidos se dispondrán en recipientes independientes; cada recipiente con un tipo de residuo estará segregado de los de otro tipo. Se deberán disponer en un sitio con techo y se deberá contar con al menos un extintor.

En la operación del proyecto algunas actividades de mantenimiento esporádico serán las únicas fuentes de este tipo de residuos, tales como botes de pintura y materiales impregnados con la misma. Es el caso también de los materiales impregnados con aceite lubricante o las posibles fugas del mismo a partir de los vehículos utilitarios.

Residuos sólidos domésticos. Como resultado de la alimentación de los trabajadores durante la construcción, se producirán residuos de tipo doméstico tales como botellas y bolsas de plástico, papeles, latas, platos desechables, restos de alimentos, etc., los cuales serán contenidos en recipientes rotulados y con tapa, y dispuestos periódicamente en el relleno sanitario municipal.

Entre los principales residuos producidos en las oficinas administrativas en operación se encontrarán los restos de alimentos, bolsas y botellas de plástico, latas de aluminio, botellas de vidrio, materiales desechables, etc. La recolecta de estos residuos de tipo doméstico generados durante la operación del proyecto se llevará a cabo por parte de la empresa concesionaria del servicio en la zona o bien por parte del sistema de recolecta de la ciudad.

Los residuos serán separados de acuerdo a su tipo y enviados a reciclaje o reuso los botes de plástico tipo PET y latas de aluminio, entre otros. Esto último ocurrirá a cargo de los servicios municipales.

## II.2.10 EMISIONES Y DESCARGAS.

Emisiones a la atmósfera. Debido a las actividades de preparación del sitio, particularmente el despalme, se emitirán partículas de polvo a la atmósfera. Por otra parte, la maquinaria utilizada generará gases contaminantes producto de la combustión interna. No se prevé la generación excesiva de estas partículas, además que se espera una rápida dispersión de las mismas ya que se trata de un área abierta y extensa.

Durante la operación del proyecto no se generaran emisiones fijas a la atmósfera. Las únicas emisiones de gases contaminantes durante la operación del proyecto estarán dadas por los motores de combustión interna vehiculares, propios de este tipo de proyectos y de los vehículos propiedad de los usuarios y trabajadores. Se prevé que los vehículos particulares serán objeto de verificación vehicular contra la emisión de gases contaminantes de acuerdo con los requerimientos actuales de la Secretaría.

Ruido. El funcionamiento de la maquinaria y de los vehículos durante la construcción del proyecto será la principal fuente de ruido en el área. Dada la baja cantidad de fuentes de ruido en operación simultánea y que el área es abierta y extensa, se prevé que los niveles emitidos no rebasaran los límites máximos permisibles: 86 dB (A) en vehículos de hasta 3,000 Kg, 92 dB (A) en automotores de 3,000 a 10,000 Kg y 99 dB (A) en automotores mayores a 10,000 Kg. Aunado a lo anterior, la maquinaria utilizada estará en buenas condiciones de mantenimiento por lo que no serán excesivas sus emisiones de ruido.

Descarga de aguas residuales y drenaje pluvial. Durante la preparación del sitio y construcción de las obras del proyecto se generaran aguas residuales de origen sanitario que serán manejadas y puestas a disposición final por una empresa arrendadora de sanitarios portátiles plenamente registrada antes las autoridades de la materia. Por otro lado, durante la operación del proyecto, se generarán aguas residuales que serán tratadas por medio de una planta de tratamiento de aguas residuales.

Durante la etapa de preparación del sitio y construcción, se colocarán contenedores temporales para los residuos sólidos urbanos posteriormente se trasladan al relleno sanitario municipal, durante la operación y mantenimiento los residuos serán trasladados al relleno sanitario municipal, los residuos peligrosos serán depositados en un almacén temporal de las empresas subcontratadas, posteriormente estas empresas contratarán a una empresa autorizada por la SEMARNAT. En cuanto a las aguas residuales, serán tratadas por medio de una planta de tratamiento de aguas residuales (Boss Technology).



*CONSTRUCTORA DALGO S.A. DE C.V.*

# CAPITULO III

VINCULACIÓN CON LOS INSTRUMENTOS DE PLANEACIÓN Y ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES



**sica**  
Servicios de Ingeniería  
y Consultoría Ambiental SCP

## CAPITULO III.

|  |          |
|--|----------|
| <b>CAPÍTULO III. VINCULACIÓN CON LOS INSTRUMENTOS DE PLANEACIÓN Y ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES .....</b> | <b>2</b> |
| III.1 ORDENAMIENTOS JURÍDICOS FEDERALES .....  | 2        |
| III. 2 PROGRAMAS DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO DEL TERRITORIO (POET) .....   | 11       |
| III. 3 DECRETOS Y PROGRAMAS DE CONSERVACIÓN Y MANEJO DE LAS ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS. ....                   | 53       |
| III. 4 NORMAS OFICIALES MEXICANAS .....  | 54       |
| III. 5 PLANES O PROGRAMAS DE DESARROLLO URBANO (PDU) .....   | 59       |
| III.6 OTROS INSTRUMENTOS.....  | 60       |



## CAPÍTULO III. VINCULACIÓN CON LOS INSTRUMENTOS DE PLANEACIÓN Y ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES

### III.1 ORDENAMIENTOS JURÍDICOS FEDERALES

A continuación se presenta la vinculación del proyecto con los ordenamientos jurídicos federales, como sigue:

- **LEYES Y REGLAMENTOS EN MATERIA AMBIENTAL Y FORESTAL (CAMBIO DE USO DE SUELO)**

De la **LEY GENERAL DE EQUILIBRIO ECOLÓGICO Y LA PROTECCIÓN AL AMBIENTE** en su Título Primero, Capítulo Cuarto, Sección “V” evaluación de impacto ambiental.

**ART 28.-** La evaluación de 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 rebasarlos límites y condiciones establecidos en las disposiciones aplicables para proteger el ambiente y preservar y restaurar los ecosistemas a fin de evitar o reducir al mínimo sus efectos negativos sobre el ambiente. Para ello en los casos que determine el reglamento que al efecto se expida quienes pretendan llevar a cabo alguno de las siguientes obras o actividades, **requerirán previamente la autorización en materia de impacto ambiental de la secretaría:**

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

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

Del **REGLAMENTO LA LEY GENERAL DE EQUILIBRIO ECOLÓGICO Y LA PROTECCIÓN AL AMBIENTE:**

**CAPITULO II.** De las obras o actividades que requieren autorización en materia de impacto ambiental.

**ART 5º.-** Quienes pretendan llevar a cabo alguno de las siguientes obras o actividades, requerirán previamente la autorización de la secretaría en materia de impacto ambiental:

B).- Vías generales de comunicación.

O).- Cambios de uso del suelo de áreas forestales, así como de selvas y zonas áridas.

I.- Cambio de uso del suelo para actividades agropecuarias, acuícolas, de desarrollo inmobiliario, de infraestructura urbana, de vías generales de comunicación, o para el establecimiento de instalaciones industriales o de servicios en predios con vegetación forestal.....

### **CAPÍTULO III.** Del procedimiento para la evaluación del impacto ambiental.

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

**ART. 10.-** Las manifestaciones de impacto ambiental deberán presentarse en las siguientes modalidades:

- 1.- Regional o
- 2.- Particular

**ART. 11.-** Las manifestaciones de impacto ambiental se presentarán en la modalidad regional cuando se trate de:

I. Parques industriales y acuícolas, granjas acuícolas de más de 500 hectáreas, carreteras y vías férreas, proyectos de generación de energía nuclear, presas y, en general, proyectos que alteren las cuencas hidrológicas;

II. Un conjunto de obras o actividades que se encuentren incluidas en un plan o programa parcial de desarrollo urbano o de ordenamiento ecológico que sea sometido a consideración de la Secretaría en los términos previstos por el artículo 22 de este reglamento;

III. Un conjunto de proyectos de obras y actividades que pretendan realizarse en una región ecológica determinada, y

IV. Proyectos que pretendan desarrollarse en sitios en los que por su interacción con los diferentes componentes ambientales regionales, se prevean impactos acumulativos, sinérgicos o residuales que pudieran ocasionar la destrucción, el aislamiento o la fragmentación de los ecosistemas.

**ART. 13.-** La manifestación de impacto ambiental, en su modalidad regional, deberá contener la siguiente información:

I. Datos generales del proyecto, del promovente y del responsable del estudio de impacto ambiental;

II. Descripción de las obras o actividades y, en su caso, de los programas o planes parciales de desarrollo;

III. Vinculación con los instrumentos de planeación y ordenamientos jurídicos aplicables;

IV. Descripción del sistema ambiental regional y señalamiento de tendencias del desarrollo y deterioro de la región;

V. Identificación, descripción y evaluación de los impactos ambientales, acumulativos y residuales, del sistema ambiental regional;

VI. Estrategias para la prevención y mitigación de impactos ambientales, acumulativos y residuales, del sistema ambiental regional;

VII. Pronósticos ambientales regionales y, en su caso, evaluación de alternativas, y



VIII. Identificación de los instrumentos metodológicos y elementos técnicos que sustentan los resultados de la manifestación de impacto ambiental.

**ART. 14.-** Cuando la realización de una obra o actividad que requiera sujetarse al procedimiento de evaluación de impacto ambiental involucre, además, el cambio de uso del suelo de áreas forestales y en selvas y zonas áridas, los promoventes podrán presentar una sola manifestación de impacto ambiental que incluya la información relativa a ambos proyectos.

**ART. 17.-** El promovente deberá presentar a la secretaría la solicitud de autorización en materia de impacto ambiental, anexando:

- I.- La manifestación de impacto ambiental.
- II.- Un resumen del contenido de la manifestación de impacto ambiental, presentado en disquete.
- III.- Una copia sellada de la constancia del pago de derechos correspondientes.

**ART. 19.-** La solicitud de autorización en materia de impacto ambiental, sus anexos y, en su caso, la información adicional, deberán presentarse en un disquete al que se acompañarán cuatro tantos impresos de su contenido.

De la **LEY GENERAL DE DESARROLLO FORESTAL SUSTENTABLE** según lo señala en el Título Quinto, Capítulo primero:

**ART. 117 PRIMER PARRAFO** “La secretaría solo 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 técnico 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 de su captación y que los usos alternativos del uso del suelo que se propongan sean más productivos a largo plazo”.

**ART. 118.-** “Los interesados en el cambio de uso del 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”.

Del **REGLAMENTO DE LA LEY GENERAL DE DESARROLLO FORESTAL SUSTENTABLE** en su Título Cuarto, Capítulo 2:

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

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

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

El derecho para realizar actividades que impliquen el cambio de uso del suelo, con motivo del reconocimiento, exploración superficial y explotación petrolera en terrenos forestales, se podrá acreditar con la documentación que establezcan las disposiciones aplicables en materia petrolera.

**ART. 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 georeferenciados;
- 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.

**ART. 122.** La Secretaría resolverá las solicitudes de cambio de uso del suelo en terrenos forestales, conforme a lo siguiente:

- I. La autoridad revisará la solicitud y los documentos presentados y, en su caso, prevendrá al interesado dentro de los quince días hábiles siguientes para que complete la información faltante, la cual deberá presentarse dentro del término de quince días hábiles, contados a partir de la fecha en que surta efectos la notificación;
- II. Transcurrido el plazo sin que se desahogue la prevención, se desechará el trámite;
- III. La Secretaría enviará copia del expediente integrado al Consejo Estatal Forestal que corresponda, para que emita su opinión dentro del plazo de diez días hábiles siguientes a su recepción;
- IV. Transcurrido el plazo a que se refiere la fracción anterior, dentro de los cinco días hábiles siguientes, la Secretaría notificará al interesado de la visita técnica al predio objeto de la solicitud, misma que deberá efectuarse en un plazo de quince días hábiles, contados a partir de la fecha en que surta efectos la notificación, y
- V. Realizada la visita técnica, la Secretaría resolverá lo conducente dentro de los quince días hábiles siguientes. Transcurrido este plazo sin que la Secretaría resuelva la solicitud, se entenderá que la misma es en sentido negativo.

**ART. 123.** La Secretaría otorgará la autorización de cambio de uso del suelo en terreno forestal, una vez que el interesado haya realizado el depósito a que se refiere el artículo 118 de la Ley...

El trámite será desechado en caso de que el interesado no acredite el depósito a que se refiere el párrafo anterior dentro de los treinta días hábiles siguientes a que surta efectos la notificación.

Una vez acreditado el depósito, la Secretaría expedirá la autorización correspondiente dentro de los diez días hábiles siguientes. Transcurrido este plazo sin que la Secretaría otorgue la autorización, ésta se entenderá concedida.

**ART. 126.** La autorización de cambio de uso del suelo en terrenos forestales amparará el aprovechamiento de las materias primas forestales derivadas y, para su transporte, se deberá acreditar la legal procedencia con las remisiones forestales respectivas, de conformidad con lo dispuesto en la Ley y el presente Reglamento. La Secretaría asignará el código de identificación y lo informará al particular en el mismo oficio de autorización de cambio de uso del suelo.

- **ACUERDO PARA UN TRÁMITE UNIFICADO DEL CAMBIO DE USO DEL SUELO (DTU).**

Con fundamento en los artículo 35BIS 3 y 109 Bis de la LGEEPA y 47 de su Reglamento en materia de Evaluación del Impacto Ambiental, así como 76 de la LGDFS y 127 de su Reglamento, se emitió el ACUERDO que unificó en un solo procedimiento administrativo los trámites relativos a las autorizaciones en materia de evaluación del impacto ambiental y cambio de uso de suelo en terrenos forestales.

Por su parte, la Evaluación del Impacto Ambiental conforme al artículo 28 de la LGEEPA es el "... procedimiento a través del cual la Secretaría (SEMARNAT), establece las condiciones a que se sujetará la realización de obras y actividades que puedan causar desequilibrio ecológico o rebasar los límites y condiciones establecidos en las disposiciones aplicables para proteger el ambiente y preservar y restaurar los ecosistemas, a fin de evitar o reducir al mínimo sus efectos negativos sobre el ambiente.

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

I. Obras hidráulicas, vías generales de comunicación, oleoductos, gasoductos, carbo ductos y poliductos;

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

Dichas obras o actividades, así como sus características, dimensiones, ubicaciones, alcances y las excepciones para cada una, se establecen en el Artículo 5° del Reglamento de la LGEEPA en materia de Evaluación del Impacto Ambiental.

En el Artículo 11 del Reglamento de la LGEEPA en materia de evaluación del impacto ambiental se indican los casos en que la obra o actividad implica la presentación de una manifestación de impacto ambiental modalidad regional.

En cuanto al cambio de uso de suelo en terrenos forestales, los artículos 117 y 118 de la LGDFS prevén que: La Secretaría sólo podrá autorizarlo 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...; y que “los interesados en el cambio de uso 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...”.

El ACUERDO por el que se unifica la autorización de cambio de uso de suelo en terrenos forestales y la evaluación de impacto ambiental, en trámite unificado de cambio de uso de suelo forestal, prevé dos modalidades, la Modalidad A, relativa a la autorización en materia de impacto ambiental para las obras o actividades descritas sólo en la fracción VII del artículo 28 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) y el correspondiente a la autorización de cambio de uso de suelo en terrenos forestales previsto en el artículo 117 de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (LGDFS): Esto es, mediante esta modalidad de se evalúa únicamente el cambio de uso de suelo en terrenos forestales y su impacto ambiental.

La Modalidad B, corresponde a las obras o actividades señaladas en la fracción VII más las descritas en cualquier otra fracción del artículo 28 de la, excepto la fracción V del propio artículo de la LGEEPA y el trámite de autorización de cambio de uso de suelo en terrenos forestales previstos en el artículo 117 de la LGDFS. Lo que implica que a través de esta modalidad se evalúa el cambio de uso de suelo en terrenos forestales y el impacto ambiental de ese cambio de uso de suelo y cualquier otra obra o actividad del proyecto que requiera esa autorización, excepto el aprovechamiento forestal en selvas tropicales y especie de difícil regeneración.

El ACUERDO prevé que al trámite unificado de cambio de uso de suelo forestal, se anexará el Documento Técnico Unificado, el cual integra la información de la manifestación de impacto ambiental, en sus modalidades particular o regional, según sea el caso y el estudio técnico justificativo, de conformidad con lo previsto por el artículo

Séptimo del mismo instrumento jurídico. Por lo que el DTU Modalidad B- Regional integra la información del cambio de uso de suelo en terrenos forestales y el impacto ambiental de ese cambio de uso de suelo y de cualquier otra obra o actividad del proyecto, que requiera esa autorización, excepto el aprovechamiento forestal en selvas tropicales y especies de difícil regeneración.

Así mismo, el artículo Segundo Transitorio del ACUERDO, establece que la SEMARNAT pondrá a disposición de los interesados los instructivos para orientar la integración del documento técnico unificado, por lo que con base en el contenido del ACUERDO, así como por lo dispuesto por los artículos 12 del Reglamento de la LGEEPA en materia de Evaluación del Impacto Ambiental y el artículo 121 fracciones V, IX, X, XI, XIII y XIV del Reglamento de la LGDFS, se presenta el instructivo del Documento Técnico Unificado (DTU), para el trámite unificado de cambio de uso de suelo forestal, Modalidad B- Regional, el cual tiene un carácter informativo y de orientación.

La aplicación de este instructivo no es obligatoria, el ACUERDO en su artículo Séptimo, señala la información que deberá contener el Documento Técnico Unificado que deberá acompañarse a la solicitud del trámite unificado de cambio de uso de suelo forestal. Y el instructivo al que hace referencia el artículo Segundo Transitorio del ACUERDO, tiene un carácter informativo para orientar al promovente en la integración ordenada, eficiente y completa de los resultados de los estudios que hubiera realizado para evaluar el impacto ambiental de su iniciativa.

#### De la **LEY DE AGUAS NACIONALES**:

Así mismo, en caso de requerirse agua de pozo para la obra el **ART. 42.** que señala la necesidad de permiso para la explotación, uso o aprovechamiento de las aguas del subsuelo en las zonas reglamentadas o de veda decretadas por el Ejecutivo Federal, incluso las que hayan sido libremente alumbradas, requerirán de:

- I. Concesión o asignación para su explotación, uso o aprovechamiento;
- II. Un programa integral de manejo por cuenca y acuíferos a explotar y
- III. Permisos para las obras de perforación, reposición o nueva localización de pozos, o demás modificaciones a las condiciones de aprovechamiento, que se realicen a partir del decreto de veda o reglamentación. Las concesiones o asignaciones se sujetarán a los requisitos que establecen los Artículos 21 y 21 bis de esta Ley.

#### Del **REGLAMENTO DE LA LEY DE AGUAS NACIONALES**:

**ART. 134.** Las personas físicas o morales que exploten, usen o aprovechen aguas en cualquier uso o actividad, están obligadas a realizar las medidas necesarias para prevenir su contaminación y en su caso para reintegrarlas en condiciones adecuadas, a fin de permitir su utilización posterior en otras actividades o usos y mantener el equilibrio de los ecosistemas.

**ART. 135.** Las personas físicas o morales que efectúen descargas de aguas residuales a los cuerpos receptores a que se refiere la "Ley", deberán:

- I. Contar con el permiso de descarga de aguas residuales que les expida "La Comisión", o en su caso, presentar el aviso respectivo a que se refiere la "Ley" y este Reglamento;

- II. Tratar las aguas residuales previamente a su vertido a los cuerpos receptores, cuando esto sea necesario para cumplir con las obligaciones establecidas en el permiso de descarga correspondiente;
- III. Cubrir, cuando proceda, el derecho federal por el uso o aprovechamiento de bienes del dominio público de la Nación como cuerpos receptores de las descargas de aguas residuales;
- IV. Instalar y mantener en buen estado, los dispositivos de aforo y los accesos para muestreo que permitan verificar los volúmenes de descarga y las concentraciones de los parámetros previstos en los permisos de descarga;
- V. Informar a "La Comisión" de cualquier cambio en sus procesos, cuando con ello se ocasionen modificaciones en las características o en los volúmenes de las aguas residuales que hubieran servido para expedir el permiso de descarga correspondiente;
- VI. Hacer del conocimiento de "La Comisión", los contaminantes presentes en las aguas residuales que generen por causa del proceso industrial o del servicio que vienen operando, y que no estuvieran considerados originalmente en las condiciones particulares de descarga que se les hubieran fijado;
- VII. Operar y mantener por sí o por terceros las obras e instalaciones necesarias para el manejo y, en su caso, el tratamiento de las aguas residuales, así como para asegurar el control de la calidad de dichas aguas antes de su descarga a cuerpos receptores;
- VIII. Sujetarse a la vigilancia y fiscalización que para el control y prevención de la calidad del agua establezca "La Comisión", de conformidad con lo dispuesto en la "Ley" y el "Reglamento";
- IX. Llevar un monitoreo de la calidad de las aguas residuales que descarguen o infiltren en los términos de ley y demás disposiciones reglamentarias;
- X. Conservar al menos durante tres años el registro de la información sobre el monitoreo que realicen, en los términos de las disposiciones jurídicas, normas, condiciones y especificaciones técnicas aplicables, y
- XI. Las demás que señalen las leyes y disposiciones reglamentarias. Las descargas de aguas residuales de uso doméstico que no formen parte de un sistema municipal de alcantarillado, se podrán llevar a cabo con sujeción a las normas oficiales mexicanas que al efecto se expidan y mediante un simple aviso.

**ART. 151.** Se prohíbe depositar, en los cuerpos receptores..., basura, materiales, ... y demás desechos o residuos que por efecto de disolución o arrastre, contaminen las aguas de los cuerpos receptores, así como aquellos desechos o residuos considerados peligrosos...

**Vinculación con el proyecto:** *Durante las actividades de CUSTF y la etapa de construcción se implementará una supervisión permanente para evitar la contaminación del manto freático con residuos de cualquier tipo y descargas de aguas residuales sin tratamiento.*

*El agua residual generada en la etapa de operación del proyecto se canalizará a una Microplanta de tratamiento de aguas residuales (Boss Technology).*

De la **LEY GENERAL PARA LA PREVENCIÓN Y GESTIÓN INTEGRAL DE LOS RESIDUOS (LGPGIR)**:

**ART. 18.-** Los residuos sólidos urbanos podrán subclasificarse en orgánicos e inorgánicos con objeto de facilitar su separación primaria y secundaria, de conformidad con los Programas Estatales y Municipales para la Prevención y la Gestión Integral de los Residuos, así como con los ordenamientos legales aplicables.

**ART. 41.-** Los generadores de residuos peligrosos y los gestores de este tipo de residuos, deberán manejarlos de manera segura y ambientalmente adecuada conforme a los términos señalados en esta Ley.

**ART. 42.-** Los generadores y demás poseedores de residuos peligrosos, podrán contratar los servicios de manejo de estos residuos con empresas o gestores autorizados para tales efectos por la Secretaría, o bien transferirlos a industrias para su utilización como insumos dentro de sus procesos, cuando previamente haya sido hecho del conocimiento de esta dependencia, mediante un plan de manejo para dichos insumos, basado en la minimización de sus riesgos.

La responsabilidad del manejo y disposición final de los residuos peligrosos corresponde a quien los genera. En el caso de que se contraten los servicios de manejo y disposición final de residuos peligrosos por empresas autorizadas por la Secretaría y los residuos sean entregados a dichas empresas, la responsabilidad por las operaciones será de éstas, independientemente de la responsabilidad que tiene el generador.

Los generadores de residuos peligrosos que transfieran éstos a empresas o gestores que presten los servicios de manejo, deberán cerciorarse ante la Secretaría que cuentan con las autorizaciones respectivas y vigentes, en caso contrario serán responsables de los daños que ocasione su manejo.

**ART. 45.-** Los generadores de residuos peligrosos, deberán identificar, clasificar y manejar sus residuos de conformidad con las disposiciones contenidas en esta Ley y en su Reglamento, así como en las normas oficiales mexicanas que al respecto expida la Secretaría.

**ART. 54.-** Se deberá evitar la mezcla de residuos peligrosos con otros materiales o residuos para no contaminarlos y no provocar reacciones, que puedan poner en riesgo la salud, el ambiente o los recursos naturales. La Secretaría establecerá los procedimientos a seguir para determinar la incompatibilidad entre un residuo peligroso y otro material o residuo.

**Vinculación con el proyecto:** *En los procedimientos de manejo de residuos que se implementará para el proyecto se incluye la separación de residuos por su tipo (orgánico e inorgánico), evitando su mezcla con residuos peligrosos.*

*Durante las obras que conforman este proyecto se generará una cantidad poco significativa de residuos peligrosos, particularmente restos de aceite y filtros de aceite, residuos de pintura, así como algunos casos probables de fugas de combustible, estopas y trapos impregnados con tales sustancias. Durante las etapas de preparación y construcción del proyecto, se implementarán medidas adecuadas para el control, manejo, almacenaje y disposición final de tales residuos peligrosos.*

Del **REGLAMENTO DE LA LEY GENERAL DE PREVENCIÓN Y GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS (RLGPGIR)**:

**ART. 46.** Los grandes y pequeños generadores de residuos peligrosos deberán:

- I. Identificar y clasificar los residuos peligrosos que generen.
- II. Manejar separadamente los residuos peligrosos y no mezclar aquéllos que sean incompatibles ni con residuos peligrosos reciclables.
- III. Envasar los residuos peligrosos generados de acuerdo con su estado físico.
- IV. Marcar o etiquetar los envases que contienen residuos peligrosos.
- V. Almacenar adecuadamente, conforme a su categoría de generación los Residuos Peligrosos.
- VI. Transportar sus residuos peligrosos a través de personas que la Secretaría autorice.
- VII. Llevar a cabo el manejo integral correspondiente a sus residuos peligrosos.
- VIII. Elaborar y presentar a la Secretaría los avisos de cierre de sus instalaciones.

**Vinculación con el proyecto:** *Para cumplir con lo anteriormente señalado se deben manejar los residuos peligrosos generados en el área del proyecto en tambores metálicos y de manera separada, y posteriormente se deberán enviar a disposición final. Los servicios de transporte y disposición final deberán contemplarse mediante empresas autorizadas.*

*De manera general, el proyecto dará cabal cumplimiento a todos los preceptos legales relacionados a la gestión en materia ambiental y forestal a través de un trámite unificado. Asimismo la promovente seguirá la Guía o Instructivo propuesto por la SEMARNAT con la finalidad de presentar una integración ordenada, eficiente y completa de los resultados obtenidos de la evaluación del impacto ambiental.*

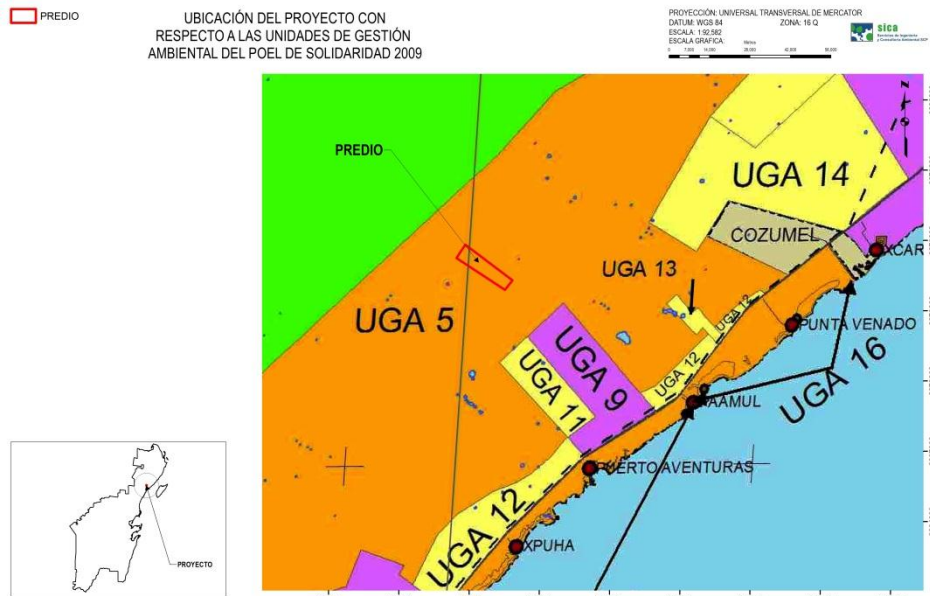
*Por el motivo antes mencionado se presenta el **Documento Técnico Unificado** en su **Modalidad B- Regional** para su evaluación, dictaminación y resolución.*

### III. 2 PROGRAMAS DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO DEL TERRITORIO (POET)

- **PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO LOCAL DEL MUNICIPIO DE SOLIDARIDAD (POELMS).**

De acuerdo a las coordenadas geográficas de los vértices que conforman el polígono bajo estudio para el desarrollo del proyecto y considerando la cartografía disponible de este instrumento normativo analizada en un Sistema de Información Geográfica (SIG), tal y como se aprecia en la **Figura 3.1**, éste se ubica dentro de una Unidad de Gestión Ambiental (UGA) denominada UGA 5. Corredor Cárstico del Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Solidaridad (POELMS), Quintana Roo, México (Decretado por el ejecutivo del estado de Quintana Roo el 15 de Mayo del 2009). A esta UGA le aplica una política de Conservación y una Vocación de uso del suelo como Área natural.





**Figura 3.1.** Ubicación del área del proyecto en el POELM de Solidaridad.

En la tabla siguiente se describe las estrategias y usos condicionados e incompatibles establecidos por el instrumento de desarrollo urbano aplicable citado anteriormente.

**Tabla 3.1.** Ubicación del predio bajo estudio en el Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Solidaridad.

|                                    |  |                             |                |
|------------------------------------|--|-----------------------------|----------------|
| <b>UNIDAD DE GESTIÓN AMBIENTAL</b> |  | <b>5</b>                    |                |
| <b>NOMBRE</b>                      | <b>CORREDOR CÁRSTICO</b>   |                             |                |
| <b>POLÍTICA AMBIENTAL</b>          | <b>CONSERVACIÓN</b>  |                             |                |
| <b>SUPERFICIE</b>                  | 47,176.82 hectáreas  | <b>PORCENTAJE MUNICIPAL</b> | <b>23.76 %</b> |
| <b>ESCENARIO INICIAL</b>           | Esta unidad se caracteriza por presentar una alta incidencia de procesos cársticos por lo que existen múltiples cenotes, rejolladas y sistemas de cuevas secas e inundadas. La zona presenta algunos caminos de acceso y terracerías, así como usos suburbanos y actividades turísticas, las que se desarrollan sin control alguno.  |                             |                |
| <b>TENDENCIAS</b>                  | La zona presentará un incremento en el uso turístico y suburbano de los múltiples cenotes y otros cuerpos de agua, por lo que se debe regular y restringir este uso. Se controla y mantiene el número de viviendas suburbanas en la zona, evitando la proliferación de fraccionamientos campestres. Se desarrolla un especial interés por las actividades ecoturísticas en la zona por la presencia de cenotes.  |                             |                |
| <b>LINEAMIENTO AMBIENTAL</b>       | La unidad mantiene sus condiciones naturales en más del 80 % de la superficie durante los próximos 10 años. Se diseñó un programa de manejo de los cuerpos de agua presentes en la zona en el que se establecen las reglas de operación. Se mantiene un monitoreo constante de los cuerpos de agua para evaluar el impacto de las actividades acuáticas y ecoturísticas permitidas.  |                             |                |
| <b>ESTRATEGIAS AMBIENTALES</b>     | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Se diseña un programa de desarrollo ecoturístico para la unidad en el que se identifiquen las áreas susceptibles de manejo, las modalidades de uso y se determina la factibilidad y potencial de su uso de la zona.</li> <li>• Se cuenta con un inventario preciso de los caminos, viviendas y otras instalaciones.</li> <li>• El municipio y la SEMARNAT coadyuvan en la integración de ejidos y propietarios rurales al programa Pro Árbol, así como a programas de Bonos de Carbono y Mantenimiento de la Biodiversidad con la finalidad de mantener y restaurar la cobertura vegetal.</li> <li>• Se promueven usos con superficies de desmonte menores a 15 %.</li> </ul> |                             |                |
| <b>VOCACIÓN DE USO DEL</b>         | Área Natural.  |                             |                |

|                                       |  |  |
|---------------------------------------|--|--|
| <b>SUELO</b>                          |  |  |
| <b>USOS CONDICIONADOS</b>             | Ecoturístico, UMA's, reserva natural, forestal, equipamiento.  |  |
| <b>USOS INCOMPATIBLES</b>             | Agropecuario, agroforestal, agroindustrial, suburbano, urbano, turístico, minero, industrial, deportivo, comercial, parque recreativo, marina. |  |
| <b>CRITERIOS REGULACIÓN ECOLÓGICA</b> | <b>USO</b>   | <b>CRITERIOS ESPECÍFICOS</b>   |
|                                       | Forestal   | 07, 16, 29, 33, 35, 50, 52, 54, 77, 90.                              |
|                                       | Ecoturístico   | 07, 08, 09, 18, 29, 31, 52, 54, 57, 59, 60, 77, 80, 81, 86, 95, 100. |
|                                       | UMA's  | 04, 07, 09, 16, 29, 46, 50, 51, 52, 54, 77, 80, 82, 86, 100.         |
|                                       | Reserva Natural  | 07, 16, 30, 80, 86, 100.   |
|                                       | Equipamiento   | 32, 53, 54, 67, 78, 85, 86.  |

De acuerdo con la tabla anterior y a la ubicación geográfica del sitio dentro de la **Unidad de Gestión Ambiental 5** del POELM de Solidaridad tiene como política ambiental la **Conservación**: La permanencia de los elementos de la naturaleza, lograda mediante la planeación del desarrollo sustentable, a fin de asegurar, para las generaciones presentes y futuras, un ambiente propicio para su desarrollo y los recursos naturales que les permitan satisfacer sus necesidades. En este sentido, el instrumento de política ambiental establece los lineamientos bajo los cuales se pueden realizar las actividades compatibles. Por lo que a continuación se presenta el análisis de los Criterios Ecológicos que considera dicho Ordenamiento, para la realización de las obras y actividades referentes a la remoción de vegetación destinado al cambio de uso de suelo.

En este sentido el **POELM de Solidaridad**, establece lo siguiente con respecto de los criterios de regulación ecológica que a la letra dice:

*Los criterios de regulación de carácter general y específico determinan los parámetros y estándares que deberán cumplirse, así como los límites de cambio aceptables para aprovechar sustentablemente el territorio y las condiciones particulares a que deberán sujetarse los desarrollos o proyectos que pretendan establecerse en el municipio Solidaridad, en función de cada uno de los usos del suelo permitidos en las unidades de gestión ambiental.*

*Los criterios de regulación ecológica de aplicación general (CG), son aplicables a la totalidad del territorio ordenado fuera de los centros de población legalmente constituidos en el municipio Solidaridad, independientemente del uso del suelo que se pretenda dar a los predios particulares.*

De la lectura del párrafo anterior se tiene que, los criterios de aplicación general serán solamente aplicables en el territorio que no se encuentre dentro de un centro de población, situación en el que se encuentra el predio del proyecto de acuerdo a su ubicación geográfica con respecto al centro de población legalmente constituido como lo es Ciudad Aventuras.

Ahora bien, el propio POELMS establece también lo siguiente:

*Los criterios de regulación ecológica de carácter específico (CE), son aplicables a la totalidad del territorio ordenado fuera de los centros de población legalmente constituidos en el Municipio Solidaridad, cuya aplicación está en función del tipo de uso del suelo que se pretenda dar a los predios particulares.*

Por lo anterior y de acuerdo con el POELM de Solidaridad, las obras y actividades que se pretenden desarrollar en el sitio del proyecto serán vinculantes con los Criterios de regulación ecológica de carácter específico (CE), que son aplicables a la totalidad del territorio ordenado fuera de los centros de población legalmente constituidos en el municipio Solidaridad, cuya aplicación está en función del tipo de uso del suelo que se pretenda dar a los predios particulares.

En este sentido, a continuación se presenta la vinculación del proyecto respecto a los **criterios de regulación ecológica de carácter específico** que considera el **Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Solidaridad, Quintana Roo**, tal como a continuación se presentan en la siguiente tabla:

**Tabla 3.2.** Criterios del Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Solidaridad.

| CRITERIO GENERAL | CRITERIOS ECOLÓGICOS DE APLICACIÓN GENERAL   |
|------------------|--|
| <b>CG-01</b>     | <p><b>Las actividades, obras y proyectos que se pretendan desarrollar dentro del área municipal, deberán dar cabal cumplimiento a lo establecido en el marco normativo ambiental vigente, considerando de manera enunciativa pero no limitativa, Tratados Internacionales suscritos por México, Leyes Generales, Leyes Estatales, Normas Oficiales Mexicanas, Reglamentos Federales, Estatales y Municipales, Declaratorias y Decretos, Planes y Programas de Manejo aplicables en materia ambiental, urbana, manejo de residuos, protección de flora y fauna y emisión de contaminantes, uso y goce de la Zona Federal Marítimo Terrestre; por lo que no se describen como criterios las obligaciones, límites máximos permisibles o cualquier otro parámetro establecido por estos instrumentos de carácter obligatorio.</b></p> |
|                  | <p><b>Vinculación:</b> En concordancia con el presente criterio, el promovente pone a consideración de la autoridad federal el presente estudio para la obtención de autorización en materia de Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales y materia de Impacto Ambiental, cuyo uso corresponderá al aprovechamiento de la superficie autorizada para el establecimiento de obra del sector vías generales de comunicación del proyecto “Emplazamiento del aeródromo de Playa del Carmen en un predio de 150-13-13.15 hectáreas” que se localiza en la carretera federal 307, km 277+162 del tramo Puerto Aventuras - Playa del Carmen, con una desviación al oeste de 9 km, en el municipio de Solidaridad, Quintana Roo.</p>  |
| <b>CG-02</b>     | <p><b>Antes del inicio de cualquier obra o actividad se deberá ejecutar el rescate selectivo de vegetación en el área de aprovechamiento proyectada. La selección de las especies, el número de individuos por especie a rescatar y la densidad mínima de rescate, los métodos y técnicas aplicables, así como el monitoreo del programa, se determinarán y propondrán en un estudio técnico o programa que deberá acompañar al estudio de impacto ambiental aplicable al proyecto. Las actividades de rescate de vegetación deberán obtener de manera previa a su inicio la autorización correspondiente.</b></p>   |
|                  | <p><b>Vinculación:</b> Al respecto derivado de la caracterización ambiental del sitio, así como del inventario forestal se planteará el rescate y reubicación de las especies forestales de la vegetación a afectar por el Cambio de Uso del Suelo en Terrenos Forestales (CUSTF), en especial a las especies catalogadas en la NOM-059-Semarnat-2010, endémica y las de importancia ecológica en dicho ecosistema. Las actividades antes mencionadas se llevara a cabo como parte de un Programa de rescate y reubicación de especies forestales a afectar por el CUSTF (se llevara a cabo antes del CUSTF) en donde se definirán las especies a rescatar, el área de rescate, la densidad mínima de</p>  |

| CRITERIO GENERAL | CRITERIOS ECOLÓGICOS DE APLICACIÓN GENERAL   |
|------------------|--|
|                  | <p>rescate, métodos y técnicas de rescate, área de reubicación, acciones a tomar en cuenta para obtener un índice de sobrevivencia del 80%, monitoreo de la plantación establecida y cronograma general del programa (Ver <b>Anexo 6</b> de este estudio técnico). Dentro del predio bajo estudio se registraron algunos individuos de <i>Zamia loddigesii</i> (dos individuos) y <i>Thrinax radiata</i> (un individuo); asimismo, se registraron algunas especies endémicas y de importancia ecológica-forestal del área de estudio que tendrán que ser rescatadas y reubicadas mediante los lineamientos en el programa antes mencionado.</p>  |
| CG-03            | <p><b>Previo al inicio de cualquier obra o actividad de cada proyecto se deberán ejecutar medidas preventivas orientadas a la protección de los individuos de fauna silvestre presentes en el área de aprovechamiento proyectada. La selección de los métodos y técnicas a aplicar se determinará con base en un estudio técnico o programa que deberá acompañar al estudio de impacto ambiental aplicable al proyecto. Las medidas deberán obtener de manera previa a su inicio la autorización correspondiente.</b></p>  |
|                  | <p><b>Vinculación:</b> Al respecto derivado de la caracterización ambiental del sitio y de los recorridos directos en campo, se manifiesta que se registraron seis especies de fauna (<i>Micrurus diastema</i>, <i>Crypturellus cinnamomeus</i>, <i>Amazona albifrons</i>, <i>Aratinga nana</i>, <i>Vireo pallens</i> y <i>Eucometis penicillata</i>) que están incluidas en la NOM-059-SEMARNTAT 2010, y siete especies endémicas de la región. Por lo que la empresa promovente se compromete a aplicar un Programa de rescate y reubicación de la fauna silvestre (Ver <b>Anexo 6</b> de este estudio técnico) que permita el desplazamiento de la fauna residente que se encuentre y que por las actividades del proyecto sean susceptibles de algún tipo de impacto.</p>  |
| CG-04            | <p><b>Los proyectos de cualquier índole deberán incorporar a sus áreas verdes vegetación nativa propia del ecosistema en el cual se realice el proyecto. Únicamente se permite el empleo de flora exótica que no esté incluida en el listado de flora exótica invasiva de la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). La selección de especies a incluir en las áreas verdes, así como el diseño de jardines deberá sustentarse en un programa de arborización y ajardinado que deberá acompañar al estudio de impacto ambiental aplicable al proyecto. Se deberá emplear una proporción de 4 a 1 entre plantas de especies nativas y especies ornamentales, excluyendo los pastos.</b></p>   |
|                  | <p><b>Vinculación:</b> Con base en la caracterización general de la vegetación y del programa de rescate de vegetación y en función del diseño del proyecto, este contempla áreas de conservación en las cuales se prevé mantener individuos representativos del sitio del proyecto y con el fin de mantener las funciones ecológicas propias y de aquellas especies de fauna (aves) relacionadas con estas especies. Es importante mencionar que previo al desmonte, se realizará de manera clara y precisa la delimitación del área de conservación proyectada para no afectar los árboles presentes en el mismo. Así mismo, se plantea incorporar a través de un Programa de rescate y reubicación de las especies usando técnicas de reforestación (Ver <b>Anexo 6</b> de este estudio técnico) para establecer las especies nativas rescatadas del área de CUSTF en los claros naturales del área de conservación planteada en el proyecto.</p> |
| CG-05            | <p><b>Con la finalidad de evitar el fraccionamiento de los ecosistemas y el aislamiento de las poblaciones, se deberán agrupar las áreas de aprovechamiento y mantener la continuidad de las áreas con vegetación natural. Para lo cual, el promovente deberá presentar un estudio de zonificación ambiental que demuestre la mejor ubicación de la infraestructura planteada por el proyecto,</b></p>   |

| <b>CRITERIO GENERAL</b> | <b>CRITERIOS ECOLÓGICOS DE APLICACIÓN GENERAL</b>  |
|-------------------------|--|
|                         | <p><b>utilizando preferentemente las áreas perturbadas por usos previos o con vegetación secundaria o acahual.</b></p> <p><i><b>Vinculación:</b></i> La vegetación que presenta en general el predio corresponde a vegetación secundaria derivada de selva mediana subperennifolia con vegetación forestal principalmente por su área basal/ha; pero, de acuerdo al programa de ordenamiento ecológico (POELMS) vigente se localiza dentro de las UGA 5. Corredor cárstico con una política de conservación, la cual se refiere a la permanencia de los elementos de la naturaleza, lograda mediante la planeación del desarrollo sustentable, a fin de asegurar, para las generaciones presentes y futuras, un ambiente propicio para su desarrollo y los recursos naturales que les permitan satisfacer sus necesidades. El proyecto acata completamente los anterior en tratar de no fragmentar el predio y si en cambio busca la conectividad de las áreas con vegetación natural de las áreas propuestas como de Conservación las cuales tienen una superficie de 119.4882 ha y que representa el 78.19% del total del predio.</p> <p>Con base en lo anterior, también se puede indicar que se tiene una zonificación previamente establecida (para el predio) por el propio ordenamiento antes mencionado; sin embargo, el propio ordenamiento indica como parte de los usos condicionados de la UGA 5 en cuestión el establecimiento de equipamiento que consiste en el aprovechamiento del territorio fuera de los centros de población para el establecimiento de obras de infraestructura o equipamiento regional de interés público, tanto de inversión pública como privada, que apruebe el H. Cabildo de Solidaridad y/u otras autoridades competentes, con apego a la reglamentación aplicable. Con base en lo anterior y considerando que el Aeródromo a construir es un equipamiento regional de interés público y promovido por el Instituto del Patrimonio Inmobiliario de la Administración Pública del Estado de Quintana Roo (IPAE)-Gobierno del Estado de Quintana Roo, se puede indicar que el presente proyecto se apega y es congruente con la política y los usos destinados para el sitio, dando cabal cumplimiento al presente criterio.</p> |
| <b>CG-06</b>            | <p><b>En el desarrollo de los proyectos se debe realizar el aprovechamiento integral de los recursos naturales existentes en el predio, por lo que será obligatorio realizar la recuperación de tierra vegetal en las superficies que se desmonten, así como el triturado y composteo de la madera resultante del desmonte que se autorice. Los materiales obtenidos no podrán ser comercializados –salvo autorización expresa de la autoridad correspondiente-, sino aprovechados en el mejoramiento de áreas verdes, de equipamiento o de donación.</b></p> <p><i><b>Vinculación:</b></i> Durante las actividades de remoción de la cobertura vegetal en las zonas donde ésta se desplante el proyecto, se realizará un saneamiento de la capa del suelo, con el fin de conservar lo mejor posible sus características en cuanto a su textura, contenido de materia orgánica, etc. Por otra parte, los residuos vegetales producto del desmonte serán almacenados temporalmente en una área específica, para posteriormente ser triturados mecánicamente y dispuestos con el fin de ser utilizados para la creación de áreas jardinadas, donación a viveros municipales, o en su caso, a particulares previa solicitud y autorización correspondiente.</p>   |
| <b>CG-07</b>            | <p><b>Los proyectos que generen aguas residuales (grises, negras, azules o jabonosas) deberán disponerlas a través de un sistema de tratamiento de aguas residuales propio que cumpla con la normatividad vigente aplicable. La descripción del sistema de tratamiento deberá incorporarse en el estudio de impacto ambiental aplicable al proyecto. Sólo se permitirá la reutilización de las aguas residuales tratadas cuándo éstas cumplan con la normatividad ambiental vigente.</b></p> <p><i><b>Vinculación:</b></i> La promovente cumplirá con este criterio al disponer el proyecto de sistema de</p>  |

| CRITERIO GENERAL | CRITERIOS ECOLÓGICOS DE APLICACIÓN GENERAL  |
|------------------|---|
|                  | tratamiento para las aguas residuales de tipo sanitario que se genere durante la operación del proyecto. Durante la preparación de sitio y construcción también se llevara a cabo el buen manejo y disposición de las aguas residuales de origen sanitario mediante la instalación de letrinas móviles y su uso obligatorio de los frentes de trabajo. Como se puede observar el proyecto le da cabal cumplimiento a este criterio particular al contar el proyecto con las medidas preventivas para evitar la contaminación del agua de la región.   |
| <b>CG-08</b>     | <b>En cualquier obra deberá estar separada la canalización del drenaje pluvial del drenaje sanitario.</b>   |
|                  | <b>Vinculación:</b> La promovente cumplirá con este criterio al separar la canalización del drenaje pluvial del drenaje sanitario.  |
| <b>CG-09</b>     | <b>La canalización del drenaje pluvial hacia el mar o cuerpos de agua superficiales o pozos de absorción, podrá realizarse previa filtración de sus aguas con sistemas de decantación, trampas de grasas y sólidos u otros que garanticen la retención de sedimentos o contaminantes y deberá ser aprobada por la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA).</b>   |
|                  | <b>Vinculación:</b> La promovente cumplirá con este criterio y cada pozo pluvial contará con sistemas de filtración de las aguas como rejillas metálicas para contener los desechos sólidos que sean acarreados y contará con areneros.   |
| <b>CG-10</b>     | <b>Los materiales calizos y los recursos naturales que se utilicen durante la construcción de un proyecto deberán provenir de fuentes o bancos de material autorizados.</b>   |
|                  | <b>Vinculación:</b> Por las actividades de remoción de vegetación (CUSTF) no se prevé la utilización de materiales calizos, ni otro tipo de recurso natural dentro de la propiedad a desarrollar. Sin embargo, para durante la construcción de las obras del proyecto se usarán materiales calizos que serán adquiridos de proveedores de la región que cuenten con bancos de material autorizados previamente por la autoridad competente.   |
| <b>CG-11</b>     | <b>En el manejo de áreas verdes, campos, canchas, pistas, viveros, plantaciones o sembradíos y para el control de pestes y plagas, sólo se permite el uso de sustancias autorizadas por la Comisión Intersecretarial para el Control del Proceso y Uso de Plaguicidas, Fertilizantes y Sustancias Tóxicas (CICOPLAFEST).</b>  |
|                  | <b>Vinculación:</b> Para el caso de la remoción de la vegetación del proyecto no se contempla la utilización de sustancias químicas y en cuanto a las áreas jardinadas del proyecto se manejarán de ser el caso las sustancias adecuadas de acuerdo con la CICOPLAFEST.   |
| <b>CG-12</b>     | <b>Los proyectos que se realicen fuera de los centros de población, en predios mayores a 5 hectáreas, deberán llevar a cabo un monitoreo del desempeño ambiental del proyecto, el cual deberá sustentarse en un estudio técnico o programa en el que se establezcan los indicadores de calidad ambiental que permitan identificar la eficacia de las medidas sobre los principales componentes de la biota, así como los métodos, técnicas que permitan medir tales indicadores y los tiempos y mecanismos para la interpretación de los resultados. Este estudio deberá acompañar al estudio de impacto ambiental aplicable al proyecto. El promovente deberá entregar copia de los reportes a la SEDUMA para su inclusión en la Bitácora Ambiental.</b> |
|                  | <b>Vinculación:</b> El presente proyecto se desarrollará en un predio de 152.815879 hectáreas; sin embargo, el área que se solicita para el CUSTF es de tan solamente 33.3277 ha. No obstante a lo anterior, la promovente cumplirá cabalmente con lo propuesto en este criterio al llevar a cabo   |

| CRITERIO GENERAL | CRITERIOS ECOLÓGICOS DE APLICACIÓN GENERAL  |
|------------------|---|
|                  | monitoreos para evaluar el desempeño ambiental del proyecto a través de un Programa de Supervisión ambiental por personal altamente capacitado en diferentes materias de índole ambiental y forestal. Al final se presentaran los principales resultados en un documento técnico en donde se expondrán los métodos y técnicas utilizadas que permitirán medir objetivamente los parámetros e indicadores de calidad ambiental en el área de estudio, para posteriormente entregar las copias a las instancias correspondientes. Con lo anterior se puede indicar que la promovente le dará cabal cumplimiento a este criterio particular.   |
| <b>CG-13</b>     | <b>Los residuos derivados de las obras no se dispondrán sobre la vegetación remanente dentro del predio, ni sobre la vegetación circundante, debiéndose trasladar al sitio de disposición final de residuos de manejo especial que establezca el municipio o el estado.</b>   |
|                  | <b>Vinculación:</b> Los residuos de material vegetal que no sea triturado así como el escombro, se procederán a depositarlo en un banco de tiro, por lo que se deberá contar con la anuencia de las autoridades municipales.  |
| <b>CG-14</b>     | <b>Está prohibida la introducción de especies de flora o fauna exóticas o invasoras incluidas en los listados de la CONABIO, en áreas naturales, cavernas y cuerpos de agua superficiales o subterráneos. La introducción y manejo de especies exóticas sólo se permite en áreas modificadas previa autorización de la SEMARNAT o la SAGARPA. Se excluye de esta restricción las especies de plantas ornamentales tropicalizadas de uso común en la zona Norte de Quintana Roo que se destinen a la conformación de áreas verdes o jardines.</b>  |
|                  | <b>Vinculación:</b> No aplica al proyecto; ya que en ningún momento se usaran flora o fauna exótica o invasora en el proyecto.  |
| <b>CG-15</b>     | <b>Los promoventes que pretendan llevar a cabo obras o actividades en zonas que se constituyan como sitios de anidación o reproducción de una o más especies de fauna incluida en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2001, deberán implementar acciones que aseguren la disponibilidad de sitios de anidación y reproducción de tales especies. Estas acciones deberán estar sustentadas en un plan de manejo de acuerdo con la Ley General de Vida Silvestre, que deberá acompañar al manifiesto de impacto ambiental o al informe preventivo aplicable al proyecto. Las acciones deberán obtener de manera previa a su inicio la autorización correspondiente.</b>  |
|                  | <b>Vinculación:</b> No aplica al proyecto; ya que el área de estudio es secundaria derivada de selva mediana subperennifolia con una mediana recuperación en donde únicamente se registraron cinco especies catalogadas bajo algún estatus de protección de acuerdo a la NOM antes mencionada. Estas especies se registraron de paso al predio; ya que en ningún momento fueron avistados nidos o crías de las mismas y si en cambio, para el caso de las aves se observaron sobrevolando el predio y de paso hacia terrenos colindantes. No obstante a lo anterior, la promovente tiene planteado la aplicación de un programa de rescate y reubicación de la fauna silvestre potencialmente propensa de afectación por el proyecto. |
| <b>CG-16</b>     | <b>Los campamentos para trabajadores de la construcción deberán ser dignos para la vida humana, contar con servicios sanitarios, agua potable, un reglamento para el manejo de residuos sólidos, así como una estrategia de protección civil para atender las alertas por fenómenos hidrometeorológicos. La proporción de servicios sanitarios será de al menos 1 por cada 25 trabajadores.</b>   |
|                  | <b>Vinculación:</b> No aplica al proyecto; ya que en ningún momento se establecerán campamentos para los trabajadores durante la construcción. Sin embargo, en caso de establecerse se acatará lo   |

| CRITERIO GENERAL | CRITERIOS ECOLÓGICOS DE APLICACIÓN GENERAL   |
|------------------|--|
|                  | estipulado en este criterio, proporcionando las letrinas móviles en las cercanías de los campamentos, se proporcionará agua potable y purificada, y se les obligará a aplicar los lineamientos trazados en el Procedimiento de manejo y disposición de residuos sólidos y residuos peligrosos que se incluirá como parte de este estudio (Ver <b>Anexo 5</b> de este estudio técnico).   |
| CG-17            | <b>El uso del fuego estará condicionado a lo establecido en la Norma Oficial Mexicana NOM-015-SEMARNAP/SAGAR-1997.</b>   |
|                  | <b>Vinculación:</b> En ningún caso se habrá de permitir el uso del fuego después del desmonte del predio. Para evitar lo anterior se les dará una plática de educación ambiental (concientización) a todos los trabajadores del proyecto y se contará con los señalamientos respectivos para prevenir incendios forestales.  |
| CG-18            | <b>Los proyectos que se realicen fuera de los centros de población, en predios mayores a 5 hectáreas, durante las etapas de preparación del sitio y construcción, deberán presentar de manera semestral a la SEDUMA para su inclusión en la Bitácora Ambiental, un plano georreferenciado (UTM, Datum WGS-84, Zona 16Q) de las áreas aprovechadas dentro del predio, en donde se especifiquen los tipos de vegetación afectados y su superficie.</b>   |
|                  | <b>Vinculación:</b> La promovente dará cabalmente lo estipulado en este criterio y presentará de manera semestral a la SEDUMA un plano georreferenciado de las áreas aprovechadas dentro del predio especificando el tipo de vegetación afectado y su superficie.  |
| CG-19            | <b>Para la apertura de caminos de acceso y vialidades de cualquier tipo fuera de los centros de población se requiere contar con la autorización en materia de impacto ambiental, así como de la autorización de cambio de uso del suelo que por excepción emite la autoridad federal correspondiente.</b>   |
|                  | <b>Vinculación:</b> No se realizara apertura de caminos de acceso para el presente proyecto; ya que existe un camino de acceso. Por otro lado, el presente proyecto cumplirá cabalmente con este criterio de regulación; ya que, a través de este DTU se hacen las gestiones de CUSTF para la construcción de una vía general de comunicación (aeródromo que entre otras obras incluye vialidades internas para el área de servicio).  |
| CG-20            | <b>El establecimiento de viviendas o unidades de hospedaje de cualquier tipo, deberá ubicarse a una distancia mayor a 1,000 metros medidos a partir del pozo de extracción de agua potable de la red pública para abasto urbano más cercano.</b>   |
|                  | <b>Vinculación:</b> No aplica al proyecto, ya que este no consiste en un desarrollo inmobiliario (construcción habitacional); sino, más bien en la construcción de obras del sector vías generales de comunicación (Construcción de un aeródromo).   |
| CG-21            | <b>En el desarrollo u operación de cualquier tipo de proyecto se debe evitar el derrame al suelo o cuerpos de agua de combustibles, lubricantes, grasas, aceites, pinturas u otras sustancias potencialmente contaminantes. De igual manera, se deberá evitar la disposición inadecuada de materiales impregnados con estas sustancias o de sus recipientes.<br/>En este sentido el promovente deberá manifestar el tipo de sustancias potencialmente contaminantes que empleará en las distintas etapas del proyecto, así como las medidas de prevención, mitigación y, en su caso, corrección, que aplicará en cada etapa.<br/>Para el almacenamiento de este tipo de sustancias o sus residuos se deberá contar con un almacén que cumpla con las especificaciones establecidas en la normatividad aplicable y se deberá llevar el registro de su manejo en la bitácora</b> |



| CRITERIO GENERAL | CRITERIOS ECOLÓGICOS DE APLICACIÓN GENERAL   |
|------------------|--|
|                  | del almacén.   |
|                  | <p><b>Vinculación:</b> El presente documento puesto a consideración de la SEMARNAT, es para la obtención de autorización en materia de Cambio de Uso de Suelo, exclusivamente por actividades concernientes a la remoción de la vegetación en terrenos forestales, los residuos sólidos y líquidos que se prevé generar corresponden a material vegetal provenientes de las actividades de remoción de la vegetación, los escasos residuos generados serán triturados y utilizados e incorporados al suelo de los espacios verdes. En lo que respecta a los desechos orgánicos de origen sanitario, que serán captados mediante letrinas móviles, se entregan a la empresa arrendadora quien se encarga de la adecuada disposición final. No se generarán residuos peligrosos en el área de estudio. No obstante, el proyecto tiene contemplado de ser el caso aplicar un Procedimiento de manejo y disposición de residuos peligrosos en donde se plantean los lineamientos a seguir en caso de generar y manejar un residuo peligroso. Lo anterior tiene la finalidad de prevenir una posible contaminación del suelo y del agua de la región.</p> |
| CG-22            | <p><b>El uso de explosivos, estará regulado por los lineamientos de la Secretaría de Defensa Nacional y la normatividad aplicable. Previamente a la utilización de explosivos deberá entregarse a la autoridad competente en materia de protección civil, el cronograma de detonaciones y el programa de protección civil correspondiente que deberá estar disponible al público en general.</b></p> <p><b>Vinculación:</b> No aplica al proyecto, ya que en ningún momento se detonará explosivo alguno en el predio bajo estudio. Sin embargo, de ser necesario usar explosivos se acatará cabalmente este criterio.</p>   |
| CG-23            | <p><b>Todos los proyectos que en cualquiera de sus etapas de desarrollo generen residuos peligrosos deberán contar con un almacén de residuos peligrosos y disponerlos a través de una empresa autorizada en el manejo de los mismos, conforme a la legislación y normatividad ambiental aplicable en la materia.</b></p> <p><b>Vinculación:</b> No aplica al proyecto, ya que en ningún momento se generará residuos peligrosos. Sin embargo, de ser darse el caso se aplicara un Procedimiento de manejo y disposición de residuos peligrosos (Ver <b>Anexo 5</b> de este estudio técnico) y también se acatará cabalmente lo planteado en este criterio.</p>  |
| CG-24            | <p><b>Para los fines de aplicación de este instrumento, en particular para la definición de competencias para la evaluación en materia de impacto ambiental, la zona costera o ecosistema costero del Municipio Solidaridad fuera de los centros de población está delimitada entre la zona federal marítimo terrestre y la carretera federal 307. El territorio localizado al poniente de la carretera federal 307 se considera zona continental.</b></p> <p><b>Vinculación:</b> El proyecto se encuentra ubicado fuera de la zona costera o ecosistema costero; sin embargo, se somete a evaluación ante la competencia federal debido al CUSTF y los alcances del proyecto; por tal motivo, aprovechando los acuerdos de unificación para la evaluación de la gestión en materia de impacto ambiental y forestal se somete el presente Documento Técnico Unificado para solicitar el CUSTF Modalidad Regional.</p>  |
| CG-25            | <p><b>La superficie que se permite ocupar en un predio será el área de aprovechamiento máxima permitida para el desplante de las obras provisionales o definitivas proyectadas, incluyendo obras de urbanización (red de abasto de agua potable, red de alcantarillado sanitario, planta de tratamiento de aguas residuales o fosas sépticas, red de electrificación y alumbrado, obras viales interiores, estacionamientos y las que se requieran para la incorporación del proyecto a la red vial), las obras o edificaciones de que conste el proyecto, así</b></p>   |

| CRITERIO GENERAL | CRITERIOS ECOLÓGICOS DE APLICACIÓN GENERAL  |
|------------------|---|
|                  | <p>como los jardines, áreas públicas, albercas y áreas verdes.<br/>La superficie restante deberá mantenerse en condiciones naturales siendo responsabilidad del propietario su preservación y protección.<br/>No se contabilizan los senderos, brechas o andadores peatonales al interior de las áreas naturales que se conserven dentro del predio y que sirvan para intercomunicar las diferentes áreas de instalaciones o servicios dentro del proyecto.<br/>Las áreas previamente desmontadas o sin vegetación dentro del predio podrán formar parte del área de aprovechamiento permitida y deben considerarse en primer lugar para el desplante de las obras que se proyecten. Cuando por motivo del diseño y funcionalidad de un proyecto no resulte conveniente el uso de las áreas previamente desmontadas, podrá solicitarse el aprovechamiento de otras áreas siempre que el promovente se obligue a reforestar las áreas afectadas que no utilizará, situación que deberá realizar de manera previa a la etapa de operación del proyecto.<br/>Cuando el área afectada dentro del predio sea mayor al área de aprovechamiento máxima permitida en el mismo, el propietario deberá implementar medidas tendientes a la restauración ambiental de la superficie excedente de manera previa a la conclusión de la etapa de construcción. Dichas medidas deberán sustentarse en un estudio técnico o programa de restauración que deberá acompañar al manifiesto de impacto ambiental o al informe preventivo aplicable al proyecto. Las actividades de restauración ambiental deberán obtener de manera previa a su inicio la autorización correspondiente.</p> |
|                  | <p><b>Vinculación:</b> El proyecto cuenta con la constancia de Uso de Suelo que ha sido expedida por la Dirección General de Ordenamiento Ambiental y Desarrollo Urbano, del H. Ayuntamiento de Solidaridad, Quintana Roo, el cual indica que el proyecto cumple cabalmente con este criterio (Ver <b>Anexo 3</b> de este estudio).</p>   |
| CG-26            | <p>Para el aprovechamiento de predios, cuerpos de agua o cavernas en los que se detecten vestigios arqueológicos, deberá obtenerse de manera previa al inicio de obras la autorización del Instituto Nacional de Antropología e Historia (INAH). Si el hallazgo arqueológico se realiza durante el desarrollo del proyecto se deberá informar de manera inmediata al INAH.</p>  |
|                  | <p><b>Vinculación:</b> El predio bajo estudio ha sido liberado por el INAH tal como constan en los documentos comprobatorios expedidos dicho Instituto (Ver <b>Anexo 3</b> de este estudio). Por tal motivo la promovente ha acatado este criterio particular y de darse el caso de un hallazgo arqueológico durante el desarrollo del proyecto se informara de manera oportuna al INAH para lo pertinente.</p>   |
| CG-27            | <p>Las obras de infraestructura o equipamiento regional de interés público sólo se permiten con la aprobación del H. Cabildo de Solidaridad y/u otras autoridades competentes, previa autorización en materia de impacto ambiental y de cambio de uso del suelo de terrenos forestales.</p>   |
|                  | <p><b>Vinculación:</b> El presente proyecto corresponde a obras de equipamiento regional de interés público que ha sido aprobado por el H. Cabildo de Solidaridad y el Gobierno del Estado de Quintana Roo. El presente DTU se presenta a evaluación ante la SEMARNAT para dictaminar la autorización del proyecto en materia de impacto ambiental y forestal (CUSTF).</p>  |
| CG-28            | <p>Para el aprovechamiento o uso de especies vegetales o animales silvestres o nativas, partes de ellas o subproductos de los mismos, así como de los recursos forestales, se requiere que éstos productos provengan de UMA's o Productores</p>   |

| CRITERIO GENERAL | CRITERIOS ECOLÓGICOS DE APLICACIÓN GENERAL  |
|------------------|---|
|                  | <b>Forestales autorizados y den cumplimiento a lo establecido en la normatividad aplicable.</b>   |
|                  | <b>Vinculación:</b> De manera estricta no aplica al proyecto, ya que no se pretende aprovechar especies vegetales o animales silvestres o nativas. Sin embargo, para las labores de reforestación es probable se requiera algunas especies nativas provenientes de viveros plenamente registrados ante la Comisión Nacional Forestal (CONAFOR), dando con lo anterior el cabal cumplimiento de este criterio.   |
| <b>CG-29</b>     | <b>Con la finalidad de garantizar la estabilidad de las edificaciones, así como evitar el desplome o alumbramiento innecesario del acuífero o la afectación de estructuras y sistemas cársticos, los promoventes deberán realizar de manera previa al inicio de obras un estudio de mecánica de suelos avalado por un laboratorio acreditado ante la Entidad Mexicana de Acreditación.</b>  |
|                  | <b>Vinculación:</b> La promovente acata cabalmente este criterio de regulación.   |
| <b>CG-30</b>     | <b>Los promoventes deberán implementar un programa de información y capacitación ambiental para los trabajadores que viven en los campamentos de construcción, que los ilustre sobre las especies de flora y fauna que cuentan con protección especial, para evitar su depredación.</b>   |
|                  | <b>Vinculación:</b> La promovente acata cabalmente este criterio; pues aplicará un Procedimiento de supervisión ambiental y se implementara un programa de capacitación ambiental para los trabajadores de las diferentes obras del proyecto con la finalidad de concientizarlos sobre la importancia de las especies de flora y fauna silvestre en general y de manera particular las catalogadas bajo algún estatus de protección especial, cuya última finalidad es la protección y conservación de la biodiversidad de la región.   |
| <b>CG-31</b>     | <b>En caso que se autorice la ejecución de obras o construcciones sobre cavernas, secas o inundadas, deberá realizarse programa de monitoreo de la misma, el cual deberá acompañar al manifiesto de impacto ambiental, para su aprobación y, en su caso, implementación.</b>  |
|                  | <b>Vinculación:</b> No aplica al proyecto, ya que en ningún momento se afectaran cavernas secas o inundadas dentro del predio.  |
| <b>CG-32</b>     | <b>En predios en los que existan manglares deberá cumplirse lo establecido en la Ley General de Vida Silvestre y las Normas Oficiales Mexicanas aplicables.</b>   |
|                  | <b>Vinculación:</b> No aplica al proyecto, ya que en ningún momento se registraron manglares dentro del predio bajo estudio.  |
| <b>CG-33</b>     | <b>Para la práctica de actividades autorizadas al interior de cavernas o cenotes, únicamente se permite el uso de luz amarilla o roja, la cual solamente se encenderá durante la estancia de los usuarios.</b>  |
|                  | <b>Vinculación:</b> No aplica al proyecto, ya que en ningún momento se realizaran obras o actividades del proyecto dentro cavernas o cenotes del predio bajo estudio.   |
| <b>CG-34</b>     | <b>Se prohíbe la disposición de aguas residuales, con o sin tratamiento, en cenotes, cuevas inundadas o cuevas secas</b>  |
|                  | <b>Vinculación:</b> No aplica al proyecto, ya que en ningún momento se dispondrán aguas residuales en cenotes, cuevas inundadas o secas. Las aguas residuales de origen sanitario que se generen durante la preparación del sitio y construcción serán manejadas y puestos a disposición final de manera correcta por una empresa arrendadora de letrinas móviles. Por otro lado, durante la operación de las oficinas administrativas del proyecto las aguas residuales de origen sanitario que se generen se canalizaran a una planta de tratamiento de aguas residuales. Como se puede observar la promovente cumple cabalmente con este criterio de regulación al tener medidas |

| CRITERIO GENERAL | CRITERIOS ECOLÓGICOS DE APLICACIÓN GENERAL  |
|------------------|---|
|                  | preventivas para evitar la contaminación del suelo y agua de la región en las diferentes etapas del proyecto.   |
| CG-35            | <b>En los términos que establece la Ley para la Gestión Integral de Residuos del Estado de Quintana Roo, los promoventes deberán aplicar el Plan de Manejo de residuos correspondiente durante las distintas etapas de desarrollo y operación de las obras o actividades que se le autoricen.</b>   |
|                  | <i>Vinculación:</i> El proyecto acatará el presente criterio de regulación, tan es así que plantea la aplicación de un Procedimiento para el manejo y disposición de residuos sólidos urbanos y residuos peligrosos (Ver <b>Anexo 5</b> de este estudio técnico); mismos, que serán supervisadas su buena aplicación mediante la supervisión ambiental por personal altamente competente. |
| CG-36            | <b>En el caso de fraccionamientos que se desarrollen fuera de los centros urbanos, el área de aprovechamiento máxima del predio o lote será la que establece la Ley de Fraccionamientos del Estado de Quintana Roo. La superficie remanente deberá mantenerse en condiciones naturales.</b>   |
|                  | <i>Vinculación:</i> No aplica al proyecto, ya que este no consiste en la construcción de un fraccionamiento; sino más bien, la construcción de una aeródromo.   |

De manera adicional, a la UGA 5 le aplica criterios específicos mismos que se relacionan en la siguiente tabla:

**Tabla 3.3.** Criterios del Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Solidaridad.

| CRITERIO | CRITERIOS ESPECÍFICOS APLICABLES A LA UGA 5  |
|----------|--|
| CE-04    | <b>Se permite la instalación de viveros para la producción y comercialización de plantas de ornato. La producción y comercialización de plantas nativas y de especies incluidas en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2001 deberá hacerse bajo el esquema de unidades de conservación, manejo y aprovechamiento sustentable de la vida silvestre (UMA's), previsto en la Ley General de Vida Silvestre.</b>          |
|          | <i>Vinculación:</i> No aplica al proyecto, ya que este consiste en la construcción de vías generales de construcción (Construcción del Aeródromo de Playa del Carmen) y no del establecimiento de un vivero o de una UMA.  |
| CE-07    | <b>En la zona continental sólo se permite el establecimiento de caminos a base de materiales permeables y con anchura máxima de 6 m. La superficie que ocupe el camino se restará proporcionalmente a la superficie de aprovechamiento permitida para cada predio que atraviese.</b>   |
|          | <i>Vinculación:</i> El proyecto construirá un camino de rodaje y camino de acceso como parte del proyecto y la superficie que ocuparan se restara a la superficie de aprovechamiento permitido para el predio.   |
| CE-08    | <b>Las actividades recreativas que se promuevan en cuerpos de agua continentales (cenotes, cuevas inundadas o secas, cavernas o rejolladas), deberán sustentarse en un estudio de capacidad de carga que determine la intensidad de aprovechamiento sustentable y el límite de cambio aceptable en el sitio. Este estudio se debe presentar junto con el estudio de impacto ambiental aplicable al proyecto o actividad.</b> |
|          | <i>Vinculación:</i> No aplica al proyecto, ya que este no consiste en una actividad recreativa que se promueva en cuerpos de agua continental; sino más bien, en la construcción de vías generales de comunicación (Construcción de un aeródromo).   |

| CRITERIO | CRITERIOS ESPECÍFICOS APLICABLES A LA UGA 5   |
|----------|---|
| CE-09    | <b>En el aprovechamiento de los cuerpos de agua continentales (cenotes, cuevas inundadas o lagunas) y otras formaciones cársticas (cuevas secas, rejolladas o chuntunes) sólo se permite el establecimiento de estructuras ligeras y de tipo temporal fuera del cuerpo de agua o estructura cárstica y de la franja de protección.</b>  |
|          | <i>Vinculación:</i> No aplica al proyecto, ya que en ningún momento se aprovecharan cuerpos de agua continental o formaciones cársticas.  |
| CE-16    | <b>Se permite establecer 1 vivienda suburbana de tipo rural o agropecuario por predio, como apoyo a la actividad que se promueva.</b>   |
|          | <i>Vinculación:</i> No aplica al proyecto; pues existe desde hace tiempo la presencia de una vivienda rural dentro del predio en donde se hospeda personal de vigilancia del Instituto del Patrimonio del Estado de Quintana Roo y el cual se seguirá aprovechando como apoyo para el proyecto pretendido.  |
| CE-18    | <b>Los desarrollos de tipo ecoturístico podrán tener una densidad de hasta 5 cabañas por hectárea</b>   |
|          | <i>Vinculación:</i> No aplica al proyecto, pues este no consiste en un desarrollo de tipo turístico; sino en la construcción de un Aeródromo de Playa del Carmen.   |
| CE-29    | <b>La superficie máxima de aprovechamiento no podrá exceder del 15 % del predio en donde se realizará el desplante de las edificaciones, obra exterior, circulaciones, áreas verdes y cualquier otra obra o servicio relativo al uso permitido. La superficie restante deberá mantenerse en condiciones naturales.</b>  |
|          | <i>Vinculación:</i> No aplica al proyecto de manera estricta, ya que el proyecto no es de índole ecoturístico o de una UMA.   |
| CE-30    | <b>La superficie máxima de aprovechamiento no podrá exceder del 5 % del predio en donde se realizará el desplante de las edificaciones, obra exterior, circulaciones, áreas verdes y cualquier otra obra o servicio relativo al uso permitido. La superficie restante deberá mantenerse en condiciones naturales.</b>   |
|          | <i>Vinculación:</i> No aplica de manera estricta al proyecto; ya que este no se llevara a cabo dentro de una Reserva Natural.   |
| CE-31    | <b>Para realizar actividades recreativas (contemplativas, senderismo, ecoturismo, espeleobuceo) se deberá contar con un reglamento de operación mismo que garantice la operación ambientalmente sustentable de la actividad. Este reglamento se presentará a la autoridad ambiental competente para su valoración y de ser procedente su autorización.</b>  |
|          | <i>Vinculación:</i> No aplica al proyecto, ya que este no consiste en actividades recreativas; sino en la construcción de un Aeródromo de Playa del Carmen.   |
| CE-32    | <b>El porcentaje de desmonte para proyectos de infraestructura y equipamiento de obra pública federal, estatal o municipal se determinará de acuerdo con la naturaleza misma de cada proyecto.</b>  |
|          | <i>Vinculación:</i> El presente proyecto consiste en la construcción de obras de equipamiento (construcción del Aeródromo de Playa del Carmen) que requiere una superficie de desmonte de 33.3277 ha (21.81%) y mantendrá una superficie de 119.4882 ha (78.19%) como área de conservación., lo cual obedece a la naturaleza del proyecto, que es un proyecto de obra pública estatal promovido por el Instituto del Patrimonio Inmobiliario del Estado de Quintana Roo. Por lo que el proyecto cumple cabalmente con este criterio particular. |
| CE-33    | <b>Se permitirá el aprovechamiento de la tierra de monte, siempre y cuando se realice de acuerdo a lo establecido en la normatividad vigente. Además, el promovente deberá realizar el composteo de residuos forestales y de la</b>   |

| CRITERIO     | CRITERIOS ESPECÍFICOS APLICABLES A LA UGA 5  |
|--------------|--|
|              | <b>necromasa forestal (árboles muertos) presente en el predio con la finalidad de enriquecer el suelo, otorgar valor agregado al producto y reducir el material combustible en el área.</b>  |
|              | <i>Vinculación:</i> El proyecto cumplirá cabalmente con el presente criterio y realizará el composteo de residuos forestales y de la necromasa forestal presente en el predio con la finalidad de enriquecer el suelo del área de estudio.   |
| <b>CE-35</b> | <b>El porcentaje de aprovechamiento forestal estará definido por la capacidad productiva y de recuperación de la masa forestal, conforme a la evaluación previa de la autoridad correspondiente, en apego a la normatividad vigente.</b>   |
|              | <i>Vinculación:</i> No aplica de manera estricta al proyecto, ya que en ningún momento se llevara a cabo aprovechamiento forestal alguno. El proyecto consiste en establecer una vía general de comunicación (construcción de un aeródromo).   |
| <b>CE-46</b> | <b>En el manejo pecuario intensivo se deberá contar con un programa integral de manejo de residuos avalado por la SEDUMA, así como un sistema de tratamiento de aguas residuales eficiente bajo los términos de la normatividad aplicable.</b>   |
|              | <i>Vinculación:</i> No aplica de manera estricta al proyecto, ya que este no consiste en un manejo pecuario. Sin embargo, a través de este proyecto (construcción del aeródromo de Playa del Carmen) se dará un buen Manejo y disposición de los residuos (Ver <b>Anexo 5</b> de este estudio) y de las aguas residuales (tratamiento a través de una microplanta de tratamiento de aguas residuales, Boss Technology) que se generen durante las diferentes etapas del proyecto. Para el caso de los residuos de vegetación generados se salpicaran y se usaran como mejoradores de suelo para las labores de reforestación a realizar por el proyecto y en caso de generarse excedentes del mismo se dispondrán en donde la autoridad competente así lo indique. |
| <b>CE-50</b> | <b>Para el control de plagas y enfermedades, se favorecerá como primera alternativa la prevención, el control biológico de plagas y el uso de productos orgánicos permitidos por la Comisión Intersecretarial para el Control del Proceso y Uso de Plaguicidas, Fertilizantes y Sustancias Tóxicas (CICOPLAFEST).</b>  |
|              | <i>Vinculación:</i> No aplica al proyecto, ya que este no se trata de un proyecto agrícola; sin embargo, de darse el caso de plagas y enfermedades en las áreas a reforestar dentro del área de estudio se acatará lo establecido en el presente criterio de regulación.   |
| <b>CE-51</b> | <b>Las aguas residuales derivadas de sistemas de producción deberán ser tratadas a través de un proceso previamente evaluado y aprobado en materia de impacto ambiental por la autoridad competente, en apego a la normatividad vigente.</b>   |
|              | <i>Vinculación:</i> Las únicas aguas residuales que se generaran en el proyecto se darán principalmente en la preparación del predio y construcción (canalizados a través de letrinas móviles arrendadas por una empresa en el ramo quienes se encargaran de darle una buena disposición final), y por último, durante la operación de las oficinas administrativas del proyecto (las aguas residuales de origen sanitario generadas se canalizaran a una planta de tratamiento de aguas residuales). Con lo antes mencionado, se puede indicar que el presente proyecto le dará cabal cumplimiento a este criterio de regulación.   |
| <b>CE-52</b> | <b>Se deberán establecer letrinas secas composteras o fosas sépticas prefabricadas para la disposición y tratamiento primario y secundario de las aguas residuales. El efluente de la fosa séptica deberá cumplir lo establecido en la normatividad vigente, la disposición final del efluente se podrá realizar mediante humedales artificiales que sean impermeables y no permitan la infiltración al suelo y subsuelo.</b>  |

| CRITERIO | CRITERIOS ESPECÍFICOS APLICABLES A LA UGA 5   |
|----------|---|
|          | <b>Vinculación:</b> La promovente cumple cabalmente con este criterio de regulación, ya durante la preparación del sitio (CUSTF) y construcción de las obras del proyecto se instalaran letrinas móviles que serán utilizadas de manera obligatoria en las fuentes de trabajo. Asimismo, durante la operación de las oficinas administrativas del proyecto la aguas residuales que se generen serán canalizadas a una planta de tratamiento de aguas residuales. Con lo antes comentado, se puede indicar que la promovente no infiltrara directamente aguas residuales al suelo y subsuelo durante las diferentes etapas del proyecto.   |
| CE-53    | <b>Es obligatoria la instalación de una planta de tratamiento de aguas residuales con capacidad suficiente para el manejo de las aguas residuales del proyecto a máxima capacidad de ocupación. El proceso de tratamiento y disposición final del efluente y subproductos deberá cumplir con lo establecido en la normatividad aplicable.</b>   |
|          | <b>Vinculación:</b> La promovente dará cabal cumplimiento a este criterio de regulación particular, por el hecho de plantear la construcción de una planta de tratamiento de aguas residuales para el tratamiento de las aguas residuales de origen sanitario generadas durante la etapa de operación de las oficinas administrativas del aeródromo.  |
| CE-54    | <b>El manejo y disposición final de los lodos y otros residuos generados en el tratamiento de las aguas residuales es responsabilidad del propietario del sistema de tratamiento que los genere, quien deberá presentar un reporte semestral ante la autoridad correspondiente, turnando una copia a la SEDUMA para la inclusión de los resultados en la Bitácora Ambiental, que indique el volumen de agua tratado, tipo y características de los lodos y otros residuos generados, tratamiento aplicado a los lodos, resultados del análisis CRETIB y sitio o forma de disposición final.</b>   |
|          | <b>Vinculación:</b> La promovente dará cabal cumplimiento a este criterio de regulación particular, exponiendo los documentos comprobatorios que comprueban el buen manejo y disposición final de los lodos, y otros residuos generados en el tratamiento de las aguas residuales.  |
| CE-57    | <b>En cenotes y lagunas interiores o continentales, sólo se permite el empleo de embarcaciones sin motor.</b>   |
|          | <b>Vinculación:</b> No aplica al proyecto, ya que este en ningún momento se usaran cenotes y lagunas interiores o continentales (no existen estos dentro del predio bajo estudio).  |
| CE-59    | <b>Cuando se utilicen los cuerpos de agua continentales, superficiales o subterráneos en actividades recreativas, los promoventes deberán llevar a cabo el monitoreo del agua para determinar la calidad de la misma, conforme a los criterios ecológicos de calidad del agua CE-CCA-001/89 (INE), debiendo presentar reportes semestrales del análisis del agua a la autoridad competente y copia a la SEDUMA para su inclusión en la Bitácora Ambiental. Los análisis de calidad del agua deberán ser elaborados por un laboratorio acreditado ante la Entidad Mexicana de Acreditación. El promovente deberá presentar el programa de monitoreo del agua junto con el estudio de impacto ambiental respectivo.</b> |
|          | <b>Vinculación:</b> No aplica al proyecto, ya que este en ningún momento usara cuerpos de agua continentales, superficiales o subterráneos en actividades recreativas.  |
| CE-60    | <b>En el desarrollo de actividades ecoturísticas (recorridos, circuitos y paseos) dentro de las áreas con vegetación natural se deben utilizar vehículos no motorizados o en su caso vehículos eléctricos o propulsados por energías alternativas, quedando excluidos los motorizados que empleen hidrocarburos.</b>  |
|          | <b>Vinculación:</b> No aplica al proyecto, ya que este no desarrollara actividades ecoturísticas (recorridos, circuitos y paseos) dentro de las áreas con vegetación natural.   |

| CRITERIO   | CRITERIOS ESPECÍFICOS APLICABLES A LA UGA 5  |
|--|--|
| CE-67  | <p>Se permite la construcción y operación del sitio de disposición final de residuos sólidos y de manejo especial de conformidad con la Norma Oficial Mexicana NOM-083-SEMARNAT-2003 y demás disposiciones legales y reglamentarias aplicables.</p> <p>Asociado a esta obra de equipamiento se permite la instalación y operación de industria ligera y de la transformación vinculada al proceso de conversión o aprovechamiento de residuos; fraccionamientos comerciales asociados al manejo residuos; así como la apertura de un banco de extracción de material pétreo para el suministro de material de cobertura del relleno sanitario.</p> <p>Asociado a esta obra de equipamiento se permite la construcción y operación de un sitio para confinamiento controlado de residuos peligrosos previamente estabilizados de conformidad con la Norma Oficial Mexicana NOM-055-SEMARNAT-2003.</p> |
| <p><b>Vinculación:</b> No aplica al proyecto, ya que este no consiste en la construcción y operación de un sitio de disposición final de residuos sólidos y de manejo especial., ni de una la instalación y operación de industria ligera vinculada con la transformación y aprovechamiento de residuos o afines al mismo.</p>   |  |
| CE-77  | <p>Para favorecer la persistencia de los servicios ambientales se deben implementar acciones preventivas de incendios forestales a fin de evitar el deterioro y degradación de la masa forestal y fauna asociada.</p>  |
| <p><b>Vinculación:</b> La promovente a través de la supervisión ambiental se implementará una capacitación a los trabajadores del proyecto encaminado a concientizar de la importancia a evitar incendios forestales. Asimismo, se prohíbe el uso de fuego después del desmonte de la vegetación y en las diferentes etapas del proyecto. Por último, se colocaran carteles con mensajes alusivos a evitar la utilización de fuego en las colindancias inmediatas del área de estudio.</p>   |  |
| CE-78  | <p>Con objeto de minimizar la fragmentación de los ecosistemas y mantener corredores biológicos, se deberá establecer una franja verde perimetral en los predios o parcelas, cuya superficie mínima será equivalente a 20 % del área del predio. Esta franja se establecerá del límite de la propiedad o parcela hacia el interior de la misma y deberá conservar la vegetación natural de manera permanente. En esta franja se permite la conformación de accesos al predio. Se exceptúa este criterio para vías de comunicación federal y estatal.</p>   |
| <p><b>Vinculación:</b> El proyecto se trata de vías generales de comunicación (Construcción de un Aeródromo) y es una obra estatal promovida por el Instituto de Patrimonio Inmobiliario del Estado de Quintana Roo-Gobierno del Estado de Yucatán. No obstante a lo anterior el proyecto mantendrá una superficie de 119.4882 ha (78.19%) como área de conservación con vegetación y suelo natural que fungirá como corredor de la fauna presente en la región y permitirá la continuidad en la prestación de servicios ambientales diversos.</p> |  |
| CE-80  | <p>Previo al aclareo que se permite en la franja perimetral de protección de los cenotes y accesos a cuevas se deberá realizar el rescate de los árboles con diámetros menores o iguales a 10 cm de diámetro a la altura de 1.30 m, mismos que se estabilizarán en un vivero provisional y posteriormente se reintroducirán dentro de la franja de protección.</p>   |
| <p><b>Vinculación:</b> No aplica al proyecto, ya que en ningún momento se llevará a cabo el aclareo en la franja perimetral de protección de los cenotes y accesos a cuevas (no existen ni cenotes, ni cuevas en el predio bajo estudio).</p>  |  |
| CE-81  | <p>Las cercas, bardas o muros perimetrales que se instalen en los diferentes tipos de vegetación, unidades naturales y ecosistemas deberán permitir el</p>   |



| CRITERIO | CRITERIOS ESPECÍFICOS APLICABLES A LA UGA 5   |
|----------|---|
|          | <b>libre paso de la fauna silvestre.</b>  |
|          | <b>Vinculación:</b> El proyecto acatará cabalmente este criterio de regulación, estableciendo un cercado perimetral a base de postes de concreto y alambre galvanizado para evitar el paso de fauna silvestre en el área de aterrizaje de las avionetas y de esta manera poner en peligro la integridad de los tripulantes, pasajeros y la misma fauna silvestre. Asimismo, el proyecto tiene contemplado una gran superficie con vegetación natural que conservará su conectividad con los predios adyacentes los cuales contribuirán para el tránsito de fauna silvestre de un lado y otro del predio, y a la vez la conservación de la fauna silvestre de la región. |
| CE-82    | <b>Las actividades cinegéticas sólo se permiten bajo el esquema de unidades de conservación, manejo y aprovechamiento sustentable de la vida silvestre (UMA's), previsto en la Ley General de Vida Silvestre.</b>   |
|          | <b>Vinculación:</b> No aplica al proyecto, ya que no se trata de una actividad cinegética; sino de la construcción de un aeródromo.   |
| CE-85    | <b>En las áreas de aprovechamiento proyectadas se deberá mantener en pie la vegetación arbórea y palmas de la vegetación original que por diseño del proyecto coincidan con las áreas destinadas a camellones, parques, áreas verdes, jardines, áreas de donación o áreas de equipamiento, de tal forma que estos individuos se integren al proyecto.</b>   |
|          | <b>Vinculación:</b> El proyecto tomara en cuenta este criterio de regulación y dará cabal cumplimiento al mismo, manteniendo en pie la vegetación arbórea y palmas nativas que coincidan con áreas destinadas a áreas verdes y jardines.  |
| CE-86    | <b>Cuando en las áreas que se mantendrán con cubierta vegetal original dentro de los predios, existan áreas afectadas o con vegetación escasa o dominada por estratos herbáceo o arbustivo, se deberá realizar un programa de reforestación con especies nativas que considere por lo menos 1,500 árboles o palmas por hectárea. Se deberá establecer un monitoreo permanente de las áreas reforestadas para valorar la eficiencia de las acciones emprendidas. La selección de las especies y el número de individuos por especie a reforestar se determinará con base en un programa que deberá acompañar al estudio de impacto ambiental aplicable al proyecto.</b>  |
|          | <b>Vinculación:</b> El proyecto contempla un Programa de rescate y reubicación de especies forestales a afectar por el CUSTF. La reubicación de las especies rescatadas se llevara a cabo en áreas con poca vegetación desarrollada presente en las áreas propuestas como de amortiguamiento con vegetación y suelo natural. La densidad de la plantación se establecerá de acuerdo a los estudios de caracterización realizada dentro del predio y el inventario forestal realizado dentro del predio bajo estudio; pero definitivamente se cumplirá con lo establecido en este criterio de regulación.  |
| CE-90    | <b>Con la finalidad de conservar la diversidad genética de las poblaciones originales, las áreas bajo manejo forestal deben incluir la producción en vivero de plántulas de especies forestales a partir de germoplasma colectado en la zona. Las plantas producidas constituirán el material de restauración y reforestación.</b>  |
|          | <b>Vinculación:</b> El área del proyecto consiste en vegetación secundaria derivada de selva mediana subperennifolia con mediana recuperación y no es un área bajo manejo forestal. Sin embargo, si es necesario se realizará una colecta de germoplasma de las especies forestales de mayor importancia con la finalidad de producir plantas a nivel de vivero y el sembrado del mismo mediante la técnica de boleto en las áreas en donde lo amerite (área de conservación).  |
| CE-95    | <b>En los predios en los que exista vegetación exótica o invasora deberá llevarse a cabo un programa de erradicación de dichas especies.</b>  |

| CRITERIO      | CRITERIOS ESPECÍFICOS APLICABLES A LA UGA 5  |
|---------------|--|
|               | <b>Vinculación:</b> No aplica al proyecto, ya que dentro del predio únicamente se encuentra vegetación secundaria derivada de selva mediana subperennifolia en mediana recuperación.   |
| <b>CE-100</b> | <b>Alrededor de los cenotes y accesos a cuevas se deberá mantener una franja perimetral de protección constituida por vegetación natural, con una anchura equivalente a la anchura máxima del espejo de agua. En esta franja sólo se permitirá el aclareo de hasta el 10 % de su cobertura y la remoción de árboles jóvenes de hasta 10 cm de diámetro, siempre y cuando la autoridad competente por excepción otorgue el cambio de uso de suelo en esta superficie.</b> |
|               | <b>Vinculación:</b> No aplica al proyecto, ya que dentro del área de CUSTF no existen cenotes o accesos a cuevas; por tal motivo el presente cumple cabalmente con este criterio de regulación.  |

En términos generales se puede indicar que de acuerdo al POELMS el proyecto es totalmente viable y factible su desarrollo.

- **PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO GENERAL DEL TERRITORIO (POEGT).**

No obstante a la ubicación del proyecto en el ordenamiento anterior, también se encuentra inmerso dentro del Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (POEGT), tal como se puede observar a continuación.

**Tabla 3.4.** Características de la Región Ecológica 17.33, UAB 62. Karst de Yucatán y Quintana Roo.

|   |  |  |  |
|---|--|--|--|
|   | <b>REGIÓN ECOLÓGICA: 17.33</b><br><b>Unidad Ambiental Biofísica que la compone:</b><br><b>62. Karst de Yucatán y Quintana Roo.</b> |  |  |
|   | <b>Localización:</b><br>Oeste, centro, norte y este de Yucatán, Centro, norte y noroeste de Quintana Roo.                          |  |  |
| <b>Superficie en</b><br><b>Km<sup>2</sup>: 59,542.35</b><br><b>Km<sup>2</sup></b>   | <b>Población</b><br><b>Total:</b><br>2,982,494 hab   | <b>Población</b><br><b>indígena:</b><br>Maya |  |
| <b>Estado Actual del Medio Ambiente 2008: Inestable. Conflicto Sectorial Muy Alto.</b> No presenta superficie de ANP's. Media degradación de los Suelos. Muy alta degradación de la Vegetación. Media degradación por Desertificación. La modificación antropogénica es baja. Longitud de Carreteras (km): Muy Alta. Porcentaje de Zonas Urbanas: Baja. Porcentaje de Cuerpos de agua: Muy baja. Densidad de población (hab/km <sup>2</sup> ): Baja. El uso de suelo es Forestal y Pecuario. Con disponibilidad de agua subterránea. Porcentaje de Zona Funcional Alta: 0.0. Alta marginación social. Muy bajo índice medio de educación. |  |  |  |

|   |
|---|
| Bajo índice medio de salud. Alto hacinamiento en la vivienda. Bajo indicador de consolidación de la vivienda. Muy bajo indicador de capitalización industrial. Medio porcentaje de la tasa de dependencia económica municipal. Medio porcentaje de trabajadores por actividades remuneradas por municipios. Actividad agrícola: Sin información. Media importancia de la actividad minera. Alta importancia de la actividad ganadera. |
| <b>Escenario al 2033:</b> Inestable a crítico.  |
| <b>Política ambiental:</b> Restauración, Protección y Aprovechamiento Sustentable.  |
| <b>Prioridad de atención:</b> Alta.   |

**Tabla 3.5.** Política y estrategias sectoriales de la UAB 62. Karst de Yucatán y Quintana Roo.

| UAB | RECTORES DEL DESARROLLO               | COADYUVANTES DEL DESARROLLO | ASOCIADOS DEL DESARROLLO | OTROS SECTORES DE INTERÉS | ESTRATEGIAS SECTORIALES  |
|-----|---------------------------------------|-----------------------------|--------------------------|---------------------------|--|
| 62  | Preservación de Flora y Fauna-Turismo | Desarrollo Social-Forestal  | Agricultura-Ganadería    | Pueblos Indígenas         | 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 21, 22, 23, 31, 32, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44. |

**Tabla 3.6.** Estrategias sectoriales de la UAB 62. Karst de Yucatán y Quintana Roo y su vinculación con el proyecto.

| <b>ESTRATEGIA. UAB 62</b>   |  |
|---|--|
| <b>Grupo I. Dirigidas a lograr las sustentabilidad ambiental del Territorio</b> |  |
| A) Preservación   | <p><b>1.</b> Conservación <i>in situ</i> de los ecosistemas y su biodiversidad.<br/> <b>Vinculación:</b> <i>No aplica; ya que el proyecto consiste en el Cambio de Uso del Suelo en Terrenos Forestales para la construcción del Aeródromo de Playa del Carmen. No obstante a lo anterior el proyecto mantendrá una superficie de 119.4882 ha (78.19%) como área de conservación con la presencia de suelo y vegetación natural que contribuirá a la conservación de los ecosistemas y la biodiversidad de la región.</i></p> <p><b>2.</b> Recuperación de especies en riesgo.<br/> <b>Vinculación:</b> <i>No aplica al proyecto; ya que esté no afectara de manera estricta especies en riesgo. De hecho dentro del área de estudio únicamente se registraron algunos escasos ejemplares de flora catalogada en algún estatus de riesgo como Zamia loddigesii y Thrinax radiata. Por otro lado en cuanto a la fauna únicamente se registraron seis especies (Micrurus diastema, Crypturellus cinnamomeus, Amazona albifrons, Aratinga nana, Vireo</i></p> |

| ESTRATEGIA. UAB 62             |  |
|--------------------------------|--|
|                                | <p><i>pallens y Eucometis penicillata) catalogadas en la NOM-059-Semarnat-2010. Sin embargo, el proyecto tiene planteado la aplicación de un Programa de rescate y reubicación de las especies forestales de la vegetación a afectar por el CUSTF y un Programa de acción para la protección de la fauna silvestre (Ver <b>Anexo 6</b> de este estudio) con la finalidad de preservar la biodiversidad de la región.</i></p> <p><b>3.</b> Conocimiento, análisis y monitoreo de los ecosistemas y su biodiversidad.<br/><b>Vinculación:</b> <i>No aplica de manera estricta al proyecto; ya que este consiste en el CUSTF para la construcción del aeródromo de Playa del Carmen. No obstante, como parte de los resultados del presente estudio revela datos acerca de la composición, estructura y diversidad de la vegetación y fauna silvestre imperante dentro del área de afectación por CUSTF. Lo anterior, indica que el presente estudio contribuye con el conocimiento acerca del ecosistema y su diversidad en el área de estudio.</i></p>  |
| B) Aprovechamiento sustentable | <p><b>4.</b> Aprovechamiento sustentable de ecosistemas, especies, genes y recursos naturales.<br/><b>Vinculación:</b> <i>No aplica la presente estrategia; ya que el proyecto no pretende realizar en ningún momento el aprovechamiento de ecosistemas, especies, genes y recursos. El proyecto en sí, consiste en el CUSTF para la construcción del aeródromo de Playa del Carmen.</i></p> <p><b>5.</b> Aprovechamiento sustentable de los suelos agrícolas y pecuarios.<br/><b>Vinculación:</b> <i>No aplica al proyecto; ya que no se pretende realizar el aprovechamiento sustentable de suelos agrícolas ni pecuarios.</i></p> <p><b>6.</b> Modernizar la infraestructura hidroagrícola y tecnificar las superficies agrícolas.<br/><b>Vinculación:</b> <i>No aplica; ya que el proyecto consiste en el CUSTF para la construcción del aeródromo de Playa del Carmen.</i></p> <p><b>7.</b> Aprovechamiento sustentable de los recursos forestales.<br/><b>Vinculación:</b> <i>No aplica; ya que el proyecto no pretende realizar en ningún momento el aprovechamiento de los recursos forestales.</i></p> <p><b>8.</b> Valoración de los servicios ambientales.<br/><b>Vinculación:</b> <i>No aplica; ya que el proyecto no se ubica en ecosistemas cuyos servicios ambientales sean de gran</i></p> |

| ESTRATEGIA. UAB 62                      |   |
|---|---|
|   | <p><i>relevancia para la región.</i></p>  |
| C) Protección de los recursos naturales | <p><b>9.</b> Propiciar el equilibrio de las cuencas y acuíferos sobreexplotados.<br/><b>Vinculación:</b> <i>No aplica; ya que el proyecto consiste en el CUSTF para la construcción del aeródromo de Playa del Carmen. No obstante, el proyecto resaltando la importancia de la captación de agua en cantidad y calidad mantendrá la permanencia de 119.4882 ha (78.19%) como área de conservación con la presencia de suelo y vegetación natural que contribuirá a la captación del agua y la purificación de la misma., coadyuvando a su vez al equilibrio dinámico dentro del acuífero de la cuenca en donde se encuentra inmerso el proyecto.</i></p> <p><b>10.</b> Reglamentar para su protección, el uso del agua en las principales cuencas y acuíferos.<br/><b>Vinculación:</b> <i>No aplica; ya que el proyecto consiste en el CUSTF para la construcción del aeródromo de Playa del Carmen.</i></p> <p><b>11.</b> Mantener en condiciones adecuadas de funcionamiento las presas administradas por CONAGUA.<br/><b>Vinculación:</b> <i>No aplica. El proyecto consiste en el CUSTF para la construcción del aeródromo de Playa del Carmen.</i></p> <p><b>12.</b> Protección de los ecosistemas.<br/><b>Vinculación:</b> <i>No aplica de manera estricta; ya que el proyecto se implementará en una zona con vegetación secundaria derivada de selva mediana subperennifolia con vocación forestal, que no puede ser considerada como un ecosistema excepcional por los usos llevados anteriormente en el área. No obstante, el proyecto como se ha mencionado en párrafos anteriores mantendrá una superficie de 119.4882 ha (78.19%) como área de conservación con la presencia de suelo y vegetación natural que contribuirá a la conservación de ecosistemas de la región.</i></p> <p><b>13.</b> Racionalizar el uso de agroquímicos y promover el uso de biofertilizantes.<br/><b>Vinculación:</b> <i>No aplica; ya que el proyecto consiste en el CUSTF para la construcción del aeródromo de Playa del Carmen y no en un proyecto agrícola.</i></p> |
| D) Restauración                         | <p><b>14.</b> Restauración de los ecosistemas forestales y suelos agrícolas.<br/><b>Vinculación:</b> <i>No aplica de manera estricta, ya que el proyecto consiste en el CUSTF para la construcción del</i></p>  |

| <b>ESTRATEGIA. UAB 62</b>   |  |
|---|--|
|   | <p>aeródromo de Playa del Carmen; sin embargo, el proyecto aplicara un Programa de rescate y reubicación de especies forestales de la vegetación a afectar por el CUSTF. Sin duda alguna, la aplicación de este programa y las actividades descritas en la misma contribuirán a la restauración del ecosistema forestal y del suelo de la región. Adicionalmente el proyecto mantendrá una gran superficie como área de conservación que permitirá la conservación de los ecosistemas forestales y suelos de la región.</p>  |
| <p>E) Aprovechamiento sustentable de recursos naturales no renovables y actividades económicas de producción y servicios.</p> | <p><b>21.</b> Rediseñar los instrumentos de política hacia el fomento productivo del turismo.<br/><b>Vinculación:</b> No aplica de manera estricta, ya que el proyecto consiste en el CUSTF para la construcción del aeródromo de Playa del Carmen; sin embargo, este proyecto contribuirá a fomentar el incremento en la prestación de servicios aeroportuarios de mejor calidad para el turismo nacional e internacional.</p> <p><b>22.</b> Orientar la política turística del territorio hacia el desarrollo regional.<br/><b>Vinculación:</b> No aplica de manera estricta, ya que el proyecto consiste en el CUSTF para la construcción del aeródromo de Playa del Carmen; sin embargo, este proyecto contribuirá al desarrollo regional al contar con un servicio aeroportuario de mejor calidad y seguridad en comparación de la que se tiene actualmente.</p> <p><b>23.</b> Sustener y diversificar la demanda turística doméstica e internacional con mejores relaciones consumo (gastos del turista) – beneficio (valor de la experiencia, empleos mejor remunerados y desarrollo regional).<br/><b>Vinculación:</b> No aplica de manera estricta, ya que el proyecto consiste en el CUSTF para la construcción del aeródromo de Playa del Carmen.</p> |
| <b>Grupo II. Dirigidas al mejoramiento del sistema social e infraestructura urbana</b>  |  |
| <p>D)Infraestructura y equipamiento urbano y regional</p>   | <p><b>31.</b> Generar e impulsar las condiciones necesarias para el desarrollo de ciudades y zonas metropolitanas seguras, competitivas, sustentables, bien estructuradas y menos costosas.<br/><b>Vinculación:</b> No aplica, ya que el proyecto consiste en el CUSTF para la construcción del aeródromo de Playa del Carmen y no impulsara al desarrollo de ciudades; siendo esta una obra de equipamiento para el turismo regional y es totalmente congruente con los usos permitidos en la región de acuerdo al Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Solidaridad.</p> <p><b>32.</b> Frenar la expansión desordenada de las ciudades, dotarlas de suelo apto para el desarrollo urbano y</p>   |

| ESTRATEGIA. UAB 62   |  |
|----------------------|--|
|                      | <p>aprovechar el dinamismo, la fortaleza y la riqueza de las mismas para impulsar el desarrollo regional.</p> <p><b>Vinculación:</b> <i>No aplica de manera estricta, ya que el proyecto consiste en el CUSTF para la construcción del aeródromo de Playa del Carmen y no en la expansión de ciudades. Cabe señalar, que el predio donde se pretende desarrollar el proyecto, se encuentra dentro del Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Solidaridad (POELMS). En la Unidad de Gestión Ambiental (UGA) denominada 5. Corredor cárstico, que es compatible con el establecimiento de equipamiento.</i></p>   |
| E) Desarrollo social | <p><b>36.</b> Promover la diversificación de las actividades productivas en el sector agroalimentario y el aprovechamiento integral de la biomasa. Llevar a cabo una política alimentaria integral que permita mejorar la nutrición de las personas en situación de pobreza.</p> <p><b>Vinculación:</b> <i>No aplica de manera estricta, ya que el proyecto consiste en el CUSTF para la construcción del aeródromo de Playa del Carmen y no un proyecto agroalimentario.</i></p> <p><b>37.</b> Integrar a mujeres indígenas y grupos vulnerables al sector económico-productivo en núcleos agrarios y localidades rurales vinculadas.</p> <p><b>Vinculación:</b> <i>No aplica de manera estricta, ya que el proyecto consiste en el CUSTF para la construcción del aeródromo de Playa del Carmen y no un proyecto agrícola.</i></p> <p><b>38.</b> Fomentar el desarrollo de capacidades básicas de las personas en condición de pobreza.</p> <p><b>Vinculación:</b> <i>No aplica de manera estricta, ya que el proyecto consiste en el CUSTF para la construcción del aeródromo de Playa del Carmen; sin embargo, el proyecto generara fuentes de empleo temporal y permanente en beneficio de los habitantes de la región contribuyendo a la mejora en la economía familiar.</i></p> <p><b>39.</b> Incentivar el uso de los servicios de salud, especialmente de las mujeres y los niños de las familias en pobreza.</p> <p><b>Vinculación:</b> <i>No aplica de manera estricta, ya que el proyecto consiste en el CUSTF para la construcción del aeródromo de Playa del Carmen.</i></p> <p><b>40.</b> Atender desde el ámbito del desarrollo social, las necesidades de los adultos mayores mediante la integración social y la igualdad de oportunidades. Promover la asistencia social a los adultos mayores en</p> |

| <b>ESTRATEGIA. UAB 62</b>  |  |
|--|--|
|  | <p>condiciones de pobreza o vulnerabilidad, dando prioridad a la población de 70 años y más, que habita en comunidades rurales con los mayores índices de marginación.</p> <p><b>Vinculación:</b> <i>No aplica de manera estricta, ya que el proyecto consiste en el CUSTF para la construcción del aeródromo de Playa del Carmen.</i></p> <p><b>41.</b> Procurar el acceso a instancias de protección social a personas en situación de vulnerabilidad.</p> <p><b>Vinculación:</b> <i>No aplica de manera estricta, ya que el proyecto consiste en el CUSTF para la construcción del aeródromo de Playa del Carmen.</i></p>   |
| <b>Grupo III. Dirigidas al Fortalecimiento de la gestión y la coordinación institucional</b> |  |
| A) Marco Jurídico  | <p><b>42.</b> Asegurara la definición y el respeto a los derechos de propiedad rural.</p> <p><b>Vinculación:</b> <i>No aplica; ya que el predio donde se pretende realizar el proyecto cuenta con su escritura y documentación correspondiente; siendo estos medios que demuestran una certeza legal del predio.</i></p>   |
| B) Planeación del Ordenamiento Territorial   | <p><b>43.</b> Integrar, modernizar y mejorar el acceso al catastro rural y la información agraria para impulsar proyectos productivos.</p> <p><b>Vinculación:</b> <i>No aplica de manera estricta, ya que el proyecto consiste en el CUSTF para la construcción del aeródromo de Playa del Carmen.</i></p> <p><b>44.</b> Impulsar el ordenamiento territorial estatal y municipal y el desarrollo regional mediante acciones coordinadas entre los tres órdenes de gobierno y concertadas con la sociedad civil.</p> <p><b>Vinculación:</b> <i>No aplica de manera estricta, ya que el proyecto consiste en el CUSTF para la construcción del aeródromo de Playa del Carmen. Pero el área que ocupa el proyecto ha sido objeto de ordenamiento territorial municipal, tan es así que se encuentra dentro del UGA 5 Corredor cárstico del Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Solidaridad (POELMS).</i></p> |

- **PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO MARINO Y REGIONAL DEL GOLFO DE MÉXICO Y MAR CARIBE (POEMRGMMC).**

El proyecto también se encuentra inmerso dentro del Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe (POEMRGMMC), por lo tanto, la unidad de gestión ambiental correspondiente a la ubicación del proyecto, así como la política y criterios ambientales aplicables al desarrollo del proyecto se presenta a continuación:



**Tabla 3.7.** Características de la Unidad de Gestión Ambiental # 139 del POEMRGMCM.

| TIPO DE UGA      | REGIONAL   |
|------------------|--|
| Nombre:          | Solidaridad  |
| Municipio:       | Solidaridad  |
| Estado:          | Quintana Roo   |
| Población:       | 135,237 Habitantes                                     |
| Superficie:      | 327,229.174 Ha.  |
| Subregión:       | Aplicar criterios de Zona Costera Inmediata Mar Caribe |
| Islas:           |  |
| Puerto Turístico | Presente   |
| Puerto comercial | Presente   |
| Puerto pesquero  |  |
| Nota:            |  |

A esta UGA le aplican Acciones Generales y las Acciones Específicas. A continuación se describen las acciones generales con su respectiva vinculación con el proyecto:

**Tabla 3.8.** Acciones Generales trazadas para la UGA # 139 y su vinculación con el proyecto.

| CLAVE | ACCIONES GENERALES  |
|-------|---|
| G001  | <p>Promover el uso de tecnologías y prácticas de manejo para el uso eficiente del agua en coordinación con la CONAGUA y demás autoridades competentes.</p> <p><b>Vinculación:</b> <i>No aplica, ya que el proyecto consiste en el CUSTF para la construcción del aeródromo de Playa del Carmen. Sin embargo, el agua que se empleara para el uso de servicios en general, será a través de pozos para las cuales se harán las gestiones necesarias ante la CONAGUA para su autorización. Por otro lado, para evitar el fecalismo al aire libre y la contaminación del agua en la región durante el CUSTF y construcción del proyecto se instalaran letrinas móviles. Las aguas residuales generadas en las letrinas móviles serán dispuestas por la empresa prestadora del servicio, en un sitio autorizado por la autoridad correspondiente. Mientras que para el tratamiento de las aguas residuales generadas durante la operación del proyecto se utilizara una Biodigestor (Boss Technology).</i></p> <p><i>Adicionalmente a lo anterior, el proyecto mantendrá un 78.19% de superficie como área de conservación con suelo natural y vegetación natural en donde se podrá llevar a cabo la filtración del agua y purificación del mismo.</i></p> <p><i>En base a lo anterior se puede indicar que el proyecto tiene planteado</i></p> |

| CLAVE | ACCIONES GENERALES  |
|-------|---|
|       | <i>prácticas de manejo del agua y el uso de tecnologías para no afectar la calidad y cantidad de agua de la región; y por lo tanto dará, un uso eficiente del recurso agua.</i>   |
| G002  | Promover el establecimiento del pago por servicios ambientales hídricos en coordinación con la CONAGUA y las demás autoridades competentes.<br><b>Vinculación:</b> <i>El proyecto al contemplar el aprovechamiento de agua a través de pozos, este realizará y seguirá realizando el pago correspondiente a la CONAGUA.</i>   |
| G003  | Impulsar y apoyar la creación de UMA para evitar el comercio de especies de extracción y sustituirla por especies de producción.<br><b>Vinculación:</b> <i>No aplica; ya que el proyecto consiste en la construcción del aeródromo de Playa del Carmen.</i>   |
| G004  | Instrumentar o en su caso reforzar las campañas de vigilancia y control de las actividades extractivas de flora y fauna silvestre, particularmente para las especies registradas en la Norma Oficial Mexicana, Protección ambiental-Especies Nativas de México de Flora y Fauna Silvestre-Categoría de Riesgo y Especificaciones para su Inclusión, Exclusión o Cambio-Lista de Especies en Riesgo (NOM-059-SEMARNAT-2010).<br><b>Vinculación:</b> <i>No aplica; ya que el proyecto consiste en la construcción del aeródromo de Playa del Carmen. Sin embargo, en vista de que en el área del proyecto se registraron 2 especies de flora silvestre (T. radiata y Z. loddigesii) y 6 especies de fauna silvestre (M. diastema, C. cinnamomeus, A. albifrons, A. nana, V. pallens y E. penicillata) catalogadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010. El proyecto tiene planteado la aplicación de un Programa de rescate y reubicación de las especies forestales de la vegetación a afectar por el CUSTF y un Programa de acción para la protección de la fauna silvestre (Ver <b>Anexo 6</b> de este estudio) con la finalidad de preservar la biodiversidad de la región.<br/>Con lo anterior, se puede indicar que el proyecto estará contribuyendo a la vigilancia y control de las actividades extractivas a través también de la aplicación de una vigilancia ambiental y forestal que procurara el cumplimiento de los dos programas antes mencionados.</i> |
| G005  | Establecer bancos de germoplasma, conforme a la legislación aplicable.<br><b>Vinculación:</b> <i>No aplica; ya que no se pretende establecer bancos de germoplasma. El proyecto consiste en la construcción del aeródromo de Playa del Carmen.</i>  |
| G006  | Reducir la emisión de gases de efecto invernadero.<br><b>Vinculación:</b> <i>Las fuentes móviles que existirán para el desarrollo del proyecto, esto por el flujo vehicular, se deberá tomar en cuenta ya que son partícipes de la generación de gases de efecto invernaderos como lo son: El CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, NO<sub>2</sub>, CFC, O<sub>3</sub>. Las fuentes móviles son generadoras de emisiones de gases como: CO<sub>2</sub> y O<sub>3</sub> "Dióxido de Carbono y Ozono troposférico" (Combustión de carburantes fósiles). Este será atacado, mediante la verificación de cada una de las fuentes móviles, implementando el mantenimiento adecuado, reduciendo y el uso eficiente del flujo vehicular</i>  |
| G007  | Fortalecer los programas económicos de apoyo para el establecimiento de metas voluntarias para la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero y comercio de Bonos de Carbono.   |

| CLAVE | ACCIONES GENERALES   |
|-------|--|
|       | <b>Vinculación:</b> No aplica; ya que el proyecto consiste específicamente en la construcción del aeródromo de Playa del Carmen.   |
| G008  | El uso de Organismos Genéticamente Modificados debe realizarse conforme a la legislación vigente.<br><b>Vinculación:</b> No aplica; ya que no se hará uso de organismos genéticamente modificados y además, el proyecto consiste en la construcción del aeródromo de Playa del Carmen.   |
| G009  | Planificar las acciones de construcción de infraestructura, en particular la de comunicaciones terrestres para evitar la fragmentación del hábitat.<br><b>Vinculación:</b> No aplica. Ya que el proyecto consiste en la construcción del aeródromo de Playa del Carmen y no en la construcción de comunicaciones terrestres, por lo cual, no requiere presentar una planificación de las acciones de construcción de infraestructura. Sin embargo, el presente proyecto estableció su programa general de trabajo en el capítulo II de este Documento Técnico Unificado. |
| G010  | Instrumentar campañas y mecanismos para la reutilización de áreas agropecuarias para evitar su expansión hacia áreas naturales.<br><b>Vinculación:</b> No aplica; ya que el proyecto consiste en la construcción del aeródromo de Playa del Carmen y no es un proyecto agropecuario. Por otro lado el proyecto es totalmente congruente con los usos propuestos en la zona (equipamiento) de acuerdo al POELMS.  |
| G011  | Instrumentar medidas de control para minimizar las afectaciones producidas a los ecosistemas costeros por efecto de las actividades humanas.<br><b>Vinculación:</b> No aplica. El proyecto se ubicara en una zona con vegetación secundaria derivada de selva mediana subperennifolia dentro del municipio de Solidaridad y a 11 km de la zona costera; por lo que, en ningún momento afectará ecosistemas costeros por efecto de las actividades humanas del proyecto.  |
| G012  | Impulsar la ubicación o reubicación de parques industriales en sitios ya perturbados o de escaso valor ambiental.<br><b>Vinculación:</b> No aplica. Sin embargo, el proyecto se implementará en una zona con vegetación secundaria derivada de selva mediana subperennifolia en diferentes grados de recuperación.   |
| G013  | Evitar la introducción de especies potencialmente invasoras en o cerca de las coberturas vegetales nativas.<br><b>Vinculación:</b> No aplica; ya que no se realizará la introducción de especies invasoras, y el proyecto consiste en la construcción del aeródromo de Playa del Carmen.   |
| G014  | Promover la reforestación en los márgenes de los ríos.<br><b>Vinculación:</b> No aplica; ya que en el área de estudio no existen ríos. Sin embargo, el presente proyecto pretende el establecimiento de área de conservación para permitir la filtración y recarga del acuífero de la región.  |
| G015  | Evitar el asentamiento de zonas industriales o humanas en los márgenes o zonas inmediatas a los cauces naturales de los ríos.<br><b>Vinculación:</b> No aplica; ya que el proyecto estará ubicado en una zona con vegetación secundaria derivada de selva mediana subperennifolia en diferentes grados de recuperación y tampoco hay cauces naturales de ríos en su cercanía.  |

| CLAVE | ACCIONES GENERALES  |
|-------|---|
| G016  | Reforestar las laderas de las montañas con vegetación nativa de la región.<br><b>Vinculación:</b> No aplica. En esta región no hay montañas y el proyecto consiste en la construcción del aeródromo de Playa del Carmen. Sin embargo, el proyecto contempla el rescate y reubicación de especies forestales de la vegetación a afectar por el CUSTF usando técnicas de reforestación con vegetación nativa.   |
| G017  | Desincentivar las actividades agrícolas en las zonas con pendientes mayores a 50%.<br><b>Vinculación:</b> No aplica; ya que el proyecto consiste en la construcción del aeródromo de Playa del Carmen y no en un proyecto agrícola.   |
| G018  | Recuperar la vegetación que consolide las márgenes de los cauces naturales en el ASO, de conformidad por lo dispuesto en la Ley de Aguas Nacionales, la Ley General de Vida Silvestre y demás disposiciones jurídicas aplicables.<br><b>Vinculación:</b> No aplica; ya que en el área del proyecto no se encuentran cauces naturales.   |
| G019  | Los planes o programas de desarrollo urbano del área sujeta a ordenamiento deberán tomar en cuenta el contenido de este Programa de Ordenamiento, incluyendo las disposiciones aplicables sobre riesgo frente a cambio climático en los asentamientos humanos.<br><b>Vinculación:</b> No aplica, ya que el proyecto consiste en el CUSTF para la construcción del aeródromo de Playa del Carmen; pero, no asentamiento humanos.   |
| G020  | Recuperar y mantener la vegetación natural en las riberas de los ríos y zonas inundables asociadas a ellos.<br><b>Vinculación:</b> No aplica; ya que en esta región no hay ríos y zonas inundables.   |
| G021  | Promover las tecnologías productivas en sustitución de las extractivas.<br><b>Vinculación:</b> No aplica; ya que el proyecto consiste en el CUSTF para la construcción del aeródromo de Playa del Carmen.   |
| G022  | Promover el uso de tecnologías productivas intensivas en sustitución de las extensivas.<br><b>Vinculación:</b> No aplica; ya que el proyecto consiste en el CUSTF para la construcción del aeródromo de Playa del Carmen.   |
| G023  | Implementar campañas de control de especies que puedan convertirse en plagas.<br><b>Vinculación:</b> No aplica; ya que el proyecto consiste en el CUSTF para la construcción del aeródromo de Playa del Carmen.   |
| G024  | Promover la realización de acciones de forestación y reforestación con restauración de suelos para incrementar el potencial de sumideros forestales de carbono, como medida de mitigación y adaptación de efectos de cambio climático.<br><b>Vinculación:</b> No aplica; ya que el proyecto consiste en el CUSTF para la construcción del aeródromo de Playa del Carmen. Sin embargo, el proyecto realizara acciones de rescate y reubicación de las especies forestales de la vegetación a afectar por el CUSTF mediante técnicas de reforestación; por lo que el proyecto le da cabal cumplimiento a este criterio. |
| G025  | Fomentar el uso de especies nativas que posean una alta tolerancia a  |

| CLAVE | ACCIONES GENERALES   |
|-------|--|
|       | parámetros ambientales cambiantes para las actividades productivas.<br><b>Vinculación:</b> No aplica; ya que el proyecto consiste en el CUSTF para la construcción del aeródromo de Playa del Carmen.  |
| G026  | Identificar las áreas importantes para el mantenimiento de la conectividad ambiental en gradientes altitudinales y promover su conservación (o rehabilitación).<br><b>Vinculación:</b> No aplica; ya que la región donde se pretende implementar el proyecto es totalmente plano. No obstante a lo anterior, el proyecto mantendrá un 78.19% de superficie como área de conservación con suelo y vegetación natural. |
| G027  | Promover el uso de combustibles de no origen fósil.<br><b>Vinculación:</b> No aplica; porque el proyecto consiste en el CUSTF para la construcción del aeródromo de Playa del Carmen.  |
| G028  | Promover el uso de energías renovables.<br><b>Vinculación:</b> No aplica. Porque, el proyecto consiste en el CUSTF para la construcción del aeródromo de Playa del Carmen.   |
| G029  | Promover un aprovechamiento sustentable de la energía.<br><b>Vinculación:</b> No aplica; ya que el proyecto consiste en el CUSTF para la construcción del aeródromo de Playa del Carmen.   |
| G030  | Fomentar la producción y uso de equipos energéticamente más eficientes.<br><b>Vinculación:</b> No aplica; ya que el proyecto consiste en el CUSTF para la construcción del aeródromo de Playa del Carmen.  |
| G031  | Promover la sustitución a combustibles limpios, en los casos en que sea posible, por otros que emitan menos contaminantes que contribuyan al calentamiento global.<br><b>Vinculación:</b> No aplica; ya que el proyecto consiste en el CUSTF para la construcción del aeródromo de Playa del Carmen.   |
| G032  | Promover la generación y uso de energía a partir de hidrógeno.<br><b>Vinculación:</b> No aplica; ya que el proyecto consiste en el CUSTF para la construcción del aeródromo de Playa del Carmen.   |
| G033  | Promover la investigación y desarrollo en tecnologías limpias.<br><b>Vinculación:</b> No aplica; ya que el proyecto consiste en el CUSTF para la construcción del aeródromo de Playa del Carmen.   |
| G034  | Impulsar la reducción del consumo de energía de viviendas y edificaciones a través de la implementación de diseños bioclimático, el uso de nuevos materiales y de tecnologías limpias.<br><b>Vinculación:</b> No aplica; ya que el proyecto consiste en el CUSTF para la construcción del aeródromo de Playa del Carmen.   |
| G035  | Establecer medidas que incrementen la eficiencia energética de las instalaciones domésticas existentes.<br><b>Vinculación:</b> No aplica; ya que el proyecto consiste en el CUSTF para la construcción del aeródromo de Playa del Carmen.  |
| G036  | Establecer medidas que incrementen la eficiencia energética de las instalaciones industriales existentes.<br><b>Vinculación:</b> No aplica; ya que el proyecto consiste en el CUSTF para la construcción del aeródromo de Playa del Carmen.  |
| G037  | Elaborar modelos (sistemas mundiales de zonificación agro-ecológica) que permitan evaluar la sostenibilidad de la producción de cultivos; en diferentes  |

| CLAVE | ACCIONES GENERALES  |
|-------|---|
|       | condiciones del suelo, climáticas y del terreno.<br><b>Vinculación:</b> No aplica; ya que no se trabajará con cultivos. El proyecto consiste en el CUSTF para la construcción del aeródromo de Playa del Carmen.  |
| G038  | Evaluar la potencialidad del suelo para la captura de carbono.<br><b>Vinculación:</b> No aplica; ya que en el presente proyecto no se pretende realizar cultivos que puedan aprovechar la captura de carbono en el suelo.   |
| G039  | Promover y fortalecer la formulación e instrumentación de los ordenamientos ecológicos locales en el ASO.<br><b>Vinculación:</b> No aplica; ya que el proyecto consiste en el CUSTF para la construcción del aeródromo de Playa del Carmen.   |
| G040  | Fomentar la participación de las industrias en el Programa Nacional de Auditoría Ambiental.<br><b>Vinculación:</b> No aplica; ya que el proyecto consiste en el CUSTF para la construcción del aeródromo de Playa del Carmen.   |
| G041  | Fomentar la elaboración de Programas de Desarrollo Urbano en los principales centros de población de los municipios.<br><b>Vinculación:</b> No aplica; ya que el proyecto consiste en el CUSTF para la construcción del aeródromo de Playa del Carmen.  |
| G042  | Fomentar la inclusión de las industrias de todo tipo en el Registro de Emisión y Transferencia de Contaminantes (RETC) y promover el Sistema de Información de Sitios Contaminados en el marco del Programa Nacional de Restauración de Sitios Contaminados.<br><b>Vinculación:</b> No aplica; ya que el proyecto consiste en el CUSTF para la construcción del aeródromo de Playa del Carmen.  |
| G043  | LA SEMARNAT, considerará el contenido aplicable de este Programa. En su participación para la actualización de la Carta Nacional Pesquera, Asimismo, lo considerará en las medidas tendientes a la protección de quelonios, mamíferos marinos y especies bajo un estado especial de protección, que dicte de conformidad con la Ley General de Pesca y Acuicultura Sustentable.<br><b>Vinculación:</b> No aplica; ya que el proyecto consiste en el CUSTF para la construcción del aeródromo de Playa del Carmen. |
| G044  | Contribuir a la construcción y reforzamiento de las cadenas productivas y de comercialización interna y externa de las especies pesqueras.<br><b>Vinculación:</b> No aplica; ya que el proyecto consiste en el CUSTF para la construcción del aeródromo de Playa del Carmen.  |
| G045  | Consolidar el servicio de transporte público en las localidades nodales.<br><b>Vinculación:</b> No aplica; ya que el proyecto consiste en el CUSTF para la construcción del aeródromo de Playa del Carmen.  |
| G046  | Fomentar la ampliación o construcción de infraestructuras que liberen tránsito de paso, corredores congestionados y mejore el servicio de transporte.<br><b>Vinculación:</b> No aplica; ya que el proyecto consiste en el CUSTF para la construcción del aeródromo de Playa del Carmen.   |
| G047  | Impulsar la diversificación de actividades productivas.<br><b>Vinculación:</b> No aplica; ya que el proyecto consiste en el CUSTF para la construcción del aeródromo de Playa del Carmen.   |

| CLAVE | ACCIONES GENERALES  |
|-------|---|
| G048  | Instrumentar y apoyar campañas para la prevención ante la eventualidad de desastres naturales.<br><b>Vinculación:</b> No aplica; ya que el proyecto consiste en el CUSTF para la construcción del aeródromo de Playa del Carmen.  |
| G049  | Fortalecer la creación o consolidación de los comités de protección civil.<br><b>Vinculación:</b> No aplica; ya que el proyecto consiste en el CUSTF para la construcción del aeródromo de Playa del Carmen. Sin embargo, durante la etapa de operación del aeródromo se llevará a cabo la consolidación del comité de protección civil interno, el cual se integrara con la comisión de Seguridad (Secretaría del Trabajo y Prevención Social) la cual, está compuesta por las diferentes Brigadas: de Primeros Auxilios y Combate Contra Incendios.   |
| G050  | Promover que las construcciones de las casas habitación sean resistentes a eventos hidrometeorológicos.<br><b>Vinculación:</b> El proyecto consiste en el CUSTF para la construcción del aeródromo de Playa del Carme y no de la construcción de casas habitación; por lo tanto, no aplica al proyecto.   |
| G051  | Realizar campañas de concientización sobre el manejo adecuado de residuos sólidos urbanos.<br><b>Vinculación:</b> El proyecto consiste en el CUSTF para la construcción del aeródromo de Playa del Carmen. Sin embargo, durante la etapa de CUSTF y construcción de las obras del proyecto se llevara a cabo la aplicación de un Procedimiento de manejo y disposición de residuos sólidos urbanos. Así mismo, durante la operación del aeródromo se aplicaran buenas prácticas de manejo y disposición de los residuos solido urbanos. Lo anterior se realizara con la finalidad de prevenir la contaminación del suelo y del agua de la región. |
| G052  | Implementar campañas de limpieza, particularmente en asentamientos suburbanos y urbanos (descacharrización, limpieza de solares, separación de basura, etc.).<br><b>Vinculación:</b> El proyecto consiste en el CUSTF para la construcción del aeródromo de Playa del Carmen; por lo tanto, no aplica este criterio al mismo.   |
| G053  | Instrumentar programas y mecanismos de reutilización de las aguas residuales tratadas.<br><b>Vinculación:</b> Durante la etapa de operación del proyecto las aguas residuales generadas serán canalizadas a una microplanta de tratamiento prefabricado (Boss Technology) en donde una vez realizado su tratamiento serán almacenadas en otro depósito para su posterior empleo en el riego de áreas verdes del proyecto.   |
| G054  | Promover en el sector industrial la instalación y operación adecuada de plantas de tratamiento para sus descargas.<br><b>Vinculación:</b> El proyecto instalará una microplanta de tratamiento prefabricado (Boss Technology) para el tratamiento de las descargas de aguas residuales durante la operación del proyecto.   |
| G055  | La remoción parcial o total de vegetación forestal para el cambio de uso de suelo en terrenos forestales, o para el aprovechamiento de recursos maderables en terrenos forestales y preferentemente forestales, sólo podrá  |

| CLAVE | ACCIONES GENERALES  |
|-------|---|
|       | llevarse a cabo de conformidad con la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable y demás disposiciones jurídicas aplicables.<br><b>Vinculación:</b> <i>El trazo del presente proyecto se ubica en áreas forestales y por lo tanto, requiere del CUSTF. Sin embargo, para hacer el CUSTF será de acuerdo a la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable y demás disposiciones jurídicas aplicables. De hecho por esta razón se ha realizado el presente DTU; misma que será sometido a evaluación ante la SEMARNAT para su dictaminación y la consecuente autorización del CUSTF del área requerida para el proyecto.</i> |
| G056  | Promover e impulsar la construcción y adecuada operación de sitios de disposición final de residuos sólidos urbanos, peligrosos o de manejo especial de acuerdo a la normatividad vigente.<br><b>Vinculación:</b> <i>El proyecto consiste en el CUSTF para la construcción del aeródromo de Playa del Carmen y no consiste en la construcción de un sitio de disposición final de residuos.</i>   |
| G057  | Promover los estudios sobre los problemas de salud relacionados con los efectos del cambio climático.<br><b>Vinculación:</b> <i>No aplica; ya que el proyecto consiste en el CUSTF para la construcción del aeródromo de Playa del Carmen.</i>  |
| G058  | La gestión de residuos peligrosos deberá realizarse conforme a lo establecido por la legislación vigente y los lineamientos de la CICOPLAFEST que resulten aplicables.<br><b>Vinculación:</b> <i>No aplica; ya que el proyecto consiste en el CUSTF para la construcción del aeródromo de Playa del Carmen., así mismo, no contempla el manejo de bifenilos policlorados, plaguicidas, ascareles, ni biológicos infecciosos, y nos apegaremos a la legislación vigente en materia de residuos peligrosos.</i>   |
| G059  | El desarrollo de infraestructura dentro de un ANP, deberá ser consistente con la legislación aplicable, el Programa de Manejo y el Decreto de creación correspondiente.<br><b>Vinculación:</b> <i>No aplica; ya que el proyecto no se ubica dentro de un ANP.</i>   |
| G060  | Ubicar la construcción de infraestructura costera en sitios donde se minimice el impacto sobre la vegetación acuática sumergida.<br><b>Vinculación:</b> <i>No aplica; ya que el proyecto no se ubica en el municipio de Solidaridad a aproximadamente 11 km de la costa, y además no considera la construcción de infraestructura costera.</i>  |
| G061  | La construcción de infraestructura costera se deberá realizar con procesos y materiales que minimicen la contaminación del ambiente marino.<br><b>Vinculación:</b> <i>No aplica; ya que el proyecto consiste en el CUSTF para la construcción del aeródromo de Playa del Carmen. y no en la construcción de infraestructura costera.</i>  |
| G062  | Implementar procesos de mejora de la actividad agropecuaria y aplicar mejores prácticas de manejo.<br><b>Vinculación:</b> <i>No aplica; ya que el proyecto consiste en el CUSTF para la construcción del aeródromo de Playa del Carmen.</i>   |
| G063  | Promover la elaboración de ordenamientos pesqueros y acuícolas a diferentes escalas y su vinculación con los ordenamientos ecológicos.<br><b>Vinculación:</b> <i>No aplica; ya que el proyecto consiste en el CUSTF para la</i>   |



| CLAVE | ACCIONES GENERALES   |
|-------|--|
|       | <i>construcción del aeródromo de Playa del Carmen.</i>   |
| G064  | La construcción de carreteras, caminos, puentes o vías férreas deberá evitar modificaciones en el comportamiento hidrológico de los flujos subterráneos o superficiales o atender dichas modificaciones en caso de que sean inevitables.<br><b>Vinculación:</b> <i>No aplica; ya que el proyecto consiste en el CUSTF para la construcción del aeródromo de Playa del Carmen y no carretera, caminos, puentes o vías férreas.</i>  |
| G065  | La realización de obras y actividades en Áreas Naturales Protegidas, deberá contar con la opinión de la Dirección del ANP o en su caso de la Dirección Regional que corresponda, conforme lo establecido en el Decreto y Programa de Manejo del área respectiva.<br><b>Vinculación:</b> <i>No aplica; ya que el proyecto no se realizará en áreas naturales protegidas, si no en área con vegetación secundaria derivada de selva mediana subperennifolia con diferentes grados de recuperación.</i> |

**Tabla 3.9.** Acciones Específicas trazadas para la UGA # 139 y su vinculación con el proyecto.

| CLAVE | ACCIONES ESPECÍFICAS   |
|-------|--|
| A001  | Fortalecer los mecanismos para el control de la comercialización y uso de agroquímicos y pesticidas.<br><b>Vinculación:</b> <i>No aplica; ya que el proyecto consiste en el CUSTF para la construcción del aeródromo de Playa del Carmen y no de un proyecto agrícola que pueda requerir insumos como los agroquímicos y pesticidas.</i>   |
| A002  | Instrumentar mecanismos de capacitación para el manejo adecuado de agroquímicos y pesticidas.<br><b>Vinculación:</b> <i>No aplica; ya que el proyecto consiste en el CUSTF para la construcción del aeródromo de Playa del Carmen y no de un proyecto agrícola que pueda requerir insumos los agroquímicos y pesticidas.</i>   |
| A003  | Fomentar el uso de fertilizantes orgánicos y abonos verdes en los procesos de fertilización del suelo de actividades agropecuarias y forestales.<br><b>Vinculación:</b> <i>No aplica de manera estricta; ya que el proyecto consiste en el CUSTF para la construcción del aeródromo de Playa del Carmen. Sin embargo, el proyecto realizará un rescate y reubicación de especies forestales de la vegetación a afectar por el CUSTF mediante técnicas de reforestación en donde se utilizarán como fertilizantes orgánicos los residuos finamente salpicados de la vegetación.</i>                         |
| A005  | Fomentar la reducción de pérdida de agua durante los procesos de distribución de la misma.<br><b>Vinculación:</b> <i>No aplica de manera estricta; ya que el proyecto consiste en el CUSTF para la construcción del aeródromo de Playa del Carmen. Sin embargo, el proyecto plantea medidas (permanencia de áreas de conservación en 78.19% del terreno total, tratamiento de las aguas mediante microplanta de tratamiento prefabricado y la aplicación de procedimientos encaminados a prevenir la contaminación del suelo y agua de la región) para captar agua en cantidad y calidad en la región.</i> |
| A006  | Implementar programas para la captación de agua de lluvia y el uso de aguas grises.  |

| CLAVE | ACCIONES ESPECÍFICAS  |
|-------|---|
|       | <b>Vinculación:</b> No aplica de manera estricta; ya que el proyecto consiste en el CUSTF para la construcción del aeródromo de Playa del Carmen. Sin embargo, el proyecto reutilizará el agua tratada en la mini planta de tratamiento prefabricada para el riego de áreas verdes, cuya última finalidad es el uso eficiente del agua, la captación y la purificación natural a través de su paso en el suelo a través de la filtración.   |
| A007  | Promover la constitución de áreas destinadas voluntariamente a la conservación o ANP en áreas aptas para la conservación o restauración de ecosistemas naturales.<br><b>Vinculación:</b> El proyecto mantendrá una superficie de 119.4882 ha (78.19% del total del predio bajo estudio) como área de conservación con vegetación y suelo natural.   |
| A008  | Evitar las actividades humanas en las playas de anidación de tortugas marinas, salvo aquellas que estén autorizadas en los programas de conservación.<br><b>Vinculación:</b> No aplica; ya que el proyecto consiste en el CUSTF para la construcción del aeródromo de Playa del Carmen y en ningún momento afectará playas de anidación de tortugas marinas. La playa se encuentra a 11 km del área del proyecto.   |
| A009  | Fortalecer la inspección y vigilancia en las zonas de anidación y reproducción de las tortugas marinas.<br><b>Vinculación:</b> No aplica; ya que el proyecto en ningún momento afectará playas de anidación y reproducción de tortugas marinas. La playa se encuentra a 11 km del área del proyecto.  |
| A010  | Fortalecer el apoyo económico de las actividades de conservación de las tortugas marinas.<br><b>Vinculación:</b> No aplica; ya que el proyecto consiste en el CUSTF para la construcción del aeródromo de Playa del Carmen.   |
| A011  | Establecer e impulsar programas de restauración y recuperación de la cobertura vegetal original para revertir el avance de la frontera agropecuaria.<br><b>Vinculación:</b> No aplica; ya que el proyecto consiste en el CUSTF para la construcción del aeródromo de Playa del Carmen y no de un proyecto restauración. Sin embargo, el proyecto como parte de las medidas de mitigación se llevarán a cabo el rescate y reubicación de las especies forestales afectadas por CUSTF mediante técnicas de reforestación, mismas que reubicarán las especies de plantas nativas en áreas sin o con poca vegetación en el área de conservación. Lo anterior, sin duda alguna contribuirá a la restauración y recuperación de la cobertura vegetal de la región que al cabo de los años y con la ayuda de la sucesión natural de las selvas se acercará a la vegetación original. |
| A012  | Promover la preservación de las dunas costeras y su vegetación natural, a través de la ubicación de la infraestructura detrás del cordón de dunas frontales.<br><b>Vinculación:</b> No aplica, ya que el proyecto no se llevara a cabo en duna costera y por lo tanto no se afectará su vegetación natural; más bien el proyecto se llevara a cabo en una zona con vegetación secundaria derivada de selva mediana subperennifolia con vocación forestal y a  |

| CLAVE | ACCIONES ESPECÍFICAS   |
|-------|--|
|       | <i>aproximadamente 11 km de la duna costera.</i>   |
| A013  | <p>Establecer las medidas necesarias para evitar la introducción de especies potencialmente invasoras por actividades marítimas en los términos establecidos por los artículos 76 y 77 de la Ley de Navegación y Comercio Marítimo.</p> <p><b>Vinculación:</b> <i>No aplica; ya que el proyecto consiste en el CUSTF para la construcción del aeródromo de Playa del Carmen y no de un proyecto que implique actividades marinas. Por lo tanto, el proyecto en ningún momento introducirá especies potencialmente invasoras por actividades marinas.</i></p>   |
| A014  | <p>Instrumentar campañas de restauración, reforestación y recuperación de manglares y otros humedales en las zonas de mayor viabilidad ecológica.</p> <p><b>Vinculación:</b> <i>No aplica; ya que el proyecto consiste en el CUSTF para la construcción del aeródromo de Playa del Carmen en una zona con vegetación secundaria derivada selva mediana subperennifolia con vocación forestal; por lo tanto, el pago de compensación por el CUSTF en la CONAFOR servirá para para financiar proyectos de restauración, reforestación y recuperación de la vegetación de selva mediana subperennifolia de la región y no de manglares (no es el tipo de vegetación que se afectará por el presente proyecto).</i></p>  |
| A015  | <p>Promover e impulsar la reubicación de instalaciones que se encuentran sobre las dunas arenosas en la zona costera del ASO.</p> <p><b>Vinculación:</b> <i>No aplica; ya que el proyecto consiste en el CUSTF para la construcción del aeródromo de Playa del Carmen en una zona con vegetación secundaria derivada selva mediana subperennifolia con vocación forestal y no sobre dunas arenosas en zona costera.</i></p>  |
| A016  | <p>Establecer corredores biológicos para conectar las ANP existentes o las áreas en buen estado de conservación dentro del ASO.</p> <p><b>Vinculación:</b> <i>No aplica; ya que el proyecto consiste en el CUSTF para la construcción del aeródromo de Playa del Carmen y no es un proyecto de Ordenamiento Territorial. De hecho el área en donde se encuentra el proyecto ya ha sido considerado dentro de Ordenamientos Territoriales como lo es el POEGT, POELMS y considerado por el presente ordenamiento (POEMRGMMC), no está dentro de un ANP y no presenta un buen estado de conservación.</i></p> <p><i>No obstante a lo anterior, el presente proyecto mantendrá un superficie de 119.4882 ha que representa el 78.19% de todo el predio que fungirá como un corredor de fauna típica de la región.</i></p> |
| A017  | <p>Establecer e impulsar programas de restauración, reforestación y recuperación de zonas degradadas.</p> <p><b>Vinculación:</b> <i>No aplica; ya que el proyecto consiste en el CUSTF para la construcción del aeródromo de Playa del Carmen y no es un proyecto de restauración de zonas degradadas. Por otro lado, el área del proyecto no es considerado una zona degradada; sino, más bien es un área con vegetación secundaria derivada de selva mediana subperennifolia con diferentes grados de sucesión y con vocación forestal.</i></p> <p><i>El proyecto realizara el pago de compensación por el CUSTF ante la CONAFOR para financiamiento de proyectos de restauración de áreas con vocación natural forestal de la región que actualmente se encuentren</i></p>  |

| CLAVE | ACCIONES ESPECÍFICAS   |
|-------|--|
|       | <i>afectadas o degradadas. Adicionalmente, el proyecto realizará un rescate y reubicación de las especies forestales a afectar por el CUSTF mediante técnicas de reforestación con la finalidad de recuperar áreas sin o con poca vegetación del área de conservación propuesta por el proyecto.</i>   |
| A018  | <p>Promover acciones de protección y recuperación de especies bajo algún régimen de protección considerando en la Norma Oficial Mexicana, Protección ambiental-Especies Nativas de México de Flora y Fauna Silvestre-Categoría de Riesgo y Especificaciones para su Inclusión, Exclusión o Cambio-Lista de Especies en Riesgo (NOM-059 SEMARNAT-2010).</p> <p><b>Vinculación:</b> <i>Dentro del área del proyecto fueron registrados dos especies de flora silvestre (T. radiata y Z. loddigesii) y seis especies de fauna silvestre (M. diastema, C. cinnamomeus, A. albifrons, A. nana, V. pallens y E. penicillata) catalogadas con algún estatus de riesgo de acuerdo NOM-059 SEMARNAT-2010. Para proteger, conservar dichas especies y biodiversidad de la región el proyecto aplicará un Programa de rescate y reubicación de las especies forestales de la vegetación a afectar por el CUSTF y un Programa de plan de acción para protección y conservación de la fauna silvestre (Ver Anexo 6 de este estudio), poniendo mayor énfasis en las especies catalogadas en la NOM antes mencionada.</i></p> |
| A019  | <p>Los programas de remediación que se implementen, deberán ser formulados y aprobados de conformidad con la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos, y demás normatividad aplicable.</p> <p><b>Vinculación:</b> <i>No aplica; ya que el proyecto consiste en el CUSTF para la construcción del aeródromo de Playa del Carmen y no es un proyecto de remediación.</i></p>  |
| A020  | <p>Promover el uso de tecnologías de manejo de la caña en verde para evitar las emisiones producidas en los periodos de zafra.</p> <p><b>Vinculación:</b> <i>No aplica; ya que el proyecto consiste en el CUSTF para la construcción del aeródromo de Playa del Carmen.</i></p>  |
| A021  | <p>Fortalecer los mecanismos de control de emisiones y descargas para mejorar la calidad del aire, agua y suelos, particularmente en las zonas industriales y urbanas del ASO.</p> <p><b>Vinculación:</b> <i>No aplica; ya que el proyecto consiste en el CUSTF para la construcción del aeródromo de Playa del Carmen. Sin embargo, el proyecto aplicará buenas prácticas ambientales (emisiones y descarga de aguas residuales) y procedimientos encaminados a dar un buen manejo y disposición de residuos (Ver Anexo 5 de este estudio) con la finalidad de prevenir la contaminación del aire, suelo y agua de la región.</i></p>   |
| A022  | <p>Fomentar programas de remediación y monitoreo de zonas y aguas costeras afectadas por los hidrocarburos.</p> <p><b>Vinculación:</b> <i>No aplica; ya que el proyecto consiste en el CUSTF para la construcción del aeródromo de Playa del Carmen y no de un proyecto de remediación y monitoreo de zonas y aguas costeras afectadas por hidrocarburos.</i></p>  |
| A023  | <p>Fomentar la aplicación de medidas preventivas y correctivas de contaminación del suelo con base a riesgo ambiental, así como la aplicación</p>  |

| CLAVE | ACCIONES ESPECÍFICAS   |
|-------|--|
|       | de acciones inmediatas o de emergencia y tecnologías para la remediación in situ, en términos de la legislación aplicable.<br><b>Vinculación:</b> <i>No aplica; ya que el proyecto consiste en el CUSTF para la construcción del aeródromo de Playa del Carmen y no de un proyecto de remediación.</i>   |
| A024  | Fomentar el uso de tecnologías para reducir la emisión de gases de efecto invernadero y partículas al aire por parte de la industria y los automotores cuando ello sea técnicamente viable.<br><b>Vinculación:</b> <i>No aplica; ya que el proyecto consiste en el CUSTF para la construcción del aeródromo de Playa del Carmen. Sin embargo, el proyecto obliga a los propietarios de los equipos, vehículos y maquinaria utilizados durante el CUSTF y construcción someter a mantenimiento preventivo de sus equipos que incluya afinación mayor. También se prohíbe la quema residuos sólidos en el área de trabajo. Todo lo anterior, es con la finalidad de reducir la emisión de gases de efectos de invernadero y partículas al aire por parte de los automotores utilizados en el proyecto.</i> |
| A025  | Promover la participación de las industrias en acciones tendientes a una gestión adecuada de residuos peligrosos, con el objeto de prevenir la contaminación de suelos y fomentar su preservación.<br><b>Vinculación:</b> <i>No aplica; ya que el proyecto consiste en el CUSTF para la construcción del aeródromo de Playa del Carmen. Sin embargo, el proyecto aplicará un Procedimiento de manejo y disposición de residuos peligrosos (Ver Anexo 5 de este estudio) con el objeto de prevenir la contaminación de suelos y fomentar su preservación.</i>   |
| A026  | Promover e impulsar el uso de tecnologías "Limpias" y "Ambientalmente amigables" en las industrias registradas en el ASO y su área de influencia. Fomentar que las industrias que se establezcan cuenten con las tecnologías de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero.<br><b>Vinculación:</b> <i>Vinculación: No aplica; ya que el proyecto consiste en el CUSTF para la construcción del aeródromo de Playa del Carmen.</i>   |
| A027  | Mantener al mínimo posible la superficie ocupada por las instalaciones de infraestructura en las playas para evitar su perturbación.<br><b>Vinculación:</b> <i>No aplica; ya que el proyecto consiste en el CUSTF para la construcción del aeródromo de Playa del Carmen en una zona con vegetación secundaria derivada de selva mediana subperennifolia con vocación forestal y no en una zona de playa.</i>  |
| A028  | Promover las medidas necesarias para que la instalación de infraestructura de ocupación permanente sobre el primero o segundo cordón de dunas eviten generar efectos negativos sobre su estructura o función ecosistémica.<br><b>Vinculación:</b> <i>No aplica; ya que el proyecto consiste en el CUSTF para la construcción del aeródromo de Playa del Carmen en una zona con vegetación secundaria derivada de selva mediana subperennifolia con vocación forestal y no sobre el primero o segundo cordón de duna costera.</i>   |
| A029  | Promover la preservación del perfil de la costa y los patrones naturales de circulación de las corrientes alineadas a la costa, salvo cuando dichas modificaciones correspondan a proyectos de infraestructura que tengan por objeto mitigar o remediar los efectos causados por alguna contingencia   |

| CLAVE | ACCIONES ESPECÍFICAS   |
|-------|--|
|       | meteorológica o desastre natural.<br><b>Vinculación:</b> No aplica; ya que el proyecto consiste en el CUSTF para la construcción del aeródromo de Playa del Carmen en una zona con vegetación secundaria derivada de selva mediana subperennifolia con vocación forestal y no sobre área costera (ubicada a 11 km de distancia).   |
| A030  | Generar o adaptar tecnologías constructivas y de ingeniería que minimicen la afectación al perfil costero y a los patrones de circulación de aguas costeras.<br><b>Vinculación:</b> No aplica; ya que el proyecto se establecerá en área no costera (ubicada a 11 km de distancia).  |
| A031  | Promover la preservación de las características naturales de las barras arenosas que limitan los sistemas lagunares costeros.<br><b>Vinculación:</b> No aplica; ya que el proyecto se establecerá en un área fuera de las barras arenosas que limitan los sistemas lagunares costeros (ubicada a 11 km de distancia).  |
| A032  | Promover el mantenimiento de las características naturales, físicas y químicas de playas y dunas costeras.<br><b>Vinculación:</b> No aplica; ya que el proyecto se establecerá en un área fuera de las playas y dunas costeras (ubicada a 11 km de distancia).   |
| A033  | Fomentar el aprovechamiento de la energía eólica, excepto cuando su infraestructura pueda afectar corredores de especies migratorias.<br><b>Vinculación:</b> No aplica; ya que el proyecto consiste en el CUSTF para la construcción del aeródromo de Playa del Carmen y no es un proyecto de energía renovable.   |
| A037  | Promover la generación energética por medio de energía solar.<br><b>Vinculación:</b> No aplica; ya que el proyecto consiste en el CUSTF para la construcción del aeródromo de Playa del Carmen y no es un proyecto de energía renovable.   |
| A038  | Impulsar el uso de los residuos agrícolas para la generación de energía y reducir los riesgos de incendios forestales en las regiones más secas.<br><b>Vinculación:</b> No aplica; ya que el proyecto consiste en el CUSTF para la construcción del aeródromo de Playa del Carmen y no es un proyecto agrícola.  |
| A039  | Promover la reducción del uso de agroquímicos sintéticos a favor del uso de mejoradores orgánicos.<br><b>Vinculación:</b> No aplica; ya que el proyecto consiste en el CUSTF para la construcción del aeródromo de Playa del Carmen y no es un proyecto agrícola.  |
| A040  | Impulsar la sustitución de las actividades de pesca extractiva por actividades de producción acuícola con especies nativas de la zona en la cual se aplica el programa y con tecnologías que no contaminen el ambiente y cuya infraestructura no afecte los sistemas naturales.<br><b>Vinculación:</b> No aplica; ya que el proyecto consiste en el CUSTF para la construcción del aeródromo de Playa del Carmen y no es un proyecto de producción acuícola. |
| A044  | Diversificar la base de especies en explotación comercial en las pesquerías.<br><b>Vinculación:</b> No aplica; ya que el proyecto consiste en el CUSTF para la construcción del aeródromo de Playa del Carmen.   |

| CLAVE | ACCIONES ESPECÍFICAS  |
|-------|---|
| A046  | Incentivar el cumplimiento de los mecanismos existentes para controlar el vertido y disposición de residuos de embarcaciones, en las porciones marinas tanto costeras como oceánicas.<br><b>Vinculación:</b> No aplica; ya que el proyecto consiste en el CUSTF para la construcción del aeródromo de Playa del Carmen.   |
| A050  | Promover el desarrollo de Programas de Desarrollo Urbano y Programas de Conurbación con el fin de dotar de infraestructura de servicios a las comunidades rurales.<br><b>Vinculación:</b> No aplica; ya que el proyecto consiste en el CUSTF para la construcción del aeródromo de Playa del Carmen.  |
| A051  | Promover la construcción de caminos rurales, de terracería o revestidos entre las localidades estratégicas para mejorar la comunicación.<br><b>Vinculación:</b> No aplica; ya que el proyecto consiste en el CUSTF para la construcción del aeródromo de Playa del Carmen.  |
| A052  | Promover el uso sostenible de la tierra/agricultura (cultivos, ganado, pastos y praderas, y bosques) y prácticas de manejo y tecnología que favorezcan la captura de carbono.<br><b>Vinculación:</b> No aplica; ya que el proyecto consiste en el CUSTF para la construcción del aeródromo de Playa del Carmen.   |
| A053  | Desincentivar y evitar el desarrollo de actividades productivas extensivas.<br><b>Vinculación:</b> No aplica; ya que el proyecto consiste en el CUSTF para la construcción del aeródromo de Playa del Carmen.   |
| A054  | Promover la sustitución de tecnologías extensivas por intensivas en las actividades acordes a la aptitud territorial, utilizando esquemas de manejo y tecnología adecuada para minimizar el impacto ambiental.<br><b>Vinculación:</b> No aplica; ya que el proyecto consiste en el CUSTF para la construcción del aeródromo de Playa del Carmen.  |
| A055  | Coordinar los programas de gobierno que apoyan a la producción agropecuaria para actuar sinérgicamente sobre el territorio y la población que lo ocupa.<br><b>Vinculación:</b> No aplica; ya que el proyecto consiste en el CUSTF para la construcción del aeródromo de Playa del Carmen.   |
| A056  | Identificar e implementar aquellos cultivos aptos a las condiciones ambientales cambiantes.<br><b>Vinculación:</b> No aplica; ya que el proyecto consiste en el CUSTF para la construcción del aeródromo de Playa del Carmen.   |
| A057  | Evitar el establecimiento de zonas urbanas en zonas de riesgo industrial, zonas de riesgo ante eventos naturales, zonas susceptibles de inundación y derrumbe, zonas de restauración ecológica, en humedales, dunas costeras y manglares.<br><b>Vinculación:</b> No aplica; ya que el proyecto consiste en el CUSTF para la construcción del aeródromo de Playa del Carmen, el cual es una obra (equipamiento) permitido de acuerdo al POELMS y de gran importancia para impulsar el turismo en la región sureste del país. |
| A058  | Realizar campañas para reubicar a personas fuera de las zonas de riesgo.<br><b>Vinculación:</b> No aplica; ya que el proyecto consiste en el CUSTF para la construcción del aeródromo de Playa del Carmen, el cual es una obra (equipamiento) permitido de acuerdo al POELMS.   |

| CLAVE | ACCIONES ESPECÍFICAS  |
|-------|---|
| A059  | Identificar, reforzar o dotar de equipamiento básico a las localidades estratégicas para la conservación y/o el desarrollo sustentable.<br><b>Vinculación:</b> <i>El presente proyecto consiste en el CUSTF para la construcción del aeródromo de Playa del Carmen, siendo este impulsado por el Instituto del Patrimonio Inmobiliario de la Administración Pública del Estado de Quintana Roo (IPAE) como un proyecto de equipamiento regional de gran importancia para prestar servicios de calidad y seguridad al turismo nacional e internacional y por ende, al desarrollo sustentable de la región.</i> |
| A060  | Establecer y mejorar sistemas de alerta temprana ante eventos hidrometeorológicos extremos.<br><b>Vinculación:</b> <i>No aplica, ya que el presente proyecto consiste en el CUSTF para la construcción del aeródromo de Playa del Carmen y no un proyecto de estación meteorológica. Sin embargo, el proyecto contempla el establecimiento una torre de control que entre otras cosas tienen equipos de comunicación y meteorológicos para alerta temprana ante eventos hidrometeorológicos extremos.</i>   |
| A061  | Mejorar las condiciones de las viviendas y de infraestructura social y comunitaria en las localidades de mayor marginación.<br><b>Vinculación:</b> <i>No aplica, ya que el presente proyecto consiste en el CUSTF para la construcción del aeródromo de Playa del Carmen y no en un proyecto apoyo a la vivienda y de infraestructura social.</i>   |
| A062  | Fortalecer y consolidar las capacidades organizativas y de infraestructura para el manejo adecuado y disposición final de residuos peligrosos y de manejo especial. Asegurar el Manejo Integral de los Residuos Peligrosos.<br><b>Vinculación:</b> <i>No aplica, ya que el presente proyecto consiste en el CUSTF para la construcción del aeródromo de Playa del Carmen y no es un proyecto para la construcción de un área de acopio o disposición final de residuos peligrosos.</i>  |
| A063  | Instalar nuevas plantas de tratamiento de aguas residuales municipales y optimizar las ya existentes.<br><b>Vinculación:</b> <i>No aplica, ya que el presente proyecto consiste en el CUSTF para la construcción del aeródromo de Playa del Carmen y no es un proyecto para la construcción de una planta de tratamiento de aguas residuales municipales.</i>   |
| A064  | Completar la conexión de las viviendas al sistema de colección de aguas residuales municipales y a las plantas de tratamiento.<br><b>Vinculación:</b> <i>No aplica, ya que el presente proyecto consiste en el CUSTF para la construcción del aeródromo de Playa del Carmen.</i>  |
| A065  | Instrumentar programas de recuperación y mejoramiento de suelos mediante el uso de lodos inactivados de las plantas de tratamiento de aguas servidas municipales.<br><b>Vinculación:</b> <i>No aplica, ya que el presente proyecto consiste en el CUSTF para la construcción del aeródromo de Playa del Carmen y no es un proyecto de recuperación de suelos.</i>   |
| A066  | Incrementar la capacidad de tratamiento de las plantas para dar tratamiento terciario a los efluentes e inyectar aguas de mayor calidad al manto freático en apoyo, en su caso, a la restauración de humedales.<br><b>Vinculación:</b> <i>No aplica, ya que el presente proyecto consiste en el CUSTF</i>   |



| CLAVE | ACCIONES ESPECÍFICAS   |
|-------|--|
|       | <i>para la construcción del aeródromo de Playa del Carmen.</i>   |
| A067  | Incrementar la capacidad de captación de aguas pluviales en las zonas urbanas y turísticas.<br><b>Vinculación:</b> <i>No aplica, ya que el presente proyecto consiste en el CUSTF para la construcción del aeródromo de Playa del Carmen. Sin embargo, el proyecto mantendrá un área de conservación con 119.4882 ha (78.19%) con suelo natural y vegetación que contribuirán de manera importante en la prestación del servicio ambiental de la captación de aguas pluviales.</i>   |
| A068  | Promover el manejo integral de los residuos sólidos, peligrosos y de manejo especial para evitar su impacto ambiental en el mar y zona costera.<br><b>Vinculación:</b> <i>No aplica, ya que el presente proyecto consiste en el CUSTF para la construcción del aeródromo de Playa del Carmen. Este proyecto se llevara a cabo fuera de la zona costera y marina.<br/>No obstante a lo anterior, el proyecto aplicara un Procedimiento de manejo y disposición de residuos sólidos urbanos y un Procedimiento de manejo y disposición de residuos peligrosos (Ver Anexo 5 de este estudio) con la finalidad de prevenir la contaminación del suelo y el agua de la región.</i>    |
| A069  | Promover el tratamiento o disposición final de los residuos sólidos urbanos, peligrosos y de manejo especial para evitar su disposición en el mar.<br><b>Vinculación:</b> <i>No aplica, ya que el presente proyecto consiste en el CUSTF para la construcción del aeródromo de Playa del Carmen. Este proyecto se llevara a cabo fuera de la zona costera y marina.<br/>No obstante a lo anterior, el proyecto aplicara un Procedimiento de manejo y disposición de residuos sólidos urbanos y un Procedimiento de manejo y disposición de residuos peligrosos (Ver Anexo 5 de este estudio) con la finalidad de prevenir la contaminación del suelo y el agua de la región.</i> |
| A070  | Realizar campañas de colecta y concentración de residuos sólidos urbanos en la zona costera para su disposición final.<br><b>Vinculación:</b> <i>No aplica, ya que el presente proyecto consiste en el CUSTF para la construcción del aeródromo de Playa del Carmen.</i>   |
| A071  | Diseñar e instrumentar acciones coordinadas entre sector turismo y sector conservación para reducir al mínimo la afectación de los ecosistemas en zonas turísticas y aprovechar al máximo el potencial turístico de los recursos. Impulsar y fortalecer las redes de turismo de la naturaleza (ecoturismo) en todas sus modalidades como una alternativa al desarrollo local respetando los criterios de sustentabilidad según la norma correspondiente.<br><b>Vinculación:</b> <i>No aplica, ya que el presente proyecto consiste en el CUSTF para la construcción del aeródromo de Playa del Carmen.</i>   |
| A072  | Promover que la operación de desarrollos turísticos se haga con criterios de sustentabilidad ambiental y social, a través de certificaciones ambientales nacionales o internacionales, u otros mecanismos.<br><b>Vinculación:</b> <i>No aplica, ya que el presente proyecto consiste en el CUSTF para la construcción del aeródromo de Playa del Carmen.</i>   |
| A077  | La construcción, modernización y ampliación de la infraestructura aeroportuaria deberá minimizar la afectación de la estructura y función de los ecosistemas y sus bienes y servicios ambientales, entre éstos: flujos hidrológicos, conectividad de ecosistemas, especies en riesgo, recarga de   |

| CLAVE | ACCIONES ESPECÍFICAS   |
|-------|--|
|       | <p>acuíferos y hábitats críticos.</p> <p><b>Vinculación:</b> El presente proyecto tendrá un impacto mínimo en la afectación de la estructura y función de los ecosistemas y sus bienes y servicios ambientales, tal como se demuestra en el Capítulo II (Apartado II.2.5 y II.2.6), IV y VI. Las afectaciones serán mitigadas por una serie de medidas propuestas en el Capítulo VII de este DTU. El proyecto es totalmente congruente con una serie de Programas y planes rectores de desarrollo general, regional y municipal, legislativo y normativo, y a través del presente DTU se expone una serie de información técnica que demuestra lo anteriormente comentado.</p> |

### III. 3 DECRETOS Y PROGRAMAS DE CONSERVACIÓN Y MANEJO DE LAS ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS.

El predio donde estará el proyecto no se encuentra dentro de alguna Área Natural Protegida (ANP) de carácter federal, estatal o municipal, tal como se puede observar.

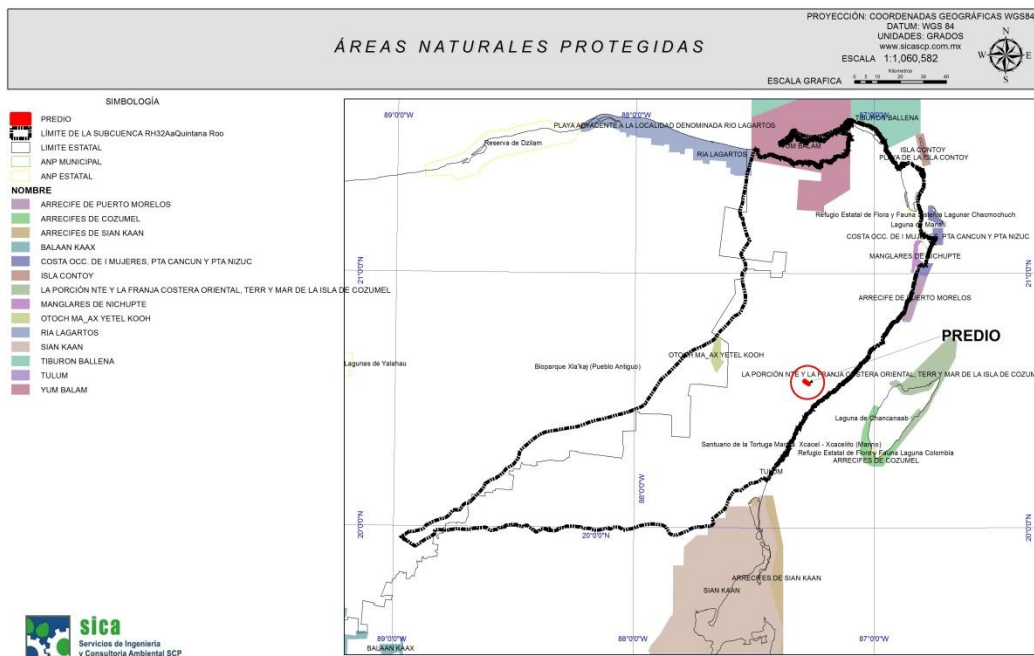


Figura 3.2. Ubicación del área del proyecto en las ANPs de la subcuenca Quintana Roo.

**Vinculación:** No aplica al proyecto, ya que al no estar inmerso dentro de algún ANP no es necesario e importante tomar en cuenta las políticas y lineamientos planteados en el decreto y los programas de manejo de dichas ANPs. Sin embargo, el proyecto tiene contemplado la permanencia de un área de conservación con 119.4882 ha (78.19% respecto al total del predio) con suelo, vegetación natural y en general biodiversidad de la región.

### III. 4 NORMAS OFICIALES MEXICANAS

#### NORMAS OFICIALES MEXICANAS EN MATERIA DE VÍAS GENERALES DE COMUNICACIÓN

**Norma Oficial Mexicana NOM-EM-001-SCT3-2003.-** Licencias para el personal técnico aeronáutico. Publicada en el Diario Oficial de la Federación el 23 de junio de 2003.

Esta Norma Oficial Mexicana establece los requisitos que deben cumplir los interesados en obtener, revalidar, recuperar, renovar y convalidar permisos, licencias y/o certificados de capacidad, para desempeñarse como personal técnico aeronáutico, de vuelo o de tierra, de acuerdo a lo dispuesto en la Ley de Aviación Civil y su Reglamento. Dichos requisitos deberán cumplirse en observancia del Comandante del Aeródromo y autorizados por la SCT.

**Norma Oficial Mexicana NOM-002-SCT3-2001.-** Que establece el contenido del Manual General de Operaciones. Publicada en el Diario Oficial de la Federación el 18 de enero de 2002.

El objetivo de la presente Norma Oficial Mexicana, es establecer el contenido del Manual General de Operaciones, que aplica a todos los concesionarios y permisionarios de transporte aéreo de servicio al público que operen o deseen operar de acuerdo a la Ley de Aviación Civil.

**Norma Oficial Mexicana NOM-003-SCT3-2001.-** Que regula el uso obligatorio dentro del espacio aéreo mexicano, del equipo transpondedor para aeronaves, así como los criterios para su instalación, certificación y procedimientos de operación. Publicada en el Diario Oficial de la Federación el 3 de diciembre de 2001.

El objetivo de la presente Norma Oficial Mexicana, es establecer el uso obligatorio dentro del espacio aéreo mexicano, del equipo transpondedor para aeronaves, así como los criterios para su instalación, certificación y procedimientos de operación, y aplica a todos los concesionarios, permisionarios y operadores aéreos que operen o pretendan operar de conformidad con la Ley de Aviación Civil en el espacio aéreo mexicano.

El transpondedor de a bordo es un transmisor-receptor que al recibir una señal de interrogación desde tierra, se activa automáticamente, emitiendo una respuesta cifrada. El equipo sólo emite respuestas a las interrogaciones recibidas en el modo en que esté ajustado.

**Norma Oficial Mexicana NOM-006-SCT3-2001.-** Que establece el contenido del Manual General de Mantenimiento. Publicada en el Diario Oficial de la Federación el 3 de diciembre de 2001.

El objetivo de la presente Norma Oficial Mexicana, es establecer el contenido del Manual General de Mantenimiento, por lo tanto, se aplica a los concesionarios y permisionarios que operen o pretendan operar de acuerdo a la Ley de Aviación Civil.

*Aun cuando en el proyecto “Construcción del Nuevo Aeródromo de Playa del Carmen”, no existirán talleres para mantenimiento de vehículos como de aeronaves que operen dentro del mismo, las empresas concesionarias con flotas de aeronaves, así como de los dueños particulares de aeronaves, deberá dar cumplimiento a esta Norma Oficial Mexicana, para garantizar el buen mantenimiento a las aeronaves de conformidad al contenido del Manual General de Mantenimiento.*

**Norma Oficial Mexicana NOM-008-SCT3-2002.-** Que establece los requisitos técnicos a cumplir por los concesionarios y permisionarios del servicio al público de transporte aéreo, para la obtención del certificado de explotador de servicios aéreos, así como los requisitos técnicos a cumplir por los permisionarios del servicio de transporte aéreo privado comercial. Publicada en el Diario Oficial de la Federación el 14 de mayo de 2003.

La presente Norma Oficial Mexicana establece los requisitos técnicos a cumplir por los concesionarios y permisionarios del servicio al público de transporte aéreo, para la obtención del Certificado de Explotador de Servicios Aéreos, el cual será emitido por la Autoridad Aeronáutica. Asimismo, establece los requisitos técnicos a cumplir por los permisionarios del servicio de transporte aéreo privado comercial. La presente Norma Oficial Mexicana, es aplicable a los concesionarios y permisionarios del servicio al público de transporte aéreo, así como a los permisionarios del servicio de transporte aéreo privado comercial.

*Los concesionarios y permisionarios del servicio al público de transporte aéreo cumplirán cabalmente lo estipulado en esta NOM-008.*

**Norma Oficial Mexicana NOM-009-SCT3-2001.-** Que regula los requisitos y especificaciones para el establecimiento y funcionamiento de las oficinas de despacho y las de despacho y control de vuelos. Publicada en el Diario Oficial de la Federación el 8 de abril de 2002.

El objetivo de la presente Norma Oficial Mexicana, es regular los requisitos y especificaciones para el establecimiento y funcionamiento de las oficinas de despacho y las de despacho y control de vuelos, por lo cual, su campo de aplicación está dirigido a los concesionarios, permisionarios (no incluyendo a personas físicas con permisos de servicio aéreo privado comercial) y personas morales que presten o pretendan prestar los servicios de despacho o de despacho y control de vuelos.

*Las oficinas de despacho, las de despacho y control de vuelos cumplirán cabalmente lo manifestado en la NOM-009 para un buen estableciendo y funcionamiento de las mismas.*

**Norma Oficial Mexicana NOM-012-SCT3-2001.-** Que establece los requerimientos para los instrumentos, equipo, documentos y manuales que han de llevarse a bordo de las aeronaves. Publicada en el Diario Oficial de la Federación el 5 de diciembre de 2001.

El objetivo de la presente Norma Oficial Mexicana, es establecer los requerimientos sobre instrumentos, equipo, documentos y manuales que han de llevarse a bordo de las aeronaves, y aplica a todos los concesionarios, permisionarios y operadores aéreos que operen aeronaves en el espacio aéreo mexicano.

*Los concesionarios, permisionarios y operadores aéreos cumplirán cabalmente con esta NOM.*

**Norma Oficial Mexicana NOM-018-SCT3-2001.-** Que establece el contenido del Manual de Vuelo. Publicada en el Diario Oficial de la Federación el 21 de enero de 2002. El objetivo de la presente Norma Oficial Mexicana, es establecer el contenido del Manual de Vuelo que debe llevarse a bordo de todas las aeronaves civiles y de Estado, distintas a las militares, antes de iniciar el vuelo.

*Los concesionarios, permisionarios y operadores aéreos revisaran antes de iniciar vuelo revisarán y llevarán a bordo el Manual de Vuelo elaborado en base a la presente NOM, dando cabal cumplimiento al mismo.*

**Norma Oficial Mexicana NOM-036-SCT3-2000.-** Que establece dentro de la República Mexicana los límites máximos permisibles de emisión de ruido producido por las aeronaves de reacción subsónicas, propulsadas por hélice, supersónicas y helicópteros, su método de medición, así como los requerimientos para dar cumplimiento a dichos límites. Publicada en el Diario Oficial de la Federación el 19 de febrero de 2001.

*Todos los concesionarios, permisionarios u operadores aéreos nacionales o extranjeros que operen o pretendan operar dentro de la República Mexicana y su espacio aéreo cumplirán cabalmente con lo estipulado en la presente NOM en cuanto a los límites máximos permisibles de emisión de ruido producido por las aeronaves.*

**Norma Oficial Mexicana NOM-040-SCT3-2001.-** Que establece el contenido del Manual de Despacho para Empresas de Transporte Aéreo de Servicio al Público, así como para empresas que prestan el servicio de despacho o despacho y control de vuelos. Publicada en el Diario Oficial de la Federación el 28 de noviembre de 2002.

El objetivo de la presente Norma Oficial Mexicana, es establecer las características, criterios, procedimientos y contenido del Manual de Despacho para concesionarios y permisionarios de transporte aéreo de servicio al público, así como para personas morales que prestan el servicio de despacho o despacho y control de vuelos, a fin de contar con la información necesaria y vigente de las limitaciones y políticas de operación de la empresa, que permitan garantizar la seguridad de las operaciones aéreas y proteger las vías generales de comunicación.

La presente Norma Oficial Mexicana, aplica a todos los concesionarios y permisionarios de transporte aéreo de servicio al público, así como a las personas morales que prestan el servicio de despacho o despacho y control de vuelos.

*Todos los concesionarios y permisionarios de los servicios de transporte aéreo, así como las personas morales que autorice la SCT como prestadores de servicios de despacho, o bien, de despacho y control de vuelos, deberán cumplir con lo estipulado en la presente NOM.*

**Norma Oficial Mexicana NOM-051-SCT3-2001.-** Que regula los procedimientos de aplicación del Sistema Mundial de Determinación de la Posición (GPS), como medio de navegación dentro del espacio aéreo mexicano. Publicada en el Diario Oficial de la Federación el 8 de abril de 2002.

El objetivo de la presente Norma Oficial Mexicana, es establecer los procedimientos de operación del sistema mundial de determinación de la posición (GPS), como medio de navegación dentro del espacio aéreo mexicano, y establece los lineamientos para la selección, instalación, certificación y operación de dichos equipos, a bordo de las aeronaves con marcas de nacionalidad y matrícula mexicanas; por lo tanto, aplica a todos los concesionarios, permisionarios u operadores aéreos que operen o pretendan operar de acuerdo a la Ley de Aviación Civil, con equipos GPS como medio de navegación.

La presente Norma Oficial Mexicana, proporciona el material de orientación necesario para los procedimientos de aplicación del sistema mundial de la determinación de la posición (GPS), como medio de navegación dentro del espacio aéreo mexicano.

*Todos los operadores aéreos nacionales o extranjeros cumplirán cabalmente con lo estipulado en la presente NOM.*

## **NORMAS OFICIALES MEXICANAS EN MATERIA AMBIENTAL**

**Norma Oficial Mexicana NOM-003-SEMARNAT-1997.-** Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes para las aguas residuales tratadas que se reusen en servicios al público. Publicada en el Diario Oficial de la Federación el 21 de septiembre de 1998.

*Las aguas residuales que se emitan por la operación de las oficinas administrativas del Aeródromo, serán canalizadas hacia plantas de tratamientos Boss Technology y las aguas residuales resultantes, serán canalizadas hacia el riego nocturno de las áreas jardinadas que estarán perimetralmente alrededor de la Terminal Aérea, Estacionamiento y Torre de Control.*

**Norma Oficial Mexicana NOM-041-SEMARNAT-1999.-** Límites máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación que usan gasolina como combustible. Publicada en el Diario Oficial de la Federación el 6 de agosto de 1999.

*Durante las etapas de preparación del sitio, construcción del proyecto, la emisión de gases que se generarán por la combustión de hidrocarburos de la maquinaria y equipos de construcción y vehículos de transporte, se regirá por lo establecido en esta Norma.*

**Norma Oficial Mexicana NOM-045-SEMARNAT-1996.-** Que establece los niveles máximos permisibles de opacidad del humo proveniente del escape de vehículos automotores en circulación que usan diesel o mezclas que incluyan diesel como combustible. Publicada en el Diario Oficial de la Federación el 22 de abril de 1997.

*Durante las etapas de preparación del sitio y construcción del proyecto, la emisión de gases que se generarán por la combustión de hidrocarburos de la maquinaria y equipos de construcción que utilicen diesel o mezclas que incluyan diesel como combustible, deberá cumplir con lo establecido en esta Norma, obligando al promovente y operadores de dichos vehículos al mantenimiento periódico de sus unidades.*

**Norma Oficial Mexicana NOM-047-SEMARNAT-1999.-** Características del equipo y el procedimiento de medición para la verificación de los límites de emisión de

contaminantes, provenientes de los vehículos automotores en circulación que usan gasolina, gas licuado de petróleo, gas natural u otros combustibles alternos. Publicada en el Diario Oficial de la Federación el 10 de mayo de 2000.

*Durante las etapas de preparación del sitio y construcción del proyecto, la emisión de gases que se generarán por la combustión de hidrocarburos de la maquinaria, equipos de construcción o camionetas Pick-Up, por utilizar gasolina o gas como combustible, deberán cumplir con lo establecido en esta Norma, obligando al promovente y operadores del equipo y vehículos, obligando al promovente y operadores al mantenimiento periódico de sus unidades.*

**Norma Oficial Mexicana NOM-050-SEMARNAT-1993.-** Que establece los niveles máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación que usan gas licuado de petróleo, gas natural u otros combustibles alternos como combustible. Publicada en el Diario Oficial de la Federación el 22 de octubre de 1993.

*Durante las etapas de preparación del sitio, construcción y operación del proyecto, la emisión de gases que se generarán por la combustión de hidrocarburos de maquinaria, camionetas Pick-Up, por utilizar gas natural como combustible, deberán cumplir con lo establecido en esta Norma, obligando al promovente y operadores de la maquinaria y vehículos, obligando al promovente y operadores al mantenimiento periódico de sus unidades.*

**Norma Oficial Mexicana NOM-052-SEMARNAT-2005.-** Que establece las características, el procedimiento de identificación, clasificación y los listados de los residuos peligrosos. Publicada en el Diario Oficial de la Federación el 23 de junio de 2006.

*La aplicación de esta Norma con relación al proyecto, consiste en el uso de combustibles y aceites durante las etapas de preparación del sitio y construcción para el funcionamiento de los equipos, maquinaria y vehículos. Por lo que al estar considerados estos como residuos peligrosos, el uso de los mismos se regirá por esta Norma.*

**Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010.** Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo.. Publicada en el Diario Oficial de la Federación el 30 de Diciembre de 2010.

*La aplicación de esta Norma se debe a la existencia en el predio de la especie de palma denominada *Thrinax radiata*, *Zamia loddigesii*, *Micrurus diastema*, *Crypturellus cinnamomeus*, *Amazona albifrons*, *Aratinga nana*, *Vireo pallens*, *Eucometis penicillata*, por lo que se tomarán medidas para su conservación y/o protección a través de un Programa de rescate y reubicación de las especies forestales a afectar por el CUSTF por el proyecto y un Programa de acción para la protección de la fauna silvestre (Ver **Anexo 6** de este estudio técnico).*

**Norma Oficial Mexicana NOM-077-SEMARNAT-1995.-** Procedimiento de medición para la verificación de los niveles de emisión de la opacidad del humo proveniente del escape de los vehículos automotores en circulación que usan diesel como combustible. Publicada en el Diario Oficial de la Federación el 13 de noviembre de 1995.

*Durante las etapas de preparación del sitio y construcción del proyecto, la emisión de gases que se generarán por la combustión de hidrocarburos de la maquinaria pesada, equipos de construcción por utilizar diesel como combustible, deberán cumplir con lo establecido en esta Norma, obligando al promovente y operadores de la maquinaria pesada y equipo, obligando al promovente y operadores al mantenimiento periódico de sus unidades.*

**Norma Oficial Mexicana NOM-080-SEMARNAT-1994.-** Que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido proveniente del escape de los vehículos automotores, motocicletas y triciclos motorizados en circulación y su método de medición. Publicada en el Diario Oficial de la Federación el 13 de enero de 1995.

*Esta Norma se aplicará para regular los niveles de ruido que se emitirán a la atmósfera por la operación de la maquinaria y vehículos que serán utilizados durante la construcción del proyecto, así como de los vehículos encargados del transporte del material.*

**Norma Oficial Mexicana NOM-081-SEMARNAT-1994.-** Que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido de las fuentes fijas y su método de medición. Publicada en el Diario Oficial de la Federación el 13 de enero de 1995.

*Esta Norma se aplicará para regular los niveles de ruido que se emitirán a la atmósfera por la operación del equipo de construcción.*

*El promovente deberá cumplir y hacer cumplir a través de terceros durante la preparación del sitio, construcción y operación del proyecto, toda la legislación en las siguientes materias: de Vías Generales de Comunicación, Ambiental y Forestal, así como al cumplimiento de las Normas Oficiales Mexicanas y demás aplicables al proyecto.*

### III. 5 PLANES O PROGRAMAS DE DESARROLLO URBANO (PDU)

**Plan Estatal de Desarrollo (2011-2016).** El Plan Estatal de Desarrollo 2011-2016 de Quintana Roo, desarrollado por el actual gobierno, tiene como Objetivo Estratégico: armonizar el crecimiento y la distribución territorial de la población con las exigencias del desarrollo sustentable, para mejorar la calidad de vida de los quintanarroenses y fomentar el equilibrio de las regiones del Estado.

Asimismo el Plan Estatal de Desarrollo 2011-2016, en su capítulo II, subcapítulo II.6.3., en su estrategia 3, considera la Ampliación de la Infraestructura y Mejora a la Eficiencia en los Servicios Aeroportuarios, con el fin de garantizar que las instalaciones aeroportuarias mantengan seguridad y eficiencia operativa para todos los usuarios, así como elevar el grado de accesibilidad y eficiencia de los servicios de transportes y carga aérea, en las zonas con potencial de desarrollo económico, promoviendo la ampliación y modernización de los aeropuertos internacionales del estado, gestionar la construcción de nuevos aeropuertos y aeropistas en el Estado, establecer en apoyo a la actividad turística, un programa de rescate, conservación, mantenimiento y reparación de las aeropistas de aterrizaje que se encuentran en el Estado y fomentar el desarrollo de rutas aéreas regionales, nacionales e internacionales, para distribuir los flujos turísticos y dar una utilización óptima al sistema de aeropuertos y aeropistas estatales.



**Plan Municipal de Desarrollo de Solidaridad (2013-2016).** En el eje 3 Desarrollo Territorial y Económico tiene como objetivo general lo siguiente: Conformar un futuro más próspero y sustentable en el Municipio, a través del desarrollo económico y turístico, la creación de grandes proyectos y más empleos, siempre tomando en cuenta políticas que enfatizan el cuidado y conservación del territorio y la naturaleza.

Para cumplir lo anterior traza una de las siguientes necesidades:

3.1 Ampliar la oferta turística y económica

3.3 Mejorar la infraestructura para la promoción turística.

**Programa Director de Desarrollo Urbano 2001-2026 de Playa del Carmen, Municipio de Solidaridad, Quintana Roo.** En su Capítulo IV, Subcapítulo IV.1.4. Comunicaciones, Vialidad y Transporte, Fracción K, manifiesta el “Reubicar la pista aérea existente y promoviendo la creación de una Terminal Aérea de mayores dimensiones que apoye el desarrollo turístico”.

*Como se puede observar en los párrafos anteriores el proyecto se encuentra plenamente acorde a planes y programas rectores de desarrollo estatal y municipal; por lo tanto es importante comentar que es totalmente acorde con el ambiente y viable totalmente su desarrollo.*

### III.6 OTROS INSTRUMENTOS

En Playa del Carmen existe un Aeródromo, que dadas sus características y dimensiones y, además de que ya se encuentra inmerso en la traza urbana, requiere con urgencia de su reubicación en otro sitio. Por tal razón, el proyecto se pretende llevar a cabo en el Lote 040-3, Predio San Julián, Fracción 1 con una superficie de 152.815879 ha y ubicada en el Municipio de Solidaridad, Quintana Roo.

El proyecto trata de la reubicación y construcción de dicho aeródromo, el cual en primera instancia debe garantizar el cumplimiento de la legislación vigente; por lo que las siguientes Leyes, Reglamentos, Normas Oficiales Mexicanas, así como la demás legislación vigente aplicable en materia ambiental y de vías generales de comunicación, son de observancia y de aplicación obligatoria por parte del promovente para el cumplimiento de las mismas para el proyecto “Emplazamiento del aeródromo de Playa del Carmen en un predio de 152.815879 hectáreas” que se localiza en la carretera federal 307, km 277+162 del tramo Puerto Aventuras - Playa del Carmen, con una desviación al oeste de 9 km, en el municipio de Solidaridad, Quintana Roo.

- **OTRAS LEYES Y REGLAMENTOS DE IMPORTANCIA.**

Para el cumplimiento entre otras, de la legislación del Sector **Vías Generales de Comunicación**, es la **Secretaría de Comunicaciones y Transportes**, la Dependencia Federal a cargo y responsable del cumplimiento de las siguientes Leyes y Reglamentos relacionadas:

**De la LEY DE VÍAS GENERALES DE COMUNICACIÓN.** (Publicado en el Diario Oficial de la Federación el 19 de febrero de 1940. Última Reforma publicada en el Diario Oficial de la Federación el 25 de octubre de 2005).

La vinculación entre otras, de esta Ley de Vías Generales de Comunicación con el proyecto, deriva de manera general conceptualmente de las concesiones y contratos, de la explotación y construcción de vías generales de comunicación, del cumplimiento de obligaciones de los concesionarios, del cambio de domicilio, de la inspección y vigilancia a través de la SCT, por lo que se deberá dar cumplimiento de los siguientes artículos: 2, fracción I; 3, fracciones I, II, III, VI, IX, XII y XIII; 4, fracciones I y II; 8; 10; 12; 14; 15; 16; 40; 41; 45; 99; 117.

**De la LEY DE AVIACIÓN CIVIL.** (Publicada en el Diario Oficial de la Federación el 12 de mayo de 1995. Última Reforma publicada en el Diario Oficial de la Federación el 5 de julio de 2006).

La siguiente Ley de Aviación Civil de orden público, entre otras, se vincula con el proyecto con el objeto de regular la explotación, uso o aprovechamiento del espacio aéreo mexicano, prestación y desarrollo de servicios de transporte aéreo civil, de conceptos generales, de la clasificación de las aeronaves, del buen funcionamiento de los Aeródromos, de la Autoridad en los Aeródromos, de la nacionalidad de los Comandantes, de la acreditación de las aeronaves para obtener concesiones, de los servicios de transporte aéreo sujetos a permisos, de seguridad de las aeronaves, del Registro Aeronáutico Mexicano, del cumplimiento en materia de protección al ambiente relacionado con el ruido y la emisión de contaminantes, por lo deberán de dar cumplimiento de los siguientes artículos: 1; 2, fracciones I y II; 3; 4, fracciones del I al IV; 5, fracciones I y II; 6, fracciones del I al VII, IX, X, XII, XIV, XV y XVI; 7, fracciones del I al VII; 7 BIS, fracciones del I al VIII; 9, fracciones I y II; 11, fracciones del I al IV; 17; 18; 28; 29; 31; 35; 44; 47, fracciones del I al V; 76.

**Del REGLAMENTO DE LA LEY DE AVIACIÓN CIVIL.** (Publicado en el Diario Oficial de la Federación el 7 de diciembre de 1998. Última Reforma publicado en el Diario Oficial de la Federación el 24 de junio de 2004).

El siguiente Reglamento de la Ley de Aviación Civil de orden público, entre otros, se vincula con el proyecto para el tipo de servicio público de transporte aéreo nacional, del tipo de servicio para los pasajeros, de los permisos del servicio de transporte aéreo privado comercial, del apoyo al Comandante o pilotos de las aeronaves por parte del oficial de operaciones, del servicio de meteorología aeronáutica, de seguridad, orden y fluidez que otorga el controlador de tránsito aéreo a las aeronaves, de la responsabilidad de los concesionarios y permisionarios con el personal a su cargo, del cumplimiento en las Aeronaves de los límites de ruido con las Normas Oficiales Mexicanas y su certificación, de la emisión por parte de la SCT de Normas Oficiales Mexicanas relativas a la homologación de ruido, de la responsabilidad de los concesionarios y permisionarios del cumplimiento de las NOM para la protección al ambiente en los motores de las aeronaves, del personal que cumpla con los requisitos y condiciones previstas en las reglas de tránsito aéreo; por lo que deberán cumplir además de otras legislaciones con los siguientes artículos: 3; 5, fracciones del I al IV; 8, fracciones I, II y III; 14, fracciones I, II y III; 15, fracciones I y II; 58; 91; 92; 103, fracciones I y II; 109, fracciones del I al IX; 147; 148; 149; 151; 154, fracciones I, II y III; 156; 162.

**De la LEY DE AEROPUERTOS.** (Publicado en el Diario Oficial de la Federación el 22 de diciembre de 1995. Última Reforma publicada en el Diario Oficial de la Federación el 5 de julio de 2006).

La siguiente Ley de Aeropuertos de orden público, entre otras, se vincula con el proyecto con el objeto de la regulación de la construcción, administración, operación y explotación de los aeródromos civiles, de la clasificación de los Aeródromos, de los tratados internacionales y demás leyes (Vías Generales de Comunicación, de Bienes Nacionales, de Aviación Civil, del Procedimiento Administrativo, de Metrología y Normalización, etc.), de la atribución y representación de la autoridad aeroportuaria, de los servicios de control de tránsito aéreo, radioayudas, telecomunicaciones e información aeronáutica, de la reubicación de aeródromos, de la solvencia jurídica, administrativa y financiera de los concesionarios, del acceso a los Aeródromos a las autoridades federales, de la protección al ambiente, de la construcción de nuevos aeródromos, de la administración de los Aeródromos, de la disponibilidad para que se cuente con infraestructura aeroportuaria, instalaciones, equipo, señalización, servicios y sistemas de organización adecuados y suficientes para la operación del Aeródromo, de la vigilancia en los Aeródromos, de los Cuerpos de Rescate y Extinción de Incendios, de las sanciones, se deberá de dar cumplimiento de los siguientes artículos: 1; 2, fracciones I, II y III; 4, fracciones del I al VI; 5; 6, fracciones del I al XII; 7; 8; 9; 10; 12, fracciones I y II y último párrafo; 14; 17; 18; 31; 39; 40; 41; 43, fracciones del I al VII; 45; 46; 47; 64; 71; 72; 74; 81, fracciones del I al XVI; 84; 85.

**Del REGLAMENTO DE LA LEY DE AEROPUERTOS.** (Publicado en el Diario Oficial de la Federación el 17 de febrero de 2000. Última Reforma publicado en el Diario Oficial de la Federación el 9 de septiembre de 2003).

El siguiente Reglamento de la Ley de Aeropuertos de orden público, es entre otros, los conceptos de Ley para el reglamento, transportista aéreo, operador aéreo y Secretaría, la clasificación de los Aeródromos civiles, de las normas básicas de seguridad en los Aeródromos civiles, de las sociedades mercantiles con participación de los gobiernos de los estados para la construcción de Aeródromos, de la reubicación del Aeródromo, de las políticas y programas de seguridad y eficiencia del Sistema Aeroportuario Nacional en los Aeródromos, del aviso de inicio de obras a la SCT, de la designación del Administrador aeroportuario, de las aéreas definidas de los Aeródromos civiles, de la infraestructura e instalaciones de los Aeródromos, del sistema de comunicación en los Aeródromos, de la ubicación del Cuerpo de Rescate y Extinción de Incendios (CREI), de los señalamientos y avisos visuales o auditivos en los Aeródromos, de las obras de construcción destinadas al servicio de navegación aérea y al CREI, de las obras de construcción del Aeródromo apegadas al proyecto ejecutivo, de las terminación de las obras de construcción, de desastres naturales, disturbios sociales, amenazas, accidentes, etc. en los Aeródromos, del número de los servicios a la navegación aérea en los Aeródromos, en caso del abastecimiento de combustible para las aeronaves, de la responsabilidad de los concesionarios o permisionarios de que el personal que emplee para realizar funciones de inspección, de apoyo al personal técnico y para la prestación de los servicios en la zona restringida, acredite que cuenta con la capacitación y el adiestramiento necesario para esas funciones, de los horarios de aterrizaje y despegue y número de servicios durante la operación en el Aeródromo, de la conservación de la Plataforma, Calles de rodaje, y Pista de los Aeródromos, de la limpieza de las áreas de servicio para las aeronaves en los Aeródromos, de la prohibición en los Aeródromos, de las comunicaciones de radio en

banda privada y aeronáutica, de la intercomunicación dentro de los Aeródromos, de las reglas de operación de cada Aeródromo de servicio al público, de la autorización de las reglas de operación del Aeródromo por parte de la SCT, de la observancia de las medidas de seguridad por parte de los prestadores de servicios aeroportuarios, complementarios, comerciales, transportistas y operadores aéreos, deberán cumplir entre otros, con los siguientes artículos: 2, fracciones I, II y III; 3; 5; 8, fracciones del I al IV; 9, fracción I, incisos a), b), c), d), e), fracción II, incisos a), b), c), d), e), subincisos i), ii), iii), iv), fracciones f), g), fracción III, incisos a), b) y c), fracción IV), incisos a), b), c), d) y fracción V; 10, fracción I, incisos a), b) y c) y fracción II; 11, fracciones I y II, incisos a) y b), fracciones III y IV; 12; 16; 18; 26; 27, fracción I, incisos a) y b), fracciones II y III; 29, fracciones I y II, incisos a), b), c), d), e); 30; 31; 32; 33; 34; 35; 38; 39; 40; 42; 45; 50; 51; 54; 62; 77; 78; 86; 87, fracciones I y II; 90; 93; 94; 111; 116; 118, fracciones del I al VII; 119; 122; 125, fracciones del I al V; 126; 127, fracción I, incisos a), b) y c), fracción II, incisos a), b), c), d), e), f), fracciones III, IV, V, VI, incisos a), b), c), fracción VII, incisos a), b), c), fracción VII, incisos a), b), c), fracciones VIII, IX, X y XI; 128.

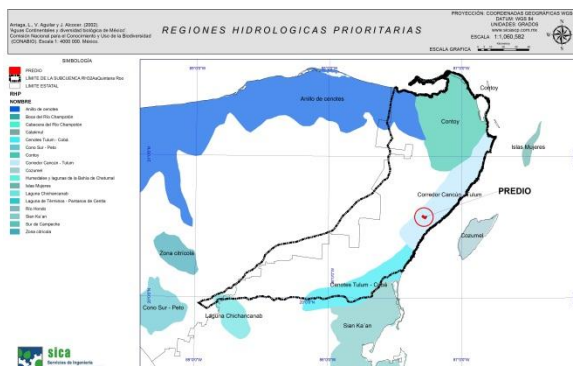
**Del REGLAMENTO PARA LA PROTECCIÓN DEL AMBIENTE CONTRA LA CONTAMINACIÓN ORIGINADA POR LA EMISIÓN DEL RUIDO** (Publicado en el Diario Oficial de la Federación el 6 de diciembre de 1982).

Durante la preparación del sitio y construcción del proyecto, se usará maquinaria pesada (D8, trascabos, etc.); así también durante la operación, las aeronaves que harán uso del Aeródromo contaminarán con ruido, por lo que el cumplimiento de los siguientes artículos compensará al mantenimiento adecuado tanto de la maquinaria a utilizar como de las aeronaves que operen sus rutinas de vuelo: 6, fracciones I y II; 8; 11; 12, fracciones del I al VI; 17; 23, fracciones I, II y III; 24.

Lo anterior con respecto a la emisión de ruido, se vincula con el artículo 55 de la LGEEPA relacionado al cumplimiento de las Normas Oficiales Mexicanas: NOM-036-SCT3-2000, NOM-080-SEMARNAT-1995 y NOM-081-SEMARNAT-1994.

- OTROS REGIONES DE IMPORTANCIA.

**REGIÓN HIDROLÓGICA PRIORITARIA.** El proyecto se encuentra inmerso dentro de la Región Hidrológica Prioritaria (RHP) 105. Corredor Cancún-Tulum, tal como se puede observar a continuación.



**Figura 3.3.** Ubicación del área del proyecto en la RHP 105. Corredor Cancún-Tulum.  
**Vinculación:** A pesar de que el predio bajo estudio se encuentra inmerso dentro de la Región Hidrológica Prioritaria (RHP) 105. Corredor Cancún – Tulum no se registraron

cuerpos de aguas superficiales que conecte con las bondades motivo de la declaración de la RHP 105: lagunas de Chakmochuk y Nichupté, cenotes, estuarios, humedales. No obstante a lo anterior, el proyecto tiene contemplado la instalación de una Microplanta de Tratamiento de Aguas Residuales prefabricado (Boss Technology); asimismo, se aplicaran procedimientos de manejo y disposición final de residuos sólidos urbanos y residuos peligrosos, supervisión ambiental para la vigilancia en el cumplimiento de las medidas de mitigación para los impactos al recurso agua y los procedimientos. Todo lo anterior se hace con la finalidad de evitar la contaminación del recurso agua de la región.

**REGIÓN MARINA PRIORITARIA.** El proyecto no se encuentra inmerso dentro alguna Región Marina Prioritaria (RMP) de la subcuenca, tal como se puede observar a continuación.

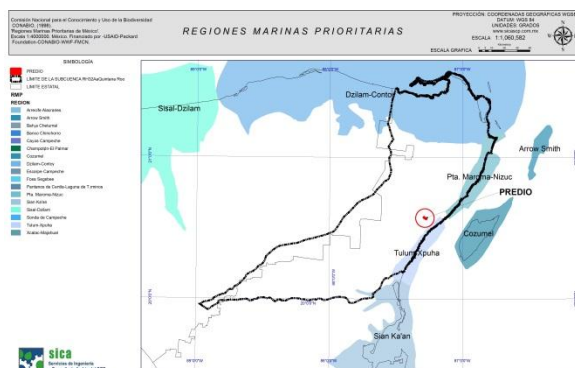


Figura 3.4. Ubicación del área del proyecto en la RMP de la subcuenca Quintana Roo.

**Vinculación:** No aplica, ya que el proyecto no se encuentra inmerso dentro de alguna RMP de la subcuenca (la más cercana es la RMP Tulum-Xpuha que está a 11 km de distancia). Sin embargo, el proyecto tiene contemplado la instalación de una Microplanta de Tratamiento de Aguas Residuales prefabricado (Boss Technology); asimismo, se aplicaran procedimientos de manejo y disposición final de residuos sólidos urbanos y residuos peligrosos, supervisión ambiental para la vigilancia en el cumplimiento de las medidas de mitigación para los impactos al recurso agua y los procedimientos. Todo lo anterior se hace con la finalidad de evitar la contaminación del recurso agua de la región.

**REGIÓN TERRESTRE PRIORITARIA.** El proyecto no se encuentra inmerso dentro de alguna Región Terrestre Prioritaria (RTP) de la subcuenca, tal como se puede observar a continuación.

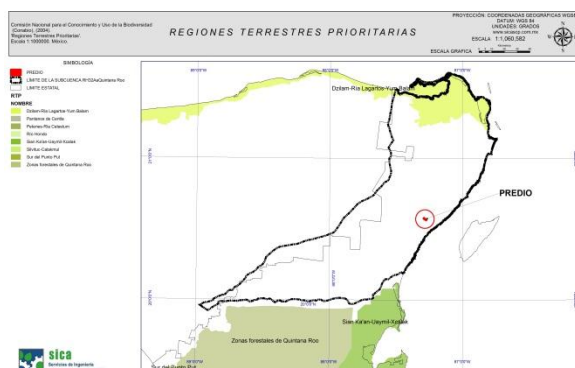
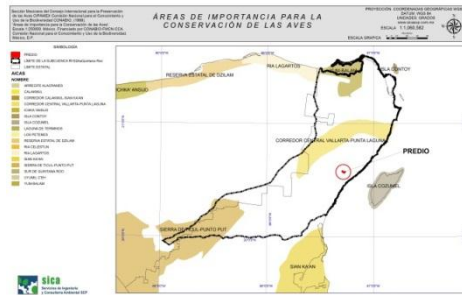


Figura 3.5. Ubicación del área del proyecto en la RTP de la subcuenca Quintana Roo.

**Vinculación:** No aplica, ya que el proyecto no se encuentra inmerso dentro de alguna RTP de la subcuenca (la más cercana es la RTP Sian Ka'an-Uaymil-Xcalak que está a 70 km de distancia). Sin embargo, el proyecto tiene contemplado la permanencia de un área de conservación con 119.4882 ha (78.19% respecto al total del predio) con suelo, vegetación natural y en general biodiversidad de la región.

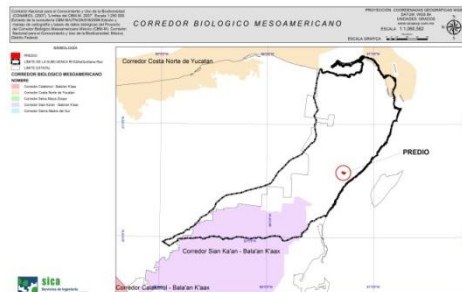
**ÁREAS DE IMPORTANCIA PARA LA CONSERVACIÓN DE LAS AVES (AICAS).** El proyecto no se encuentra inmerso dentro de alguna AICAS de la subcuenca, tal como se puede observar a continuación.



**Figura 3.6.** Ubicación del área del proyecto en las AICAS de la subcuenca Quintana Roo.

**Vinculación:** No aplica, ya que el proyecto no se encuentra inmerso dentro de alguna AICAS de la subcuenca (la más cercana es la AICA Corredor Central Vallarta Punta Laguna que está a 30 km de distancia). Sin embargo, el proyecto tiene contemplado la permanencia de un área de conservación con 119.4882 ha (78.19% respecto al total del predio) con suelo, vegetación natural y en general biodiversidad de la región. Esta zona puede ser usado para el percheo, descanso y como hábitat de algunas especies de aves de la región o bien migratorias.

**CORREDOR BIOLÓGICO MESOAMERICANO (CBM).** El proyecto no se encuentra inmerso dentro de algún Corredor Biológico Mesoamericano (CBM) de la subcuenca, tal como se puede observar a continuación.



**Figura 3.7.** Ubicación del área del proyecto en el CBM de la subcuenca Quintana Roo.

**Vinculación:** No aplica, ya que el proyecto no se encuentra inmerso dentro de alguna CBM de la subcuenca (la más cercana es el CBM Corredor Sian Ka'an Bala'am K'aax que está a 45 km de distancia). Sin embargo, el proyecto tiene contemplado la permanencia de un área de conservación con 119.4882 ha (78.19% respecto al total del predio) con suelo, vegetación natural y en general biodiversidad de la región. Esta zona puede ser usada como un corredor de fauna de las especies típicas de la región.



*CONSTRUCTORA DALGO S.A. DE C.V.*

# CAPITULO IV

DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL (SAR) Y SEÑALAMIENTO DE TENDENCIAS DEL DESARROLLO Y DETERIORO DE LA REGIÓN



**sica**

Servicios de Ingeniería  
y Consultoría Ambiental SCP

## CAPITULO IV.

|  |          |
|--|----------|
| <b>CAPÍTULO IV. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL (SAR) Y SEÑALAMIENTO DE TENDENCIAS DEL DESARROLLO Y DETERIORO DE LA REGIÓN.</b> ..... | <b>2</b> |
| IV.1 DELIMITACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO DONDE PRETENDE ESTABLECERSE EL PROYECTO .....  | 2        |
| IV.2 CARACTERIZACIÓN Y ANÁLISIS DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL (SAR).....  | 5        |
| IV.2.1. CARACTERIZACIÓN Y ANÁLISIS RETROSPECTIVO DE LA CALIDAD AMBIENTAL DEL SAR .....   | 5        |
| IV.2.2.1 MEDIO ABIÓTICO.....   | 6        |
| IV.2.2.2 MEDIO BIÓTICO .....   | 20       |
| IV.2.2.3 MEDIO SOCIOECONÓMICO .....  | 21       |
| IV.2.2.4 PAISAJE .....   | 67       |
| IV.3 SERVICIOS AMBIENTALES QUE PUDIERAN PONERSE EN RIESGO POR EL CAMBIO DE USO DEL SUELO PROPUESTO .....   | 69       |
| IV.4 DIAGNÓSTICO AMBIENTAL.....  | 80       |



# IV

## CAPÍTULO IV. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL (SAR) Y SEÑALAMIENTO DE TENDENCIAS DEL DESARROLLO Y DETERIORO DE LA REGIÓN

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

Para poder determinar estos impactos, su generación y repercusiones posteriores, fue necesario determinar un área elemental que pueda ser evaluada, para ello se desarrolló un análisis de las condiciones abióticas y bióticas (aspecto ecológico) del Sistema Ambiental Regional (SAR) de estudio en el cual se encuentra inmerso el proyecto.

El aspecto ecológico del medio ambiente se circunscribe a la flora, fauna, agua, tierra y aire, siendo sólo una parte del medio ambiente, por lo que debe tenerse especial atención en tomar en cuenta la totalidad de los impactos. Ante esta situación se describirá y analizará de manera integral el Sistema Ambiental de estudio, en el que se encuentra el Proyecto. En primera instancia, como ya se mencionó, se delimitó el área de estudio sobre la base de una serie de criterios técnicos, normativos y de planeación, tomando como base los siguientes atributos, entre los que se encuentran las siguientes:

- Dimensiones del proyecto.
- Ubicación.
- Unidades de gestión ambiental
- Unidades Climáticas.
- Unidades Edafológicas.
- Sistema de Topoformas.
- Hidrología Superficial.
- Uso desuelo y Vegetación.
- Subcuenca

Una vez determinado técnicamente los atributos para la delimitación del SAR se sobrepusieron todas las capas temáticas para su mejor acotamiento en el programa ArcMap 10.2 y utilizando la información de las capas o shapes obtenidas del portal del INEGI, esto se realizó con el objetivo de poder determinar en base a los criterios anteriormente enlistados y los recorridos de campo, las áreas y temas que deben de quedar incluidas y excluidas para la delimitación del SAR. Una vez analizados todos los atributos se procedió a definir el SAR, para ello se observó que todos los atributos físicos y biológicos sobrepasaban el predio, perdiéndose la posibilidad de realizar una evaluación objetiva tal como se observa en la secuencia de las Figuras 4.1 (Ubicación), 4.2 (Unidad de Gestión Ambiental), 4.4 (Clima), 4.8 (Suelos), 4.11 y 4.12 (Hidrología Superficial), 4.13

y 4.14 (Geología), y 4.15 (Tipo de vegetación), en cuanto a la subcuenca, ésta también es demasiado extensa y abarca un gran número de ecosistemas que no serán afectados por el proyecto, por lo tanto se hace una delimitación con respecto a la subcuenca para demostrar los gran número de ecosistemas presentes que no serán afectados y se procedió a una delimitación más objetiva tomando en cuenta las áreas de afectación directa con respecto a los impactos (ruido, emisiones, dimensiones del proyecto, alcances socioeconómicos, entre otros), por lo que el sistema ambiental regional definido como se muestra en la **Figura 4.3**.



Figura 4.1. Ubicación del proyecto.

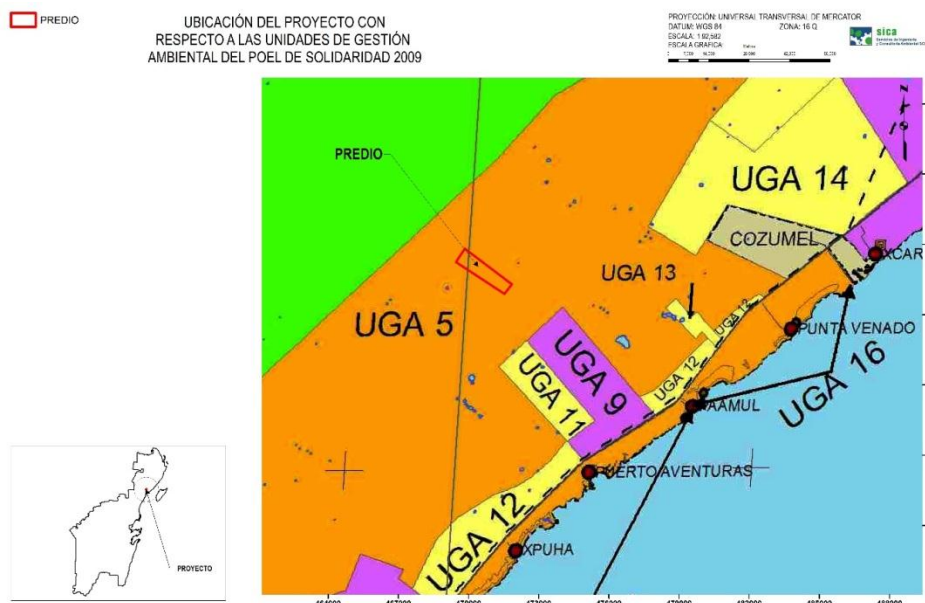


Figura 4.2. Ubicación del proyecto con respecto al POEL de Solidaridad 2009.

Las afectaciones directas están dentro del área de construcción y en los límites inmediatos a ésta. Es importante mencionar que las afectaciones directas involucran de cierta forma más de 1000 metros a los alrededores del predio, debido a que durante la construcción del proyecto habrá maquinaria cuyas afectaciones rebasarán más allá de los límites directos. Habrá otros impactos que tendrán mayor alcance y esto es debido al movimiento de vehículos y personal que labore durante las primeras etapas del proyecto.

Las distancias que se mencionarán a continuación fueron definidas de acuerdo a las dimensiones de construcción, lo cual influye en el número de maquinaria utilizar y al personal involucrado, debido a que el área es pequeña con respecto al resto del predio y a los atributos del sistema ambiental se definieron estas dimensiones.

Las afectaciones se describen de la siguiente manera (**Figura 4.3**):

- Ruido 1000 m el cual produce mayor desplazamiento, reducción de áreas de actividad y un bajo éxito reproductivo, lo que está asociado a pérdida del oído, aumento de las hormonas del estrés, comportamientos alterados e interferencias en la comunicación durante la época reproductiva.
- Ruido y visual 400 m en algunas ocasiones por el cambio de horario tiende a anochecer más temprano, y por lo tanto se encenderán las luces de algunos vehículos que maniobran sobre el área de construcción y colindantes, impactan negativamente a la fauna silvestre. Algunos animales tienden a alejarse de las luces artificiales, mientras que otros pueden ser atraídos por las luces (tapacaminos, rapaces nocturnas, insectos, entre otros).
- Afectación física 40 m en la cual se refiere que las estructuras y basura física, como latas, vidrio, cascajo, llantas, y otros, pueden favorecer a algunos animales, como roedores, insectos y lagartijas, lo que puede atraer a otro tipo de fauna, ocasionando un incremento en el índice de daño.
- Afectación biológica 20 m, en la cual Residuos arrojados desde los vehículos y personal que labora o bien tiraderos clandestinos pueden generar impactos negativos de distinta índole, favoreciendo la generación de fauna nociva. Esto ocasionaría un incremento de fauna atropellada de animales atraídos por restos orgánicos e incluso podría representar un problema de seguridad vial y salud humana.
- Afectación por obras 10 m, en la que las actividades directas de la construcción afectan al ambiente, todo se puede reducir con una adecuada supervisión ambiental.

Una vez delimitado nuestro sistema Ambiental en la que se desarrollará el proyecto, en los siguientes puntos se presentará una descripción de las condiciones físicas y bióticas actuales de la zona. Se hará mención de las condiciones imperantes en la zona.



Figura 4.3. Afectación en la delimitación de Sistema Ambiental Regional.

## IV.2 CARACTERIZACIÓN Y ANÁLISIS DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL (SAR)

### IV.2.1. CARACTERIZACIÓN Y ANÁLISIS RETROSPECTIVO DE LA CALIDAD AMBIENTAL DEL SAR

En términos generales, el SAR en donde se encuentra inmerso el predio bajo estudio se encuentra en un nivel bajo-medio en cuanto calidad ambiental debido entre muchas causas, la afectación permanente de la zona por fenómenos naturales como los huracanes e incendios forestales, principalmente. Sin embargo, el hombre también ha contribuido a la afectación de la calidad ambiental del SAR debido a que deforestado la selva mediana subperennifolia con la finalidad de establecer la agricultura de temporal y la ganadería, la urbanización (construcción de carreteras, fraccionamientos, comercios, etc), etc. La deforestación es una de las principales causas de la calidad ambiental; pues la vegetación junto con el suelo tienen el papel fundamental en la continuidad para la formación de suelos, flujo de materia y energía en este (presencia de microbiota edáfica), captura de carbono, liberación de oxígeno, captación del agua y purificación de la misma, amortiguamiento ante fenómenos naturales como los huracanes, etc.

Actualmente en el SAR se encuentra poblada principalmente por una vegetación secundaria derivada de selva mediana subperennifolia con diferentes grados de sucesión y recuperación en donde se pueden también observar terrenos forestales debido

principalmente por el valor dasométrico de sus ejemplares arbustivos y arbóreos. No obstante a lo anterior, el ecosistema actual es capaz de brindar refugio y de ser hábitat para algunas especies de fauna silvestre (generalistas) y de ser una fuente de conectividad con otras áreas que al final funjan como corredores de fauna.

El tipo de suelo presente dentro del SAR es de reciente origen (Litosol-Rendzina), el terreno es casi totalmente plana y sin una hidrología superficial presente. En cuanto a la hidrología subterránea se tiene que en SAR se tiene una calidad de agua aceptable.

Una vez visto lo anterior, es de indicar que la línea cero del SAR tiene una calidad ambiental de categoría baja-mediana. A continuación se presentan los diferentes componentes del medio abiótico, biótico y socio-económico del SAR:

#### IV.2.2.1 MEDIO ABIÓTICO

##### Clima

- Tipo de clima

Se han determinado las características del clima en la región, por lo que de acuerdo al sistema de clasificación de Köppen, modificado por García (1988), se ha definido que en la zona costera del noreste de Quintana Roo predomina el tipo climático Aw2(x') (Figura 4.4). Este es correspondiente a un clima cálido subhúmedo (el más húmedo de los climas subhúmedos que se distribuyen en el estado de Quintana Roo). Ese tipo de clima es isotermal y la temporada de mayor precipitación se manifiesta en los meses de verano e invierno. De manera específica, el comportamiento anual de estos parámetros atmosféricos se muestra en la **Figura 4.5**.

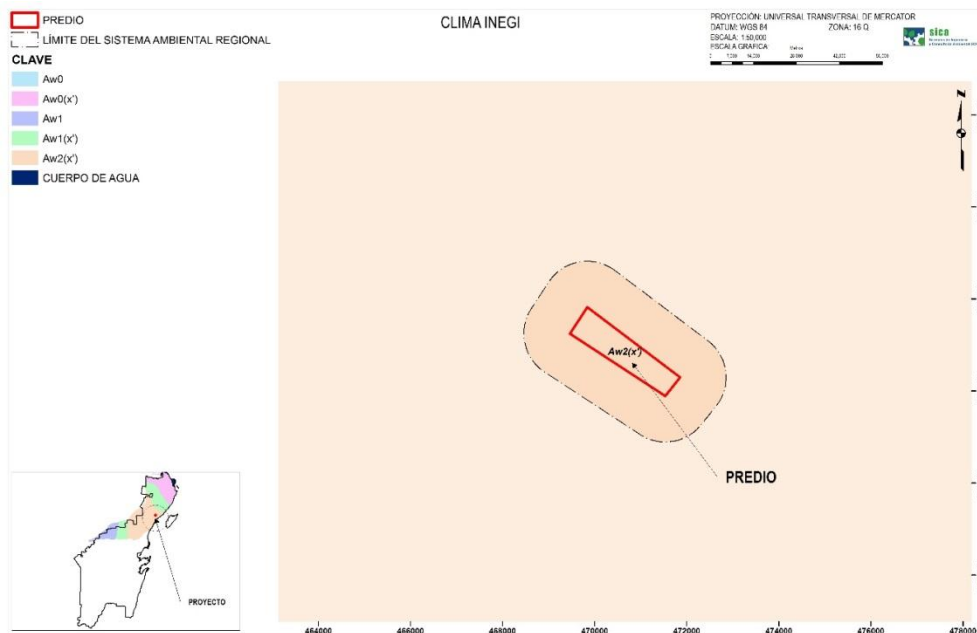


Figura 4.4. Tipo de clima presente en SAR.

- **Temperaturas promedio mensual, anual y extrema.**

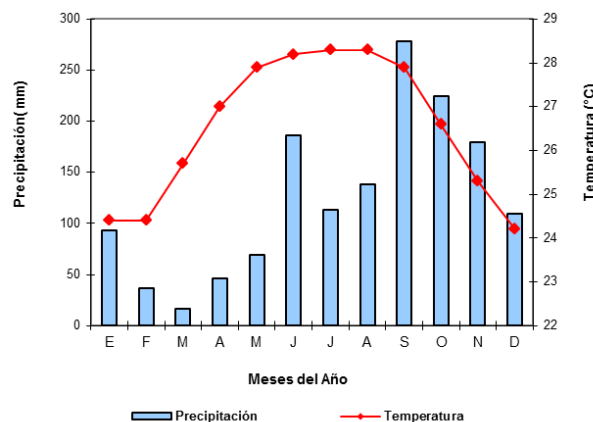
De 1983 a la fecha, la Estación Meteorológica de Tulum ha tomado los registros de temperatura promedio mensual que se muestran en la **Tabla 4.1**. De esta tabla se tiene que para la región el mes más frío corresponde a diciembre con 24.2 °C; y los más calientes son julio y agosto con 28.3 °C. La oscilación térmica anual (diferencia en temperatura entre el mes más frío y el mes más caliente) es de 4.1, valor que indica un clima isotermal, es decir, en la zona los cambios en la temperatura promedio mensual son mínimos y no significativos. Por otra parte, de acuerdo a los registros que se tienen, se reporta una temperatura promedio anual de 26.5 °C. También se tienen registros en la zona que indican que julio es el mes en donde se presentan las temperaturas extremas más elevadas (hasta 36.5 0C) y febrero es el mes más frío (9 °C).

- **Precipitación promedio mensual, anual y extrema (mm).**

Los datos de precipitación registrados por la Estación Meteorológica de Tulum se presentan en la **Tabla 4.1**. De esta forma, se considera que la región se manifiesta una precipitación promedio anual que alcanza los 1,488.7 mm. Asimismo, se registra a marzo como el mes más seco con 16.1 mm; mientras que septiembre es el mes más lluvioso con 277.8 mm.

**Tabla 4.1** Registros de temperatura en la estación Meteorológica de Tulum.

| MESES                 | TEMPERATURA | PRECIPITACIÓN  |
|-----------------------|-------------|----------------|
| ENERO                 | 24.4        | 93.6           |
| FEBRERO               | 24.4        | 36.6           |
| MARZO                 | 25.7        | 16.1           |
| ABRIL                 | 27.0        | 46.2           |
| MAYO                  | 27.9        | 68.9           |
| JUNIO                 | 28.2        | 186.6          |
| JULIO                 | 28.3        | 113.4          |
| AGOSTO                | 28.3        | 138.0          |
| SEPTIEMBRE            | 27.9        | 277.8          |
| OCTUBRE               | 26.6        | 224.1          |
| NOVIEMBRE             | 25.3        | 179.1          |
| DICIEMBRE             | 24.2        | 109.2          |
| <b>PROMEDIO ANUAL</b> | <b>26.5</b> | <b>1,489.7</b> |



**Figura 4.5** Climograma para la Estación Meteorológica de Tulum, Quintana Roo.

- ***Vientos dominantes (dirección y velocidad) mensual y anual.***

En la zona cercana al proyecto no existen registros con referencia a los vientos dominantes. Sin embargo, se presentan los datos que provienen de la Estación del Centro de Ciencias del Mar y Limnología, de la UNAM, ubicada en el poblado de Puerto Morelos, que se encuentra a una distancia aproximada de 70 Km al Norte respecto del sitio de interés.

De acuerdo con estos datos, en la mayor parte del año se presentan vientos que provienen del Este y la velocidad media anual es de 5.04 m/seg. Conforme a los datos anteriores, se señala que como sucede con el resto de la costa Quintanarroense, en la zona de interés hay influencia de masas de aire marítimo tropical que es transportado por los vientos Alisios provenientes del mar Caribe y el océano Atlántico.

Estas masas se presentan a partir de Febrero y hasta Julio, alcanzando velocidades de 5.13 m/seg. Durante la época invernal las masas de aire continental, son de origen polar y alcanzan una velocidad promedio de 5.5 m/seg. Ocasionalmente se presentan masas de aire procedentes de la zona de interconvergencia tropical del Pacífico, las cuales atraviesan por el istmo de Tehuantepec y llegan a tener algún tipo de influencia hasta la zona del predio de interés.

- ***Humedad relativa.***

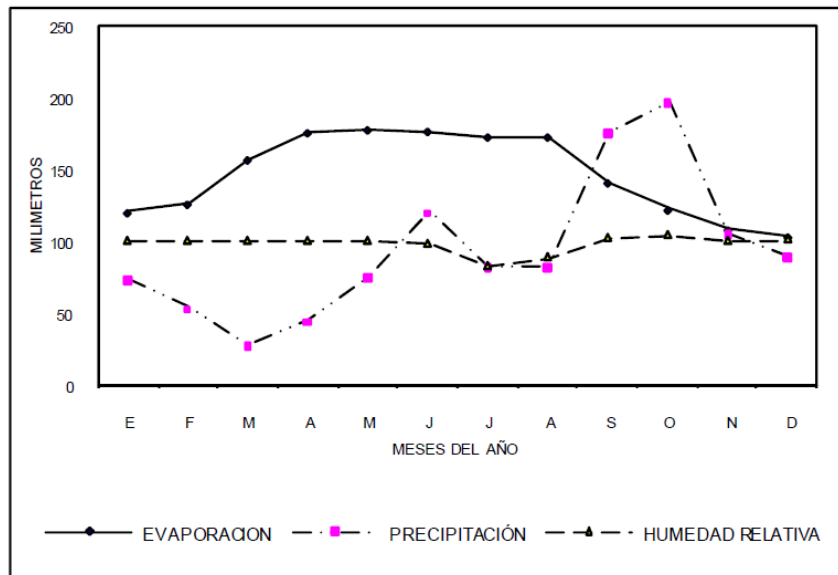
La humedad relativa media anual oscila alrededor del 94.4 %, misma que se mantiene casi constante a través de año, recibiendo además, aportes de aire marítimo tropical provenientes del mar Caribe. En lo que se refiere a la humedad máxima y mínima extremas mensuales, éstas comprenden aproximadamente el 97 % y el 60 % respectivamente.

- ***Balance hídrico (evaporación y evapotranspiración).***

La Estación Meteorológica de Tulum no lleva a cabo el registro de los valores que permitan determinar el balance hídrico de la región, por ello este apartado se ha elaborado con base en la información proporcionada por la Estación de Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, de la UNAM, con sede en el poblado de Puerto Morelos.

Durante los meses de primavera y verano existen valores de evaporación mucho más altos, con un promedio de 178 mm, que los que se captan por medio de la precipitación pluvial, lo cual es ocasionado por las altas temperaturas que se presentan en la zona.

Para el final del verano y principio del otoño, en donde las lluvias se hacen manifiestas en la región, se compensan de manera significativa los volúmenes de humedad perdidos por evaporación (un promedio de 120 mm), siendo ésta una contribución importante para la recarga del acuífero.



**Figura 4.6** Valores de evaporación, humedad y humedad relativa en la zona costera de Quintana Roo.

- **Frecuencia de heladas, nevadas, nortes, tormentas tropicales y huracanes, entre otros eventos climáticos extremos.**

**a) Heladas y Nevadas.**

En la zona donde se localiza el proyecto no se presentan heladas o nevadas.

**b) Nortes.**

Durante el invierno, en la zona de interés se presenta la época de Nortes, su manifestación y presencia se debe a la formación de masas húmedas y frías en la región polar del continente y el norte del océano Atlántico. Estas corrientes alcanzan una velocidad promedio de 5.5 m/seg y manifiestan un desplazamiento hacia el Sudeste, hasta que son disipados por la predominancia de condiciones cálidas en las cercanías del Ecuador. Durante este periodo, los días despejados pueden reducirse hasta un 50%, debido a que estos frentes fríos arrastran consigo grandes extensiones de nubes densas.

**c) Tormentas tropicales y huracanes.**

La zona donde se localiza el predio de interés, así como el resto del estado de Quintana Roo e incluso el área Neotropical de la República Mexicana, se encuentran ubicados dentro de la denominada Zona Intertropical de Convergencia, la cual es una franja larga y estrecha del océano situada en las proximidades del Ecuador.

En esta zona, año con año y desde mayo hasta noviembre, los rayos solares tienen una incidencia en forma perpendicular provocando elevaciones significativas de la temperatura y por consecuencia calentamiento de las aguas marinas. En esta época, también se manifiestan los vientos alisios que, aunados a las condiciones anteriores propician la



formación de fenómenos ciclónicos. Estos meteoros, por los volúmenes de agua y velocidades de viento que logran acumular, son considerados intemperismos severos.

Los ciclones, además de propiciar cambios significativos en el paisaje de los sitios por donde pasan, aceleran el equilibrio hídrico del manto freático debido a los grandes volúmenes de agua que acarrear consigo. Los meteoros que arriban a la zona donde se localiza el predio, tienen su formación en dos de las cuatro matrices reportadas como causantes de alteraciones por estos fenómenos en la República Mexicana.

La primera se sitúa en el mar Caribe, frente a las costas de Venezuela y Trinidad. Los fenómenos ahí formados tienen un desplazamiento hacia el Noroeste, sobre el mar Caribe, atravesando América Central y las Antillas Mayores, para luego dirigirse al norte hasta las costas de la Florida, EE.UU., durante su recorrido por las Antillas pueden llegar a afectar la línea costera de Quintana Roo. Esta afectación puede ser de manera directa o indirecta según sus dimensiones en diámetro y la dirección en longitud y latitud que tengan.

La segunda matriz se localiza frente de las Antillas Menores en el Caribe Oriental hasta el océano Atlántico tropical, específicamente por el área de Cabo Verde frente a las costas del continente Africano. Los ciclones formados en esta zona tienen un rumbo general hacia el Oeste, cruzando entre las Islas de las Antillas de sotavento y barlovento, para encausarse hacia la Península de Yucatán, y luego continuar al Golfo de México, afectando los estados de Veracruz y Tamaulipas, en México y Texas, EE.UU. Estos fenómenos, al igual que los formados en la primera matriz, cuando se encausan hacia la península de Yucatán; afectan a su paso al estado de Quintana Roo.

De acuerdo a la velocidad del viento que logren alcanzar, pueden evolucionar hasta tres niveles: depresión tropical, tormenta tropical y huracán. En esta última categoría se considera a los fenómenos que son realmente desastrosos, su intensidad se mide conforme a la escala de Saffir- Simpson, misma que se basa en la velocidad del viento y la altura de las mareas de tempestad que levanta.

Para la zona donde se localiza el predio de interés, se han presentado un gran número de estos eventos, tal como a continuación se puede observar en la siguiente tabla.

**Tabla 4.2** Fenómenos ciclónicos más recientes que han afectado al estado de Quintana Roo.

| AÑO  | ORIGEN     | NOMBRE  | CATEGORÍA          | LUGAR DE ENTRADA A TIERRA | PERIODO      | VIENTOS (Km/h) |
|------|------------|---------|--------------------|---------------------------|--------------|----------------|
| 2010 | Mar Caribe | Carl    | Tormento Tropical  | Mahahual                  | 15 Sept      | 120            |
| 2009 | Mar Caribe | Ida     | Huracán 2          | Canal de Yucatán          | 10 Nov       | 160            |
| 2008 | Atlántico  | Dolly   | Tormenta tropical  | Norte de Cancún           | 21 Jul       | 85             |
| 2007 | Mar Caribe | Dean    | Huracán 5          | Mahahual                  | 20-21 Ago    | 250            |
| 2005 | Mar Caribe | Wilma   | Huracán 5          | Cozumel                   | 21-24 Oct    | 250            |
| 2005 | Mar Caribe | Stan    | Tormenta tropical  | Bahía de la Ascensión     | 2-3 Oct      | 75             |
| 2005 | Atlántico  | Emily   | Huracán 3          | Xpu-Ha                    | 24-26 Jul    | 235            |
| 2002 | Atlántico  | Isidore | huracán 3          | Dzilam de Bravo, Yuc.     | 23-26 Sep    | 200            |
| 2001 | Atlántico  | Chantal | Tormenta Tropical  | Chetumal                  | 15-22 Ago    | 115            |
| 2000 | Atlántico  | Gordón  | Depresión tropical | Tulum                     | 14-18 Sep    | 55             |
| 2000 | Atlántico  | Keith   | Huracán 1          | Quintana Roo              | 3-5 Oct      | 140            |
| 1999 | Atlántico  | Katrina | Depresión tropical | 45 Km NNW Chetumal        | 28 Oct-1 Nov | 55             |
| 1998 | Atlántico  | Mitch   | Tormenta Tropical  | Campeche, Camp.           | 21 Oct-5 Nov | 65             |
| 1996 | Atlántico  | Dolly   | Huracán 1          | Felipe Carrillo Puerto    | 19-24 Ago    | 130            |

| AÑO  | ORIGEN    | NOMBRE   | CATEGORÍA          | LUGAR DE ENTRADA A TIERRA | PERIODO      | VIENTOS (Km/h) |
|------|-----------|----------|--------------------|---------------------------|--------------|----------------|
| 1995 | Atlántico | Opal     | Depresión tropical | Bahía del Espíritu Santo  | 27 Sep-2 Oct | 55             |
| 1995 | Atlántico | Roxanne  | Huracán 3          | Tulum                     | Ago-20       | 185            |
| 1990 | Atlántico | Diana    | Huracán 1          | Chetumal                  | 4-8 Ago      | 140            |
| 1988 | Atlántico | Gilberto | Huracán 5          | Puerto Morelos            | 8-13 Sep     | 270            |
| 1988 | Atlántico | Keith    | Tormenta Tropical  | Cancún                    | 17-24 Nov    | 110            |

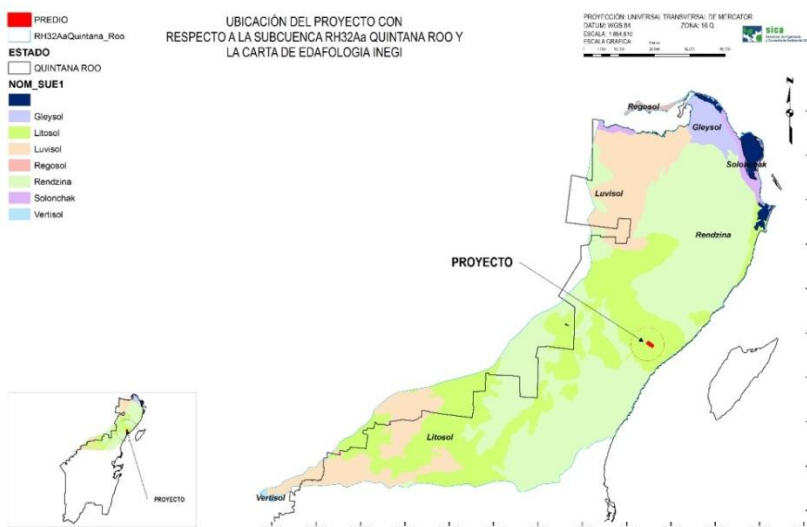
## SUELO

- **Tipos de suelos en el área de estudio, de acuerdo con la clasificación de FAO/UNESCO e INEGI.**

Las características de los suelos están determinadas por la interacción de los principales factores de formación; como son: la roca madre, el clima, los organismos, topografía y tiempo. De esta manera, el suelo es originado por el depósito de materiales (detritus), es decir, por la acumulación sobre la superficie mineral de restos orgánicos o humus asociado, y por la mínima disolución y meteorización de las rocas calcáreas subyacentes.

En este sentido, en la zona del proyecto los suelos son correspondientes a las distintas capas geológicas que se distribuyen en la región, misma que corresponden con una porción de tierra firme, alejada del mar Caribe y con vegetación de selva mediana y sus diversas variaciones, éstos son de tipo más evolucionado aunque manifiestan un carácter pedregoso y rocoso, con suelo escaso alojado en las pequeñas depresiones y fisuras de la roca y debajo de las mismas.

En el predio de interés, se observa un suelo uniforme en cuanto a profundidad, color, textura y estructura. Considerando la información de INEGI (1984), en la zona de referencia predomina el tipo Leptosol lítico con incrustaciones de Leptosol réndzico (suelos equivalentes a Litosol-Rendzinas) con clase textural fina y con una predominancia de arcillas (LPk+LPq/3). De ahí, sea apto para el crecimiento y desarrollo de vegetación natural, como es la selva mediana subperennifolia o aquella derivada de ésta.



**Figura 4.7** Tipo de suelo el norte de la Península de Yucatán y en la subcuenca Quintana Roo.

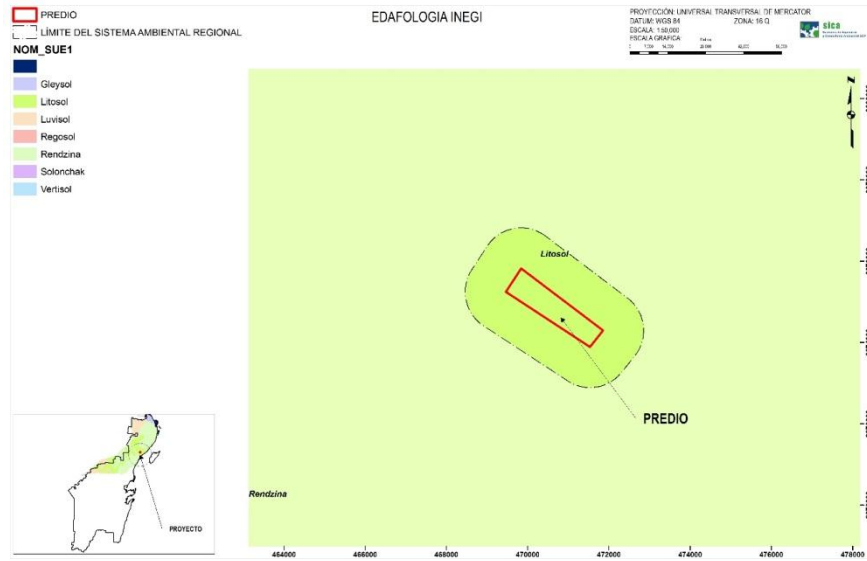


Figura 4.8 Tipo de suelo en el área del proyecto y en el SAR.

**a) Leptosol lítico (Litosol).** Consisten en suelos someros de profundidad de 0 a 15 cm cuentan con un drenaje superficial rápido, ubicados en pequeños montículos y elevaciones que se han formado de material producto del intemperismo in situ de las rocas calizas. La pendiente varía del 1 al 15 %. El perfil representativo de este tipo de suelos presenta típicamente en la capa superficial una textura franco, arcillosa arenosa, de color negro cafésaceo a gris cafésaceo; en algunas partes se encuentra la roca aflorante.

El suelo existente está depositado entre las rocas, entre piedras y piedra y bajo las mismas. A los 15 cm se encuentra la roca dura coherente y continua con algunas fisuras. El alto contenido de materia orgánica es otra de sus características así como el de mantener mayor humedad en periodos cortos de tiempo; el tipo de roca es aquel que absorbe humedad rápidamente y luego la pierde poco a poco, ya que las raíces están en contacto con la roca en sus fisuras y oquedades.

Así mismo presenta otras características por ser suelos de alta y mediana pedregosidad, con buen drenaje interno, estructura de bloques subangulares de tamaño fino, poseen una alta porosidad y debido a su origen vegetal retienen cantidades importantes de agua propiciando la vida de una vegetación exuberante, son de color pardo oscuro 5YR3/2 y 10 YR2/1 (Munsell), con profundidad del horizonte A de 0-15, No se consideran aptos para el desarrollo de actividades agrícolas, se denominan como Tzekel en la clasificación maya.

**b) Leptosol réndzico.** Estos suelos se han originado del intemperismo de las rocas calizas, son de formación in-situ y sus principales características son: profundidad de 10 a 45 cm, color negro rojizo a negro cafésaceo; textura franco arcillosa a franco arcillo arenosa con abundantes gravas y gravillas; así como frecuentes piedras (7 a 30 cm de diámetro) de naturaleza caliza; tanto en la superficie como en el perfil, estructura granular, permeables, los excedentes de agua de lluvia escurren a las partes bajas adyacentes y a la laguna. Estos suelos son erosionables por la posición que ocupan así como por las características del relieve, sobre todo si este último es muy pronunciado.

**Características físicoquímicas del suelo presente en el predio bajo estudio.** De acuerdo con el punto de verificación con perfil y análisis más cercano al predio (cruce a Punta Bete, aproximadamente a 4 km. al Norte), el suelo de la zona presenta una profundidad de 20-23 cm, hasta encontrar su límite en la roca madre. El drenaje interno se califica como muy drenado y presenta una textura fina, con un contenido del 40 % de arcillas, 36 % de limos y 24 % de arenas, caracterizándose como de tipo arcilloso. Por otra parte, en la **Tabla 4.3** se muestra el análisis de los suelos para la zona de estudio.

**Tabla 4.3.** Análisis físicoquímico de los suelos en el predio de interés.

| PARÁMETRO                                | VALOR           |
|--|-----------------|
| Conductividad eléctrica                  | < 2 mmhos/cm.   |
| pH en agua relación 1:1                  | 7.3.            |
| Contenido de materia orgánica            | 4.5 %.          |
| Capacidad de intercambio catiónico total | 27.8 meq/100 g. |
| Intercambio de sodio (Na)                | < 15 meq/100 g. |
| Potasio (K)                              | 0.2 meq/100 g.  |
| Calcio (Ca)                              | 21.3 meq/100 g. |
| Magnesio (Mg)                            | 4.0 mg/100 g.   |
| Fósforo (P)                              | 0.9 ppm.        |

El pH es medianamente alcalino, de tal manera que los nutrientes como el fósforo, al ser aplicados al suelo pueden pasar en gran proporción a formas no aprovechables. Son ricos en materia orgánica y consecuentemente en nitrógeno; son suelos muy pobres en fósforo, son ricos en potasio. No se consideran aptos para el desarrollo de actividades agrícolas; pero si para el crecimiento y desarrollo de la vegetación natural como ya se ha mencionado.

**Capacidad de saturación del suelo en el área de estudio.** De acuerdo al análisis de la textura y estructura dominante en el tipo de suelo de la zona de estudio, se puede recalcar que el porcentaje de saturación es variable y condicionado a las distintas épocas del año. Siendo necesario recordar que en el área de estudio se presenta una estacionalidad en cuanto a la distribución anual de la lluvia, que es mayor durante los meses de verano e invierno.

Durante la temporada lluviosa el suelo alcanza su máximo nivel de saturación, al quedar su superficie completamente cubierta de agua, pudiendo llegar a formar corrientes superficiales de tipo laminar, mismas que gradualmente se van filtrando al subsuelo. Lo anterior se debe a la escasa porosidad del sustrato y a que la materia orgánica presente retiene humedad. Además de que por la escasa topografía impide la formación de corrientes superficiales de agua. Para la temporada seca del año el suelo suele estar completamente deshidratado, lo que favorece que su uso primordial sea para el desarrollo de la vida natural.

## PENDIENTE MEDIA.

El predio presenta una topografía plana con ligera pendiente descendente hacia el Oriente, con una altura promedio de 5 a 7 metros sobre el nivel medio del mar (msnm) y relieve ligeramente ondulado. Con la presentación de las obras que se desarrollarán, se modificará la topografía original del predio, no obstante, el sistema ambiental conservará el patrón de escurrimiento de poniente a oriente.

**Características del relieve.** El área geográfica donde se ubica el proyecto es una gran planicie kárstica con una leve inclinación no mayor del 0.01 %, con pendiente de dirección Oeste – Este (hacia el Mar Caribe) en la que no existen elevaciones de importancia.

Las zonas cársticas típicas están compuestas por un terreno irregular interrumpido por muchas depresiones denominadas dolinas. Las dolinas se forman de dos maneras, algunas se desarrollan de forma gradual a lo largo de muchos años sin alteración física de la roca. En esas situaciones, la caliza situada inmediatamente debajo del suelo se disuelve por el agua de la lluvia descendente, que contiene dióxido de carbono. Con el tiempo, la superficie rocosa se reduce y las fracturas en las cuales entra el agua se van agrandando. A medida que las fracturas aumentan de tamaño, el suelo se hunde en las aperturas ensanchadas.

## LA HIDROGRAFÍA.

De acuerdo con el Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática (INEGI) el predio y su área de influencia pertenecen a la Región Hidrológica Yucatán Norte, Cuenca de Quintana Roo. En la siguiente tabla se presentan las región hidrológica Yucatán Norte y la cuencas Quintana Roo en donde se puede apreciar que ocupa el 31% de la superficie total del estado de Quintana Roo.

**Tabla 4.4.** Regiones y Cuencas Hidrológicas.

| REGIÓN                      | CUENCA                    | % DE LA SUPERFICIE ESTATAL |
|-----------------------------|---------------------------|----------------------------|
| Yucatán Norte (Yucatán)     | Quintana Roo              | 31.00                      |
|                             | Yucatán                   | 0.77                       |
| Yucatán Este (Quintana Roo) | Bahía de Chetumal y otras | 34.76                      |
|                             | Cuencas Cerradas          | 33.47                      |

**FUENTE:** INEGI.2010. Carta Hidrológica de Aguas Superficiales, 1:1 000 000.

**Cuenca hidrológica.** Como se ha comentado la zona de estudio se ubica dentro de la Región Hidrológica denominada Yucatán Norte (Yucatán) con clave RH-32, misma que dentro del municipio de Solidaridad presenta dos cuencas, correspondiendo la de nuestro interés la denominada "A". Esta cuenca comprende un 83.09 % de la superficie total municipal (**Figura 4.9**), no obstante, la dentro de la cuenca está comprendida la Subcuenca "a" denominada con el nombre Quintana Roo con la misma superficie que la cuenca.

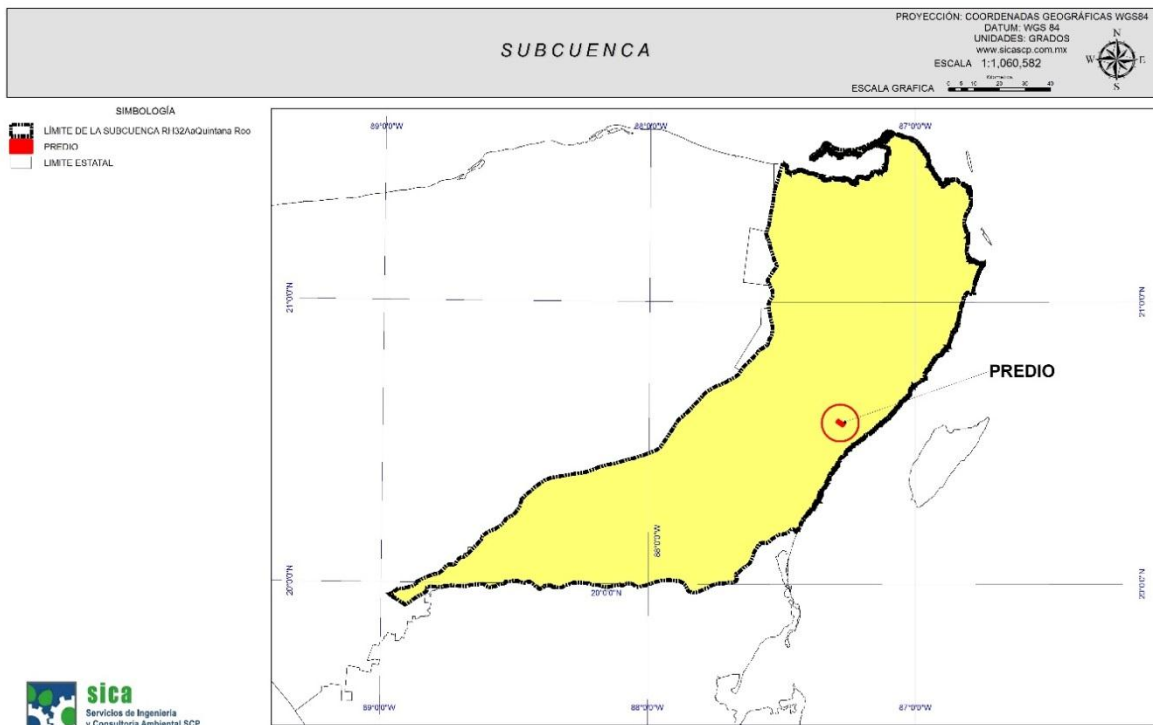


Figura 4.9. Ubicación del proyecto con respecto a la subcuenca RH32Aa Quintana Roo.

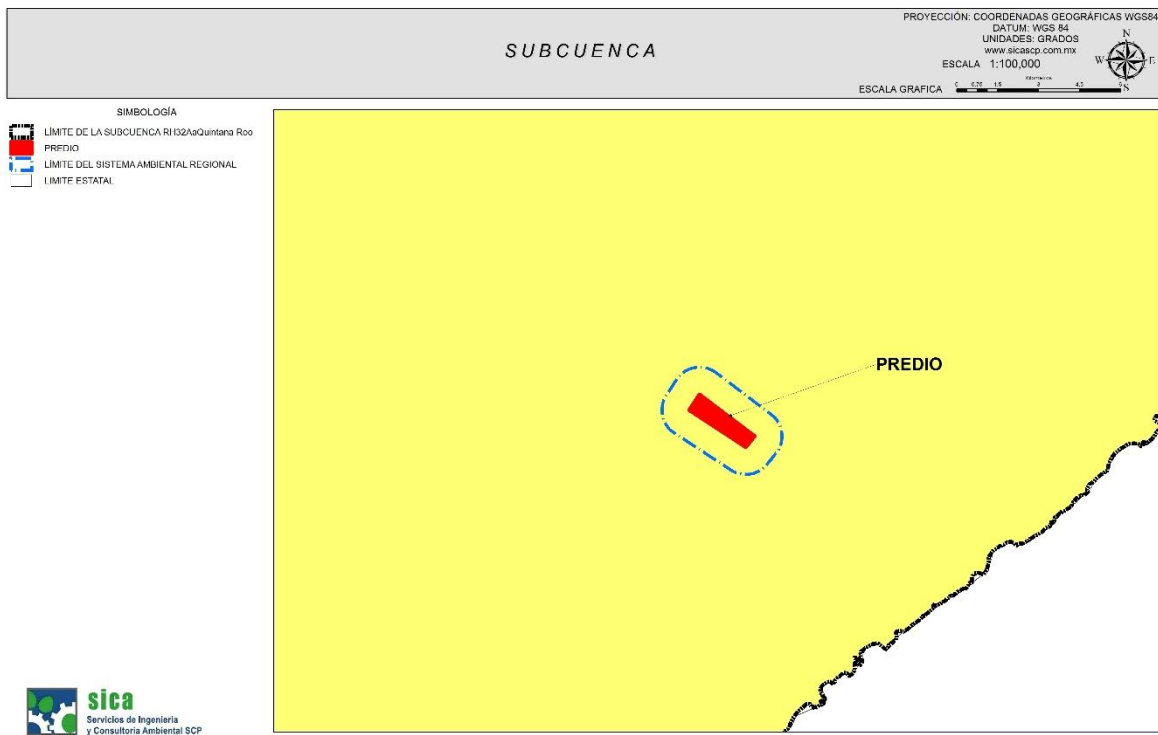


Figura 4.10. Ubicación del proyecto con respecto a la subcuenca Quintana Roo.

**Hidrología superficial.** Entre las características que hacen relevante la Región Yucatán Norte y en general, a toda la Península de Yucatán, está la carencia de corrientes superficiales. De hecho, éstas se presentan únicamente hacia su extremos Sur (límites con Belice y Guatemala) y Suroeste en los límites con los estados de Tabasco y Chiapas. Por su ubicación, éstos desembocan hacia el Golfo de México o hacia el mar Caribe.

Por lo tanto, para la zona de estudio se aplica esta misma condición peninsular, por lo que el río más cercano es el Hondo que sirve de límite con el país de Belice. De esta manera, no hay una corriente superficial de importancia en la zona, por lo que la mayor cantidad de agua de lluvia que cae contribuye a la recarga del manto freático.

**Principales ríos o arroyos cercanos.** Como se ha mencionado, desde un punto de vista general, para todo el estado de Quintana Roo, la única región donde hay la presencia de escurrimientos de agua es en la zona Sur. De esta manera, **en la zona del proyecto** no existe corrientes superficiales de importancia, por lo que el flujo de agua de lluvia es de carácter laminar (encausado hacia las lagunas, zonas bajas y cenotes que se ubican dentro de la cuenca) y subterráneo. Asimismo, eventualmente todos estos flujos habrán de desembocar hacia el mar Caribe.

**Embalses o cuerpos de agua cercanos (Lagos, presas etc.).** Todas las lagunas o cuerpos de agua que se presentan en el municipio de Solidaridad, se consideran que están fuera de la influencia de la zona del proyecto. Sin embargo se aclara que paralelo al desarrollo se ubican superficies que fueron dragados y que actualmente se encuentra convertidas en cuerpos de agua consideradas lagunas artificiales. De cualquier manera, éstas se relacionan en la **Tabla 4.5**, anotando la distancia aproximada de éstas al predio de interés.

**Tabla 4.5.** Lagunas cercanas a la zona del proyecto.

| LAGUNA                       | DISTANCIA AL PREDIO DE INTERÉS                          |
|------------------------------|---|
| Coba                         | 72 km.  |
| Verde                        | 71 km.  |
| Nachacam                     | 78 km.  |
| La Unión                     | 65 km.  |
| Cuerpos de agua artificiales | Se ubican a una distancia que va de 300 a 2,300 metros. |

Por otra parte, las características físico-químicas de las aguas de estas lagunas son prácticamente desconocidas y en ellas solamente se practican actividades recreativas, de contemplación, para recolección de agua para consumo humano y animal, y en ocasiones, se efectúa la pesca de mojarra prieta (*Cliclasoma urophthalmus*). Sin embargo, esta actividad es muy limitada y estrictamente con fines de autoconsumo.

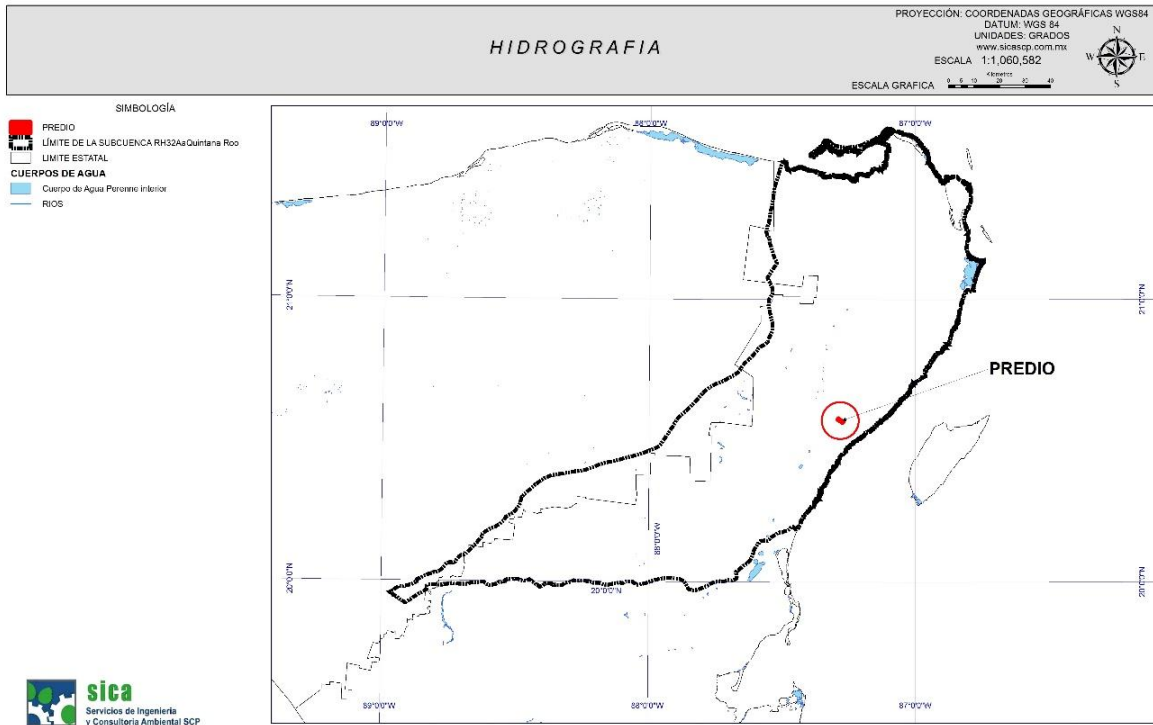


Figura 4.11 Principales cuerpos de agua presentes en la Península de Yucatán.

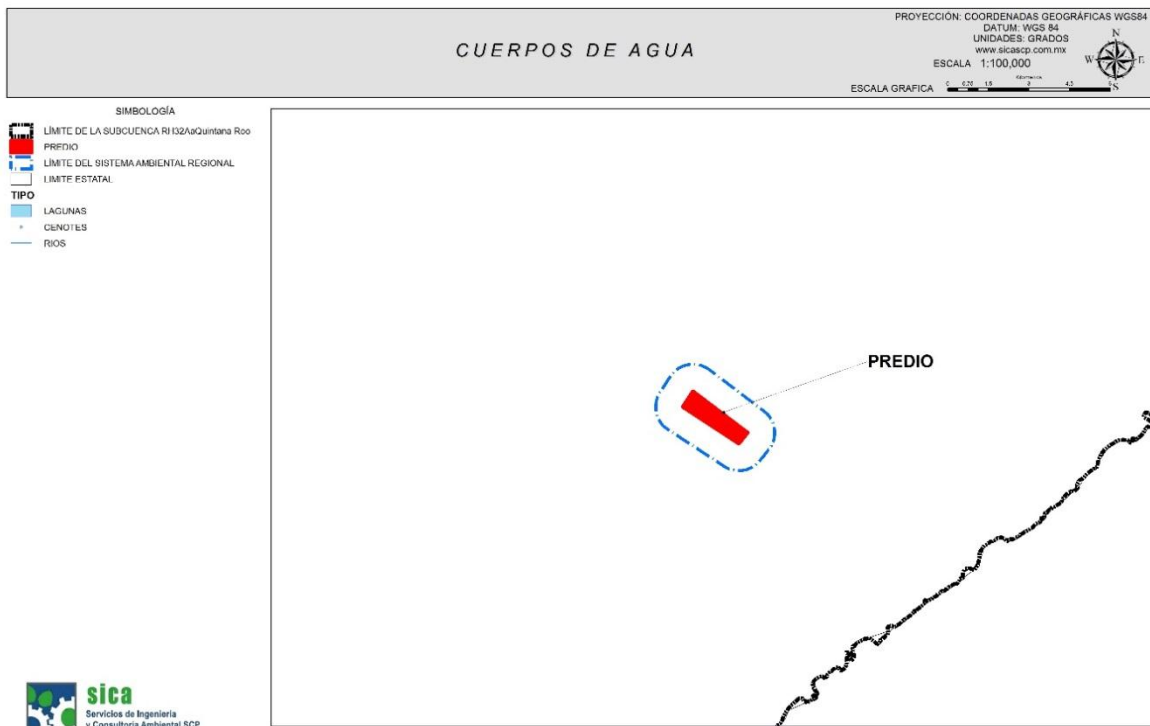


Figura 4.12. Como Se puede observar, no hay cuerpos de agua superficiales en el Sistema ambiental regional ni en el área del proyecto.



## Hidrología subterránea.

El drenaje subterráneo en la Península de Yucatán constituye un sistema en forma de “Y”, en cual surge a partir de la zona alta de la meseta de Zohlaguna. Con un ramal que se dirige hacia el Norte hacia río Lagartos y otro hacia el Nordeste el cual descarga sus aguas hacia el mar Caribe por debajo del nivel del litoral. El sistema formado presenta estructuras características en los tres estados que conforman a la Península, como son la presencia de cenotes, dolinas, grutas, aguadas y lagunas pequeñas.

Por otra parte, la zona de interés se presenta dentro de una unidad geohidrológica denominada “Material consolidado con posibilidades altas”, misma que está constituida por rocas calcáreas con estratos delgados a gruesos, los cuales cuentan con un alto contenido fosilífero y ocasionalmente se encuentran cavernas formadas por disolución. Su permeabilidad es alta y su fracturamiento moderado. El acuífero es de tipo libre, su recarga está dada por la infiltración de agua de lluvia. La calidad del agua es regularmente tolerable con manifestaciones dulces.

En el estado de Quintana Roo se calcula un volumen de recarga natural del acuífero subterráneo de 8 174 millones de metros cúbicos (Mm<sup>3</sup>), con una des carga natural hacia el mar de 4 918 Mm<sup>3</sup>, lo que deja una disponibilidad total de 3 256 Mm<sup>3</sup>; de los cuales se utilizan solamente 423 Mm<sup>3</sup>, que corres pon den a 13 % del agua disponible (González-Canto, 2006).

El manto freático en la zona de interés se encuentra a 6-8 m de profundidad y tiene un espesor de 50 m. Por otro lado, en la zona no se encuentra ningún pozo de captación de agua (INEGI, 2001).

## Usos principales.

A la fecha en la zona no se hace uso de los recursos hídricos, por lo que prevalece un ambiente propio para el desarrollo de la vida natural.

## Calidad del agua.

De acuerdo con los estudios realizados por Infraestructura Hidráulica y Servicios (diciembre 2001), la calidad del agua comprendida en la zona de Puerto Aventuras, alcanza los valores que se anotan en la tabla siguiente.

**Tabla 4.6.** Valores de calidad del agua en la zona donde se realizará el proyecto.

| PARÁMETRO                                 | UNIDAD   | POZO A 18.25 m | POZO A 12.5 m |
|---|----------|----------------|---------------|
| Conductividad eléctrica                   | Mmhos/cm | 687            | 469           |
| OD  | mg/l     | 0.8            | 3.4           |
| pH  |          | 7.32           | 7.37          |
| Contenido Equivalente de H <sub>2</sub> S | mg/l     | Ausente        | Ausente       |
| Ca  | mg/l     | 73             | 73.39         |
| Mg  | mg/l     | 25.39          | 6.29          |
| Na  | mg/l     | 46.71          | 130.12        |
| K   | mg/l     | 2.62           | 2.55          |
| Bicarbonatos                              | mg/l     | 241            | 198           |

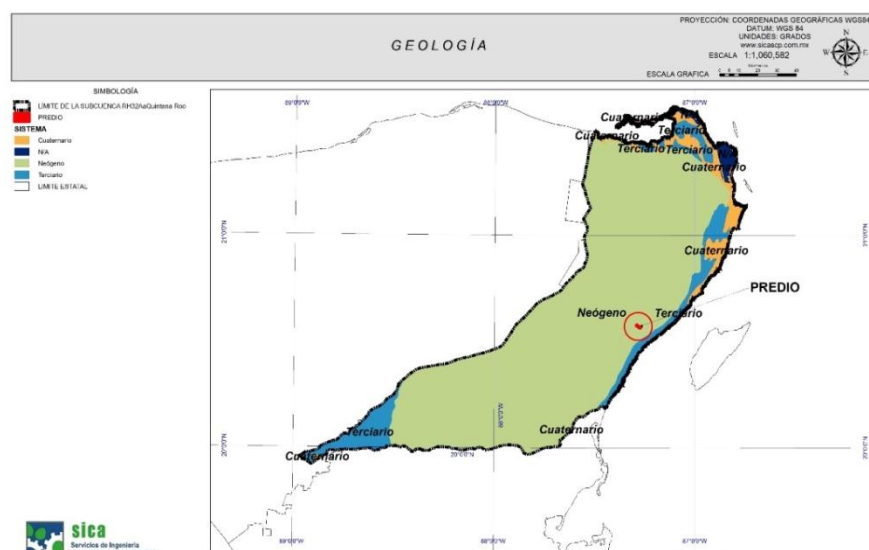
| PARÁMETRO                 | UNIDAD     | POZO A 18.25 m | POZO A 12.5 m |
|---------------------------|------------|----------------|---------------|
| Sulfatos                  | mg/l       | 0.19           | 0.19          |
| Coliformes fecales        | NMP/100-ml | 3              | 4             |
| Nitratos                  | mg/l       | 0.26           | 0.016         |
| Nitritos                  | mg/l       | 2.2            | 0.9           |
| Sólidos Totales Disueltos | mg/l       | 361            | 279           |
| Alcalinidad Total         | mg/l       | 237.03         | 196.88        |

### Geología

Quintana Roo conforma una región con grandes llanuras y pequeñas declives y elevaciones hacia el este. La Península de Yucatán de la cual forma parte emergió del mar y por esa razón abundan los ríos subterráneos. El suelo predominantemente calizo ayuda a la filtración del agua de las lluvias hacia las capas interiores de los sistemas subterráneos acuíferos, formando asimismo los ya mencionados depósitos y corrientes subterráneas, que abastecen de agua a las poblaciones menores mediante los pozos. Los cenotes son masas de agua que afloran hacia la superficie de la corteza terrestre; su origen radica en la erosión del agua de las cavernas, que las hace derrumbarse y desplomarse originando dichos afloramientos de agua. Quintana Roo es una planicie de origen marino conformada por rocas del mioceno y el pleistoceno, exceptuando a las rocas de las colinas de color rojo intenso.

La tierra de tipo tsek' el se encuentra en las laderas drenadas y zonas elevadas, donde el agua favorece la presencia de elementos nutritivos en su composición. Los k' ankab se encuentran al pie de las zonas altas y en ellos se acumulan los productos de la intemperie y el drenaje es impedido, originando cúmulos arcillosos. Los akalchés son zonas localizadas en las partes más bajas (aguadas y sabanas con poco o nada de drenaje).

La geología del sitio es de Neogeo y el sistema de toporoformas es de Llanura rocosa de transición de piso o cementado.



**Figura 4.13.** Ubicación del predio en la geología en la subcuenca.

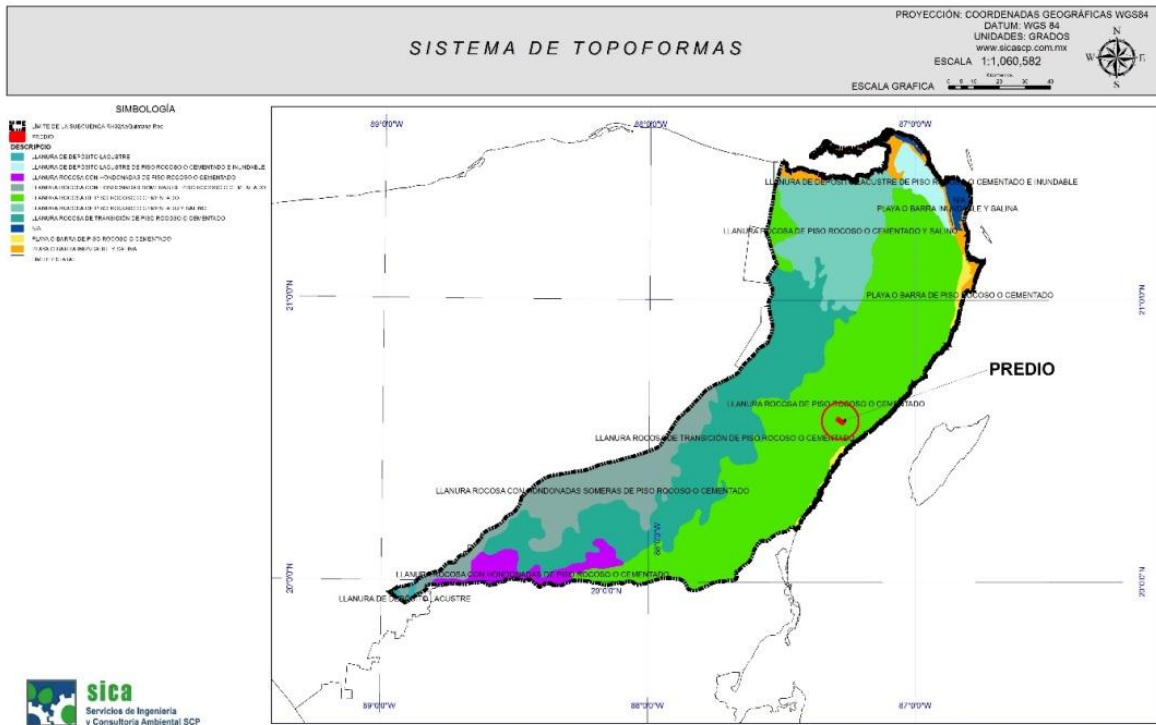


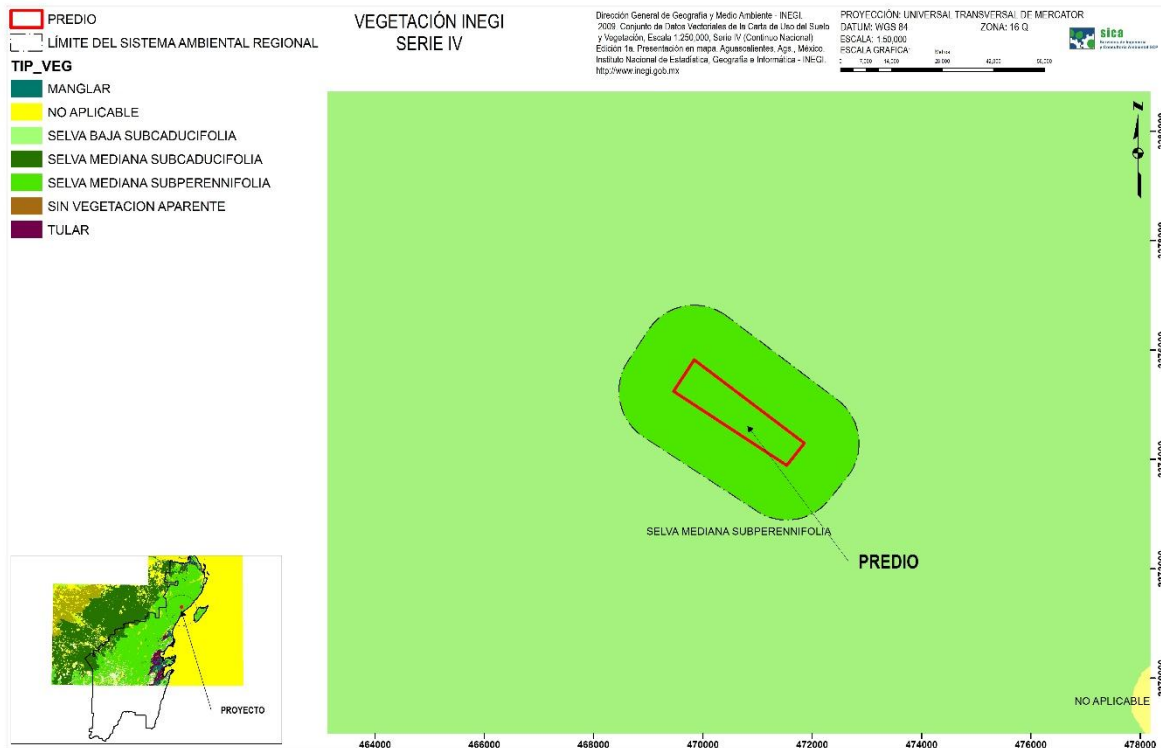
Figura 4.14. Ubicación del predio en sistema de topoformas en la subcuenca.

#### IV.2.2.2 MEDIO BIÓTICO

##### TIPOS DE VEGETACIÓN.

La vegetación de la Península de Yucatán en su mayor extensión está cubierta por selvas de tipo caducifolio y subcaducifolio, mientras que las selvas perennifolias ocupan un área reducida. De acuerdo al Inventario Forestal de Gran Visión (SARH, 1994), la Península de Yucatán cuenta con una superficie forestal arbolada de 7.62 millones de hectáreas, además de 606,714 ha de manglares y otros tipos de vegetación.

Los tipos de vegetación más importantes y que cubren 7.62 millones de hectáreas, son: las selvas medianas y altas que representan el 53.81 % de la superficie arbolada citada; las selvas bajas perennifolias y subperennifolias 10.45 % y las selvas bajas caducifolias 35.71 %. De acuerdo a la clasificación del INEGI (Carta de Uso de Suelo y Vegetación serie IV) la vegetación reportada para la zona en la cual se pretende establecer el proyecto, presenta el tipo Selva mediana subperennifolia.



**Figura 4.15.** Ubicación del proyecto en la carta de uso de suelo y vegetación INEGI serie IV.

Es la comunidad más extensa en la península de Yucatán; es la selva chiclera (Flores-Guido, *et al*; 2010<sup>1</sup>).

Esta comunidad cubre aproximadamente un 60 % del territorio peninsular (62,027 km<sup>2</sup>), además de ser la que está más conservada. Abarca casi todo Quintana Roo, las tres cuartas partes de Campeche y una pequeña porción del estado de Yucatán, principalmente en el punto Puuc. Esta selva se encuentra en el área que tiene la mayor precipitación pluvial de la península con un promedio anual de 1,300 mm y una época muy definida sin lluvias de fines de Noviembre a principios de Mayo, sin embargo, es importante hacer notar que durante la época seca la precipitación alcanza hasta 191 mm al año, lo cual, contribuye a que esta comunidad se desarrolle (Flores y Espejel, 1994<sup>2</sup>).

Otro hecho importante para que abunde esta vegetación, es el suelo calizo, Pennington y Sarukhán afirman que es el propicio para este tipo de selva, por tener una gran permeabilidad que sustituye al drenaje rápido de los suelos con pendientes, muy escasos por cierto en la península yucateca.

<sup>1</sup> Flores-Guido, J.S., Duran-García, R. y J.J. Ortiz-Díaz (2010). Comunidades vegetales terrestres. En: Durán García, Rafael y Martha Méndez González (ed.). *Biodiversidad y Desarrollo Humano en Yucatán*. CICY, PPD-FMAM, CONABIO, SEDUMA. Mérida, Yucatán. 496 pp.

<sup>2</sup> Flores J.S. y I. Espejel (1994). Tipos de vegetación de la península de Yucatán. *Etnoflora Yucatanense* (Fascículo 3). UADY. 134 pp.

Los factores de clima y suelo se constituyen como las causas fundamentales de la característica subperennifolia; ya que el 25 % de los árboles se quedan sin hojas durante la época seca y tienen una altura media de 25 a 35 metros, alcanzando un DAP menor que los de la selva alta perennifolia aún cuando se trata de las mismas especies, es posible que esto se deba al tipo de suelo y a su profundidad. En la época de seca la mayor parte conserva sus hojas, especialmente los árboles dominantes como *Manilkara sapota*, *Vitex gaumeri*, *Lysiloma latisiliquum*, *Brosimum alicastrum*.

Los árboles de esta comunidad, al igual que los de la selva alta perennifolia, tienen contrafuertes y por lo general poseen muchas epífitas y lianas.

En este tipo de selva, se distinguen 3 estratos arbóreos, de 4 a 12 metros, de 12 a 22 metros y de 22 a 35 metros. Formando parte de los estratos (especialmente del bajo y del medio) se encuentran las palmas.

En el estado de Quintana Roo este tipo de vegetación ocupa una superficie de 431, 041 km<sup>2</sup> (Flores y Espejel, 1994<sup>3</sup>).

En este tipo de vegetación abundan: *Thrinax radiata*, *Nectandra coriacea*, *Nectandra salicifolia*, *Byrsonima bucidaefolia*, *Coccoloba sp.* y *Caesalpinia gaumeri* en el estrato bajo. En los últimos 4 años, se han destruido miles de hectáreas, con el huracán Gilberto, los incendios, la expansión turística y ganadera (Olmsted *et al*; 1983<sup>4</sup>).

Es importante mencionar que actualmente en todo el predio bajo estudio se observa el desplazamiento de la vegetación original debido al cambio de uso de suelo para actividades diferentes como lo es la agricultura de temporal y ganadera; sin embargo, existen fragmentos con vegetación secundaria derivada de selva mediana subperennifolia con un buen estado de recuperación y con vocación forestal.

Con la finalidad de efectuar la caracterización forestal y el diagnóstico del estado actual que presenta la vegetación natural, la composición florística y la diversidad del mismo, se realizaron recorridos en el área del proyecto y se llevó a cabo un inventario forestal y muestreos. En total se llevó a cabo un inventario forestal basado en el levantamiento de datos en 7 puntos de muestreo con cuadrantes de 1000 m<sup>2</sup> (20 m x 50) m para el registro de especies arbóreas y arbustivas (Ver resultado en el **Apartado II.2.5 del Capítulo II** de este estudio) e igualmente se llevaron a cabo 10 subcuadrantes de 25 m<sup>2</sup> (5 m X 5 m) para el registro de todas las especies de flora para finalmente verificar la composición florística, estructura y diversidad de las especies por estratos de la vegetación presente en el predio (Ver resultado en párrafos posteriores del **presente apartado**). Adicionalmente a lo anterior se realizaron recorridos por todo lo largo y ancho del predio con la finalidad de hacer un listado florístico general.

Asimismo, se realizó una comparación de las especies identificadas dentro del predio con la lista de especies mencionadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

---

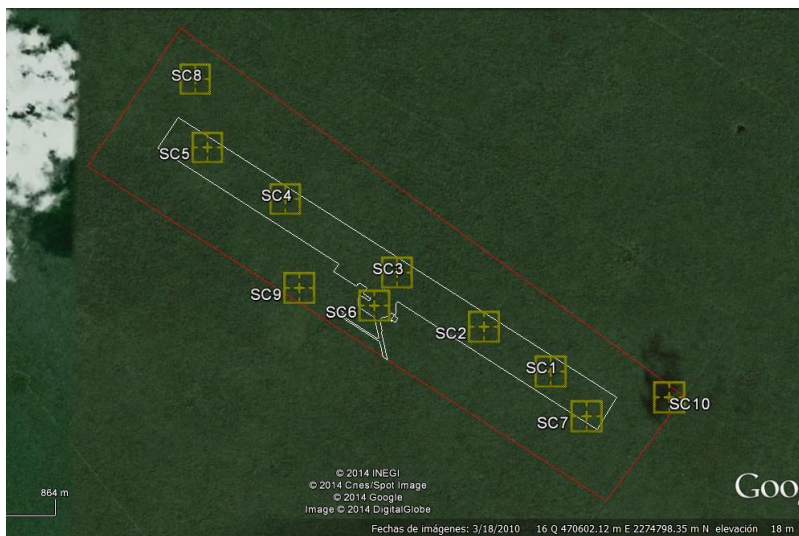
<sup>3</sup> Flores J.S. y I. Espejel (1994). Tipos de vegetación de la península de Yucatán. *Etnoflora Yucatanense* (Fascículo 3). UADY. 134 pp.

<sup>4</sup> Olmsted I., Lopez-Ornat C. y R. Duran-García (1983). Vegetación de Sian Ka'an: estudio preliminar de una zona de Quintana Roo, propuesta como Reserva de la Biosfera. Quintana Roo, México.

La caracterización del medio biótico (flora y fauna) se llevó a cabo durante 8 días y 7 noche, en todo el área que se utilizará para el proyecto en cuestión.

**Tabla 4.7.** Coordenadas UTM (zona 16 Q) del punto centro de localización de los sitios de muestreo florístico del área de estudio.

| SUBCUADRANTES | Y       | X      |
|---------------|---------|--------|
| 1             | 2274391 | 471326 |
| 2             | 2274571 | 471064 |
| 3             | 2274792 | 470718 |
| 4             | 2275095 | 470268 |
| 5             | 2275311 | 469950 |
| 6             | 2274660 | 470625 |
| 7             | 2274214 | 471463 |
| 8             | 2275597 | 469898 |
| 9             | 2274734 | 470324 |
| 10            | 2274284 | 471795 |



**Figura 4.16.** Ubicación de los puntos centros de los subcuadrantes de muestreo realizados en el predio bajo estudio proyectado en un plano satelital.

De acuerdo con los resultados del trabajo de campo realizado, se encontró que la vegetación dominante en la zona de interés corresponde con la selva mediana subperennifolia, misma que manifiesta un desarrollo secundario. Por ello, se reconoce que la mayoría de los árboles presentan características correspondientes a individuos jóvenes y en pleno desarrollo.



Figura 4.17. Toma de datos en los sitios de muestreo.



Figura 4.18. Toma de datos en los sitios de muestreo.



**Figura 4.19.** Vista de la vegetación del sitio.



**Figura 4.20.** Aspecto de la vegetación en el área de cambio de uso de suelo.

### **Resultado de los muestreos realizados**

#### **Listado de especies observadas y registradas**

Como producto de las observaciones en el en área del proyecto y área de influencia, en total se observó la presencia de 176 especies de plantas pertenecientes a 138 géneros y 48 familias. Los resultados de las especies observadas se presentan a continuación:



**Tabla 4.8.** Listado de especies observadas en el área del proyecto y zona de influencia.

| FAMILIA       | ESPECIE   | NOMBRE COMÚN     | ESTATUS  |
|---------------|---|------------------|----------|
| Acanthaceae   | <i>Aphelandra scabra (Vahl) Sm</i>                            | Chank anal       |          |
| Acanthaceae   | <i>Dicliptera sexangularis (L.) Juss.</i>                     | K'u wech         |          |
| Acanthaceae   | <i>Elytraria imbricata (Vahl) Pers</i>                        | Kabal xa'an      |          |
| Acanthaceae   | <i>Justicia carthaginensis Jacq.</i>                          | Bisilche'        |          |
| Acanthaceae   | <i>Ruellia inundata Kunth</i>                                 | Me'ex chivo      |          |
| Acanthaceae   | <i>Ruellia nudiflora (Engelm &amp; A. Gray) Urb</i>           | Chak mul         |          |
| Acanthaceae   | <i>Tetramerium nervosum Ness</i>                              | Baak soots'      |          |
| Anacardiaceae | <i>Metopium brownei (Jacq.) Urb.</i>                          | Box cheechem     |          |
| Annonaceae    | <i>Annona glabra L.</i>                                       | Corcho           |          |
| Annonaceae    | <i>Mosannonna depressa (Baill.) Chatrou.</i>                  | E'ele'muy        |          |
| Apiaceae      | <i>Dendropanax arboreus (L.) Decne. &amp; Planch.</i>         | Tsiimin che'     |          |
| Apocynaceae   | <i>Cascabela gaumeri (Hemsl.) Lippold.</i>                    | Akits            |          |
| Apocynaceae   | <i>Cynanchum rensonii (Pittier) Woodson.</i>                  | Ents'ul aak'     |          |
| Apocynaceae   | <i>Plumeria obtusa L.</i>                                     | Flor de mayo     |          |
| Apocynaceae   | <i>Tabernaemontana alba Mill.</i>                             | Uts' um pek'     |          |
| Araceae       | <i>Anthurium schlechtendalii Kunth ssp. schlechtendalii</i>   | Pico de gallo    |          |
| Asteraceae    | <i>Delilia biflora (L.) Kuntze.</i>                           | Soi kay          |          |
| Asteraceae    | <i>Melanthera nivea (L.) Small.</i>                           | SooH             |          |
| Asteraceae    | <i>Sanvitalia procumbens Lam.</i>                             | Baken box        |          |
| Asteraceae    | <i>Viguiera dentata var. helianthoides (Kunth) S.F. Blake</i> | Tajonal          |          |
| Asteraceae    | <i>Wedelia hispida Kunth</i>                                  | Sajum            |          |
| Bignoniaceae  | <i>Arrabidaea floribunda (Kunth) Loes</i>                     | Anik ak'         |          |
| Bignoniaceae  | <i>Parmientiera millspaughiana L.O. Williams</i>              | Kat kut          | Endémica |
| Bignoniaceae  | <i>Tabebuia rosea (Bertol.) DC.</i>                           | Jok' ab mak'ulis |          |
| Boraginaceae  | <i>Bourreria pulchra Millsp.</i>                              | Baka che'        | Endémica |
| Boraginaceae  | <i>Cordia gerascanthus L.</i>                                 | Bojom            |          |
| Boraginaceae  | <i>Erethia tinifolia L.</i>                                   | Roble            |          |
| Boraginaceae  | <i>Heliotropium angiospermum Murray</i>                       | Kots'nema'ax     |          |
| Bromeliaceae  | <i>Aechmea bracteata (Sw.) Griseb</i>                         | X-cinta ku'uk    |          |
| Bromeliaceae  | <i>Bromelia karatas L.</i>                                    | Piñuela          |          |
| Bromeliaceae  | <i>Bromelia pinguin (E. Morren). L.B.Smith</i>                | Ts'albay         |          |

| FAMILIA          | ESPECIE  | NOMBRE COMÚN        | ESTATUS  |
|------------------|--|---------------------|----------|
| Bromeliaceae     | <i>Tillandsia balbisiana</i> Schult. F.                    | X-ch'u              |          |
| Bromeliaceae     | <i>Tillandsia streptophylla</i> C. Morren                  | Mulix               |          |
| Burseraceae      | <i>Bursera simaruba</i> (L.) Sarg.                         | Chaká               |          |
| Cactaceae        | <i>Selenicereus donkelaarii</i> (Salm-Dick) Britton & Rose | Kulub               | Endémica |
| Cactaceae        | <i>Strophocactus testudo</i> (Karw. ex Zucc.) Bauer.       | Pitaya de tortuga   |          |
| Capparidaceae    | <i>Crataeva tapia</i> L.                                   | Kolokma'ax          |          |
| Caricaceae       | <i>Carica papaya</i> L.                                    | Papaya              |          |
| Celastraceae     | <i>Semialarium mexicanum</i> (Miers) Menega                | Chum loob           |          |
| Celastraceae     | <i>Wimmeria obtusifolia</i> Standl.                        | N/A                 | Endémica |
| Convolvulaceae   | <i>Ipomoea heredifolia</i> L.                              | X-kal p'uul         |          |
| Convolvulaceae   | <i>Ipomoea nil</i> (L.) Roth                               | X-sto'otk'abil      |          |
| Convolvulaceae   | <i>Jacquemontia pentatha</i> (Jacq.) G. Don                | Ya'ax ak'           |          |
| Cyperaceae       | <i>Scleria microcarpa</i> Kunth.                           | Hierba del zopilote |          |
| Dennstaedtiaceae | <i>Pteridium caudatum</i> (L.) Maxon                       | Culandrillo         |          |
| Dioscoreaceae    | <i>Dioscorea convolvulacea</i> Schltr. & Cham.             | Makal k' uch        |          |
| Dioscoreaceae    | <i>Dioscorea floribunda</i> M. Martens & Galeotti.         | Makal k' uch        |          |
| Ebenaceae        | <i>Diospyros anisandra</i> S.F. Blake                      | Siliil              | Endémica |
| Ebenaceae        | <i>Diospyros tetrasperma</i> Sw.                           | Sip che'            | Endémica |
| Euphorbiaceae    | <i>Acalypha diversifolia</i> Jacq.                         | X-neej miis         |          |
| Euphorbiaceae    | <i>Cnidocolus aconitifolius</i> (Mill) I.M. Johnston       | Chaya silvestre     |          |
| Euphorbiaceae    | <i>Croton chichenensis</i> Lundell.                        | Xikin burro         | Endémica |
| Euphorbiaceae    | <i>Croton fragilis</i> H.B. & K.                           | Tanche              |          |
| Euphorbiaceae    | <i>Croton glabellus</i> L.                                 | Kok che'            |          |
| Euphorbiaceae    | <i>Croton reflexifolius</i> Kunth                          | P'e'es' kúuch       |          |
| Euphorbiaceae    | <i>Dalechampia scandens</i> L.                             | Mo'olkoh            |          |
| Euphorbiaceae    | <i>Euphorbia cyathophora</i> Murr.                         | Jobon xiu           |          |
| Euphorbiaceae    | <i>Euphorbia heterophylla</i> L.                           | Golondrina          |          |
| Euphorbiaceae    | <i>Euphorbia hypericifolia</i> L.                          | Sak its             |          |
| Euphorbiaceae    | <i>Euphorbia thymifolia</i> L.                             | N/A                 |          |
| Euphorbiaceae    | <i>Tragia yucatanensis</i> Millsp.                         | P'oop'ox            |          |
| Iridaceae        | <i>Cipura paludosa</i> Aubl.                               | Zacate ch'oom       |          |
| Lamiaceae        | <i>Hyptis pectinata</i> (L.) Poit.                         | Xolté x-nuuk        |          |
| Lamiaceae        | <i>Ocimum campechianum</i> Mill.                           | X-kakaltun          |          |
| Lamiaceae        | <i>Salvia coccinea</i> Buc'hoz ex Etl.                     | Tup k'ini           |          |
| Lamiaceae        | <i>Vitex gaumeri</i> Greenm.                               | Ya'axnik            |          |

| FAMILIA     | ESPECIE  | NOMBRE COMÚN  | ESTATUS  |
|-------------|--|---------------|----------|
| Leguminosae | <i>Acacia collinsii</i> Saff.                                      | Subin         |          |
| Leguminosae | <i>Acacia dolichostachya</i> S.F. Blake                            | Waxim         | Endémica |
| Leguminosae | <i>Acacia glomerosa</i> Benth                                      | Sak piche     |          |
| Leguminosae | <i>Acacia pennatula</i> (Chamm. & Schltldl.) Benth.                | Chimay        |          |
| Leguminosae | <i>Apoplanesia paniculata</i> C. Presl.                            | Choluul       |          |
| Leguminosae | <i>Bauhinia divaricata</i> L.                                      | Maay wakax    |          |
| Leguminosae | <i>Bauhinia jenningsii</i> P. Wilson                               | Cola de gallo |          |
| Leguminosae | <i>Caesalpinia gaumeri</i> Greenm.                                 | Kitinche'     | Endémica |
| Leguminosae | <i>Caesalpinia mollis</i> (Kunth) Spreng.                          | Chakte'       |          |
| Leguminosae | <i>Caesalpinia violaceae</i> (Miller) Standley                     | Chacte-viga   |          |
| Leguminosae | <i>Caesalpinia yucatanensis</i> Greenm.                            | Ta'k'inche'   | Endémica |
| Leguminosae | <i>Centrosema virginianum</i> (L.) Benth                           | K'antin       |          |
| Leguminosae | <i>Chamaecrista glandulosa</i> (L.) Greene                         | Tamarindo xiw |          |
| Leguminosae | <i>Chamaecrista yucatanensis</i> Britton & Rose                    | Tamarindo xiw |          |
| Leguminosae | <i>Chloroleucon manguense</i> (Jacq.) Britton & Rose               | X-ya'ax eek   |          |
| Leguminosae | <i>Dalbergia glabra</i> (Miller) Standley                          | Kibixche'     |          |
| Leguminosae | <i>Desmodium glabrum</i> (Miller) DC.                              | Kiintaj       |          |
| Leguminosae | <i>Desmodium incanum</i> DC.                                       | Pak'umpak     |          |
| Leguminosae | <i>Desmodium procumbens</i> (Mill.) Hitchc. var. <i>procumbens</i> | K'intaj       |          |
| Leguminosae | <i>Diphysa carthagenensis</i> Jacq.                                | Ts'u'ts'uk    |          |
| Leguminosae | <i>Gliricidia sepium</i> (Jacq.) Steudel.                          | Sak yab       |          |
| Leguminosae | <i>Havardia albicans</i> (Kunth) Britton & Rose                    | Chukum        | Endémica |
| Leguminosae | <i>Lonchocarpus castilloi</i> Standl.                              | Corazón azul  |          |
| Leguminosae | <i>Lonchocarpus punctatus</i> Kunth.                               | Baal che'     | Endémica |
| Leguminosae | <i>Lonchocarpus rugosus</i> Benth.                                 | K'anasin      |          |
| Leguminosae | <i>Lonchocarpus xuul</i> Lundell.                                  | Xuul          | Endémica |
| Leguminosae | <i>Lonchocarpus yucatanensis</i> Pittier.                          | Box xuul      | Endémica |
| Leguminosae | <i>Lysiloma latisiliquum</i> (L.) Benth.                           | Tsalam        |          |
| Leguminosae | <i>Lysiloma acapulcense</i> (Kunth) Benth.                         | N/A           |          |
| Leguminosae | <i>Mimosa bahamensis</i> Benth.                                    | Sak katsim    |          |
| Leguminosae | <i>Piscidia piscipula</i> (L.) Sarg.                               | Ja'abin       |          |
| Leguminosae | <i>Pithecellobium dulce</i> (Roxb.)                                | Ts' inché     |          |

| FAMILIA       | ESPECIE   | NOMBRE COMÚN      | ESTATUS  |
|---------------|---|-------------------|----------|
|               | <i>Benth.</i>   |                   |          |
| Leguminosae   | <i>Platymiscium yucatanum Standley</i>                      | Chaksubinche'     | Endémica |
| Leguminosae   | <i>Senegalia gaumeri (S. F. Blake) Britton &amp; Rose</i>   | Box katsim        | Endémica |
| Leguminosae   | <i>Senegalia riparia (Kunth) Britton &amp; Killip</i>       | Kaatsim           |          |
| Leguminosae   | <i>Senna atomaria (L) Irwin &amp; Barneby.</i>              | Tu-che            |          |
| Leguminosae   | <i>Senna racemosa (P.Miller) Irwin &amp; Barneby.</i>       | Kan-lool          |          |
| Leguminosae   | <i>Swartzia cubensis (Britton &amp; P. Willson) Standl.</i> | K'atalox          |          |
| Leguminosae   | <i>Zygia stevensonii (Standl.) Killip ex Record.</i>        | N/A               |          |
| Loranthaceae  | <i>Psittacanthus mayanus Standl. &amp; Steyerl.</i>         | Mata palo         |          |
| Malpighiaceae | <i>Malpighia emarginata DC.</i>                             | Wayaktè           |          |
| Malvaceae     | <i>Abutilon permolle (Willd) Sweet</i>                      | Sak xiw           |          |
| Malvaceae     | <i>Ceiba schoti Britten &amp; Backer</i>                    | Pochote           | Endémica |
| Malvaceae     | <i>Hampea trilobata Standl.</i>                             | Jool              | Endémica |
| Malvaceae     | <i>Helicteres baruensis Jacq</i>                            | Tsutsup           |          |
| Malvaceae     | <i>Luehea speciosa Willd</i>                                | K'askat           |          |
| Malvaceae     | <i>Sida acuta Burm. f.</i>                                  | Chi'chi'bej       |          |
| Malvaceae     | <i>Sida rhombifolia L.</i>                                  | Chi'chi'bej       |          |
| Malvaceae     | <i>Waltheria indica L.</i>                                  | Ich k'iin         |          |
| Meliaceae     | <i>Trichilia havanensis Jacq.</i>                           | N/A               |          |
| Moraceae      | <i>Brosimum alicastrum Sw.</i>                              | Ramon             |          |
| Moraceae      | <i>Ficus cotinifolia Kunth</i>                              | Alamo             |          |
| Moraceae      | <i>Ficus maxima Mill.</i>                                   | Akuum             |          |
| Moraceae      | <i>Ficus pertusa L. f.</i>                                  | Higuera           |          |
| Moraceae      | <i>Maclura tinctoria (L.) D. Don ex Steud.</i>              | Moras             |          |
| Moraceae      | <i>Trophis racemosa (L.) Urb.</i>                           | Ramón colorado    |          |
| Myrsinaceae   | <i>Ardisia escallonioides Schlttdl. &amp; Cham.</i>         | Pimienta de monte |          |
| Myrtaceae     | <i>Eugenia foetida Pers.</i>                                | Sak loob          |          |
| Myrtaceae     | <i>Psidium sartorianum (Bergius) Nied.</i>                  | X' pichiche'      |          |
| Nyctaginaceae | <i>Neea choriophylla Standley.</i>                          | Siibche'          | Endémica |
| Nyctaginaceae | <i>Neea psychotrioides Donn. Sm.</i>                        | X-ta'tsi          |          |
| Nyctaginaceae | <i>Pisonia aculeata L.</i>                                  | Be'eb             |          |
| Orchidaceae   | <i>Catasetum integerrimum Hook.</i>                         | Ch'it ku'uk       |          |
| Orchidaceae   | <i>Laelia rubescens Lindl.</i>                              | N/A               |          |

| FAMILIA        | ESPECIE  | NOMBRE COMÚN      | ESTATUS                           |
|----------------|--|-------------------|-----------------------------------|
| Orchidaceae    | <i>Lophiaris andrewsiae</i> R. Jiménez & Carnevali.                      | Orquídea          |                                   |
| Orchidaceae    | <i>Myrmecophila christinae</i> Carnevali & Gómez-Juárez                  | Orquídea          |                                   |
| Orchidaceae    | <i>Oeceoclades maculata</i> (Lindl.) Lindl.                              | Orquídea          |                                   |
| Orchidaceae    | <i>Vanilla insignis</i> Ames.  | Vainilla          |                                   |
| Palmae         | <i>Chamaedorea seifrizii</i> Burret                                      | Xiat              |                                   |
| Palmae         | <i>Sabal yapa</i> C. Wright. ex Becc.                                    | Xa'an             |                                   |
| Palmae         | <i>Thrinax radiata</i> Lood. Ex J. A. & J. H. Schutt.                    | Ch'iit            | NOM-059-SEMARNAT-2010 (AMENAZADA) |
| Passifloraceae | <i>Passiflora bicornis</i> Houst. ex Mill.                               | Poch' ak'         |                                   |
| Piperaceae     | <i>Piper yucatanense</i> C. DC.  | N/A               |                                   |
| Poaceae        | <i>Cynodon dactylon</i> L. Pers  | K'aan su'uk       |                                   |
| Poaceae        | <i>Dactyloctenium aegyptium</i> (L.) Willd.                              | Chimes-su'uk      |                                   |
| Poaceae        | <i>Ichnanthus lanceolatus</i> Scribn. & J.G. Sm.                         | K'an chiin        |                                   |
| Poaceae        | <i>Lasiacis divaricata</i> (L.) Hitchc.                                  | Siit              |                                   |
| Poaceae        | <i>Lasiacis ruscifolia</i> (kunth) hitchc                                | Siit              |                                   |
| Poaceae        | <i>Melinis repens</i> (Willd.) Zizka.                                    | Chak su'uk        | Introducida                       |
| Poaceae        | <i>Olyra glaberrima</i> Raddi.   | Ya'ax took' su'uk |                                   |
| Poaceae        | <i>Panicum maximum</i> Jacq.   | Zacate Guinea     | Introducida                       |
| Polygonaceae   | <i>Coccoloba acapulcensis</i> Standl.                                    | Toj yuub          |                                   |
| Polygonaceae   | <i>Coccoloba spicata</i> Lundell   | Boob              | Endémica                          |
| Polygonaceae   | <i>Gymnopodium floribundum</i> Rolfe                                     | Ts'í'ts'ilché     |                                   |
| Polygonaceae   | <i>Neomillspaughia emarginata</i> (Gross) Blake                          | Sak its'a         | Endémica                          |
| Ranunculaceae  | <i>Clematis dioica</i> L.  | Pelo de angel     |                                   |
| Rhamnaceae     | <i>Colubrina greggii</i> S. Watson var <i>yucatanensis</i> M. C. Johnst. | Pimienta ché      | Endémica                          |
| Rhamnaceae     | <i>Karwinskia humboldtiana</i> (J.A. Schultes) Zucc                      | Lu'um che         |                                   |
| Rubiaceae      | <i>Alseis yucatanensis</i> Standl.                                       | Tabaquillo        | Endémica                          |
| Rubiaceae      | <i>Chiococca alba</i> (L.) Hitchc.                                       | Canchanche        |                                   |
| Rubiaceae      | <i>Exostema caribaeum</i> (Jacq.) Roem. & Scules                         | Sabak che         |                                   |
| Rubiaceae      | <i>Guettarda combsii</i> Urban   | Tasta'ab          |                                   |
| Rubiaceae      | <i>Guettarda elliptica</i> Sw.   | Subin t'eel       |                                   |
| Rubiaceae      | <i>Hamelia patens</i> Jacq.  | X' k'anan         |                                   |
| Rubiaceae      | <i>Morinda royoc</i> L.  | Hoyoc             |                                   |
| Rubiaceae      | <i>Randia aculeata</i> L   | Crux-quix         |                                   |
| Rubiaceae      | <i>Randia longiloba</i> Hemsley  | Ah akam k'ax      | Endémica                          |

| FAMILIA       | ESPECIE   | NOMBRE COMÚN  | ESTATUS                                  |
|---------------|---|---------------|--|
| Rubiaceae     | <i>Randia obcordata</i> S. Watson                   | CruX k'iix    |  |
| Rubiaceae     | <i>Spermacoce verticillata</i> L.                   | Sak sajum     |  |
| Salicaceae    | <i>Samyda yucatanensis</i> Standl.                  | Jabal k'aax   | Endémica                                 |
| Sapindaceae   | <i>Paullinia pinnata</i> L.                         | Chéen aak'    |  |
| Sapindaceae   | <i>Serjania adiantoides</i> Radlk.                  | Boax aak'     |  |
| Sapindaceae   | <i>Thouinia paucidentata</i> Radlk.                 | K'aan chunup  | Endémica                                 |
| Sapotaceae    | <i>Chrysophyllum mexicanum</i><br>Brand. Ex Standl. | Caimito       |  |
| Sapotaceae    | <i>Manilkara zapota</i> (L.) P. Royen               | Zapote        |  |
| Simaroubaceae | <i>Simarouba amara</i> Aubl.                        | Pasa'ak       |  |
| Smilacaceae   | <i>Smilax mollis</i> Humb. & Bonpl. Ex Willd.       | Cocolmecate   |  |
| Verbenaceae   | <i>Lantana camara</i> L.                            | Orégano k'aax |  |
| Verbenaceae   | <i>Petrea volubilis</i> L.                          | Oop'tsiimim   |  |
| Zamiaceae     | <i>Zamia loddigesii</i> Miq.                        | Chachua       | NOM-059-<br>SEMARNAT-2010<br>(AMENAZADA) |

En los sitios de muestreo se registraron 35 familias 77 géneros y 92 especies, a continuación se presentan las especies registradas en los sitios de muestreo:

**Tabla 4.9.** Especies registradas en los subcuadrantes de muestreo.

| FAMILIA       | ESPECIE   | NOMBRE COMÚN     | ESTATUS  |
|---------------|---|------------------|----------|
| Acanthaceae   | <i>Aphelandra scabra</i> (Vahl) Sm                                    | Chank anal       |          |
| Acanthaceae   | <i>Elytraria imbricata</i> (Vahl) Pers                                | Kabal xa'an      |          |
| Anacardiaceae | <i>Metopium brownei</i> (Jacq.) Urb.                                  | Box cheechem     |          |
| Annonaceae    | <i>Annona glabra</i> L.   | Corcho           |          |
| Annonaceae    | <i>Mosannonna depressa</i> (Baill.)<br>Chatrou.                       | E'ele'muy        |          |
| Apiaceae      | <i>Dendropanax arboreus</i> (L.)<br>Decne. & Planch.                  | Tsiimin che'     |          |
| Apocynaceae   | <i>Cascabela gaumeri</i> (Hemsl.)<br>Lippold.                         | Akits            |          |
| Apocynaceae   | <i>Tabernaemontana alba</i> Mill.                                     | Uts' um pek'     |          |
| Araceae       | <i>Anthurium schlechtendalii</i> Kunth<br>ssp. <i>schlechtendalii</i> | Pico de gallo    |          |
| Asteraceae    | <i>Delilia biflora</i> (L.) Kuntze.                                   | Soi kay          |          |
| Asteraceae    | <i>Melanthera nivea</i> (L.) Small.                                   | SooH             |          |
| Bignoniaceae  | <i>Arrabidaea floribunda</i> (Kunth)<br>Loes                          | Anik ak'         |          |
| Bignoniaceae  | <i>Tabebuia rosea</i> (Bertol.) DC.                                   | Jok' ab mak'ulis |          |
| Boraginaceae  | <i>Bourreria pulchra</i> Millsp.                                      | Baka che'        | Endémica |
| Boraginaceae  | <i>Cordia gerascanthus</i> L.   | Bojom            |          |
| Bromeliaceae  | <i>Tillandsia balbisiana</i> Schult. F.                               | X-ch'u           |          |

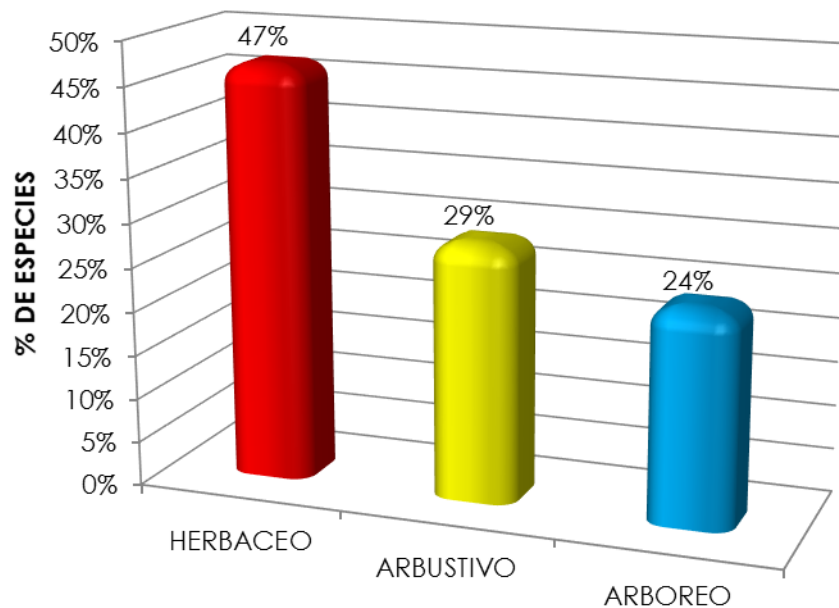
| FAMILIA       | ESPECIE  | NOMBRE COMÚN        | ESTATUS  |
|---------------|--|---------------------|----------|
| Burseraceae   | <i>Bursera simaruba</i> (L.) Sarg.                       | Chaká               |          |
| Celastraceae  | <i>Semialarium mexicanum</i> (Miers)<br><i>Mennega</i>   | Chum loob           |          |
| Celastraceae  | <i>Wimmeria obtusifolia</i> Standl.                      | N/A                 | Endémica |
| Cyperaceae    | <i>Scleria microcarpa</i> Kunth.                         | Hierba del zopilote |          |
| Dioscoreaceae | <i>Dioscorea convolvulacea</i> Schltr.<br>& Cham.        | Makal k' uch        |          |
| Ebenaceae     | <i>Diospyros anisandra</i> S.F. Blake                    | Siliil              | Endémica |
| Ebenaceae     | <i>Diospyros tetrasperma</i> Sw.                         | Sip che'            | Endémica |
| Euphorbiaceae | <i>Acalypha diversifolia</i> Jacq.                       | X-neej miis         |          |
| Euphorbiaceae | <i>Cnidocolus aconitifolius</i> (Mill)<br>I.M. Johnston  | Chaya silvestre     |          |
| Euphorbiaceae | <i>Croton reflexifolius</i> Kunth                        | P'e'es' kúuch       |          |
| Euphorbiaceae | <i>Dalechampia scandens</i> L.                           | Mo'olkoh            |          |
| Lamiaceae     | <i>Vitex gaumeri</i> Greenm.                             | Ya'axnik            |          |
| Leguminosae   | <i>Acacia glomerosa</i> Benth                            | Sak piche           |          |
| Leguminosae   | <i>Apoplanesia paniculata</i> C. Presl.                  | Choluul             |          |
| Leguminosae   | <i>Bauhinia divaricata</i> L.                            | Maay wakax          |          |
| Leguminosae   | <i>Bauhinia jenningsii</i> P. Wilson                     | Cola de gallo       |          |
| Leguminosae   | <i>Caesalpinia mollis</i> (Kunth)<br>Spreng.             | Chakte'             |          |
| Leguminosae   | <i>Caesalpinia violaceae</i> (Miller)<br>Standley        | Chacte-viga         |          |
| Leguminosae   | <i>Caesalpinia yucatanensis</i><br>Greenm.               | Ta'k'inche'         | Endémica |
| Leguminosae   | <i>Diphysa carthagenensis</i> Jacq.                      | Ts'u'ts'uk          |          |
| Leguminosae   | <i>Gliricidia sepium</i> (Jacq.) Steudel.                | Sak yab             |          |
| Leguminosae   | <i>Havardia albicans</i> (Kunth) Britton<br>& Rose       | Chukum              | Endémica |
| Leguminosae   | <i>Lonchocarpus castilloi</i> Standl.                    | Corazón azul        |          |
| Leguminosae   | <i>Lonchocarpus punctatus</i> Kunth.                     | Baal che'           | Endémica |
| Leguminosae   | <i>Lonchocarpus rugosus</i> Benth.                       | K'anasin            |          |
| Leguminosae   | <i>Lonchocarpus xuul</i> Lundell.                        | Xuul                | Endémica |
| Leguminosae   | <i>Lonchocarpus yucatanensis</i><br>Pittier.             | Box xuul            | Endémica |
| Leguminosae   | <i>Lysiloma latisiliquum</i> (L) Benth.                  | Tsalam              |          |
| Leguminosae   | <i>Lysiloma acapulcense</i> (Kunth)<br>Benth.            | N/A                 |          |
| Leguminosae   | <i>Mimosa bahamensis</i> Benth.                          | Sak katsim          |          |
| Leguminosae   | <i>Piscidia piscipula</i> (L.) Sarg.                     | Ja'abin             |          |
| Leguminosae   | <i>Platymiscium yucatanum</i><br>Standley                | Chaksubinche'       | Endémica |
| Leguminosae   | <i>Senegalia gaumeri</i> (S. F. Blake)<br>Britton & Rose | Box katsim          | Endémica |

| FAMILIA        | ESPECIE  | NOMBRE COMÚN      | ESTATUS  |
|----------------|--|-------------------|----------|
| Leguminosae    | <i>Senna atomaria</i> (L) Irwin & Barneby.                               | Tu-che            |          |
| Leguminosae    | <i>Swartzia cubensis</i> (Britton & P. Willson) Standl.                  | K'atalox          |          |
| Leguminosae    | <i>Zygia stevensonii</i> (Standl.) Killip ex Record.                     | N/A               |          |
| Malvaceae      | <i>Hampea trilobata</i> Standl.  | Jool              | Endémica |
| Malvaceae      | <i>Luehea speciosa</i> Willd   | K'askat           |          |
| Meliaceae      | <i>Trichilia havanensis</i> Jacq.  | N/A               |          |
| Moraceae       | <i>Brosimum alicastrum</i> Sw.   | Ramon             |          |
| Moraceae       | <i>Ficus cotinifolia</i> Kunth   | Alamo             |          |
| Moraceae       | <i>Ficus maxima</i> Mill.  | Akuum             |          |
| Moraceae       | <i>Ficus pertusa</i> L. f.   | Higuera           |          |
| Moraceae       | <i>Trophis racemosa</i> (L.) Urb.  | Ramón colorado    |          |
| Myrsinaceae    | <i>Ardisia escallonioides</i> Schlttdl. & Cham.                          | Pimienta de monte |          |
| Myrtaceae      | <i>Eugenia foetida</i> Pers.   | Sak loob          |          |
| Myrtaceae      | <i>Psidium sartorianum</i> (Bergius) Nied.                               | X' pichiche'      |          |
| Nyctaginaceae  | <i>Neea choriophylla</i> Standley.                                       | Siibche'          | Endémica |
| Nyctaginaceae  | <i>Neea psychotrioides</i> Donn. Sm.                                     | X-ta'tsi          |          |
| Nyctaginaceae  | <i>Pisonia aculeata</i> L.   | Be'eb             |          |
| Orchidaceae    | <i>Oeceoclades maculata</i> (Lindl.) Lindl.                              | Orquídea          |          |
| Palmae         | <i>Sabal yapa</i> C. Wright. ex Becc.                                    | Xa'an             |          |
| Passifloraceae | <i>Passiflora bicornis</i> Houst. ex Mill.                               | Poch' ak'         |          |
| Piperaceae     | <i>Piper yucatanense</i> C. DC.  | N/A               |          |
| Poaceae        | <i>Cynodon dactylon</i> L. Pers  | K'aan su'uk       |          |
| Poaceae        | <i>Ichnanthus lanceolatus</i> Scribn. & J.G. Sm.                         | K'an chiin        |          |
| Poaceae        | <i>Lasiacis divaricata</i> (L.) Hitchc.                                  | Siit              |          |
| Poaceae        | <i>Olyra glaberrima</i> Raddi.   | Ya'ax took' su'uk |          |
| Polygonaceae   | <i>Coccoloba acapulcensis</i> Standl.                                    | Toj yuub          |          |
| Polygonaceae   | <i>Coccoloba spicata</i> Lundell   | Boob              | Endémica |
| Polygonaceae   | <i>Gymnopodium floribundum</i> Rolfe                                     | Ts'l'ts'ilché     |          |
| Rhamnaceae     | <i>Colubrina greggii</i> S. Watson var <i>yucatanensis</i> M. C. Johnst. | Pimienta ché      | Endémica |
| Rubiaceae      | <i>Alseis yucatanensis</i> Standl.                                       | Tabaquillo        | Endémica |
| Rubiaceae      | <i>Exostema caribaeum</i> (Jacq.) Roem. & Scules                         | Sabak che         |          |
| Rubiaceae      | <i>Guettarda combsii</i> Urban   | Tasta'ab          |          |
| Rubiaceae      | <i>Guettarda elliptica</i> Sw.   | Subin t'eel       |          |
| Rubiaceae      | <i>Hamelia patens</i> Jacq.  | X' k'anan         |          |



| FAMILIA       | ESPECIE                               | NOMBRE COMÚN | ESTATUS  |
|---------------|---------------------------------------|--------------|----------|
| Rubiaceae     | <i>Morinda royoc</i> L.               | Hoyoc        |          |
| Rubiaceae     | <i>Randia longiloba</i> Hemsley       | Ah akam k'ax | Endémica |
| Rubiaceae     | <i>Randia obcordata</i> S. Watson     | Crux k'iix   |          |
| Rubiaceae     | <i>Spermacoce verticillata</i> L.     | Sak sajum    |          |
| Sapindaceae   | <i>Paullinia pinnata</i> L.           | Chéen aak'   |          |
| Sapindaceae   | <i>Serjania adiantoides</i> Radlk.    | Boax aak'    |          |
| Sapindaceae   | <i>Thouinia paucidentata</i> Radlk.   | K'aan chunup | Endémica |
| Sapotaceae    | <i>Manilkara zapota</i> (L.) P. Royen | Zapote       |          |
| Simaroubaceae | <i>Simarouba amara</i> Aubl.          | Pasa'ak      |          |

Como se observa en la siguiente figura, el estrato más representado es la herbácea, localizada en más del 65 % del predio, en cuanto a los árboles, estos se encuentran en la zona sur dispersos principalmente en la zonas centrales del predio.



**Figura 4.21.** Porcentaje de las especies registradas en cada estrato en los sitios de muestreo.

#### Resultados del muestreo de diversidad

A continuación se presenta la distribución de las especies encontradas por estratos (aunque la forma de vida final sea diferente) en el área de estudio:

#### Especies en el estrato herbáceo

En el estrato herbáceo del predio bajo estudio se registraron 69 especies. Estas especies presentaron los siguientes valores de Valor de Importancia relativa (VIR):

**Tabla 4.10.** Estimación del VIR de las especies del estrato herbáceo.

| ESPECIE                           | NO. DE IND | COB REL (%) | DENS REL (%) | FREC REL (%) | VIR   |
|-----------------------------------|------------|-------------|--------------|--------------|-------|
| <i>Acalypha diversifolia</i>      | 4          | 0.37        | 1.16         | 1.40         | 2.93  |
| <i>Alseis yucatanensis</i>        | 9          | 0.66        | 2.62         | 1.40         | 4.68  |
| <i>Anthurium schlechtendalii</i>  | 2          | 1.45        | 0.58         | 1.40         | 3.43  |
| <i>Aphelandra scabra</i>          | 6          | 1.70        | 1.74         | 2.10         | 5.55  |
| <i>Ardisia escallonioides</i>     | 16         | 4.24        | 4.65         | 3.50         | 12.39 |
| <i>Arrabidaea floribunda</i>      | 2          | 1.02        | 0.58         | 1.40         | 3.00  |
| <i>Bauhinia divaricata</i>        | 7          | 2.05        | 2.03         | 2.10         | 6.18  |
| <i>Bauhinia jenningsii</i>        | 2          | 0.39        | 0.58         | 1.40         | 2.37  |
| <i>Brosimum alicastrum</i>        | 4          | 0.51        | 1.16         | 0.70         | 2.37  |
| <i>Cascabela gaumeri</i>          | 2          | 0.78        | 0.58         | 1.40         | 2.76  |
| <i>Cnidioscolus aconitifolius</i> | 2          | 0.98        | 0.58         | 1.40         | 2.96  |
| <i>Coccoloba spicata</i>          | 4          | 2.78        | 1.16         | 1.40         | 5.34  |
| <i>Colubrina greggii</i>          | 2          | 0.80        | 0.58         | 1.40         | 2.78  |
| <i>Cordia gerascanthus</i>        | 6          | 0.94        | 1.74         | 2.10         | 4.78  |
| <i>Croton reflexifolius</i>       | 6          | 2.56        | 1.74         | 2.10         | 6.41  |
| <i>Cynodon dactylon</i>           | 21         | 1.99        | 6.10         | 2.80         | 10.89 |
| <i>Dalechampia scandens</i>       | 3          | 1.02        | 0.87         | 2.10         | 3.99  |
| <i>Delillia biflora</i>           | 14         | 2.32        | 4.07         | 2.80         | 9.19  |
| <i>Dendropanax arboreus</i>       | 2          | 1.91        | 0.58         | 1.40         | 3.89  |
| <i>Dioscorea convolvulacea</i>    | 6          | 2.10        | 1.74         | 2.10         | 5.94  |
| <i>Diospyros anisandra</i>        | 4          | 5.61        | 1.16         | 1.40         | 8.17  |
| <i>Diospyros tetrasperma</i>      | 1          | 0.12        | 0.29         | 0.70         | 1.11  |
| <i>Diphysa carthagenensis</i>     | 9          | 2.44        | 2.62         | 2.80         | 7.86  |
| <i>Elytraria imbricata</i>        | 12         | 1.95        | 3.49         | 2.80         | 8.24  |
| <i>Gliricidia sepium</i>          | 2          | 0.66        | 0.58         | 1.40         | 2.64  |
| <i>Guettarda elliptica</i>        | 2          | 1.04        | 0.58         | 1.40         | 3.02  |
| <i>Gymnopodium floribundum</i>    | 19         | 14.82       | 5.52         | 2.80         | 23.14 |
| <i>Hamelia patens</i>             | 3          | 1.68        | 0.87         | 2.10         | 4.65  |
| <i>Ichnanthus lanceolatus</i>     | 12         | 2.47        | 3.49         | 2.10         | 8.06  |
| <i>Lasiacis divaricata</i>        | 11         | 1.25        | 3.20         | 1.40         | 5.85  |
| <i>Melanthera nivea</i>           | 6          | 0.59        | 1.74         | 1.40         | 3.73  |
| <i>Mimosa bahamensis</i>          | 7          | 4.56        | 2.03         | 2.80         | 9.39  |
| <i>Morinda royoc</i>              | 2          | 0.93        | 0.58         | 1.40         | 2.91  |
| <i>Neea choriophylla</i>          | 10         | 1.71        | 2.91         | 2.80         | 7.42  |
| <i>Neea psychotrioides</i>        | 8          | 2.31        | 2.33         | 2.80         | 7.43  |
| <i>Oeceoclades maculata</i>       | 4          | 2.03        | 1.16         | 1.40         | 4.59  |
| <i>Olyra glaberrima</i>           | 17         | 4.09        | 4.94         | 2.80         | 11.83 |
| <i>Passiflora bicornis</i>        | 3          | 0.58        | 0.87         | 2.10         | 3.55  |

| ESPECIE                       | NO. DE IND | COB REL (%)  | DENS REL (%) | FREC REL (%) | VIR          |
|-------------------------------|------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| <i>Paullinia pinnata</i>      | 7          | 1.44         | 2.03         | 2.10         | 5.57         |
| <i>Piper yucatanense</i>      | 13         | 1.31         | 3.78         | 3.50         | 8.58         |
| <i>Piscidia piscipula</i>     | 4          | 1.11         | 1.16         | 1.40         | 3.67         |
| <i>Psidium sartorianum</i>    | 1          | 0.08         | 0.29         | 0.70         | 1.07         |
| <i>Randia longiloba</i>       | 1          | 0.24         | 0.29         | 0.70         | 1.23         |
| <i>Randia obcordata</i>       | 1          | 0.31         | 0.29         | 0.70         | 1.30         |
| <i>Sabal yapa</i>             | 2          | 4.00         | 0.58         | 1.40         | 5.98         |
| <i>Scleria microcarpa</i>     | 9          | 1.19         | 2.62         | 2.10         | 5.91         |
| <i>Senegalia gaumeri</i>      | 1          | 0.18         | 0.29         | 0.70         | 1.17         |
| <i>Serjania adiantoides</i>   | 26         | 3.94         | 7.56         | 5.59         | 17.09        |
| <i>Simarouba amara</i>        | 1          | 0.49         | 0.29         | 0.70         | 1.48         |
| <i>Spermocoe verticillata</i> | 8          | 2.03         | 2.33         | 2.10         | 6.46         |
| <i>Tabernaemontana alba</i>   | 3          | 0.96         | 0.87         | 1.40         | 3.23         |
| <i>Thouinia paucidentata</i>  | 8          | 2.13         | 2.33         | 1.40         | 5.85         |
| <i>Tillandsia balbisiana</i>  | 5          | 0.68         | 1.45         | 1.40         | 3.54         |
| <i>Zygia stevensonii</i>      | 2          | 0.49         | 0.58         | 1.40         | 2.47         |
| <b>TOTAL</b>                  | <b>344</b> | <b>100.0</b> | <b>100.0</b> | <b>100.0</b> | <b>300.0</b> |

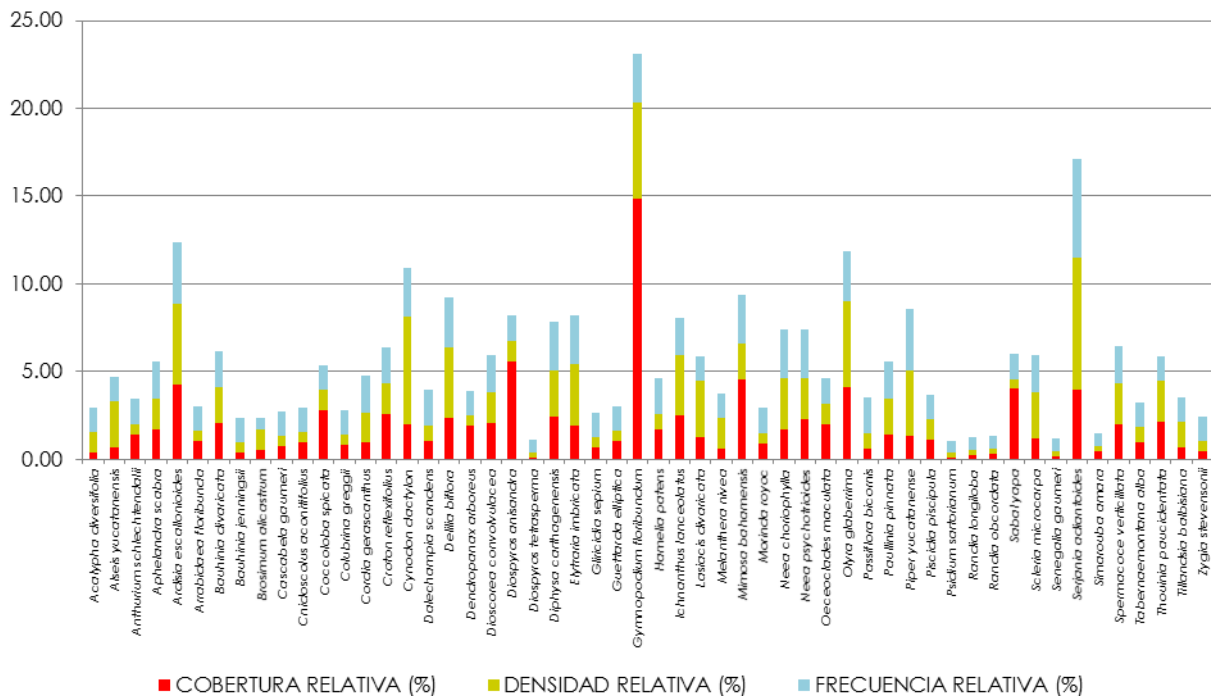


Figura 4.22. Valores de VIR de las especies del estrato herbáceo encontrado dentro del área de estudio.

De acuerdo a lo anterior se puede indicar que dentro del estrato herbáceo del área de estudio existen 3 especies con mayores valores de VIR son *Gymnopodium floribundum* (23.14%) *Serjania adiantoides* (17.09%) y *Ardisia escallonioides* (12.39%).

Por otro lado en cuanto a la estimación de los índices de diversidad y de equidad se tienen los siguientes resultados para el estrato herbáceo dentro del predio bajo estudio:

**Tabla 4.11.** Estimación del Índice de Shannon-Wiener (H') de las especies del estrato herbáceo del predio bajo estudio.

| ESPECIE                           | NO. DE IND | ABUND REL (pi) | Ln (pi) | -(pi) x Ln (pi) |
|-----------------------------------|------------|----------------|---------|-----------------|
| <i>Acalypha diversifolia</i>      | 4          | 0.0116         | -4.4543 | 0.0518          |
| <i>Alseis yucatanensis</i>        | 9          | 0.0262         | -3.6434 | 0.0953          |
| <i>Anthurium schlechtendalii</i>  | 2          | 0.0058         | -5.1475 | 0.0299          |
| <i>Aphelandra scabra</i>          | 6          | 0.0174         | -4.0489 | 0.0706          |
| <i>Ardisia escallonioides</i>     | 16         | 0.0465         | -3.0681 | 0.1427          |
| <i>Arrabidaea floribunda</i>      | 2          | 0.0058         | -5.1475 | 0.0299          |
| <i>Bauhinia divaricata</i>        | 7          | 0.0203         | -3.8947 | 0.0793          |
| <i>Bauhinia jenningsii</i>        | 2          | 0.0058         | -5.1475 | 0.0299          |
| <i>Brosimum alicastrum</i>        | 4          | 0.0116         | -4.4543 | 0.0518          |
| <i>Cascabela gaumeri</i>          | 2          | 0.0058         | -5.1475 | 0.0299          |
| <i>Cnidioscolus aconitifolius</i> | 2          | 0.0058         | -5.1475 | 0.0299          |
| <i>Coccoloba spicata</i>          | 4          | 0.0116         | -4.4543 | 0.0518          |
| <i>Colubrina greggii</i>          | 2          | 0.0058         | -5.1475 | 0.0299          |
| <i>Cordia gerascanthus</i>        | 6          | 0.0174         | -4.0489 | 0.0706          |
| <i>Croton reflexifolius</i>       | 6          | 0.0174         | -4.0489 | 0.0706          |
| <i>Cynodon dactylon</i>           | 21         | 0.0610         | -2.7961 | 0.1707          |
| <i>Dalechampia scandens</i>       | 3          | 0.0087         | -4.7420 | 0.0414          |
| <i>Delilia biflora</i>            | 14         | 0.0407         | -3.2016 | 0.1303          |
| <i>Dendropanax arboreus</i>       | 2          | 0.0058         | -5.1475 | 0.0299          |
| <i>Dioscorea convolvulacea</i>    | 6          | 0.0174         | -4.0489 | 0.0706          |
| <i>Diospyros anisandra</i>        | 4          | 0.0116         | -4.4543 | 0.0518          |
| <i>Diospyros tetrasperma</i>      | 1          | 0.0029         | -5.8406 | 0.0170          |
| <i>Diphyssa carthagenensis</i>    | 9          | 0.0262         | -3.6434 | 0.0953          |
| <i>Elytraria imbricata</i>        | 12         | 0.0349         | -3.3557 | 0.1171          |
| <i>Gliricidia sepium</i>          | 2          | 0.0058         | -5.1475 | 0.0299          |
| <i>Guettarda elliptica</i>        | 2          | 0.0058         | -5.1475 | 0.0299          |
| <i>Gymnopodium floribundum</i>    | 19         | 0.0552         | -2.8962 | 0.1600          |
| <i>Hamelia patens</i>             | 3          | 0.0087         | -4.7420 | 0.0414          |
| <i>Ichnanthus lanceolatus</i>     | 12         | 0.0349         | -3.3557 | 0.1171          |
| <i>Lasiacis divaricata</i>        | 11         | 0.0320         | -3.4427 | 0.1101          |
| <i>Melanthera nivea</i>           | 6          | 0.0174         | -4.0489 | 0.0706          |

| ESPECIE                        | NO. DE IND | ABUND REL (pi) | Ln (pi) | -(pi) x Ln (pi) |
|--------------------------------|------------|----------------|---------|-----------------|
| <i>Mimosa bahamensis</i>       | 7          | 0.0203         | -3.8947 | 0.0793          |
| <i>Morinda royoc</i>           | 2          | 0.0058         | -5.1475 | 0.0299          |
| <i>Neea choriophylla</i>       | 10         | 0.0291         | -3.5381 | 0.1029          |
| <i>Neea psychotrioides</i>     | 8          | 0.0233         | -3.7612 | 0.0875          |
| <i>Oeceoclades maculata</i>    | 4          | 0.0116         | -4.4543 | 0.0518          |
| <i>Olyra glaberrima</i>        | 17         | 0.0494         | -3.0074 | 0.1486          |
| <i>Passiflora bicornis</i>     | 3          | 0.0087         | -4.7420 | 0.0414          |
| <i>Paullinia pinnata</i>       | 7          | 0.0203         | -3.8947 | 0.0793          |
| <i>Piper yucatanense</i>       | 13         | 0.0378         | -3.2757 | 0.1238          |
| <i>Piscidia piscipula</i>      | 4          | 0.0116         | -4.4543 | 0.0518          |
| <i>Psidium sartorianum</i>     | 1          | 0.0029         | -5.8406 | 0.0170          |
| <i>Randia longiloba</i>        | 1          | 0.0029         | -5.8406 | 0.0170          |
| <i>Randia obcordata</i>        | 1          | 0.0029         | -5.8406 | 0.0170          |
| <i>Sabal yapa</i>              | 2          | 0.0058         | -5.1475 | 0.0299          |
| <i>Scleria microcarpa</i>      | 9          | 0.0262         | -3.6434 | 0.0953          |
| <i>Senegalia gaumeri</i>       | 1          | 0.0029         | -5.8406 | 0.0170          |
| <i>Serjania adiantoides</i>    | 26         | 0.0756         | -2.5825 | 0.1952          |
| <i>Simarouba amara</i>         | 1          | 0.0029         | -5.8406 | 0.0170          |
| <i>Spermacoce verticillata</i> | 8          | 0.0233         | -3.7612 | 0.0875          |
| <i>Tabernaemontana alba</i>    | 3          | 0.0087         | -4.7420 | 0.0414          |
| <i>Thouinia paucidentata</i>   | 8          | 0.0233         | -3.7612 | 0.0875          |
| <i>Tillandsia balbisiana</i>   | 5          | 0.0145         | -4.2312 | 0.0615          |
| <i>Zygia stevensonii</i>       | 2          | 0.0058         | -5.1475 | 0.0299          |
| <b>TOTAL</b>                   | <b>344</b> |                |         | <b>3.6562</b>   |

**Tabla 4.12.** Resumen de parámetros e indicadores de la riqueza, estructura y diversidad del estrato herbáceo del predio bajo estudio.

| ESTRATO HERBÁCEO      |        |
|-----------------------|--------|
| RIQUEZA (S)           | 54     |
| H' CALCULADA          | 3.6562 |
| H' MÁXIMA=Ln (S)      | 3.9890 |
| EQUIDAD (J)=H / H MAX | 0.9166 |
| H MAX-H CAL           | 0.3327 |

El estrato herbáceo del ecosistema de vegetación secundaria derivada de selva mediana subperennifolia por afectar en el predio, posee una riqueza específica de 54 especies, las cuales poseen una distribución de 0.9166, con el cual se afirma que la presencia de especies dominantes en este estrato es reducida. De hecho, de manera específica y como se puede confirmar a través de los valores de VIR.

La máxima diversidad que puede alcanzar el estrato herbáceo en nuestra área de estudio es de 3.9890 y la H' calculada es de 3.6562, lo que nos indica que nuestro estrato aún está lejos de alcanzar la máxima diversidad. Es importante mencionar que la mayor parte del predio está cubierta con especies de este estrato entremezcladas con especies en el estrato arbustivo, aunque las especies varían en riqueza según la zona del predio, algunas de las especies registradas en este estrato como *Gymnopodium floribundum* de forma de vida arbustiva, fue registrada abundantemente en este estrato y es debido a que se registró en zonas en etapa temprana de sucesión.

### Especies en el estrato arbustivo

Las especies en el estrato arbustivo registraron una riqueza específica de 48 especies. Estas especies presentaron los siguientes valores de VIR:

**Tabla 4.13.** Estimación del VIR de las especies en el estrato arbustivo en el predio bajo estudio.

| ESPECIE                         | NO. DE IND | COB REL (%) | DENS REL (%) | FREC REL (%) | VIR   |
|---------------------------------|------------|-------------|--------------|--------------|-------|
| <i>Acacia glomerosa</i>         | 2          | 0.50        | 0.94         | 1.83         | 3.28  |
| <i>Alseis yucatanensis</i>      | 1          | 0.25        | 0.47         | 0.92         | 1.64  |
| <i>Annona glabra</i>            | 2          | 1.25        | 0.94         | 1.83         | 4.03  |
| <i>Apoplanesia paniculata</i>   | 2          | 0.50        | 0.94         | 1.83         | 3.28  |
| <i>Ardisia escallonioides</i>   | 2          | 0.31        | 0.94         | 1.83         | 3.09  |
| <i>Bauhinia divaricata</i>      | 4          | 0.63        | 1.89         | 3.67         | 6.18  |
| <i>Bourreria pulchra</i>        | 13         | 3.69        | 6.13         | 5.50         | 15.32 |
| <i>Brosimum alicastrum</i>      | 1          | 0.25        | 0.47         | 0.92         | 1.64  |
| <i>Caesalpinia violaceae</i>    | 2          | 2.00        | 0.94         | 0.92         | 3.86  |
| <i>Caesalpinia yucatanensis</i> | 2          | 0.81        | 0.94         | 0.92         | 2.67  |
| <i>Cascabela gaumeri</i>        | 7          | 2.06        | 3.30         | 3.67         | 9.03  |
| <i>Coccoloba acapulcensis</i>   | 1          | 1.00        | 0.47         | 0.92         | 2.39  |
| <i>Colubrina greggii</i>        | 1          | 1.00        | 0.47         | 0.92         | 2.39  |
| <i>Cordia gerascanthus</i>      | 5          | 2.00        | 2.36         | 1.83         | 6.19  |
| <i>Croton reflexifolius</i>     | 15         | 7.13        | 7.08         | 3.67         | 17.87 |
| <i>Dendropanax arboreus</i>     | 1          | 0.25        | 0.47         | 0.92         | 1.64  |
| <i>Diospyros anisandra</i>      | 6          | 2.69        | 2.83         | 1.83         | 7.35  |
| <i>Diospyros tetrasperma</i>    | 1          | 1.00        | 0.47         | 0.92         | 2.39  |
| <i>Diphysa carthagenensis</i>   | 10         | 4.81        | 4.72         | 6.42         | 15.95 |
| <i>Eugenia foetida</i>          | 3          | 1.06        | 1.42         | 0.92         | 3.40  |
| <i>Exostema caribaeum</i>       | 5          | 2.94        | 2.36         | 2.75         | 8.05  |
| <i>Ficus maxima</i>             | 1          | 0.25        | 0.47         | 0.92         | 1.64  |
| <i>Gliricidia sepium</i>        | 4          | 1.00        | 1.89         | 2.75         | 5.64  |
| <i>Guettarda combsii</i>        | 2          | 0.50        | 0.94         | 0.92         | 2.36  |
| <i>Guettarda elliptica</i>      | 3          | 1.81        | 1.42         | 1.83         | 5.06  |
| <i>Gymnopodium floribundum</i>  | 26         | 13.00       | 12.26        | 5.50         | 30.77 |

| ESPECIE                      | NO. DE IND | COB REL (%)  | DENS REL (%) | FREC REL (%) | VIR          |
|------------------------------|------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| <i>Hamelia patens</i>        | 1          | 0.06         | 0.47         | 0.92         | 1.45         |
| <i>Hampea trilobata</i>      | 2          | 1.25         | 0.94         | 1.83         | 4.03         |
| <i>Metopium brownei</i>      | 1          | 0.25         | 0.47         | 0.92         | 1.64         |
| <i>Mimosa bahamensis</i>     | 1          | 1.00         | 0.47         | 0.92         | 2.39         |
| <i>Neea choriophylla</i>     | 25         | 11.69        | 11.79        | 6.42         | 29.90        |
| <i>Neea psychotrioides</i>   | 5          | 2.75         | 2.36         | 1.83         | 6.94         |
| <i>Piscidia piscipula</i>    | 8          | 2.38         | 3.77         | 2.75         | 8.90         |
| <i>Pisonia aculeata</i>      | 3          | 1.38         | 1.42         | 2.75         | 5.54         |
| <i>Psidium sartorianum</i>   | 7          | 5.69         | 3.30         | 3.67         | 12.66        |
| <i>Randia longiloba</i>      | 5          | 4.25         | 2.36         | 1.83         | 8.44         |
| <i>Randia obcordata</i>      | 5          | 2.31         | 2.36         | 1.83         | 6.51         |
| <i>Sabal yapa</i>            | 2          | 0.81         | 0.94         | 1.83         | 3.59         |
| <i>Semialarium mexicanum</i> | 3          | 0.75         | 1.42         | 1.83         | 4.00         |
| <i>Senegalia gaumeri</i>     | 1          | 0.25         | 0.47         | 0.92         | 1.64         |
| <i>Senna atomaria</i>        | 4          | 2.81         | 1.89         | 2.75         | 7.45         |
| <i>Tabebuia rosea</i>        | 1          | 1.00         | 0.47         | 0.92         | 2.39         |
| <i>Tabernaemontana alba</i>  | 7          | 5.06         | 3.30         | 3.67         | 12.03        |
| <i>Thouinia paucidentata</i> | 3          | 1.81         | 1.42         | 1.83         | 5.06         |
| <i>Trichilia havanensis</i>  | 3          | 0.75         | 1.42         | 0.92         | 3.08         |
| <i>Vitex gaumeri</i>         | 1          | 0.25         | 0.47         | 0.92         | 1.64         |
| <i>Wimmeria obtusifolia</i>  | 1          | 0.56         | 0.47         | 0.92         | 1.95         |
| <i>Zygia stevensonii</i>     | 1          | 0.25         | 0.47         | 0.92         | 1.64         |
| <b>TOTAL</b>                 | <b>212</b> | <b>100.0</b> | <b>100.0</b> | <b>100.0</b> | <b>300.0</b> |

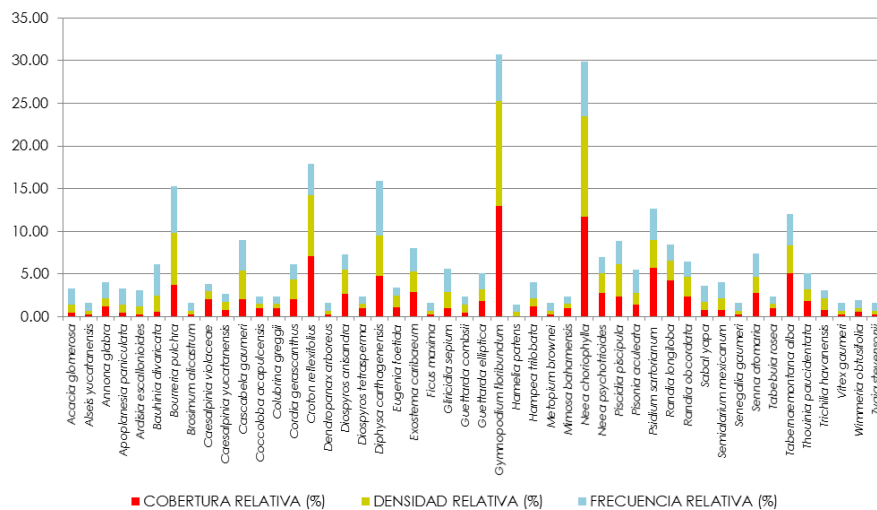


Figura 4.23. Valores de VIR de las especies en el estrato arbustivo encontrado dentro del área de estudio.

De acuerdo a lo anterior se puede indicar que dentro de las especies en el estrato arbustivo sobresale la especie *Gymnopodium floribundum* (30.77%) seguida de *Neea choriophylla* (29.90%) y *Croton reflexifolius* (17.87%) y estas especies presentaron los valores más altos de cobertura relativa y densidad relativa, principalmente. La primera especie es que destaca de todas, no obstante, como se puede observar en la tabla anterior los valores del número de individuos son mucho menores que el de las especies del estrato herbáceo.

Por otro lado en cuanto a la estimación de los índices de diversidad y de equidad se tienen los siguientes resultados para las especies con estrato arbustivo dentro del predio bajo estudio:

**Tabla 4.14.** Estimación del Índice de Shannon-Wiener (H') de las especies en el estrato arbustivo del predio bajo estudio.

| ESPECIE                         | NO. DE IND | ABUND REL (pi) | Ln (pi) | -(pi) x Ln (pi) |
|---------------------------------|------------|----------------|---------|-----------------|
| <i>Acacia glomerosa</i>         | 2          | 0.0094         | -4.6634 | 0.0440          |
| <i>Alseis yucatanensis</i>      | 1          | 0.0047         | -5.3566 | 0.0253          |
| <i>Annona glabra</i>            | 2          | 0.0094         | -4.6634 | 0.0440          |
| <i>Apoplanesia paniculata</i>   | 2          | 0.0094         | -4.6634 | 0.0440          |
| <i>Ardisia escallonioides</i>   | 2          | 0.0094         | -4.6634 | 0.0440          |
| <i>Bauhinia divaricata</i>      | 4          | 0.0189         | -3.9703 | 0.0749          |
| <i>Bouyeria pulchra</i>         | 13         | 0.0613         | -2.7916 | 0.1712          |
| <i>Brosimum alicastrum</i>      | 1          | 0.0047         | -5.3566 | 0.0253          |
| <i>Caesalpinia violaceae</i>    | 2          | 0.0094         | -4.6634 | 0.0440          |
| <i>Caesalpinia yucatanensis</i> | 2          | 0.0094         | -4.6634 | 0.0440          |
| <i>Cascabela gaumeri</i>        | 7          | 0.0330         | -3.4107 | 0.1126          |
| <i>Coccoloba acapulcensis</i>   | 1          | 0.0047         | -5.3566 | 0.0253          |
| <i>Colubrina greggii</i>        | 1          | 0.0047         | -5.3566 | 0.0253          |
| <i>Cordia gerascanthus</i>      | 5          | 0.0236         | -3.7471 | 0.0884          |
| <i>Croton reflexifolius</i>     | 15         | 0.0708         | -2.6485 | 0.1874          |
| <i>Dendropanax arboreus</i>     | 1          | 0.0047         | -5.3566 | 0.0253          |
| <i>Diospyros anisandra</i>      | 6          | 0.0283         | -3.5648 | 0.1009          |
| <i>Diospyros tetrasperma</i>    | 1          | 0.0047         | -5.3566 | 0.0253          |
| <i>Diphysa carthagenensis</i>   | 10         | 0.0472         | -3.0540 | 0.1441          |
| <i>Eugenia foetida</i>          | 3          | 0.0142         | -4.2580 | 0.0603          |
| <i>Exostema caribaeum</i>       | 5          | 0.0236         | -3.7471 | 0.0884          |
| <i>Ficus maxima</i>             | 1          | 0.0047         | -5.3566 | 0.0253          |
| <i>Gliricidia sepium</i>        | 4          | 0.0189         | -3.9703 | 0.0749          |
| <i>Guettarda combsii</i>        | 2          | 0.0094         | -4.6634 | 0.0440          |
| <i>Guettarda elliptica</i>      | 3          | 0.0142         | -4.2580 | 0.0603          |
| <i>Gymnopodium floribundum</i>  | 26         | 0.1226         | -2.0985 | 0.2574          |
| <i>Hamelia patens</i>           | 1          | 0.0047         | -5.3566 | 0.0253          |
| <i>Hampea trilobata</i>         | 2          | 0.0094         | -4.6634 | 0.0440          |



| ESPECIE                      | NO. DE IND | ABUND REL (pi) | Ln (pi) | -(pi) x Ln (pi) |
|------------------------------|------------|----------------|---------|-----------------|
| <i>Metopium brownei</i>      | 1          | 0.0047         | -5.3566 | 0.0253          |
| <i>Mimosa bahamensis</i>     | 1          | 0.0047         | -5.3566 | 0.0253          |
| <i>Neea choriophylla</i>     | 25         | 0.1179         | -2.1377 | 0.2521          |
| <i>Neea psychotrioides</i>   | 5          | 0.0236         | -3.7471 | 0.0884          |
| <i>Piscidia piscipula</i>    | 8          | 0.0377         | -3.2771 | 0.1237          |
| <i>Pisonia aculeata</i>      | 3          | 0.0142         | -4.2580 | 0.0603          |
| <i>Psidium sartorianum</i>   | 7          | 0.0330         | -3.4107 | 0.1126          |
| <i>Randia longiloba</i>      | 5          | 0.0236         | -3.7471 | 0.0884          |
| <i>Randia obcordata</i>      | 5          | 0.0236         | -3.7471 | 0.0884          |
| <i>Sabal yapa</i>            | 2          | 0.0094         | -4.6634 | 0.0440          |
| <i>Semialarium mexicanum</i> | 3          | 0.0142         | -4.2580 | 0.0603          |
| <i>Senegalia gaumeri</i>     | 1          | 0.0047         | -5.3566 | 0.0253          |
| <i>Senna atomaria</i>        | 4          | 0.0189         | -3.9703 | 0.0749          |
| <i>Tabebuia rosea</i>        | 1          | 0.0047         | -5.3566 | 0.0253          |
| <i>Tabernaemontana alba</i>  | 7          | 0.0330         | -3.4107 | 0.1126          |
| <i>Thouinia paucidentata</i> | 3          | 0.0142         | -4.2580 | 0.0603          |
| <i>Trichilia havanensis</i>  | 3          | 0.0142         | -4.2580 | 0.0603          |
| <i>Vitex gaumeri</i>         | 1          | 0.0047         | -5.3566 | 0.0253          |
| <i>Wimmeria obtusifolia</i>  | 1          | 0.0047         | -5.3566 | 0.0253          |
| <i>Zygia stevensonii</i>     | 1          | 0.0047         | -5.3566 | 0.0253          |
| <b>TOTAL</b>                 | <b>212</b> | <b>1</b>       |         | <b>3.3776</b>   |

**Tabla 4.15.** Resumen de parámetros e indicadores de la riqueza, estructura y diversidad de las especies en el estrato arbustivo del predio bajo estudio.

| ESTRATO ARBUSTIVO     |        |
|-----------------------|--------|
| RIQUEZA (S)           | 48     |
| H' CALCULADA          | 3.3776 |
| H' MÁXIMA=Ln (S)      | 3.8712 |
| EQUIDAD (J)=H / H MAX | 0.8725 |
| H MAX-H CAL           | 0.4936 |

Las especies en el estrato arbustivo del ecosistema de vegetación secundaria derivada de selva mediana subperennifolia por afectar en el predio, posee una riqueza específica de 48 especies, las cuales poseen una distribución de 0.8725, con el cual se afirma que la presencia de especies dominantes en este estrato es reducida. De hecho de manera específica y como se puede confirmar a través de los valores de VIR, en términos generales se puede decir que de cuatro especies mencionadas en párrafos anteriores y que presentan mayor VIR tienen una gran diferencia con el resto de las especies, aunque la *G. floribundum* es la que sobresale.

La máxima diversidad que puede alcanzar las especies en estrato arbustivo en nuestra área de estudio es de 3.8712 y la H' calculada es de 3.3776, lo que nos indica que nuestro estrato está lejos de alcanzar la máxima diversidad.

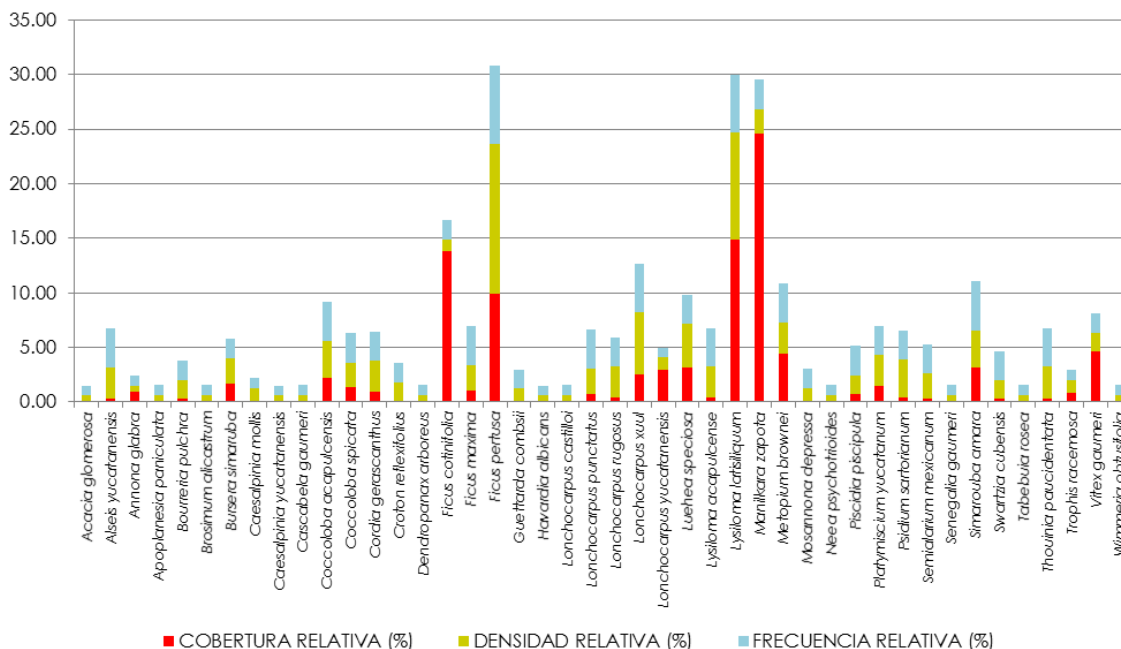
### Especies en el estrato arbóreo

En el caso del estrato arbóreo del predio bajo estudio se registraron 44 especies. Estas especies registradas presentaron los siguientes valores de VIR:

**Tabla 4.16.** Estimación del VIR de las especies del estrato arbóreo.

| ESPECIE                          | NO. DE IND | COB REL (%) | DENS REL (%) | FREC REL (%) | VIR   |
|----------------------------------|------------|-------------|--------------|--------------|-------|
| <i>Acacia glomerosa</i>          | 1          | 0.02        | 0.57         | 0.89         | 1.49  |
| <i>Alseis yucatanensis</i>       | 5          | 0.34        | 2.86         | 3.57         | 6.76  |
| <i>Annona glabra</i>             | 1          | 0.93        | 0.57         | 0.89         | 2.39  |
| <i>Apoplanesia paniculata</i>    | 1          | 0.09        | 0.57         | 0.89         | 1.55  |
| <i>Bourreria pulchra</i>         | 3          | 0.26        | 1.71         | 1.79         | 3.76  |
| <i>Brosimum alicastrum</i>       | 1          | 0.09        | 0.57         | 0.89         | 1.55  |
| <i>Bursera simaruba</i>          | 4          | 1.70        | 2.29         | 1.79         | 5.77  |
| <i>Caesalpinia mollis</i>        | 2          | 0.14        | 1.14         | 0.89         | 2.17  |
| <i>Caesalpinia yucatanensis</i>  | 1          | 0.02        | 0.57         | 0.89         | 1.49  |
| <i>Cascabela gaumeri</i>         | 1          | 0.09        | 0.57         | 0.89         | 1.55  |
| <i>Coccoloba acapulcensis</i>    | 6          | 2.18        | 3.43         | 3.57         | 9.18  |
| <i>Coccoloba spicata</i>         | 4          | 1.35        | 2.29         | 2.68         | 6.32  |
| <i>Cordia gerascanthus</i>       | 5          | 0.94        | 2.86         | 2.68         | 6.47  |
| <i>Croton reflexifolius</i>      | 3          | 0.12        | 1.71         | 1.79         | 3.62  |
| <i>Dendropanax arboreus</i>      | 1          | 0.09        | 0.57         | 0.89         | 1.55  |
| <i>Ficus cotinifolia</i>         | 2          | 13.78       | 1.14         | 1.79         | 16.71 |
| <i>Ficus maxima</i>              | 4          | 1.05        | 2.29         | 3.57         | 6.91  |
| <i>Ficus pertusa</i>             | 24         | 9.90        | 13.71        | 7.14         | 30.75 |
| <i>Guettarda combsii</i>         | 2          | 0.07        | 1.14         | 1.79         | 3.00  |
| <i>Havardia albicans</i>         | 1          | 0.02        | 0.57         | 0.89         | 1.49  |
| <i>Lonchocarpus castilloi</i>    | 1          | 0.09        | 0.57         | 0.89         | 1.55  |
| <i>Lonchocarpus punctatus</i>    | 4          | 0.74        | 2.29         | 3.57         | 6.59  |
| <i>Lonchocarpus rugosus</i>      | 5          | 0.40        | 2.86         | 2.68         | 5.94  |
| <i>Lonchocarpus xuul</i>         | 10         | 2.48        | 5.71         | 4.46         | 12.66 |
| <i>Lonchocarpus yucatanensis</i> | 2          | 2.96        | 1.14         | 0.89         | 4.99  |
| <i>Luehea speciosa</i>           | 7          | 3.14        | 4.00         | 2.68         | 9.81  |
| <i>Lysiloma acapulcense</i>      | 5          | 0.37        | 2.86         | 3.57         | 6.80  |
| <i>Lysiloma latisiliquum</i>     | 17         | 14.92       | 9.71         | 5.36         | 30.00 |
| <i>Manilkara zapota</i>          | 4          | 24.55       | 2.29         | 2.68         | 29.52 |
| <i>Metopium brownei</i>          | 5          | 4.47        | 2.86         | 3.57         | 10.90 |
| <i>Mosannonna depressa</i>       | 2          | 0.14        | 1.14         | 1.79         | 3.07  |

| ESPECIE                       | NO. DE IND | COB REL (%)  | DENS REL (%) | FREC REL (%) | VIR          |
|-------------------------------|------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| <i>Neea psychotrioides</i>    | 1          | 0.09         | 0.57         | 0.89         | 1.55         |
| <i>Piscidia piscipula</i>     | 3          | 0.73         | 1.71         | 2.68         | 5.12         |
| <i>Platymiscium yucatanum</i> | 5          | 1.44         | 2.86         | 2.68         | 6.97         |
| <i>Psidium sartorianum</i>    | 6          | 0.45         | 3.43         | 2.68         | 6.56         |
| <i>Semialarium mexicanum</i>  | 4          | 0.35         | 2.29         | 2.68         | 5.32         |
| <i>Senegalia gaumeri</i>      | 1          | 0.09         | 0.57         | 0.89         | 1.55         |
| <i>Simarouba amara</i>        | 6          | 3.15         | 3.43         | 4.46         | 11.05        |
| <i>Swartzia cubensis</i>      | 3          | 0.26         | 1.71         | 2.68         | 4.66         |
| <i>Tabebuia rosea</i>         | 1          | 0.09         | 0.57         | 0.89         | 1.55         |
| <i>Thouinia paucidentata</i>  | 5          | 0.36         | 2.86         | 3.57         | 6.79         |
| <i>Trophis racemosa</i>       | 2          | 0.88         | 1.14         | 0.89         | 2.91         |
| <i>Vitex gaumeri</i>          | 3          | 4.59         | 1.71         | 1.79         | 8.09         |
| <i>Wimmeria obtusifolia</i>   | 1          | 0.09         | 0.57         | 0.89         | 1.55         |
| <b>TOTAL</b>                  | <b>175</b> | <b>100.0</b> | <b>100.0</b> | <b>100.0</b> | <b>300.0</b> |



**Figura 4.24.** Valores de VIR de las especies del estrato arbóreo encontrado dentro del área de estudio.

De acuerdo a lo anterior se puede indicar que dentro del estrato arbóreo del área de estudio existen 3 especies con mayores valores de VIR *Ficus pertusa* (30.75%), *Lysiloma latisiliquum* (30.00%), y *Manilkara zapota* (29.52%) los cuales presentaron los valores más altos de abundancia, cobertura, densidad y frecuencia relativa dentro del predio.

Por otro lado en cuanto a la estimación de los índices de diversidad y de equidad se tienen los siguientes resultados para el estrato arbóreo dentro del predio bajo estudio.

**Tabla 4.17.** Estimación del Índice de Shannon-Wiener (H') de las especies del estrato arbóreo del predio bajo estudio.

| ESPECIE                          | NO. DE IND | ABUND REL (pi) | Ln (pi) | -(pi) x Ln (pi) |
|----------------------------------|------------|----------------|---------|-----------------|
| <i>Acacia glomerosa</i>          | 1          | 0.0057         | -5.1648 | 0.0295          |
| <i>Alseis yucatanensis</i>       | 5          | 0.0286         | -3.5553 | 0.1016          |
| <i>Annona glabra</i>             | 1          | 0.0057         | -5.1648 | 0.0295          |
| <i>Apoplanesia paniculata</i>    | 1          | 0.0057         | -5.1648 | 0.0295          |
| <i>Bourreria pulchra</i>         | 3          | 0.0171         | -4.0662 | 0.0697          |
| <i>Brosimum alicastrum</i>       | 1          | 0.0057         | -5.1648 | 0.0295          |
| <i>Bursera simaruba</i>          | 4          | 0.0229         | -3.7785 | 0.0864          |
| <i>Caesalpinia mollis</i>        | 2          | 0.0114         | -4.4716 | 0.0511          |
| <i>Caesalpinia yucatanensis</i>  | 1          | 0.0057         | -5.1648 | 0.0295          |
| <i>Cascabela gaumeri</i>         | 1          | 0.0057         | -5.1648 | 0.0295          |
| <i>Coccoloba acapulcensis</i>    | 6          | 0.0343         | -3.3730 | 0.1156          |
| <i>Coccoloba spicata</i>         | 4          | 0.0229         | -3.7785 | 0.0864          |
| <i>Cordia gerascanthus</i>       | 5          | 0.0286         | -3.5553 | 0.1016          |
| <i>Croton reflexifolius</i>      | 3          | 0.0171         | -4.0662 | 0.0697          |
| <i>Dendropanax arboreus</i>      | 1          | 0.0057         | -5.1648 | 0.0295          |
| <i>Ficus cotinifolia</i>         | 2          | 0.0114         | -4.4716 | 0.0511          |
| <i>Ficus maxima</i>              | 4          | 0.0229         | -3.7785 | 0.0864          |
| <i>Ficus pertusa</i>             | 24         | 0.1371         | -1.9867 | 0.2725          |
| <i>Guettarda combsii</i>         | 2          | 0.0114         | -4.4716 | 0.0511          |
| <i>Havardia albicans</i>         | 1          | 0.0057         | -5.1648 | 0.0295          |
| <i>Lonchocarpus castilloi</i>    | 1          | 0.0057         | -5.1648 | 0.0295          |
| <i>Lonchocarpus punctatus</i>    | 4          | 0.0229         | -3.7785 | 0.0864          |
| <i>Lonchocarpus rugosus</i>      | 5          | 0.0286         | -3.5553 | 0.1016          |
| <i>Lonchocarpus xuul</i>         | 10         | 0.0571         | -2.8622 | 0.1636          |
| <i>Lonchocarpus yucatanensis</i> | 2          | 0.0114         | -4.4716 | 0.0511          |
| <i>Luehea speciosa</i>           | 7          | 0.0400         | -3.2189 | 0.1288          |
| <i>Lysiloma acapulcense</i>      | 5          | 0.0286         | -3.5553 | 0.1016          |
| <i>Lysiloma latisiliquum</i>     | 17         | 0.0971         | -2.3316 | 0.2265          |
| <i>Manilkara zapota</i>          | 4          | 0.0229         | -3.7785 | 0.0864          |
| <i>Metopium brownei</i>          | 5          | 0.0286         | -3.5553 | 0.1016          |
| <i>Mosannonna depressa</i>       | 2          | 0.0114         | -4.4716 | 0.0511          |
| <i>Neea psychotrioides</i>       | 1          | 0.0057         | -5.1648 | 0.0295          |
| <i>Piscidia piscipula</i>        | 3          | 0.0171         | -4.0662 | 0.0697          |
| <i>Platymiscium yucatanum</i>    | 5          | 0.0286         | -3.5553 | 0.1016          |

| ESPECIE                      | NO. DE IND | ABUND REL (pi) | Ln (pi) | -(pi) x Ln (pi) |
|------------------------------|------------|----------------|---------|-----------------|
| <i>Psidium sartorianum</i>   | 6          | 0.0343         | -3.3730 | 0.1156          |
| <i>Semialarium mexicanum</i> | 4          | 0.0229         | -3.7785 | 0.0864          |
| <i>Senegalia gaumeri</i>     | 1          | 0.0057         | -5.1648 | 0.0295          |
| <i>Simarouba amara</i>       | 6          | 0.0343         | -3.3730 | 0.1156          |
| <i>Swartzia cubensis</i>     | 3          | 0.0171         | -4.0662 | 0.0697          |
| <i>Tabebuia rosea</i>        | 1          | 0.0057         | -5.1648 | 0.0295          |
| <i>Thouinia paucidentata</i> | 5          | 0.0286         | -3.5553 | 0.1016          |
| <i>Trophis racemosa</i>      | 2          | 0.0114         | -4.4716 | 0.0511          |
| <i>Vitex gaumeri</i>         | 3          | 0.0171         | -4.0662 | 0.0697          |
| <i>Wimmeria obtusifolia</i>  | 1          | 0.0057         | -5.1648 | 0.0295          |
| <b>TOTAL</b>                 | <b>175</b> | <b>1</b>       |         | <b>3.4063</b>   |

**Tabla 4.18.** Resumen de parámetros e indicadores de la riqueza, estructura y diversidad del estrato arbóreo del predio bajo estudio.

| ESTRATO ARBÓREO       |        |
|-----------------------|--------|
| RIQUEZA (S)           | 44     |
| H' CALCULADA          | 3.4063 |
| H' MÁXIMA=Ln (S)      | 3.7842 |
| EQUIDAD (J)=H / H MAX | 0.9001 |
| H MAX-H CAL           | 0.3779 |

El estrato arbóreo de la vegetación por afectar en el predio, posee una riqueza específica de 13 especies, las cuales poseen una distribución de 0.9001, con el cual se afirma que la presencia de especies dominantes en este estrato es muy reducida. De hecho de manera específica y como se puede confirmar a través de los valores de VIR estas especies dominantes son 3 especies.

La máxima diversidad que puede alcanzar el estrato arbóreo en nuestra área de estudio es de 3.7842 y la H' calculada es de 3.4063 lo que nos indica que nuestro estrato está lejos de alcanzar la máxima diversidad.

- **Presencia y distribución de especies vegetales bajo el régimen de protección legal, de acuerdo con la normatividad Ambiental y otros ordenamientos en el área de estudio y de influencia.**

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

Dentro del área del predio se observaron algunos individuos de la especie *Zamia loddigesii* y *Thrinax radiata* catalogadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 como especies amenazada. No obstante, no se registraron en los sitios de muestreo y su observación fue esporádica al hacer recorridos por los alrededores y brechas.

Por lo que es importante que el promovente las rescate y reubique en terrenos en donde la vegetación es escasa o en condiciones similares de su remoción y que no forme parte de alguna etapa de construcción del proyecto en cuestión.

### **Especies endémicas.**

En el área bajo estudio y área de influencia se **observaron** 26 especies endémicas, tal como se puede observar en la **Tabla 4.8**.

### **Conclusión del muestreo de Flora realizado**

- La superficie del polígono bajo estudio donde se llevará a cabo la construcción del proyecto, corresponde a una zona anteriormente impactada principalmente por fenómenos naturales y actividades agropecuarias.
- La riqueza de especies registradas en el predio bajo estudio se encuentra por debajo a lo observado de otros muestreos realizados en la selva mediana subperennifolia.
- Las especies endémicas encontradas son de amplia distribución y comunes para la zona.
- El proyecto no afectará ni comprometerá el ecosistema presente en la zona.
- No se considera que en el sitio sea un área o zona crítica para la conservación.
- De manera general, se concluye que las especies vegetales presentes en los cuadrantes son típicas de la vegetación secundaria derivada de selva mediana subcaducifolia principalmente, cuya presencia es una característica en las áreas impactadas antropogénicamente. Por lo que se considera que la implementación del proyecto no modificará significativamente la composición estructural de las comunidades de las especies vegetales del área del proyecto.

### **TIPOS DE FAUNA.**

Se reconoce que la fauna se distribuye conforme a características del hábitat tales, como la heterogeneidad y complejidad vegetal, las características del sustrato, la presencia de competidores y depredadores, así como en respuesta al grado de perturbación (entendida como la actividad atribuible al hombre). De acuerdo a lo anterior y a la ubicación del proyecto se puede mencionar que la fauna presente dentro del área del predio es probable experimente movimientos de un lado hacia el otro por la vegetación en plena recuperación y otras áreas con vocación forestal.

Como se ha mencionado dentro del predio bajo estudio se cuenta con una cobertura de vegetación derivada de selva mediana subperennifolia en diferentes grados de recuperación y con áreas con vocación forestal. Lo que de cierta manera contribuye a la presencia de diversos nichos y áreas de oportunidad para el desarrollo de la fauna.

Con el fin de conocer de manera más precisa las especies de vertebrados terrestres presentes en el trazo bajo estudio, se procedió a realizar una valoración de la fauna. Los monitoreos estuvieron dirigidos para cada grupo de vertebrado (anfibios, reptiles, aves y mamíferos), así como también las especies consideradas en alguna categoría de conservación de acuerdo a la normatividad ambiental y otros ordenamientos aplicables.

## Revisión de literatura

Con el fin de obtener el mayor reconocimiento posible de la fauna de la región, se revisaron listados y trabajos elaborados previamente en el área de influencia del proyecto. En la siguiente tabla se presenta una comparación de la fauna silvestre con ocurrencia regional con respecto a la que se presenta en el país en su conjunto.

**Tabla 4.19.** Comparativo de la fauna silvestre regional y local.

| GRUPO        | PENÍNSULA YUCATÁN | DE QUINTANA ROO |
|--------------|-------------------|-----------------|
| Anfibios     | 43                | 22              |
| Reptiles     | 139               | 106             |
| Aves         | 528               | 483             |
| Mamíferos    | 84*               | 114             |
| <b>Total</b> | <b>794</b>        | <b>725</b>      |

\*No se incluye la totalidad de murciélagos y roedores.

En el predio se cuenta con una cobertura de vegetación secundaria derivada de selva mediana subperennifolia. El predio presenta un nivel medio de perturbación antropocéntrica mediante la creación de brechas de muy diferentes amplitudes. No obstante a lo anterior, contribuye a la presencia de diversos nichos y áreas de oportunidad para el desarrollo de la fauna. Lo anterior es relevante puesto que las especies presentes en el área del proyecto son predominantemente las de afinidad terrestre, asociadas a este tipo de Selva.

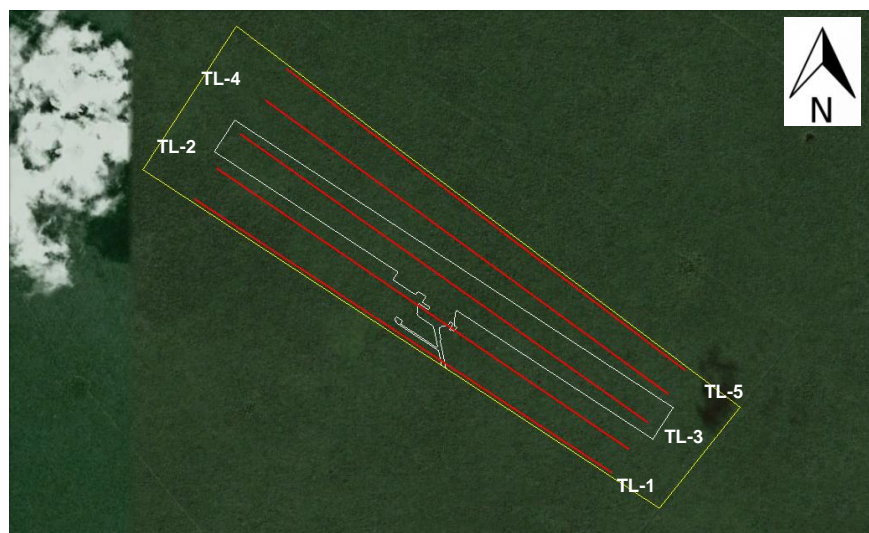
- **Metodología de muestreo para cada grupo de fauna.**

Durante el trabajo de campo se requirió del apoyo de materiales y equipos tales como: GPS (Garmin eTREX,), grabadoras de sonidos, cámaras trampa, cámaras fotográficas, binoculares, trampas Sherman, trampas de caída, trampas tomahawk, redes de niebla, varas herpetológicas, cinta biodegradable, guías de reptiles y anfibios, guías de aves, guías de mamíferos, etc.

De manera particular, para el muestreo de la fauna silvestre se trazaron 5 Transectos en línea con una superficie de 20000 m<sup>2</sup> (2000 m x 10 m), cuyas coordenadas de localización y trazo en un plano satelital se presentan a continuación:

**Tabla 4.20.** Coordenadas de los Transectos lineales trazados dentro del predio.

| TRANSECTOS |        | Y          | X         |
|------------|--------|------------|-----------|
| 1          | Inicio | 2274033.47 | 471340.67 |
|            | Final  | 2275128.88 | 469668.18 |
| 2          | Inicio | 2274127.70 | 471408.15 |
|            | Final  | 2275252.43 | 469756.23 |
| 3          | Inicio | 2274233.70 | 471485.22 |
|            | Final  | 2275388.43 | 469852.24 |
| 4          | Inicio | 2274347.17 | 471567.01 |
|            | Final  | 2275525.60 | 469950.06 |
| 5          | Inicio | 2274442.31 | 471634.14 |
|            | Final  | 2275648.07 | 470038.47 |



**Figura 4.25.** Transectos en línea trazados dentro del predio bajo estudio.

En los siguientes apartados se muestran las técnicas de muestreo y registro utilizadas para caracterizar la fauna y las diferentes especies reportadas para la zona, así como también las especies consideradas en alguna categoría de conservación de acuerdo a la normatividad ambiental y otros ordenamientos vigentes aplicables.

#### Anfibios y Reptiles.

Para la elaboración de la lista de especies de anfibios y reptiles, se revisó la literatura previamente publicada. Esta información permitió formar una lista preliminar de las especies de anfibios y reptiles de la región, con base en la literatura sobre la distribución de cada especie (Peters, 1953; Smith y Smith, 1976; Pozo de la Tijera y Escobedo, 1991; Bahena-Basave, 1994; Bahena-Basave y Cedeño-Vázquez, 1998; Lee, 2000; Calderón y Cedeño-Vázquez, 2002; Calderón y Cedeño-Vázquez, 2003; Calderón-Mandujano, et al., 2005 y Sanchez-Castillo, 2005).

El trabajo de campo consistirá en muestreos sistemáticos, siguiendo un orden en cuanto a tiempo y esfuerzo horas/hombre, aplicado para cada uno, es decir, será realizado por 2 personas y considerado como horas/ hombre (por ejemplo, una búsqueda de 2 horas por 2 personas=4 horas persona), mediante este método se pudo ejemplificar la riqueza, abundancias y densidades de las especies. Los muestreos se realizaron en el mes de Junio del 2014.

Los datos de riqueza de especies, así como los de diversidad y abundancia obtenidos durante todo el trabajo de campo servirán para generar una base de datos que se utilizara para formar la lista de especies que será analizada con índices de diversidad basados en las especies registradas en el área de afectación y las zonas de influencia del proyecto.

Los anfibios y reptiles se observaron realizando recorridos (transectos en línea) en las áreas de afectación y zonas de influencia del proyecto, uno durante el día y otro por la noche, obteniendo al final del trabajo un total de 16 muestreos.



Los muestreos diurnos se realizaron según la técnica descrita por Casas-Andreu et al. (1991), modificada de acuerdo con los hábitos de cada especie (hora de inicio y fin de la actividad de los organismos). El horario de muestreo para especies con actividad diurna, generalmente reptiles, fue de 10:00 a 14:00 horas (Ramírez-Bautista, 1994; Uribe-Peña, et al., 1999). Los organismos se buscaron en los diferentes tipos de microhábitats; bajo rocas, sobre y bajo troncos y a orillas de los cuerpos de agua, entre otros (Casas-Andreu et al., 1991). El horario para las especies con actividad nocturna se estableció a partir de las 19:00 a las 23:00 horas, y fue aplicado especialmente para los anfibios (Casas-Andreu et al., 1991; Ramírez-Bautista, 1994; Uribe-Peña et al., 1999). Adicionalmente para la recolecta de especies de este grupo que habitan dentro de cuerpos de agua, se utilizó una red de malla con un mango, así como también lámparas de mano para facilitar su captura, al igual se colocaran trampas de pozo (Pitfall) o de caída para la capturar de reptiles.

Para la identificación de especies se utilizaron las guías de campo (Campbell 1998; Lee, 2000; Calderón-Mandujano, et al., 2005), así como el ordenamiento filogenético y la nomenclatura recopilada por Flores-Villela y Canseco-Márquez (2004), y la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de La Biodiversidad (CONABIO, 2012).

Aves.

Una variedad de métodos para monitorear y evaluar a las poblaciones de aves están disponibles (Bibby et al., 1992; Ralph et al., 1996) pero tres son los más usados: Puntos de conteo, conteos en transectos y redes ornitológicas. En este estudio se utilizaran las técnicas de conteo en transectos y redes ornitológicas, la primera porque se pueden censar por medio de los sonidos de las aves, sobre todo en el trópico (Parker, 1991, Riede, 1993, Kroodsma et al., 1996) y la segunda porque por medio de las capturas es más fácil identificar especies que son muy parecidas entre sí o especies raras o pequeñas que se mueven entre la vegetación que son difícil de observar.

En este caso se contarán y totalizarán las aves mientras se camina despacio a lo largo de varios transectos en línea (Lord, 1961, Gómez de Silva et al., 1999) y se colocaran 2 redes ornitológicas en puntos estratégicos, lo cual es lo recomendable para tener el mayor esfuerzo en el muestreo, realizando una combinación de métodos (Estades et al., 2006; Stouffer, 2007).

Por último a lo largo de los transectos lineales además de la observación directa, se identificarán a las aves por medio de técnicas acústicas (grabación de cantos de aves) para su posterior análisis (Celis-Murillo et al., 2009; Hutto y Stutzman, 2009).

Los censos serán durante la mañana debido a que las aves son mucho más activas. La actividad de las aves generalmente ocurre desde el amanecer hasta aproximadamente las 10 de la mañana y al atardecer. Es preferible que los censos comiencen de 15 a 30 minutos después del amanecer. Para el uso de las redes niebla, para la captura de aves puede efectuarse prácticamente durante todo el día, aunque la tasa de capturas tiende a disminuir al medio día en los hábitats calurosos y soleados (Bibby et al., 1992).

Una de las ventajas al utilizar el censo por medio de cantos, es que las aves son vocalmente más activas en épocas de reproducción, y en México las aves residentes son

más activas en primavera y verano, por lo que este método es muy conveniente de llevarse a cabo por la época en que se realiza el muestreo (Gallina y López-González, 2011).

Para la observación de aves se utilizaron binoculares y la identificación de especies se apoyo de guías de campo para la región (Howell y Webb. 1995; Peterson y Chalif. 1973; National Geographic Society. 2002; Sibley, 2003; McKinnon, B. 2013). Para la identificación de cantos se recurrió a páginas web y el disco de Cantos de Aves de México: Península de Yucatán, Volumen I (Celis-Murillo et al.). La nomenclatura empleada fue la sugerida por el AOU (2011)

Mamíferos.

Debido a sus hábitos principalmente nocturnos, variación en las distintas horas de actividades y a la densa cobertura de un bosque tropical, el monitoreo de mamíferos en forma directa resulta poco práctico y costoso, por lo que resulta factible la utilización de varios métodos de observación para obtener mejores resultados.

En general se dice que animales de mayor tamaño tienen mayor ámbito de hogar que aquellos de menor tamaño (entiéndase por ámbito de hogar como el área que el animal requiere para cubrir sus necesidades de alimentación y reproducción).

Para los mamíferos terrestres no voladores se realizaron varios transectos de una misma distancia; con un mínimo de 3 kilómetros de largo. Los transectos deben estar distribuidos idealmente en forma aleatoria, o de forma práctica y factible para el muestreo. Entre más sitios tengamos para la búsqueda, mayor será la probabilidad de registrar los rastros de este grupo de especies y entre más grande sea el área del monitoreo mayor será el número de transectos que debemos recorrer. Así mismo, si el área es muy heterogénea en cuanto a la diversidad de ambientes se debe tratar al máximo de cubrirlos todos con los transectos. (Arévalo, 2001).

Como ya se menciona en este grupo las especies tienen distintas horas de actividad, por lo que se requiere realizar los conteos diurno (6:00 a 14:00 horas) y nocturnos (19:00 a 24:00 horas), con el fin de registrar la mayor riqueza posible del área. En caso de escuchar un sonido característico mediante el cual se pueda identificar la especie, se tomara nota de al menos un individuo escuchado, sin embargo quedara a consideración de la persona si puede discriminar el número de individuos mediante sonidos. Del mismo modo con la finalidad de incrementar el esfuerzo del muestreo se colocaran 10 trampas tomahawk, distribuidas en el predio en sitios estratégicos, Estas se colocaron al atardecer y se revisaron a la mañana siguiente, como atrayente se colocó piña y carne en descomposición.

Para el caso de los mamíferos voladores (murciélagos) se utilizaron dos redes de niebla de 12 x 2.6 m a nivel de sotobosque, las cuales se mantuvieron abiertas desde el atardecer (19:00 horas) y permanecieron 5 horas durante la noche (24:00 horas). Los muestreos se realizaron en periodos en los que no había luna llena, para evitar una disminución del éxito de captura en noches iluminadas, ya que en estos días las capturas de murciélagos disminuyen debido a un fenómeno conocido como "fobia lunar" (Morrison 1978; Saldaña y Munguía, 2012). Por lo que considerando un total de dos redes y durante dos semanas, se aplicó un esfuerzo de captura de 432 m red/h.

Así mismo, se colocaron 50 trampas Sherman distribuidas en 5 transectos de 50 m, con la finalidad de capturar mamíferos pequeños (roedores) para el análisis ecológico. Estas se colocaron al atardecer ya que la etología de estos organismos es nocturna, y se revisaron por la mañana, para evitar el estrés o muerte de los ejemplares capturados. Como cebo se utilizó avena con vainilla como atrayente. Se empleó el método de captura recaptura (Krebs 1985) y cada individuo se marcó con violeta de genciana.

Para la identificación se utilizaron guía de campo de este grupo en particular (Ceballos y Oliva, 2005; Reid, 2009; Aranda, 2012) el ordenamiento filogenético y la nomenclatura utilizada para los taxa se tomó de Ceballos y Arroyo-Cabrales (2102) y Sosa-Escalante et al. (2013).

## RESULTADOS

### Composición faunística.

Como resultado de las caminatas y muestreos realizados dentro del predio y su área de influencia se pudo verificar la presencia de 93 especies de 47 familias de vertebrados de fauna silvestre.

De manera particular, dentro del predio se registró únicamente 72 especies pertenecientes a 33 familias de vertebrados de fauna silvestre.

#### Anfibios

Para el caso de los anfibios se registraron 2 especies lo que representa el 3% de los registros de especies de fauna silvestre encontrada en todo el predio bajo estudio.

#### Reptiles

Para el caso de los reptiles se registraron 9 especies que representan el 13% de los registros de especies de fauna silvestre encontrada en las áreas de afectación del proyecto. Todos los reptiles reportados se registraron de manera visual dentro del predio.

#### Aves

Este grupo fue el que tuvo la mayor riqueza específica, en total se verificaron 55 especies lo que representan el 76% de las especies registradas para la zona del proyecto. La mayoría de estas especies se registraron en vuelo hacia otras zonas.

#### Mamíferos

En el predio bajo estudio se registró 6 especies que representa el 8% de la riqueza total observada en el predio.

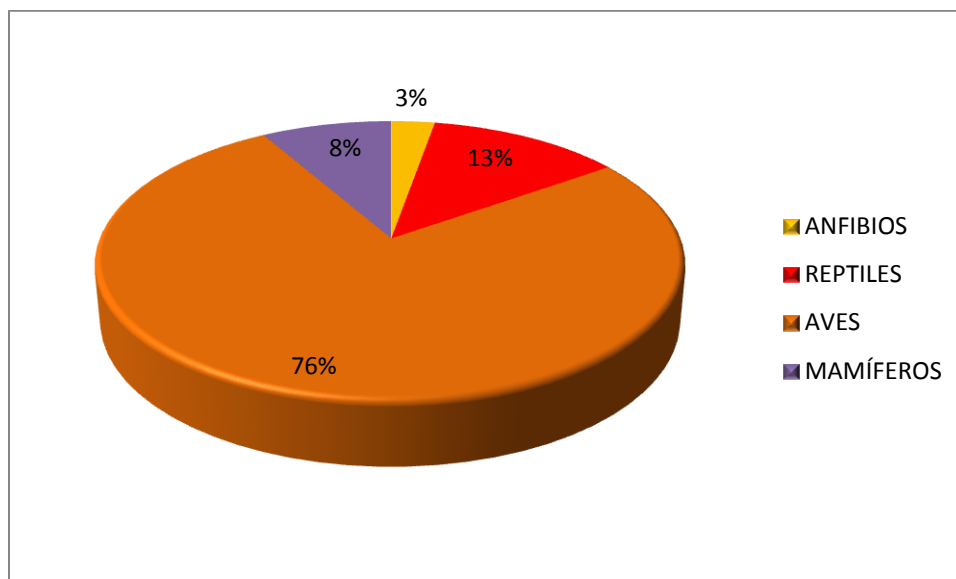


Figura 4.26. Composición de los grupos faunísticos dentro del predio.

A continuación se presente en la siguiente tabla el listado general de la fauna identificada en el predio.

Tabla 4.21. Listado de especies identificadas dentro del predio.

| GRUPO DE FAUNA | FAMILIA         | ESPECIE                         | NOMBRE COMÚN                                  | ATRIBUTOS |   |   | TIPO DE REGISTRO |   |   |   |   |   |
|----------------|-----------------|---------------------------------|---|-----------|---|---|------------------|---|---|---|---|---|
|                |                 |                                 |   | 1         | 2 | 3 | Ex               | M | H | V | A |   |
| ANFIBIOS       | Bufo            | <i>Rhinella marina</i>          | Sapo marino                                   |           |   |   |                  |   |   |   |   | X |
|                | Bufo            | <i>Incilius valliceps</i>       | sapo del golfo, sapo costero                  |           |   |   |                  |   |   |   |   | X |
| REPTILES       | Phrynosomatidae | <i>Sceloporus chrysostictus</i> | lagartija escamosa, Merech                    |           | * |   |                  |   |   |   |   | X |
|                | Polychrotidae   | <i>Anolis rodriguezi</i>        | Lagartija de abanico amarillo                 |           |   |   |                  |   |   |   |   | X |
|                | Polychrotidae   | <i>Anolis sagrei</i>            | Lagartija café, Abaniquillo pardo             |           |   |   |                  |   |   |   |   | X |
|                | Polychrotidae   | <i>Anolis sericeus</i>          | Lagartija de abanico azul, Abaniquillo sedoso |           |   |   |                  |   |   |   |   | X |
|                | Scincidae       | <i>Mesoscincus schwartzei</i>   | Eslizón yucateco, Bek'ech                     |           | * |   |                  |   |   |   |   | X |
|                | Teiidae         | <i>Holcosus undulata</i>        | Ameiva metálica, Yax merech                   |           |   |   |                  |   |   |   |   | X |
|                | Colubridae      | <i>Senticolis triaspis</i>      | Ratonera oliva                                |           |   |   |                  |   |   |   |   | X |
|                | Colubridae      | <i>Dryadophis melanolomus</i>   | Culebra lagartijera olivacea.                 |           |   |   |                  |   |   |   |   | X |
|                | Elapidae        | <i>Micrurus diastema</i>        | Coralillo, Chac ib can                        | Pr        |   |   |                  |   |   |   |   | X |
| MAMÍFEROS      | Muridae         | <i>Otodylomys phyllotis</i>     | Rata trepadora orejas grandes                 |           |   |   |                  |   |   |   |   | X |
|                | Phyllostomidae  | <i>Glossophaga soricina</i>     | Murciélago nectarívoro tropical               |           |   |   |                  |   |   |   |   | X |
|                | Phyllostomidae  | <i>Artibeus jamaicensis</i>     | Murciélago-frutero de Jamaica                 |           |   |   |                  |   |   |   |   | X |
|                | Phyllostomidae  | <i>Artibeus lituratus</i>       | Murciélago frugívoro gigante                  |           |   |   |                  |   |   |   |   | X |
|                | Phyllostomidae  | <i>Chiroderma villosum</i>      | Murciélago ojón peludo                        |           |   |   |                  |   |   |   |   | X |
|                | Phyllostomidae  | <i>Dermanura phaeotis</i>       | Murciélago frugívoro                          |           |   |   |                  |   |   |   |   | X |

| GRUPO DE FAUNA | FAMILIA                    | ESPECIE                         | NOMBRE COMÚN          | ATRIBUTOS |   |   | TIPO DE REGISTRO |   |   |   |   |     |
|----------------|----------------------------|---------------------------------|-----------------------|-----------|---|---|------------------|---|---|---|---|-----|
|                |                            |                                 |                       | 1         | 2 | 3 | Ex               | M | H | V | A |     |
| AVES           | Tinamidae                  | <i>Crypturellus cinnamomeus</i> | Tinamú canelo         | Pr        |   | R |                  |   |   |   |   | X   |
|                | Cathartidae                | <i>Coragyps atratus</i>         | Zopilote común        |           |   | R |                  |   |   |   |   | X   |
|                | Cracidae                   | <i>Ortalis vetula</i>           | Chachalaca            |           |   | R |                  |   |   |   |   | X X |
|                | Columbidae                 | <i>Patagioenas flavirostris</i> | Paloma morada         |           |   | R |                  |   |   |   |   | X   |
|                | Columbidae                 | <i>Zenaida asiatica</i>         | Paloma ala blanca     |           |   | R |                  |   |   |   |   | X X |
|                | Columbidae                 | <i>Leptotila jamaicensis</i>    | Paloma caribeña       |           |   | R |                  |   |   |   |   | X   |
|                | Psittacidae                | <i>Amazona albifrons</i>        | Loro frente blanca    | Pr        |   | R |                  |   |   |   |   | X X |
|                | Psittacidae                | <i>Aratinga nana</i>            | Perico pecho sucio    | Pr        |   | R |                  |   |   |   |   | X X |
|                | Cuculidae                  | <i>Piaya cayana</i>             | Cucillo canela        |           |   | R |                  |   |   |   |   | X   |
|                | Strigidae                  | <i>Ciccaba virgata</i>          | Búho café             |           |   | R |                  |   |   |   |   | X   |
|                | Strigidae                  | <i>Glaucidium brasilianum</i>   | Tecolote bajoño       |           |   | R |                  |   |   |   |   | X   |
|                | Caprimulgidae              | <i>Chordeiles acutipennis</i>   | Chotocabras menor     |           |   | R |                  |   |   |   |   | X   |
|                | Caprimulgidae              | <i>Nyctidromus albicollis</i>   | Chotocabras pauraques |           |   | R |                  |   |   |   |   | X   |
|                | Caprimulgidae              | <i>Antrostomus badius</i>       | Tapacaminos huil      |           |   | R |                  |   |   |   |   | X   |
|                | Trochilidae                | <i>Amazilia yucatanensis</i>    | Colibrí yucateco      |           |   | R |                  |   |   |   |   | X X |
|                | Trochilidae                | <i>Amazilia rutila</i>          | Colibrí canela        |           |   | R |                  |   |   |   |   | X   |
|                | Trogonidae                 | <i>Trogon melanocephalus</i>    | Trogón cabeza negra   |           |   | R |                  |   |   |   |   | X X |
|                | Momotidae                  | <i>Eumomota superciliosa</i>    | Momoto ceja azul      |           |   | R |                  |   |   |   |   | X X |
|                | Picidae                    | <i>Melanerpes aurifrons</i>     | Carpintero cheje      |           |   | R |                  |   |   |   |   | X   |
|                | Furnariidae                | <i>Synallaxis erythrothorax</i> | Güitío pecho rufo     |           |   | R |                  |   |   |   |   | X X |
|                | Dendrocolaptidae           | <i>Dendrocincla homochroa</i>   | Trepatroncos café     |           |   | R |                  |   |   |   |   | X X |
|                | Tyrannidae                 | <i>Pitangus sulphuratus</i>     | Luis bienteveo        |           |   | R |                  |   |   |   |   | X X |
|                | Tyrannidae                 | <i>Megarynchus pitangua</i>     | Luis pico grueso      |           |   | R |                  |   |   |   |   | X X |
|                | Tyrannidae                 | <i>Myiozetetes similis</i>      | Luis gregario         |           |   | M |                  |   |   |   |   | X   |
|                | Tyrannidae                 | <i>Camptostoma imberbe</i>      | Mosquero lampiño      |           |   | R |                  |   |   |   |   | X   |
|                | Tyrannidae                 | <i>Contopus cinereus</i>        | Pibi tropical         |           |   | R |                  |   |   |   |   | X   |
|                | Tyrannidae                 | <i>Attila spadiceus</i>         | Atila                 |           |   | R |                  |   |   |   |   | X   |
|                | Tyrannidae                 | <i>Myiarchus yucatanensis</i>   | Papamoscas yucateco   |           | * | R |                  |   |   |   |   | X   |
|                | Tyrannidae                 | <i>Myiarchus tuberculifer</i>   | Papamoscas triste     |           |   | R |                  |   |   |   |   | X   |
|                | Tyrannidae                 | <i>Tyrannus melancholicus</i>   | Tirano tropical       |           |   | R |                  |   |   |   |   | X   |
| Tyrannidae     | <i>Tyrannus couchii</i>    | Tirano salvador                 |                       |           | M |   |                  |   |   |   | X |     |
| Tyrannidae     | <i>Legatus leucophaius</i> | Papamoscas pirata               |                       |           | R |   |                  |   |   |   | X |     |
| Vireonidae     | <i>Vireo magister</i>      | Vireo yucateco                  |                       | *         | R |   |                  |   |   |   | X |     |
| Vireonidae     | <i>Vireo pallens</i>       | Vireo manglero                  | Pr                    |           | R |   |                  |   |   |   | X |     |

| GRUPO DE FAUNA | FAMILIA       | ESPECIE                          | NOMBRE COMÚN              | ATRIBUTOS |   |   | TIPO DE REGISTRO |   |   |   |   |   |
|----------------|---------------|----------------------------------|---------------------------|-----------|---|---|------------------|---|---|---|---|---|
|                |               |                                  |                           | 1         | 2 | 3 | Ex               | M | H | V | A |   |
|                | Vireonidae    | <i>Cyclarhis gujanensis</i>      | Vireon ceji rufa          |           |   | R |                  |   |   |   |   | X |
|                | Corvidae      | <i>Cyanocorax yncas</i>          | Chara verde               |           |   | R |                  |   |   |   | X | X |
|                | Corvidae      | <i>Cyanocorax morio</i>          | Chara papan               |           |   | R |                  |   |   |   |   | X |
|                | Corvidae      | <i>Cyanocorax yucatanicus</i>    | Chara yucateca            |           | * | R |                  |   |   |   | X | X |
|                | Hirundinidae  | <i>Petrochelidon fulva</i>       | Golondrina pueblera       |           |   | R |                  |   |   |   | X |   |
|                | Troglodytidae | <i>Pheugopedius maculipectus</i> | Chivirín moteado          |           |   | R |                  |   |   |   | X |   |
|                | Troglodytidae | <i>Uropsila leucogastra</i>      | Chivirín vientre blanco   |           |   | R |                  |   |   |   |   | X |
|                | Turdidae      | <i>Turdus grayi</i>              | Zorzal pardo              |           |   | R |                  |   |   |   |   | X |
|                | Parulidae     | <i>Setophaga erithacorides</i>   | Chipe de manglar          |           |   | R |                  |   |   |   | X |   |
|                | Thraupidae    | <i>Saltator coerulescens</i>     | Saltador gris             |           |   | R |                  |   |   |   | X |   |
|                | Thraupidae    | <i>Eucometis penicillata</i>     | Tángara cabeza gris       | Pr        |   | R |                  |   |   |   |   | X |
|                | Cardinalidae  | <i>Piranga roseogularis</i>      | Tángara yucateca          |           | * | R |                  |   |   |   |   | X |
|                | Emberizidae   | <i>Arremonops rufivirgatus</i>   | Rascador oliváceo         |           |   | R |                  |   |   |   | X | X |
|                | Icteridae     | <i>Agelaius phoeniceus</i>       | Tordo sargento            |           |   | R |                  |   |   |   |   | X |
|                | Icteridae     | <i>Dives dives</i>               | Tordo cantor              |           |   | R |                  |   |   |   |   | X |
|                | Icteridae     | <i>Icterus cucullatus</i>        | Bolsero encapuchado       |           |   | R |                  |   |   |   |   | X |
|                | Icteridae     | <i>Icterus chrysater</i>         | Bolsero dorso dorado      |           |   | R |                  |   |   |   | X |   |
|                | Icteridae     | <i>Icterus mesomelas</i>         | Bolsero cola amarilla     |           |   | R |                  |   |   |   | X |   |
|                | Icteridae     | <i>Icterus auratus</i>           | Bolsero yucateco          |           | * | R |                  |   |   |   | X |   |
|                | Icteridae     | <i>Icterus gularis</i>           | Bolsero de altamira       |           |   | R |                  |   |   |   | X |   |
|                | Fringillidae  | <i>Euphonia hirundinacea</i>     | Eufonia garganta amarilla |           |   | R |                  |   |   |   | X |   |

**ATRIBUTOS**

1. **Especie en la NOM-059-SEMARNAT-2010:** A= Amenazada, Pr= Protección especial, P= Peligro de extinción

2. **Endemismos:** \*= Especie endémica a la Provincia biótica de la Península de Yucatán.

3. **Estatus:** R= Residente, M= Migratoria

**REGISTRO**

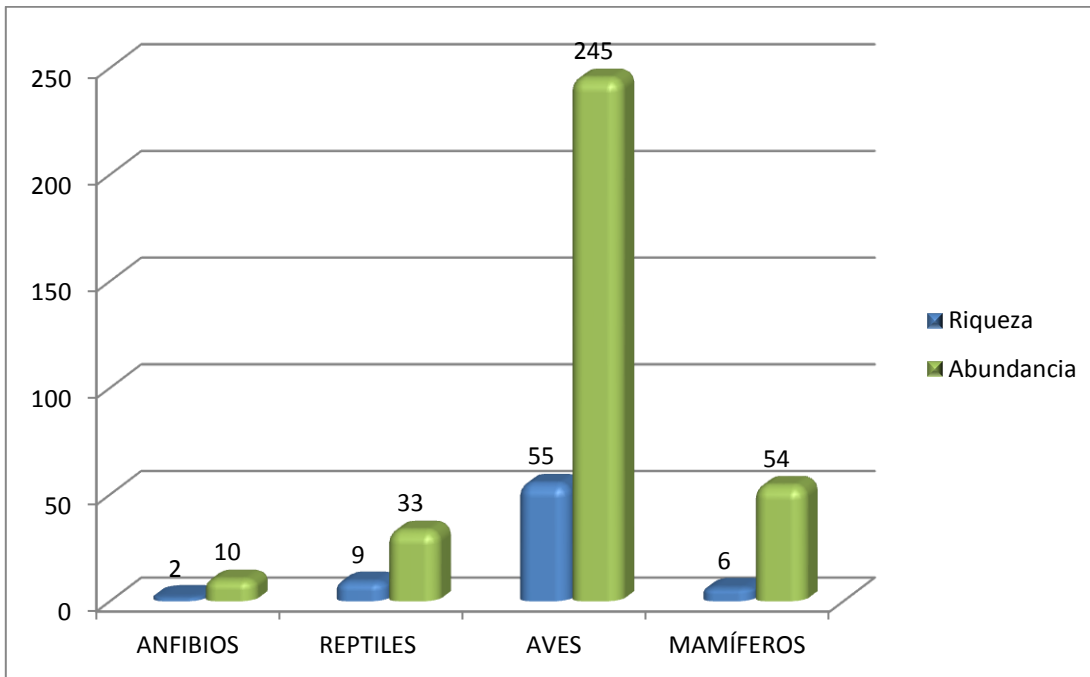
**Verificación:** Excreta (Ex), Madriguera (M), Huella (H), Visual (V), Auditivo (A)

Riqueza y abundancia faunística en el predio bajo estudio.

En el predio se registraron en total 72 especies, 342 individuos, pertenecientes 33 familias (Tabla siguiente).

**Tabla 4.22.** Riqueza y abundancia de especies de los grupos de fauna silvestre registradas en el predio bajo estudio

| GRUPO FAUNÍSTICO | RIQUEZA   | ABUNDANCIAS | FAMILIAS  |
|------------------|-----------|-------------|-----------|
| ANFIBIOS         | 2         | 10          | 1         |
| REPTILES         | 9         | 33          | 5         |
| AVES             | 55        | 245         | 25        |
| MAMÍFEROS        | 6         | 54          | 2         |
| <b>TOTAL</b>     | <b>72</b> | <b>342</b>  | <b>33</b> |



**Figura 4.27.** Riqueza específica y abundancia de vertebrados terrestres

#### Estructura y Diversidad

Dentro de los grupos de fauna silvestre encontrados dentro del predio se tienen los siguientes resultados acerca de los **índices de diversidad y equidad**:

**Anfibios.** Para el caso de los anfibios se registraron un total de 2 especies, lo cual representa el 3 % del total de fauna silvestre registrada dentro del predio. El índice de diversidad y equidad dentro de este grupo de fauna se puede observar a continuación en la siguiente tabla.

**Tabla 4.23.** Estructura y diversidad de los anfibios en el área de afectación del proyecto.

| GRUPO                                     | FAMILIA   | ESPECIE                   | Registros | Abundancia Relativa | Densidad Relativa |
|---|-----------|---------------------------|-----------|---------------------|-------------------|
| ANFIBIOS                                  | Bufonidae | <i>Rhinella marina</i>    | 6         | 0.75                | 75                |
|   | Bufonidae | <i>Incilius valliceps</i> | 2         | 0.25                | 25                |
| <b>Abundancia Total</b>                   |           |                           |           | <b>8</b>            |                   |
| <b>Riqueza Especifica</b>                 |           |                           |           | <b>2</b>            |                   |
| <b>Índice de Shannon-Wiener (H')</b>      |           |                           |           | <b>0.56</b>         |                   |
| <b>Diversidad Máxima Esperada (H'MAX)</b> |           |                           |           | <b>0.69</b>         |                   |
| <b>Índice de Simpson (1-D)</b>            |           |                           |           | <b>0.37</b>         |                   |
| <b>Índice de Equidad de Pielou (J)</b>    |           |                           |           | <b>0.81</b>         |                   |

El grupo faunístico de los anfibios en el predio, posee una riqueza específica como ya se menciono de 2 especies, las cuales poseen una equitatividad de 0.81, el cual es un valor moderado, esto quizás por sus características y hábitos, los cuales están más relacionados a cuerpos de agua, los cuales no están presentes dentro del predio.

La máxima diversidad que puede alcanzar el grupo de los anfibios en nuestra área de estudio es de 0.69, la H' fue de 0.56 lo que nos indica que nuestro grupo faunístico se encuentra cerca de alcanzar la máxima diversidad esperada dentro del predio, por otra parte el índice de Simpson fue de 0.37, lo cual es un valor bajo, por lo que se podría explicar como una posible dominancia de la *R. marina*, esto porque es muy común, ya que es considerada como una especie invasiva muy adaptable, al parecen por poseer más capacidad que otras especies para soportar ciertos cambios en su medio natural, ya sea por condiciones fisiológicas o requerimientos de microhábitats, por lo que son muy abundantes en sitios con alta influencia humana (Vargas y Castro, 1999; Reynoso et al. 2005; Sampredo-M. et al., 2011).

**Reptiles.** Para el caso de los reptiles se registraron un total de 9 especies, lo cual representa el 13 % del total de fauna silvestre registrada dentro del predio. El índice de diversidad y equidad dentro de este grupo de fauna se puede observar a continuación en las siguientes tablas.

**Tabla 4.24.** Estimación del Índice de Shannon-Wiener (H') de las especies del grupo de reptiles del predio bajo estudio.

| GRUPO    | FAMILIA         | ESPECIE                         | Registros | Abundancia Relativa | Densidad Relativa |
|----------|-----------------|---------------------------------|-----------|---------------------|-------------------|
| REPTILES | Phrynosomatidae | <i>Sceloporus chrysostictus</i> | 2         | 0.0606061           | 6.0606061         |
|          | Polychrotidae   | <i>Anolis rodriguezi</i>        | 6         | 0.1818182           | 18.181818         |
|          | Polychrotidae   | <i>Anolis sagrei</i>            | 5         | 0.1515152           | 15.151515         |
|          | Polychrotidae   | <i>Anolis sericeus</i>          | 3         | 0.0909091           | 9.0909091         |
|          | Scincidae       | <i>Mesoscincus schwartzei</i>   | 3         | 0.0909091           | 9.0909091         |
|          | Teiidae         | <i>Holcosus undulata</i>        | 11        | 0.3333333           | 33.333333         |



|   |            |                               |   |          |          |
|---|------------|-------------------------------|---|----------|----------|
|   | Colubridae | <i>Senticolis triaspis</i>    | 1 | 0.030303 | 3.030303 |
|   | Colubridae | <i>Dryadophis melanolomus</i> | 1 | 0.030303 | 3.030303 |
|   | Elapidae   | <i>Micrurus diastema</i>      | 1 | 0.030303 | 3.030303 |
| <b>Abundancia Total</b>                   |            |                               |   | 33       |          |
| <b>Riqueza Especifica</b>                 |            |                               |   | 9        |          |
| <b>Índice de Shannon-Wiener (H')</b>      |            |                               |   | 1.88     |          |
| <b>Diversidad Máxima Esperada (H'MAX)</b> |            |                               |   | 2.19     |          |
| <b>Índice de Simpson (1-D)</b>            |            |                               |   | 0.80     |          |
| <b>Índice de Equidad de Pielou (J)</b>    |            |                               |   | 0.85     |          |

El grupo faunístico de los reptiles en el predio, posee una riqueza específica de 9 especies, las cuales poseen una distribución de 0.85, con el cual se afirma que la presencia de especies dominantes dentro de este grupo es reducida, esto apoyado con el resultado que arroja el índice de Simpson 0.80. De hecho, todas las especies presentaron un valor de diversidad similar con excepción de la especie *H. Undulata* la cual tuvo un registro de 11 avistamientos, sin embargo los índices anterior mencionados demuestran que hay una distribución o equitatividad de las especies dentro de nuestra área de estudio.

Por otra parte la máxima diversidad que puede alcanzar el grupo de los reptiles en nuestra área de estudio es de 2.19 y la H' calculada fue de 1.88, lo que nos indica que nuestro grupo faunístico se encuentra cerca de alcanzar la máxima diversidad esperada dentro del predio.

**Aves.** En total se verificaron 55 especies de aves que representan el 76% de las especies de fauna registradas dentro del predio. La mayoría de estas especies fueron registradas por sus cantos particulares, al igual que descansando en los árboles presentes dentro del predio, así como sobrevolando el área del proyecto. Por lo que es importante mencionar que no se observaron nidos que indicaran que es una zona de anidación, sino mas bien podrían usar el predio como un zona de descansó hacia zonas más conservados o donde se trasladadas por alimento.

**Tabla 4.25.** Estimación del Índice de Shannon-Wiener (H') de las especies del grupo de las aves del predio bajo estudio.

| GRUPO | FAMILIA     | ESPECIE                         | Registros | Abundancia Relativa | Densidad Relativa |
|-------|-------------|---------------------------------|-----------|---------------------|-------------------|
| AVES  | Tinamidae   | <i>Crypturellus cinnamomeus</i> | 5         | 0.0204082           | 2.0408163         |
|       | Cathartidae | <i>Coragyps atratus</i>         | 2         | 0.0081633           | 0.8163265         |
|       | Cracidae    | <i>Ortalis vetula</i>           | 16        | 0.0653061           | 6.5306122         |
|       | Columbidae  | <i>Patagioenas flavirostris</i> | 2         | 0.0081633           | 0.8163265         |
|       | Columbidae  | <i>Zenaida asiatica</i>         | 4         | 0.0163265           | 1.6326531         |
|       | Columbidae  | <i>Leptotila jamaicensis</i>    | 6         | 0.0244898           | 2.4489796         |
|       | Psittacidae | <i>Amazona albifrons</i>        | 2         | 0.0081633           | 0.8163265         |
|       | Psittacidae | <i>Aratinga nana</i>            | 2         | 0.0081633           | 0.8163265         |
|       | Cuculidae   | <i>Piaya cayana</i>             | 3         | 0.0122449           | 1.2244898         |

| GRUPO | FAMILIA          | ESPECIE                          | Registros | Abundancia Relativa | Densidad Relativa |
|-------|------------------|----------------------------------|-----------|---------------------|-------------------|
|       | Strigidae        | <i>Ciccaba virgata</i>           | 1         | 0.0040816           | 0.4081633         |
|       | Strigidae        | <i>Glaucidium brasilianum</i>    | 1         | 0.0040816           | 0.4081633         |
|       | Caprimulgidae    | <i>Chordeiles acutipennis</i>    | 2         | 0.0081633           | 0.8163265         |
|       | Caprimulgidae    | <i>Nyctidromus albicollis</i>    | 4         | 0.0163265           | 1.6326531         |
|       | Caprimulgidae    | <i>Antrostomus badius</i>        | 6         | 0.0244898           | 2.4489796         |
|       | Trochilidae      | <i>Amazilia yucatanensis</i>     | 1         | 0.0040816           | 0.4081633         |
|       | Trochilidae      | <i>Amazilia rutila</i>           | 2         | 0.0081633           | 0.8163265         |
|       | Trogonidae       | <i>Trogon melanocephalus</i>     | 12        | 0.0489796           | 4.8979592         |
|       | Momotidae        | <i>Eumomota superciliosa</i>     | 12        | 0.0489796           | 4.8979592         |
|       | Picidae          | <i>Melanerpes aurifrons</i>      | 1         | 0.0040816           | 0.4081633         |
|       | Furnariidae      | <i>Synallaxis erythrothorax</i>  | 8         | 0.0326531           | 3.2653061         |
|       | Dendrocolaptidae | <i>Dendrocincla homochroa</i>    | 7         | 0.0285714           | 2.8571429         |
|       | Tyrannidae       | <i>Pitangus sulphuratus</i>      | 4         | 0.0163265           | 1.6326531         |
|       | Tyrannidae       | <i>Megarynchus pitangua</i>      | 5         | 0.0204082           | 2.0408163         |
|       | Tyrannidae       | <i>Myiozetetes similis</i>       | 8         | 0.0326531           | 3.2653061         |
|       | Tyrannidae       | <i>Camptostoma imberbe</i>       | 2         | 0.0081633           | 0.8163265         |
|       | Tyrannidae       | <i>Contopus cinereus</i>         | 4         | 0.0163265           | 1.6326531         |
|       | Tyrannidae       | <i>Attila spadiceus</i>          | 2         | 0.0081633           | 0.8163265         |
|       | Tyrannidae       | <i>Myiarchus yucatanensis</i>    | 3         | 0.0122449           | 1.2244898         |
|       | Tyrannidae       | <i>Myiarchus tuberculifer</i>    | 2         | 0.0081633           | 0.8163265         |
|       | Tyrannidae       | <i>Tyrannus melancholicus</i>    | 6         | 0.0244898           | 2.4489796         |
|       | Tyrannidae       | <i>Tyrannus couchii</i>          | 2         | 0.0081633           | 0.8163265         |
|       | Tyrannidae       | <i>Legatus leucophaius</i>       | 1         | 0.0040816           | 0.4081633         |
|       | Vireonidae       | <i>Vireo magister</i>            | 3         | 0.0122449           | 1.2244898         |
|       | Vireonidae       | <i>Vireo pallens</i>             | 1         | 0.0040816           | 0.4081633         |
|       | Vireonidae       | <i>Cyclarhis gujanensis</i>      | 5         | 0.0204082           | 2.0408163         |
|       | Corvidae         | <i>Cyanocorax yncas</i>          | 7         | 0.0285714           | 2.8571429         |
|       | Corvidae         | <i>Psilorhinus morio</i>         | 5         | 0.0204082           | 2.0408163         |
|       | Corvidae         | <i>Cyanocorax yucatanicus</i>    | 14        | 0.0571429           | 5.7142857         |
|       | Hirundinidae     | <i>Petrochelidon fulva</i>       | 20        | 0.0816327           | 8.1632653         |
|       | Troglodytidae    | <i>Pheugopedius maculipectus</i> | 2         | 0.0081633           | 0.8163265         |
|       | Troglodytidae    | <i>Uropsila leucogastra</i>      | 1         | 0.0040816           | 0.4081633         |
|       | Turdidae         | <i>Turdus grayi</i>              | 2         | 0.0081633           | 0.8163265         |
|       | Parulidae        | <i>Setophaga erithacorides</i>   | 1         | 0.0040816           | 0.4081633         |
|       | Thraupidae       | <i>Saltator coerulescens</i>     | 3         | 0.0122449           | 1.2244898         |
|       | Thraupidae       | <i>Eucometis penicillata</i>     | 1         | 0.0040816           | 0.4081633         |
|       | Cardinalidae     | <i>Piranga roseogularis</i>      | 1         | 0.0040816           | 0.4081633         |
|       | Emberizidae      | <i>Arremonops rufivirgatus</i>   | 9         | 0.0367347           | 3.6734694         |
|       | Icteridae        | <i>Agelaius phoeniceus</i>       | 3         | 0.0122449           | 1.2244898         |

| GRUPO                                     | FAMILIA      | ESPECIE                      | Registros | Abundancia Relativa | Densidad Relativa |
|---|--------------|------------------------------|-----------|---------------------|-------------------|
|   | Icteridae    | <i>Dives dives</i>           | 11        | 0.044898            | 4.4897959         |
|   | Icteridae    | <i>Icterus cucullatus</i>    | 2         | 0.0081633           | 0.8163265         |
|   | Icteridae    | <i>Icterus chrysater</i>     | 1         | 0.0040816           | 0.4081633         |
|   | Icteridae    | <i>Icterus mesomelas</i>     | 4         | 0.0163265           | 1.6326531         |
|   | Icteridae    | <i>Icterus auratus</i>       | 5         | 0.0204082           | 2.0408163         |
|   | Icteridae    | <i>Icterus gularis</i>       | 4         | 0.0163265           | 1.6326531         |
|   | Fringillidae | <i>Euphonia hirundinacea</i> | 2         | 0.0081633           | 0.8163265         |
| <b>Abundancia Total</b>                   |              |                              |           | 245                 |                   |
| <b>Riqueza Especifica</b>                 |              |                              |           | 55                  |                   |
| <b>Índice de Shannon-Wiener (H')</b>      |              |                              |           | 3.66                |                   |
| <b>Diversidad Máxima Esperada (H'MAX)</b> |              |                              |           | 4                   |                   |
| <b>Índice de Simpson (1-D)</b>            |              |                              |           | 0.96                |                   |
| <b>Índice de Equidad de Pielou (J)</b>    |              |                              |           | 0.91                |                   |

El grupo faunístico de los aves del ecosistema por afectar dentro del predio, posee una riqueza específica de 55 especies, las cuales poseen una equidad de 0.91, con el cual se afirma que la presencia de especies dominantes dentro de este grupo es muy reducida, teniendo un índice de dominancia del 0.96, el cual mientras más cercano este al 1, indica que no hay dominancia por alguna especie y si una gran diversidad de especies..

La máxima diversidad que puede alcanzar el grupo de las aves en nuestra área de estudio es de 4 y la H' calculada fue de 3.66, por lo que con esto se comprueba de nueva cuenta que nuestro grupo faunístico está cerca de alcanzar la máxima diversidad esperada.

**Mamíferos.** Con la ayuda de guías específicas para la identificación de la mastofauna y los trabajos en campo, se logró identificar la presencia de 6 especies de mamíferos que representa el 18.8 % de los registros.

Es importante tener en cuenta que debido a los hábitos específicos de este grupo, la probabilidad de observar de manera visual a algún individuo es muy baja, y a pesar de la instalación de cámaras trampa y realizar el muestreo por medio de huellas, el registro de las especies de este grupo fue nulo, teniendo en cuenta también el paisaje accidentado el cual presenta el predio y el área de estudio.

Sin embargo con la ayuda de las entrevistas realizadas a los pobladores de los alrededores, se pudo verificar la presencia de 4 especies, y en un recorrido previo realizado en los predios cercanos se pudieron observar otras 3 especies, lo cual incrementa la riqueza específica a 13, al menos para el área de influencia del proyecto. Sin embargo es importante mencionar que en los análisis realizados no son tomados en cuenta.

**Tabla 4.26.** Estimación del Índice de Shannon-Wiener ( $H'$ ) de las especies del grupo de los mamíferos del predio bajo estudio.

| GRUPO  | FAMILIA        | ESPECIE                     | Registros | Abundancia Relativa | Densidad Relativa |
|--|----------------|-----------------------------|-----------|---------------------|-------------------|
| MAMÍFEROS  | Muridae        | <i>Otodylomys phyllotis</i> | 3         | 0.05555556          | 5.55555556        |
|  | Phyllostomidae | <i>Glossophaga soricina</i> | 1         | 0.01851852          | 1.85185185        |
|  | Phyllostomidae | <i>Artibeus jamaicensis</i> | 28        | 0.51851852          | 51.8518519        |
|  | Phyllostomidae | <i>Artibeus lituratus</i>   | 17        | 0.31481481          | 31.4814815        |
|  | Phyllostomidae | <i>Chiroderma villosum</i>  | 3         | 0.05555556          | 5.55555556        |
|  | Phyllostomidae | <i>Dermanura phaeotis</i>   | 2         | 0.03703704          | 3.7037037         |
| <b>Abundancia Total</b>                                |                |                             |           | 54                  |                   |
| <b>Riqueza Especifica</b>                              |                |                             |           | 6                   |                   |
| <b>Índice de Shannon-Wiener (<math>H'</math>)</b>      |                |                             |           | 1.06                |                   |
| <b>Diversidad Máxima Esperada (<math>H'</math>MAX)</b> |                |                             |           | 1.60                |                   |
| <b>Índice de Simpson (1-D)</b>                         |                |                             |           | 0.58                |                   |
| <b>Índice de Equidad de Pielou (J)</b>                 |                |                             |           | 0.66                |                   |

El grupo faunístico de los mamíferos del ecosistema de vegetación secundaria derivada de Selva mediana subperennifolia como hábitat por afectar en el predio, posee una riqueza específica de 6 especies de mamíferos, sin embargo en este análisis no se tomó en cuenta a la especie *O. phyllotis*, debido a el análisis se dividió en mamíferos terrestres y mamíferos voladores, y para el caso de mamíferos terrestres se registro una sola especie.

Por lo que para el caso de los mamíferos voladores se tuvo un calor de equidad de 0.66, y un índice de dominancia de 0.58 lo cual está influenciado por la alta abundancia de las especies *A. jamaicensis* y *A. lituratus*, sin embargo siendo más abundante la primera, con el cual se afirma que la presencia de especies dominantes dentro de este grupo.

Esto debido a que estas especies han tenido mayor éxito en la expansión de su distribución, en sus estrategias reproductivas y en la explotación en un mayor número de recursos alimenticios, esto porque se han convertido en especies generalistas, además de ser considerada como indicadoras en algunas circunstancias de perturbaciones antrópicas (Fenton *et al.*, 1992; Medellín *et al.*, 2000; Galindo-Gonzalez, 2004), ya que al igual que en otros ambientes perturbados destacan su presencia, al ser dispersores de semillas de numerosas plantas pioneras (Fleming, 1988).

La máxima diversidad que puede alcanzar el grupo de los mamíferos voladores en nuestra área de estudio es de 1.60 y la  $H'$  calculada fue de 1.06, lo que indica que nuestro grupo faunístico no se encuentra tan alejado a la máxima diversidad esperada dentro del predio.

## ESPECIES CATALOGADAS EN LA NOM-059-SEMARNAT-2010 Y ENDÉMICAS DE LA REGIÓN.

En este estudio se reportan 6 especies en alguna categoría de riesgo según la Norma Mexicana y 7 especies endémicas de la Región Península de Yucatán, los cuales fueron observados dentro de los transectos realizados. En la siguiente tabla se pueden observar las especies identificadas y observadas dentro del predio.

**Tabla 4.27.** Especies observadas dentro del predio, catalogadas en NOM-059-SEMARNAT-2010 y endémicas.

| Grupo Faunístico | Especie                         | Nombre común               | NOM      | CITES        | Lista Roja |
|------------------|---------------------------------|----------------------------|----------|--------------|------------|
| REPTILES         | <i>Sceloporus chrysostictus</i> | Lagartija escamosa, Merech | Endémica |              | LC         |
|                  | <i>Mesoscincus schwartzei</i>   | Eslizón yucateco, Bek'ech  | Endémica |              | LC         |
|                  | <i>Micrurus diastema</i>        | Coralillo, Chac ib can     | Pr       | Apéndice III | LC         |
| AVES             | <i>Crypturellus cinnamomeus</i> | Tinamú canelo              | Pr       |              | LC         |
|                  | <i>Amazona albifrons</i>        | Loro frente blanca         | Pr       |              | LC         |
|                  | <i>Aratinga nana</i>            | Perico pecho sucio         | Pr       |              | LC         |
|                  | <i>Myiarchus yucatanensis</i>   | Papamoscas yucateco        | Endémica |              | LC         |
|                  | <i>Vireo magister</i>           | Vireo yucateco             | Endémica |              | LC         |
|                  | <i>Vireo pallens</i>            | Vireo manglero             | Pr       |              | LC         |
|                  | <i>Cyanocorax yucatanicus</i>   | Chara yucateca             | Endémica |              | LC         |
|                  | <i>Eucometis penicillata</i>    | Tángara cabeza gris        | Pr       |              | LC         |
|                  | <i>Piranga roseogularis</i>     | Tángara yucateca           | Endémica |              | LC         |
|                  | <i>Icterus auratus</i>          | Bolsero yucateco           | Endémica |              | LC         |

**Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010:**

P= Peligro de extinción, A= Amenazada y Pr= Protección especial,

**Endemismos:** Especie endémica de la Provincia biótica de la Península de Yucatán.

**Convención Sobre El Comercio Internacional De Especies Amenazadas De Fauna Y Flora Silvestres**

Indica las especies que se encuentran en peligro por el comercio, Apéndices I, II y III.

**Lista Roja de Especies Amenazadas de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza**

**EX:** Extinta **EW:** Extinta en la Naturaleza **CR:** En Peligro Critico **EN:** En Peligro de Extinción

**VU:** Vulnerable **NT:** Casi Amenazada **LC:** Preocupación Menor

El predio a pesar de albergar 13 especies consideradas en alguna categoría de riesgo o endémica de la región, estas son especies comunes de la región. En el caso de las especies que están catalogadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 estas como se observa en la tabla anterior están clasificadas en el nivel más bajo considerado por dicha norma, el cual es “Bajo Protección Especial”, las cuales son especies de amplia distribución por lo cual la UICN las considera bajo el criterio de “Preocupación Menor” y la única especie incluida en el CITES es la *M. diastema*, la cual está incluida a petición de Honduras.

## Reptiles

En el caso de los reptiles se registraron 2 especies consideradas como endémicas de la Península de Yucatán, sin embargo estas son muy comunes en la región, su distribución es amplia por la península. Por otra parte se reporta una especie catalogada en la NOM-059-SEMARNAT-2010, sin embargo solamente se observó un individuo de la especie *Micrurus diastema* (coralillo), fue registrado por la mañana y debido a que son animales ectotermos, es decir, la temperatura de su cuerpo, y con ello su actividad, depende de la temperatura del medio, ya que su producción propia de calor no alcanza a mantener una temperatura corporal constante. El calor que les proporciona el sol les permite alcanzar la temperatura corporal necesaria para entrar en actividad y poder realizar sus funciones fisiológicas (Monzó-Giménez, 2002). Por lo que estos momentos son los que aprovecha para salir en busca de alimento.

## Aves

Para el caso de las aves se registraron 5 especies consideradas como endémicas para la Península de Yucatán, todas son especies de amplia distribución en la Península, de gran adaptabilidad a los ambientes perturbados, y con poblaciones estables.

Por otra parte se registraron 5 especies catalogadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, lo que representa el 9% de las especies reportadas (55 en total), por su número de avistamientos solo representan el 4.4 % (11 registros) del total de la abundancia de las aves registradas (245 total), y debido a que estas aves fueron registradas por medio de cantos, en vuelo por encima del predio, o descansando en los árboles, y no se registraron zonas de anidamiento, por lo que no se afectaron poblaciones, podemos concluir que la afectación hacia estas especies que se encuentran protegidas será mínima, estas podrán trasladarse hacia las zonas de amortiguamiento o áreas verdes que considera el proyecto.

En el caso de la especie *Crypturellus cinnamomeus* (Tinamu canelo) es conocida por habitar selvas secundarias, y su distribución es desde México hasta Costa Rica (Howell y Webb, 1995). Las 2 especies de psitácidos registradas a pesar de ser consideradas “Bajo Protección Especial” en México, según otras fuentes internacionales como la UICN la considera como en Preocupación Menor, y el CITES no las considera como vulnerables por el comercio, por otra parte estas especies habitan selvas caducifolias y semicaducifolias, áreas semidespejadas, fragmentos de selva, vuelan sobre áreas pobladas y agrícolas, y su distribución va desde México hasta Panamá (MacKinnon, 2013). El *Vireo Pallens* conocido comúnmente como el vireo manglero como su nombre lo indica habita cerca a las dunas costeras, el manglar y selvas en regeneración cercanas a la costa, su distribución es amplia va desde el sureste de México hasta Costa Rica

(MacKinnon, 2013). Por último se registro una especie poco común *Eucometis penicillata* (Tángara cabeza gris), es un ave tropical habitante del interior de las selvas húmedas primarias poco o no perturbadas, principalmente insectívora, su distribución va desde México hasta Brasil, por lo que a pesar de que en México está protegida internacionalmente es considerada por la UICN en la categoría de Preocupación Menor (Howell y Webb, 1995).

## USOS DE LA FAUNA

En un estudio reciente sobre el uso de la fauna con importancia cinegética (Valle-Huchim, 2005) en la región se ha determinado que las especies utilizadas como alimento incluyen la caza de aves y mamíferos, así como la pesca ocasional. La cacería de subsistencia se realiza con regularidad y en gran medida está asociada a los ciclos agrícolas, siendo más común aprovechar la época de secas, aunque se practica durante todo el año.

La mayor parte de las especies registradas en este estudio, son comunes en la región. Algunas de las especies registradas son de importancia local o regional, y son aprovechadas por los pobladores de la zona. Entre los principales usos que se observan en la zona como ya se menciono están los de la caza de subsistencia y en menor medida la venta de aves que son consideradas atractivas por sus colores y cantos.

Por otra parte las especies cazadas con mayor frecuencia tales como el venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*), Temazate (*Mazama americana*), Pecarí (*Tayassu tajacu*) etc. no se obtuvieron registros dentro del áreas de estudio, sin embargo es importante recalcar que debido a su amplia distribución y con ayuda de las entrevistas realizadas a los pobladores de las área de influencia del proyecto, se infiere que es posible encontrarlas.

A continuación se presenta una tabla con los usos de algunas especies de fauna silvestre registradas en el muestreo del predio bajo estudio y sus áreas de influencia.

**Tabla 4.28.** Especies registradas en el predio y sus área de influencia.

| GRUPO DE FAUNA | ESPECIE                         | NOMBRE COMÚN            | TIPO DE USOS |
|----------------|---------------------------------|-------------------------|--------------|
| REPTILES       | <i>Basiliscus vittatus</i>      | Basilisco rayado, Tolok | M            |
|                | <i>Ctenosaura similis</i>       | Iguana Rayada           | A            |
|                | <i>Boa constrictor</i>          | Boa                     | M            |
| MAMÍFEROS      | <i>Cuniculus paca</i>           | Tepezcuintle            | A            |
|                | <i>Nasua narica</i>             | Coatí, tejon            | A            |
|                | <i>Pecari tajacu</i>            | Pecarí de collar        | A            |
|                | <i>Odocoileus virginianus</i>   | Venado cola blanca      | A            |
| AVES           | <i>Ortalis vetula</i>           | Chachalaca              | A            |
|                | <i>Patagioenas flavirostris</i> | Paloma morada           | A            |
|                | <i>Zenaida asiatica</i>         | Paloma ala blanca       | A            |
|                | <i>Turdus grayi</i>             | Ruiseñor                | CO           |
|                | <i>Icterus gularis</i>          | Calandria, Yuya         | CO           |

| GRUPO DE FAUNA  | ESPECIE | NOMBRE COMÚN | TIPO DE USOS |
|---|---------|--------------|--------------|
| TIPO DE USOS: Alimento=A, Mascota=M, Canoras y de Ornato=CO |         |              |              |

#### IV.2.2.3 MEDIO SOCIOECONÓMICO

El Municipio de Solidaridad forma parte de la Región Caribe Norte del Estado de Quintana Roo y tiene una población total de 135,512 habitantes (INEGI, Principales Resultados por Localidad, 2005), lo que significa una densidad de 40.71 habitantes/Km<sup>2</sup>, correspondiéndole un 11.93% de la población total estatal. Tomando en cuenta que para el año 2000 el Municipio contaba con una densidad de 19.15 habitantes/Km<sup>2</sup>, puede observarse que la misma se duplicó y es variablemente alta en consideración con otros municipios (específicamente con la parte sur del Estado) en virtud del alto crecimiento demográfico derivado principalmente por el crecimiento turístico que se ha venido dando en la zona.

Solidaridad es considerado un municipio con alto potencial de crecimiento, su población se incrementa año con año, debido a la inmigración de pobladores de otras localidades, tanto a nivel regional como nacional, que son atraídos por el desarrollo turístico, lo que ha influido notablemente en la ciudad de Playa del Carmen, que concentra 100,383 habitantes (CONAPO, con base en el II Censo de Población y vivienda 2005 de INEGI y Encuesta Nacional de Ocupación y Empleo 2005, IV Trimestre). Dentro del sistema de ciudades centrales, Playa del Carmen se encuentra con un rango 5, a la par de Chetumal y Cozumel, mientras que a Cancún corresponde un rango 4 y, en el contexto peninsular, Mérida mantiene su hegemonía con un rango 3 (en el contexto nacional, a la Zona Metropolitana del Valle de México corresponde el rango 1).

El Estado de Quintana Roo tiene un índice de marginación de -0.31569, correspondiente a un grado de marginación “bajo” (el lugar que ocupa en el contexto nacional es la posición número 19), mientras que el Municipio de Solidaridad tiene un índice de marginación de -1.28202, con grado de marginación “muy bajo”, (el lugar que ocupa en el contexto estatal es la posición número 6 y el lugar que ocupa en el contexto nacional es el lugar número 2,221).

#### Demografía

El Estado de Quintana Roo se caracteriza por un crecimiento moderado en los años treinta con 10,620 habitantes y hasta principios de los años sesenta con 60,169 habitantes; en los setenta se registró un total de 88,150 habitantes, década en la cual se impulsan desarrollos turísticos en Cancún y Riviera Maya que ha dado pauta a un crecimiento vertiginoso que a partir de 1980, conforma una población estatal de 225,985 habitantes.

En el período de 1980 a 1990, la población se duplicó con 493,277 habitantes; para 1990, en solo en cinco años, de 1990 a 1995 la población se incrementó hasta un registro de 210,259 habitantes. Esto refleja el intenso incremento poblacional en el Estado en períodos breves que continúan registrándose del 2000 al 2005, en donde de 874, 963 habitantes se pasó a 1,135,309 habitantes, es decir un incremento neto de 260,346 habitantes.



En los últimos 35-37 años la población estatal ha crecido 13 veces, si se toma en cuenta que la población en Quintana Roo en el año 1970 tenía 88,150 habitantes, en el año 2000 tenía 874,963 habitantes, con una tasa de crecimiento anual de 7.9% para este año, y en el año 2005-2007 su población ha alcanzado los 1'135,309 habitantes.

La magnitud del crecimiento de la población desde el año 1910 al año 1970 fue del orden de 9.7 veces, es decir, en 6 décadas, mientras que el crecimiento poblacional en un tiempo de 35-37 años entre 1970 al 2005-2007 la población aumentó su tamaño 13 veces.

En el Municipio, las principales localidades urbanas en el 2005, están constituidas por: Playa del Carmen con 100,383 habitantes que ha absorbido el 74% de la población municipal; Tulum con 14,790 habitantes, que absorbe el 10.91% del total municipal, conformando en estas dos localidades la concentración en un 84% de la población del municipio. El resto de la población se distribuye en localidades rurales distribuidas en el Municipio de Solidaridad conformando el 15 % del total municipal.

Los municipios con mayor población inmigrante son Solidaridad y Benito Juárez, seguidos de Cozumel e Isla Mujeres. Los porcentajes menores se localizan en Felipe Carrillo Puerto, José María Morelos y Lázaro Cárdenas; en un nivel medio se encuentra Othón P. Blanco.

La construcción del proyecto provocará inmigración principalmente por pobladores que requerirán de empleo temporal (obreros principalmente), inmigración que no se considera sustancial, ya que en la zona, el desarrollo de construcciones de infraestructura turística, y la operación y mantenimiento de la misma, conlleva más requerimientos de trabajo que atrae a inmigrantes como obreros a salarios mínimos.

### **Aspectos Laborales**

Para el año 2000, el Municipio de Solidaridad contaba con 28,604 personas que se clasificaron dentro de la población económicamente activa ocupada, es decir, que el 64.64% de la población participa activamente en el desarrollo económico en Solidaridad.

La población económicamente activa y la no activa de 14 años y más en el Estado de Quintana Roo, así como las actividades productivas e indicadores estratégicos de ocupación y empleo al año 2006.

Según cifras del trimestre de Enero a Marzo del año 2007, Quintana Roo con sus 1'135,309 habitantes tiene una PEA del 69.1%, la Población No Económicamente Activa (PNEA) de 30.9% y una población desocupada del 2.6% y ocupada del 97.4%.

De acuerdo a los Censos Económicos de 2004, en el Municipio de Solidaridad se registró un total de 2,850 unidades económicas que representaron el 10.60% del total registrado en el Estado de Quintana Roo (26,891 unidades). Respecto al personal ocupado el 13.18% del total estatal correspondió a Solidaridad, en términos absolutos 20,754 personas ocupadas y 157,506 en el ámbito estatal dentro de las 14 ramas definidas en los censos económicos: Pesca y acuicultura, minería, captación, tratamiento y suministro de agua, Industrias manufactureras, comercio al por mayor, comercio al por menor, información en medios masivos, servicios inmobiliarios y de alquiler de bienes muebles e

intangibles, servicios profesionales, científicos y técnicos, dirección de corporativos y empresas, servicios educativos, servicios de salud y asistencia social, servicios de alojamiento temporal y de preparación de alimentos y bebidas, y otros servicios (excepto actividades del gobierno). La distribución porcentual de las unidades económicas correspondió en primer lugar al comercio al por menor con un 52.11%, en segundo lugar los servicios de alojamiento temporal y de preparación de alimentos y bebidas con el 18.35% y otros servicios (excepto actividades del gobierno) con el 11.47%.

#### IV.2.2.4 PAISAJE

El concepto de paisaje tiene varias maneras de concebirlo y también de abordar su análisis. De manera general se puede afirmar que el estudio del paisaje se puede enfocar desde dos aproximaciones: el paisaje total y el paisaje visual.

En la primera, en lo que concierne al paisaje total, el interés se centra en el estudio del paisaje como indicador o fuente de información sintética del territorio, en donde el paisaje es un conjunto de fenómenos naturales y culturales referidos a un territorio. Dicho conjunto posee una estructura ordenada no reductible a la suma de sus partes, sino que constituye un sistema de relaciones en el que los procesos se encadenan.

En la segunda aproximación, referente al paisaje visual, la atención se dirige hacia lo que el observador es capaz de percibir en ese territorio, el paisaje como expresión espacial y visual del medio. Se contempla o analiza aquello que el hombre ve, que son los aspectos visibles de la realidad<sup>5</sup>.

Para evaluar la calidad del paisaje, existe la dificultad de ser un componente básicamente subjetivo, pero destacan tres criterios básicos: la visibilidad, la calidad paisajística y la fragilidad visual, los cuales se definen a continuación:

La visibilidad: se entiende como el espacio del territorio que puede apreciarse desde un punto o zona determinada.

La calidad paisajística: incluye tres elementos de percepción: las características intrínsecas del sitio, la calidad visual del entorno inmediato y la calidad del fondo escénico.

La fragilidad del paisaje: es la capacidad del mismo para absorber los cambios que se produzcan en él. La fragilidad está conceptualmente unida a los atributos anteriormente descritos. Los factores que la integran se pueden clasificar en biofísicos (suelos, estructura y diversidad de la vegetación, contraste cromático) y morfológicos (tamaño y forma de la cuenca visual, altura relativa, puntos y zonas singulares).

Además se consideraron otros dos criterios:

<sup>5</sup> Martínez Vega, J., Martín Isabel M. P. y Romero Calcerrada, R. (2003): "Valoración del paisaje en la zona de especial protección de aves carrizales y sotos de Aranjuez (Comunidad de Madrid)", GeoFocus (Artículos), nº 3, p. 1-21. ISSN: 1578-5157

Frecuencia de la presencia humana: no es lo mismo un paisaje prácticamente sin observadores que uno muy frecuentado, ya que la población afectada es superior en el segundo caso.

Singularidades paisajísticas: o elementos sobresalientes de carácter natural o artificial.

Teniendo en cuenta lo expresado por Martínez (2003), se procedió a evaluar el paisaje del área de estudio y área del proyecto.

**Tabla 4.29.** Paisaje en el área de estudio.

| CRITERIO                          | CALIFICACIÓN | SUSTENTO   |
|-----------------------------------|--------------|--|
| Visibilidad                       | Baja         | Debido a que el área de estudio es una zona plana sin elevaciones topográficas que permitan tener una visión panorámica del área.                    |
| Calidad paisajística              | Media        | En el área existen zonas de vegetación secundaria de selva mediana subperennifolia entremezcladas con áreas agropecuarias y zonas urbanas.           |
| Fragilidad del paisaje            | Media        | La selva mediana subperennifolia y por su densidad y altura permite absorber parcialmente la introducción de elementos ajenos como los del proyecto. |
| Frecuencia de la presencia humana | Alta         | En el área de estudio es común la presencia humana debido al crecimiento de la mancha urbana.  |
| Singularidades paisajísticas      | Baja         | No existen singularidades paisajísticas.   |

**Tabla 4.30.** Paisaje área del proyecto.

| CRITERIO                          | CALIFICACIÓN | SUSTENTO   |
|-----------------------------------|--------------|--|
| Visibilidad                       | Baja         | Debido a que el área de estudio es una zona plana sin elevaciones topográficas que permitan tener una visión panorámica del área.                  |
| Calidad paisajística              | Media        | En el área existen zonas de vegetación secundaria derivada de selva mediana subperennifolia.   |
| Fragilidad del paisaje            | Media        | La selva mediana subperennifolia por su densidad y altura permite absorber parcialmente la introducción de elementos ajenos como los del proyecto. |
| Frecuencia de la presencia humana | Media        | Debido a que se realiza el Proyecto en una fracción del predio.  |
| Singularidades paisajísticas      | Baja         | No existen singularidades paisajísticas.   |

### **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 se pueden mencionar a la madera, las fibras, las plantas comestibles y medicinales, la resina, los hongos, la leña, el carbón y los animales de caza. Siendo que los ecosistemas forestales no sólo son fuente de materias primas, sino que brindan además una serie de servicios ambientales de vital importancia para el sostén de las poblaciones urbanas y rurales. Los servicios ambientales derivados de los ecosistemas forestales están ligados a la regulación de procesos naturales.

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

Por su parte, la Ley de Aguas Nacionales en su Artículo 3, fracción XLIX, define servicios ambientales como los beneficios de interés social que se generan o se derivan de las cuencas hidrológicas y sus componentes, tales como regulación climática, conservación de los ciclos hidrológicos, control de la erosión, control de inundaciones, recarga de acuíferos, mantenimiento de escurrimientos en calidad y cantidad, formación de suelo, captura de carbono, purificación de cuerpos de agua, así como conservación y protección de la biodiversidad; para la aplicación de este concepto en esta Ley se consideran primordialmente los recursos hídricos y su vínculo con los forestales.

De acuerdo a los trabajos desarrollados en el predio y a la revisión de la información de la microcuenca, en el predio se pueden identificar algunos servicios ambientales que proveen los recursos forestales presentes y de acuerdo con la naturaleza del proyecto, se verán afectados por el desarrollo del mismo.

### **IDENTIFICACIÓN DE LOS SERVICIOS AMBIENTALES QUE PUDIERAN PONERSE EN RIESGO POR EL CAMBIO DE USO DEL SUELO PROPUESTO**

De acuerdo a la definición anterior, se puede sostener que la eliminación total o parcial de la vegetación en un área determinada, está estrechamente relacionada con los servicios ambientales proporcionados en terrenos forestales o preferentemente forestales. Algunos de los servicios ambientales que se ponen en riesgo por el cambio de uso de suelo al efectuarse el proyecto son los siguientes:

1. CAMBIO EN EL PAISAJE Y BELLEZA ESCÉNICA.
2. PROTECCIÓN DE LA BIODIVERSIDAD.
3. PROVISIÓN DE AGUA EN CANTIDAD Y CALIDAD

4. PROTECCIÓN Y FORMACIÓN DE SUELOS.
5. MITIGACIÓN DE LOS EFECTOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO (BIOMASA FORESTAL Y CAPTURA DE CARBONO, LIBERACIÓN DE OXÍGENO Y MODULACIÓN O REGULACIÓN CLIMÁTICA)

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

Los servicios ambientales que se afectarían por el presente proyecto y que fueron identificados anteriormente se describen a continuación:

##### **1. 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.

Resultados de algunas valoraciones económicas de los servicios ambientales de los bosques tales como su valor como paisaje para el ecoturismo y de su valor de existencia se presenta a continuación:

A través del ecoturismo en el centro de recreación denominado Reserva de la Biosfera de Sian Ka'an, Quintana Roo (superficie de 528,147 ha) en el periodo de 1989-1993 se registró la visita de 500 turistas que estuvieron dispuestos a pagar alrededor de 1150 pesos mexicanos (considerando que en aquel entonces el dólar americano tenía un cambio de 10.00 MN)/turista obteniéndose un ingreso anual de 575, 000 pesos y un ingreso anual por hectárea de 1.1 pesos (SCERGE, 1993<sup>6</sup>).

Actualmente el área de CUSTF (33.3277 ha) posee paisaje de vegetación secundaria derivada de selva mediana subperennifolia si de igual manera esta superficie fuera visitada por 200 turistas con la disponibilidad de pagar hasta 300 pesos; entonces se dejaría de percibir una cantidad similar de 60,000 pesos como ingreso anual y un ingreso anual por hectárea de 1,800 pesos.

***Como puede observarse en el predio en caso de ser utilizada para el ecoturismo se dejaría de percibir una cantidad económica baja, en comparación a otros ecosistemas de la región, Riviera Maya. Lo anterior se debe a que en parte este ecosistema se encuentra en sucesión y con señales de impactos en años anteriores por diversas actividades antropogénicas y fenómenos naturales como los huracanes y porque se encuentra cerca de una zona urbana.***

<sup>6</sup> CSERGE. 1993. Annexes 3-6, *Economic Value of Carbon Sequestration*. Watershed protection, value of pharmaceuticals from Mexico's forests, Existence Value, Draft Report to World Bank Latin America and the Caribbean-Country Department II (LA2), Mexico Forestry and Conservation Sector Review, Substudy of Economic Valuation of Forests. Centre for Social and Economic Research on the Global Environment.

## 2. PROTECCIÓN DE LA BIODIVERSIDAD.

La flora y fauna silvestres, son elementos de la biodiversidad, representan valores éticos, culturales, económicos, políticos, ecológicos, recreacionales, educativos y científicos, que han ido de la mano con el desarrollo de la humanidad y la historia de la tierra (Toledo, 1994<sup>7</sup>; Zamorano de Haro, 2009<sup>8</sup>).

La riqueza específica (S) es la forma más sencilla para 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.

Los análisis de riqueza, abundancia y diversidad para la flora y fauna del área que se solicita para CUSTF indican que en el área de estudio se esta protegiendo la siguiente biodiversidad:

### **FLORA SILVESTRE.**

Como se menciona en párrafos anteriores de este Capítulo para el caso de la flora silvestre a afectar por el CUSTF se registro una composición florística de 35 familias 77 géneros y 92 especies, en donde el estrato más representado es la herbácea, localizada en más del 65 % del predio, en cuanto a los árboles, estos se encuentran en la zona sur dispersos principalmente en la zonas centrales del predio.

Dentro del **estrato herbáceo** se registró una riqueza específica de 54 especies. De acuerdo a las estimaciones del VIR indican que las especies más representativas fueron la *Gymnopodium floribundum* (23.14%), *Serjania adiantoides* (17.09%) y *Ardisia escallonioides* (12.39%). En cuanto a la estimación del índice de diversidad de Shannon-Wiener indica que para el estrato herbáceo se tuvo un valor de 3.6562 y la comunidad vegetal en este estrato se encuentra cercana a la máxima recuperación de acuerdo al índice de equidad  $J=0.91$ .

En el **estrato arbustivo** se registró una riqueza específica de 48 especies. De acuerdo a las estimaciones del VIR indican que las especies más representativas fueron la *Gymnopodium floribundum* (30.77%) seguida de *Neea choriophylla* (29.90%) y *Croton reflexifolius* (17.87%). En cuanto a la estimación del índice de diversidad de Shannon-Wiener indica que para el estrato arbustivo se tuvo un valor de 3.38 y la comunidad vegetal en este estrato se encuentra en recuperación de acuerdo al índice de equidad  $J=0.87$ .

Por último, en el **estrato arbóreo** se registró una riqueza específica de 44 especies. De acuerdo a las estimaciones del VIR indican que las especies más representativas fueron la *Ficus pertusa* (30.75%), *Lysiloma latisiliquum* (30.00%), y *Manilkara zapota* (29.52%). En cuanto a la estimación del índice de diversidad de Shannon-Wiener indica que para el estrato arbóreo se tuvo un valor de 3.41 y la comunidad vegetal en este estrato se encuentra en recuperación de acuerdo al índice de equidad  $J=0.90$ .

<sup>7</sup> Toledo, V. M., 1994, "La diversidad biológica de México. Nuevos retos para la investigación en los noventas". *Ciencias*. 34: 43-58 pp.

<sup>8</sup> Zamorano de Haro, P. (2009) La flora y fauna silvestres en México y su regulación. *Procuraduría Agraria*. 159-167 pp.

Dentro del área del predio se observaron algunos individuos de la especie *Zamia loddigesii* y *Thrinax radiata* catalogadas en la NOM-059-SEMARMAT-2010 como especies amenazada. Así mismo se registraron 26 especies endémicas de la región Península de Yucatán.

## FAUNA SILVESTRE.

En cuanto a la fauna silvestre se registraron 72 especies pertenecientes a 33 familias de vertebrados. En cuanto a importancia y representatividad por grupos faunísticos se tiene que las aves son las más importantes (76%), seguido de reptiles (13%), Mamíferos (8%) y por último, los anfibios con el 3%.

Para el grupo faunístico de **Anfibios** se registró una riqueza específica de 2 especies con abundancia de 8 individuos. El índice de Shannon-Wiener, Simpson y Equidad indica un valor de 0.56, 0.37 y 0.81. Lo anterior indica que la población de anfibios se encuentra en recuperación dentro del ecosistema bajo estudio.

Los **Reptiles** registraron una riqueza específica de 9 especies con abundancia de 33 individuos. El índice de Shannon-Wiener, Simpson y Equidad indica un valor de 1.88, 0.80 y 0.85. Lo anterior indica que la población de reptiles se encuentra en recuperación dentro del ecosistema bajo estudio.

Para el caso de las **Aves** fueron registradas una riqueza específica de 55 especies con abundancia de 245 individuos. El índice de Shannon-Wiener, Simpson y Equidad indica un valor de 3.66, 0.96 y 0.91. Lo anterior indica que la población de aves se encuentra cercana a alcanzar el estado climax de la población dentro del ecosistema bajo estudio.

Por último, los **Mamíferos** permitieron un registro de 6 especies con abundancia de 54 individuos. El índice de Shannon-Wiener, Simpson y Equidad indica un valor de 1.06, 0.58 y 0.66. Lo anterior indica que la población de mamíferos se encuentra lejano a alcanzar el estado climax de la población dentro del ecosistema bajo estudio.

Se reportan 6 especies de fauna Silvestre catalogada bajo alguna categoría de riesgo según la Norma Mexicana y 7 especies endémicas de la Región Península de Yucatán.

*Este es la carga biótica y parte importante de la biodiversidad protegida presente dentro del área de afectación por el CUSTF. Sin embargo, debido a la vegetación presente en el área de estudio es secundaria derivada de selva mediana subcaducifolia con vocación forestal, cuya riqueza y diversidad de especies se encuentra por debajo a los registrados en otras áreas con características similares de vegetación (selva mediana subperennifolia) del estado de Quintana Roo y de la subcuenca Quintana Roo.*

*Es importante mencionar que la superficie a afectar por el CUSTF (desmote) mediante el presente proyecto será mínima e imperceptible comparada con la superficie total de selva mediana subperennifolia presente en la subcuenca Quintana Roo. La fauna silvestre que en un momento dado será afectada representa únicamente el 9.07% y 9.93% de la fauna del estado de Quintana Roo y de la Península de Yucatán. Es trascendental mencionar que las especies de flora y fauna que en un momento dado serán afectadas por el presente proyecto son de amplia distribución en la región Península de Yucatán.*

*De igual manera, la superficie libre de construcción (área de conservación del 78.19% respecto al total del predio) que se mantendrá en el predio bajo estudio es de gran importancia, ya que permitirá la continuidad de los servicios ambientales de la zona y contribuirá de manera importante para la protección de la biodiversidad, suelo y la captación del acuífero, entre otros.*

*Asimismo, se tienen planteado la aplicación de un Programa de rescate y reubicación de las especies forestales a afectar por el CUSTF y un Programa de acción para protección de la fauna silvestre cuyo objetivo principal es proteger la flora y la fauna silvestre y por ende la biodiversidad de la región.*

### **3. PROVISIÓN DEL AGUA EN CANTIDAD Y CALIDAD.**

Este servicio ambiental está relacionado con la función de los bosques y selvas tropicales como reguladores del agua y garantes de su disponibilidad y calidad. Muchos de los patrones hídricos observados en una cuenca, al igual que la cantidad y calidad del agua que de ella emana, dependen de su relieve y pendiente, así como de su tamaño, ubicación geográfica, tipo de suelo y, por supuesto, del conjunto de los ecosistemas que la conforman.

Los múltiples estratos de la vegetación interceptan el agua de la lluvia y la canalizan lentamente por hojas, ramas y troncos hacia el suelo, de manera que regulan el escurrimiento pluvial y evitan que el suelo se sature. A su vez, la densa hojarasca y suelos con un alto porcentaje de porosidad y materia orgánica, característicos de ecosistemas tropicales, permiten la filtración lenta hacia el subsuelo a manera de filtro natural, generando un reservorio de agua dulce.

#### **EN CANTIDAD.**

El balance hidrológico determina la cantidad anual de agua dulce en el estado de Quintana Roo. Así, se calcula que el estado presenta un volumen de recarga natural del acuífero subterráneo de 8 174 millones de metros cúbicos ( $Mm^3$ ), con una des carga natural hacia el mar de 4 918  $Mm^3$ , lo que deja una disponibilidad total de 3 256  $Mm^3$ ; de los cuales se utilizan solamente 423  $Mm^3$ , que corres pon den a 13 % del agua disponible (González-Canto, 2006<sup>9</sup>).

El grado de presión por extracción sobre el recurso hídrico en el estado es muy bajo (5 %) si se compara con los estados del norte del país, donde la presión sobre el agua subterránea es alta (mayor a 40 %), o con la ciudad de México, donde llega hasta 126 % (Conagua, 2006<sup>10</sup>). La disponibilidad natural promedio de agua dulce per cápita en la Península de Yucatán es de 8 011  $m^3$ /hab/año, que representa el doble del promedio nacional que es de 4573  $m^3$ /hab/año (Conagua, 2006). De acuerdo con este balance, existe gran disponibilidad de agua subterránea en el estado de Quintana Roo.

---

<sup>9</sup> González Canto F.A. (2006). Los retos del agua en Quintana Roo. Acciones locales para un reto global. IV Foro Mundial del Agua, México.



No obstante a los datos anteriores, Chow, *et al.* (1994), menciona que el coeficiente de escurrimiento está en función del tipo de suelo y cubierta vegetal presente, de tal manera que una zona con suelo de textura arenosa y vegetación en abundancia, tendrá menor capacidad de escurrimiento (mayor infiltración) que una zona carente de vegetación donde no existen horizontes edáficos. El retiro de la vegetación potencializa el escurrimiento de agua en una cuenca, proceso que repercute en el balance hidrológico de la misma al disminuir el suministro gradual de agua al acuífero, sin embargo tomando en cuenta las dimensiones del área de CUSTF en el predio (33.3277 ha) con respecto a las dimensiones de la subcuenca Quintana Roo (1,437,229 ha) que es donde se encuentra inmerso el proyecto, una variación en el coeficiente de escurrimiento por más drástico que sea el cambio, no podrá alterar el flujo ni cantidad disponible de agua en la cuenca antes mencionada. Considerando lo anterior se asume que las posibles afectaciones hacia este servicio ambiental, serán puntuales y sólo se limitarán a la superficie de cambio de uso de suelo propuesta.

Es importante señalar que durante la construcción del proyecto se mantendrá superficie permeable, correspondiente al área de amortiguamiento (que representa el 78% del predio), por lo que el proyecto no afectará significativamente este servicio ambiental en la subcuenca Quintana Roo.

#### **EN CALIDAD.**

De acuerdo con este balance hidrológico del estado de Quintana Roo, existe gran disponibilidad de agua subterránea en el estado de Quintana Roo; 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 re presenta 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 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. Esta contaminación puede ser natural debido a la disolución de materiales que componen el subsuelo (yesos y anhidritas) o por la entrada de agua de mar en los sitios cercanos a la costa. Pero también puede ser provocada por el ser humano, en la medida en que una extracción excesiva de la capa de agua dulce provoca el ingreso de agua salada de la capa inferior, proceso que se conoce como intrusión salina.

De manera particular en el área de estudio se tienen las siguientes condiciones en cuanto a la calidad del agua:

De acuerdo con los estudios realizados por Infraestructura Hidráulica y Servicios (diciembre 2001), la calidad del agua comprendida en la zona, alcanza los valores que se anotan en la tabla siguiente.

**Tabla 4.31.** Valores de calidad del agua en la zona donde se realizará el proyecto.

| PARÁMETRO                                 | UNIDAD     | POZO A 18.25<br>m | POZO A 12.5<br>m |
|---|------------|-------------------|------------------|
| Conductividad eléctrica                   | Mmhos/cm   | 687               | 469              |
| OD  | mg/l       | 0.8               | 3.4              |
| pH  |            | 7.32              | 7.37             |
| Contenido Equivalente de H <sub>2</sub> S | mg/l       | Ausente           | Ausente          |
| Ca  | mg/l       | 73                | 73.39            |
| Mg  | mg/l       | 25.39             | 6.29             |
| Na  | mg/l       | 46.71             | 130.12           |
| K   | mg/l       | 2.62              | 2.55             |
| Bicarbonatos                              | mg/l       | 241               | 198              |
| Sulfatos                                  | mg/l       | 0.19              | 0.19             |
| Coliformes fecales                        | NMP/100-ml | 3                 | 4                |
| Nitratos                                  | mg/l       | 0.26              | 0.016            |
| Nitritos                                  | mg/l       | 2.2               | 0.9              |
| Sólidos Totales Disueltos                 | mg/l       | 361               | 279              |
| Alcalinidad Total                         | mg/l       | 237.03            | 196.88           |

Las unidades geohidrológicas presentes en la región del proyecto están conformada por material consolidado compuesta por rocas calcáreas en estratos delgados y gruesos, el acuífero es de tipo libre, recargado por lluvias, su nivel estático fluctúa entre 0.5 m y 20 m, con temperatura promedio de 20 °C, la dirección del flujo es hacia la costa, con una calidad del agua tolerable.

Durante el CUSTF por el proyecto, se generarán aguas residuales producto del fecalismo de los trabajadores. Por lo tanto, para evitar la contaminación de las aguas subterráneas y evitar la disposición inadecuada de las aguas residuales provenientes de los frentes de trabajo durante la construcción se contratara una empresa arrendadora de sanitarios portátiles certificada, cuyo servicio consistirá en la instalación de 1 letrina por cada 20 trabajadores por frente de trabajo, dará mantenimiento de estas letrinas, realizara la disposición final de las aguas residuales y por último, exhibirá una factura del prestador de servicios correspondiente al arrendamiento anteriormente mencionado.

Se aplicara un procedimiento de manejo de residuos sólidos urbanos para los residuos que se generen en los frentes de trabajo con el fin de evitar lixiviados de los mismos y contaminación del suelo y del agua.

Se realizará mantenimiento periódico de la maquinaria y vehículos con el fin de evitar descomposturas en el área del proyecto. En caso de derrames accidentales se retiraran del sitio el suelo contaminado y se dará tratamiento de residuo peligroso. Por otro lado, durante el funcionamiento del proyecto las aguas residuales que se generen serán canalizadas a una microplanta de tratamiento (de aguas residuales Boss Technology) para posteriormente infiltrarlas al suelo.

Como se describió anteriormente el proyecto realizará las obras y medidas de prevención que garantizaran que el proyecto no afecte la calidad del agua.

*Por todo lo anterior, es importante concluir que no se comprometerá la calidad del agua con respecto al predio y a su vez a la subcuenca peninsular.*

#### **4. PROTECCIÓN Y FORMACIÓN DE SUELOS.**

En principio, el área de estudio no puede considerarse como **tierras frágiles**, ya que su profundidad efectiva y pedregosidad, permiten el desarrollo de especies de plantas de manera casi inmediata. Por otro lado la pendiente del área de estudio es plana (0.01 % de relieve) y que contribuye a evitar un mayor arrastre de suelo (humus y germoplasma vegetal) y evitar la salinidad del mismo.

Así mismo, de acuerdo a las texturas del suelo (Litosol-Rendzina) del área bajo estudio se puede inferir que presenta un drenaje alto, contribuyendo de esta manera a la retención y recarga del acuífero de la zona. Por otro lado, el suelo del área bajo estudio se puede considerar como de baja susceptibilidad a la erosión y de ligera fertilidad (Chiappy y Gama *et al*; 2004<sup>11</sup>).

No obstante a lo anterior, la vegetación funge como fijadora del suelo, lo cual es importante en la región ya que se trata de un recurso limitado y susceptible ante fenómenos como la erosión, la pérdida de materia orgánica o la contaminación. Es un recurso no renovable con una cinética de degradación relativamente rápida en comparación con las tasas de formación y regeneración que son extremadamente lentas. Los objetivos que deben alcanzarse en la protección del suelo son: proteger este recurso de la erosión, mantener la materia orgánica del mismo y proteger su estructura evitando su compactación.

Este servicio se identifica con una importancia baja en función de las características de relieve en la cuenca, la cual carece de pendientes y gradientes de altitud que ocasionen que cuando se realiza la remoción de vegetación se genere un proceso de pérdida de suelo por erosión eólica o hídrica. Por otra parte, la ausencia de corrientes superficiales elimina la posibilidad de que exista un arrastre de sedimentos que finalmente se depositen en lagos o humedales.

De acuerdo a los estudios desarrollados por Chiappy y Gama *et al* (2004), con respecto a la erosión potencial detectada en la Península de Yucatán, existen 44,875 km<sup>2</sup> de zonas con erosión baja, más de 70,000 km<sup>2</sup> tiene erosión moderada o sea la mayor parte de este territorio, 16,000 km<sup>2</sup> aproximadamente de moderada-fuerte y la menor extensión con erosión fuerte. Estos aspectos coinciden con las características, geomorfológicas y edáficas que se presentan en el territorio, donde las diversas actividades antrópicas desarrolladas juegan un papel especialmente en el uso del suelo.

Tomando en cuenta lo anterior y como se comentó anteriormente el área de estudio se encuentra inmerso dentro de una zona con erosión potencial baja con una vegetación secundaria derivada de selva mediana subperennifolia. Por lo que el CUSTF en el área de estudio vendría a contribuir con el 0.00074 % de la erosión potencial baja en la península de Yucatán. Con base en dichos criterios se identifica un grado de afectación bajo a este servicio ambiental.

---

<sup>11</sup> Chiappy C. y L. Gama (2004). Modificaciones y fragmentación de los geocomplejos tropicales de la Península de Yucatán. Universidad y Ciencia. Número especial. 1: 17-25.

Por otra parte el proyecto llevará a cabo las medidas de mitigación y compensación tales como el establecimiento de un área de conservación (78% del predio) que permitirán la continuidad de la prestación del servicio ambiental protección y formación del suelo.

## **5. MITIGACIÓN DE LOS EFECTOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO.**

### **BIOMASA FORESTAL Y CAPTURA DE CARBONO.**

Este servicio ambiental se refiere a la extracción y almacenamiento de carbono de la atmósfera a través de la vegetación, por medio del proceso biológico de la fotosíntesis.

Los árboles absorben el dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) atmosférico junto con elementos del suelo y aire; la cantidad de CO<sub>2</sub> que el árbol captura durante un año, consiste sólo en el pequeño incremento anual que se presenta en la biomasa del árbol (madera) multiplicado por la biomasa del árbol que contiene carbono.

Aproximadamente del 42 % al 50 % de la biomasa de un árbol (materia seca) es carbono. Hay una captura de carbono neta, únicamente mientras el árbol se desarrolla para alcanzar madurez. Cuando el árbol muere, emite la misma cantidad de carbono que capturó. Un bosque en plena madurez aporta finalmente la misma cantidad de carbono que captura.

Los índices de captura de carbono varían de acuerdo al tipo de árbol, suelos, topografía y prácticas de manejo. La acumulación de carbono, llega eventualmente a un punto de saturación, a partir del cual la captura de carbono resulta imposible. El punto de saturación se presenta cuando los árboles alcanzan su madurez y desarrollo completo.

De manera puntual en el área del proyecto se tiene lo siguiente:

**Tabla 4.32.** Biomasa forestal y contenida de carbono por hectárea presente en el predio en donde se solicita cambio de uso del suelo.

| <b>ESPECIE</b>                                 | <b>VTA (m<sup>3</sup>/Ha)</b> | <b>DENS BÁSICA (Ton/m<sup>3</sup>/ha)</b> | <b>BIOMASA (Ton/ha)</b> | <b>FEB</b> | <b>BIOMASA TOTAL (Ton/ha)</b> | <b>CONTENIDO DE CARBONO (Ton/ha)</b> |
|--|-------------------------------|---|-------------------------|------------|-------------------------------|--------------------------------------|
| <i>Alseis yucatanensis Standl.</i>             | 0.0570                        | 0.65                                      | 0.0371                  | 1.6        | 0.0593                        | 0.0296                               |
| <i>Annona glabra L.</i>                        | 0.1058                        | 0.65                                      | 0.0688                  | 1.6        | 0.1100                        | 0.0550                               |
| <i>Apoplanesia paniculata C. Presl.</i>        | 0.0875                        | 0.73                                      | 0.0639                  | 1.6        | 0.1022                        | 0.0511                               |
| <i>Bauhinia divaricata L.</i>                  | 0.0337                        | 0.73                                      | 0.0246                  | 1.6        | 0.0394                        | 0.0197                               |
| <i>Bourreria pulchra (Millsp.) Greenm.</i>     | 0.1314                        | 0.65                                      | 0.0854                  | 1.6        | 0.1367                        | 0.0683                               |
| <i>Brosimum alicastrum Sw. ssp. alicastrum</i> | 0.2962                        | 0.73                                      | 0.2162                  | 1.6        | 0.3460                        | 0.1730                               |
| <i>Bursera simaruba (L.) Sarg.</i>             | 4.7589                        | 0.73                                      | 3.4740                  | 1.6        | 5.5584                        | 2.7792                               |
| <i>Caesalpinia mollis (Kunth) Spreng.</i>      | 0.1909                        | 0.91                                      | 0.1737                  | 1.6        | 0.2780                        | 0.1390                               |
| <i>Caesalpinia violacea (Mill.) Standl.</i>    | 0.5453                        | 0.91                                      | 0.4962                  | 1.6        | 0.7940                        | 0.3970                               |
| <i>Cascabela gaumeri (Hemsl.) Lippold.</i>     | 0.2090                        | 0.91                                      | 0.1902                  | 1.6        | 0.3043                        | 0.1522                               |
| <i>Coccoloba acapulcensis Standl.</i>          | 0.2930                        | 0.65                                      | 0.1905                  | 1.6        | 0.3047                        | 0.1524                               |
| <i>Coccoloba spicata Lundell</i>               | 0.4893                        | 0.65                                      | 0.3180                  | 1.6        | 0.5089                        | 0.2544                               |
| <i>Cordia gerascanthus L.</i>                  | 1.1343                        | 0.83                                      | 0.9415                  | 1.6        | 1.5064                        | 0.7532                               |

| <b>ESPECIE</b>  | <b>VTA (m<sup>3</sup>/Ha)</b> | <b>DENS BÁSICA</b> | <b>BIOMASA (Ton/ha)</b> | <b>FEB</b> | <b>BIOMASA TOTAL</b> | <b>CONTENIDO DE</b> |
|---|-------------------------------|--------------------|-------------------------|------------|----------------------|---------------------|
| <i>Dendropanax arboreus (L.) Decne. &amp; Planch.</i>     | 0.1381                        | 0.43               | 0.0594                  | 1.6        | 0.0950               | 0.0475              |
| <i>Diospyros tetrasperma Sw.</i>                          | 0.4147                        | 0.65               | 0.2696                  | 1.6        | 0.4313               | 0.2156              |
| <i>Diphysa carthagenensis Jacq.</i>                       | 0.2839                        | 0.65               | 0.1845                  | 1.6        | 0.2953               | 0.1476              |
| <i>Ficus cotinifolia Kunth.</i>                           | 2.0848                        | 0.67               | 1.3968                  | 1.6        | 2.2349               | 1.1175              |
| <i>Ficus maxima Mill.</i>                                 | 0.1703                        | 0.67               | 0.1141                  | 1.6        | 0.1826               | 0.0913              |
| <i>Ficus pertusa L. f.</i>                                | 6.5109                        | 0.67               | 4.3623                  | 1.6        | 6.9797               | 3.4898              |
| <i>Gliricidia sepium (Jacq.) Steudel.</i>                 | 1.2268                        | 0.65               | 0.7974                  | 1.6        | 1.2759               | 0.6379              |
| <i>Gymnopodium floribundum Rolfe.</i>                     | 0.2710                        | 0.65               | 0.1762                  | 1.6        | 0.2818               | 0.1409              |
| <i>Havardia albicans (Kunth) Britton &amp; Rose.</i>      | 0.0337                        | 0.73               | 0.0246                  | 1.6        | 0.0394               | 0.0197              |
| <i>Lonchocarpus castilloi Standl.</i>                     | 0.0570                        | 0.91               | 0.0519                  | 1.6        | 0.0830               | 0.0415              |
| <i>Lonchocarpus punctatus Kunth.</i>                      | 0.8183                        | 0.91               | 0.7447                  | 1.6        | 1.1914               | 0.5957              |
| <i>Lonchocarpus rugosus Benth.</i>                        | 0.7592                        | 0.91               | 0.6909                  | 1.6        | 1.1054               | 0.5527              |
| <i>Lonchocarpus xuul Lundell.</i>                         | 1.1757                        | 0.91               | 1.0699                  | 1.6        | 1.7118               | 0.8559              |
| <i>Lonchocarpus yucatanensis Pittier.</i>                 | 0.6169                        | 0.91               | 0.5614                  | 1.6        | 0.8982               | 0.4491              |
| <i>Luehea speciosa Willd.</i>                             | 2.9069                        | 0.65               | 1.8895                  | 1.6        | 3.0232               | 1.5116              |
| <i>Lysiloma acapulcense (Kunth) Benth.</i>                | 1.3157                        | 0.91               | 1.1973                  | 1.6        | 1.9157               | 0.9578              |
| <i>Lysiloma latisiliquum (L.) Benth.</i>                  | 8.3734                        | 0.91               | 7.6198                  | 1.6        | 12.1917              | 6.0958              |
| <i>Manilkara zapota (Linnaeus) van Royen.</i>             | 4.1340                        | 0.83               | 3.4312                  | 1.6        | 5.4900               | 2.7450              |
| <i>Metopium brownie (Jacq.) Urb.</i>                      | 7.3109                        | 0.83               | 6.0680                  | 1.6        | 9.7089               | 4.8544              |
| <i>Mosannonna depressa (Baill.) Chatrou.</i>              | 0.2557                        | 0.83               | 0.2122                  | 1.6        | 0.3396               | 0.1698              |
| <i>Neea choriophylla Standl.</i>                          | 0.1820                        | 0.67               | 0.1219                  | 1.6        | 0.1951               | 0.0976              |
| <i>Neea psychotrioides Donn. Sm.</i>                      | 0.7139                        | 0.67               | 0.4783                  | 1.6        | 0.7653               | 0.3827              |
| <i>Piscidia piscipula (L.) Sarg.</i>                      | 2.8080                        | 0.91               | 2.5553                  | 1.6        | 4.0884               | 2.0442              |
| <i>Platymiscium yucatanum Standl.</i>                     | 1.1451                        | 0.91               | 1.0420                  | 1.6        | 1.6673               | 0.8336              |
| <i>Sabal yapa C. Wright. ex Becc.</i>                     | 0.4755                        | 0.43               | 0.2045                  | 1.6        | 0.3271               | 0.1636              |
| <i>Semialarium mexicanum (Miers) Mennega</i>              | 0.2261                        | 0.65               | 0.1470                  | 1.6        | 0.2351               | 0.1176              |
| <i>Senegalia gaumeri (S. F. Blake) Britton &amp; Rose</i> | 0.0337                        | 0.73               | 0.0246                  | 1.6        | 0.0394               | 0.0197              |
| <i>Simarouba amara Aubl.</i>                              | 1.2365                        | 0.91               | 1.1252                  | 1.6        | 1.8003               | 0.9002              |
| <i>Tabebuia rosea (Bertol.) DC.</i>                       | 0.1041                        | 0.83               | 0.0864                  | 1.6        | 0.1382               | 0.0691              |
| <i>Thouinia paucidentata Radlk</i>                        | 0.3383                        | 0.91               | 0.3079                  | 1.6        | 0.4926               | 0.2463              |
| <i>Trophis racemosa (L.) Urb.</i>                         | 1.0884                        | 0.67               | 0.7292                  | 1.6        | 1.1668               | 0.5834              |
| <i>Vitex gaumeri Greenm.</i>                              | 5.8277                        | 0.67               | 3.9046                  | 1.6        | 6.2473               | 3.1236              |
| <i>Wimmeria obtusifolia Standl.</i>                       | 0.0872                        | 0.65               | 0.0567                  | 1.6        | 0.0907               | 0.0453              |
| <b>TOTAL</b>  | <b>61.4570</b>                |                    | <b>47.9852</b>          |            | <b>76.7763</b>       | <b>38.3881</b>      |

Como puede observarse en la tabla anterior, en el área forestal del predio donde se pretende realizar el proyecto en cuestión, las comunidades forestales de selva mediana subperennifolia contienen **76.7763** toneladas de biomasa y **38.3881** toneladas de carbono por hectárea.

Considerando la superficie que se determinó como forestal 33.3277 ha y los resultados obtenidos en la tabla anterior, las zonas forestales del predio contienen 2,558.7759 toneladas de biomasa y 1,279.3879 toneladas de carbono.

***De acuerdo a lo anterior se puede decir que el CUSTF en el predio bajo estudio llevaría a remover una biomasa forestal de 2,558.7759 toneladas y una liberación en el ambiente de 1,279.3879 toneladas de carbono que podría tener un impacto sinérgico temporal sobre la alteración de la temperatura local, que al cabo de un tiempo y con las medidas de rescate y reubicación de especies de flora nativa planteadas en el proyecto se revertiría de manera positiva dicho efecto.***

***Como se puede observar si bien el presente proyecto afectara la captación de CO<sub>2</sub> su impacto será mínimo, puntual y reversible. Aunado a lo anterior, el proyecto contempla la permanencia de áreas de conservación correspondiente al 78% de la superficie del predio, que si bien no reemplazan el servicio ambiental, ayudan a disminuir el impacto ocasionado.***

## **GENERACIÓN DE OXÍGENO.**

Los árboles son grandes responsables de purificar el aire y de producir oxígeno limpio y puro a través de sus hojas, captan la energía de la luz que en su interior se mezcla con compuestos orgánicos y libera oxígeno. Este proceso es conocido como fotosíntesis y es muy importante, ya que sólo se necesita un árbol para producir cerca de los 360 litros de oxígeno que necesita una persona adulta por día. (Fundación Chile, Ministerio de Educación de Chile).

Un árbol produce el oxígeno necesario para:

Una persona adulta

Ocho bebés

Dos niños

Cinco perros

Veinte gallinas

De acuerdo a la información obtenida, un árbol adulto o de características grandes genera 0.36 toneladas de O<sub>2</sub> por día.

Debido a que el arbolado por remover en el área del proyecto en cuestión es de características de vegetación secundaria derivada de selva mediana subperennifolia de aproximadamente 15 años de sucesión y con vocación forestal en donde la generación de O<sub>2</sub> es menor a lo que genera un árbol maduro de la vegetación primaria de la selva mediana antes mencionada. En el área que se solicita para CUSTF (33.3277 ha) se encontraron 27,186 elementos arbustivos y arbóreos de diferentes medidas dasométricas que visualizan que es una vegetación en mediana recuperación y con vocación forestal.

Pensando de manera extremista y considerando de que el total de elementos arbustivos y arbóreos registrados en el área de CUSTF (33.3277) fueran todos adultos, entonces la remoción de la vegetación llevaría a perder la generación de oxígeno en una cantidad similar de 1,761.48 Ton/día y 642,940.20 Ton/anales.

Sin embargo, como ya se menciona anteriormente en el área de afectación se mantendrá un área de conservación (representatividad de 78%) que seguirá prestando los servicios ambientales como la generación de O<sub>2</sub>.

***En resumen, se puede indicar que la construcción del proyecto en cuestión no afectara grandemente la captura de CO<sub>2</sub> y la producción de O<sub>2</sub> y que este efecto será mínimo, puntual y reversible, sobre todo con la ayuda de las actividades de rescate y reubicación de las especies nativas planteadas por el proyecto dentro del predio bajo estudio.***

#### **MODULACIÓN O REGULACIÓN CLIMÁTICA.**

Tomado un enfoque sistémico, podemos visualizar el medio físico en el que se encuentra inmerso el proyecto, como un sistema en el que existe un balance de materia y energía. Al momento de haber un cambio en la composición natural del medio, es posible generar alteraciones que rompan el equilibrio de dicho sistema. Bajo este tenor, encontramos que existirán cambios de temperatura en el sotobosque y a nivel de mesofauna, registrando aumentos de evaporación debido a la radiación directa, así como cambios en los ciclos biogeoquímicos naturales a una escala local. Sin embargo, considerando el entorno urbano que rodea el área donde se llevará a cabo el proyecto, es posible que las alteraciones locales queden marcadas como eventos aislados, en donde la capacidad de resiliencia y resistencia del sistema, junto con medidas de mitigación, disminuyan el efecto negativo.

***A manera de conclusión, podemos decir que resulta evidente el cambio de patrones climáticos locales con el desarrollo del proyecto, ya que es posible generar variaciones en la evapotranspiración, evaporación, radiación en el suelo, desecación, así como aumento de la temperatura, entre otros. Sin embargo, dichos cambios no podrán ser cruciales en la dinámica de la subcuenca, dado que la superficie del predio (0.0023 % de representatividad) resulta poco significativa en comparación con ésta.***

***A través del análisis de cada uno de los servicios ambientales arriba mencionados se puede indicar que dichos servicios serán afectados en un grado mínimo, y se puede afirmar que el proyecto es ambientalmente viable.***

#### **IV.4 DIAGNÓSTICO AMBIENTAL**

El área de estudio actualmente se encuentra ocupada por una vegetación secundaria derivada de selva mediana subperennifolia con vestigios de afectaciones severas y recurrentes ocasionadas por huracanes y actividades antropogénicas que se aprecian por la apertura de brechas para el control de incendios forestales de años previos. En cuanto a la fauna silvestre registrada dentro del predio fueron principalmente generalistas y acostumbradas a áreas urbanas. El tipo de suelo imperante en la zona es el Litosol-Rendzina caracterizado por ser de pequeño espesor, de baja fertilidad y de reciente origen. El relieve en la zona es principalmente plana. No se registraron sistema de aguas superficiales en el área de estudio, lo que es indicativo de la presencia importante de las aguas subterráneas como fuente abastecedora del recurso agua en la zona.

En el área cercana al área de estudio son evidentes los procesos de urbanización y desarrollo turístico, como 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. Sin embargo, es necesario reconocer que aún existen grandes extensiones con vegetación de selva en proceso de recuperación. De hecho la vegetación de selva mediana subperennifolia (vegetación secundaria y primario de esta selva) es la más extensa dentro de la subcuenca Quintana Roo con una extensión de 1,060,338 ha con una representatividad de 73.78 % del total de tipos de vegetación.

Como se observó en párrafos anteriores, el CUSTF en el conjunto de predios ocasionara leves impactos, puntuales y reversibles sobre servicios ambientales tales como en el cambio en el paisaje y belleza escénica, protección de la biodiversidad, hábitat para poblaciones residentes y pasajeras, provisión de agua en cantidad y calidad, protección y formación de suelo y mitigación de los efectos del cambio climático. Estos impactos son imperceptibles y soportados por diversos servicios ambientales prestados por el sistema subcuenca Quintana Roo. Por otro lado, estas afectaciones han sido consideradas con anterioridad, ya que el área de estudio se encuentra regulado por el Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Solidaridad permiten el uso del suelo Urbano y habitacional, respectivamente.

Para prevenir y controlar los impactos, que genere este proyecto por la remoción de la vegetación en una superficie de 33.3277 ha, se deberán respetar las disposiciones que señala el Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Solidaridad. De esta manera, mediante el cumplimiento ambiental se garantiza que el proyecto no pone en riesgo los servicios ambientales, no compromete la biodiversidad, ni ocasiona la erosión de los suelos del área de estudio.

Aunado a lo anterior, por las tendencias del crecimiento del sector turístico en esta zona de la Riviera Maya se hace necesario de dotar de un aeródromo capaz de brindar un servicio de calidad y seguridad a los usuarios.





*CONSTRUCTORA DALGO S.A. DE C.V.*

# CAPITULO V

IDENTIFICACIÓN, CARACTERIZACIÓN Y  
EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES,  
ACUMULATIVOS Y RESIDUALES DEL SISTEMA  
AMBIENTAL REGIONAL



**sica**

Servicios de Ingeniería  
y Consultoría Ambiental SCP

## CAPITULO V.

|  |          |
|--|----------|
| <b>CAPÍTULO V. IDENTIFICACIÓN, CARACTERIZACIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES, ACUMULATIVOS Y RESIDUALES DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL.....</b> | <b>2</b> |
| V.1 IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS. ....   | 2        |
| V.2 CARACTERIZACIÓN DE LOS IMPACTOS. ....  | 9        |
| V.3 VALORACIÓN DE LOS IMPACTOS.....  | 9        |
| V.4 IMPACTOS RESIDUALES. ....  | 14       |
| V.5 IMPACTOS ACUMULATIVOS.....   | 15       |
| V.6 CONCLUSIONES.....  | 15       |

# V

## CAPÍTULO V. IDENTIFICACIÓN, CARACTERIZACIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES, ACUMULATIVOS Y RESIDUALES DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL

### V.1 IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS.

Las metodologías utilizadas para la evaluación de los impactos de este proyecto se mencionan a continuación:

- Técnica de Listado Simple o Check List
- Matriz de Interacción Proyecto-Ambiente

#### INDICADORES DE IMPACTO:

Para el proyecto se identificaron los impactos ambientales correspondientes al aire, ruido, suelo, agua, geomorfología, flora y fauna durante las etapas de preparación del sitio, construcción del proyecto y la operación del mismo.

Las actividades del proyecto que se consideraron para el análisis de impactos en esta etapa, fueron:

**Para la Preparación del Sitio:** Trazo, Desmante y Despalme.

**Para la Construcción:** Cortes, nivelación y relleno, compactación e impermeabilización, cimentación, edificación.

**Para la operación:** tránsito de vehículos y generación de residuos sólidos urbanos.

Se identificaron los siguientes factores abióticos, bióticos y socioeconómicos del sistema actual que serán afectados por las actividades del proyecto:

**Factores abióticos:** Calidad del aire, características físico-químicas del suelo, estabilidad del suelo y ruido perimetral, paisaje.

**Factores bióticos:** Vegetación nativa, fauna terrestre, comunidades terrestres y estructura del paisaje

**Factores Socioeconómicos:** Generación de empleo, requerimientos de servicios, Tránsito Vehicular.

**CLASIFICACIÓN Y DESCRIPCIÓN:**

**Descripción de actividades del proyecto:** En la tabla siguiente se muestran las etapas necesarias para la realización del proyecto. De esta manera se describen las actividades principales para la realización del proyecto, haciendo énfasis en aquellas actividades que podrían afectar uno o varios de los componentes ambientales lo que se indica mediante una flecha hacia arriba si hay afectación positiva o hacia abajo si existe afectación negativa.

**Tabla 5.1.** Listado de las etapas y actividades que pueden causar impactos.

| ETAPA   | ACTIVIDAD                               | AFECTACIÓN |
|---|---|------------|
| <b>Preparación del sitio</b>  | Contratación del personal en esta etapa | ↑          |
|   | Rescate de Flora y Fauna                | ↑          |
|   | Trazo                                   | ↓          |
|   | Desmante                                | ↓          |
|   | Despalme                                | ↓          |
| <b>Construcción</b>   | Contratación del personal               | ↑          |
|   | Cortes                                  | ↓          |
|   | Nivelación y relleno                    | ↓          |
|   | Compactación e impermeabilización       | ↓          |
|   | Cimentación                             | ↓          |
|   | Edificación                             | ↓          |
| <b>Operación</b>  | Personal de mantenimiento y limpieza    | ↑          |
|   | Tránsito de vehículos                   | ↓          |
|   | Generación de residuos sólidos urbanos  | ↓          |
|   | Reforestación del sitio                 | ↑          |
| ↓: Afectación negativa<br>↑: Afectación positiva<br>□: Sin afectación |   |            |

Se describen en la tabla anterior, un total de 15 actividades principales para la realización del proyecto, de este total se tienen 8 actividades que podrían causar alteraciones a uno o varios componentes del proyecto, lo que representa el 53 % del total de actividades y de las cuales se describirán las medidas preventivas y de mitigación en el capítulo siguiente, principalmente por el aprovechamiento del recurso, emisiones y generación de residuos. Se tienen 47 % de actividades que representan impactos positivos para el desarrollo del proyecto, referidos a la contratación del personal y a la demanda de insumos y servicios.

**Descripción de factores ambientales:**

En la tabla siguiente se encuentran los factores ambientales y sus componentes específicos para este proyecto que podrían ser afectados por las acciones del proyecto. De acuerdo con la Técnica de Listado simple se identificaron en total 17 factores

ambientales, de los cuales hay 14 componentes susceptibles de ser afectados (que representan el 82 %) principalmente por la generación de partículas y aumento en los niveles de ruido y la afectación de la cobertura vegetal, mientras que los 3 (18 %) componentes restantes serán afectados de manera positiva por las actividades de la obra, para lo cual se propondrán medidas de mitigación que se describen en el capítulo siguiente.

**Tabla 5.1.** Listado de los factores ambientales y componentes que pudieran ser afectados por el desarrollo del proyecto.

| <b>FACTOR AMBIENTAL</b>   | <b>COMPONENTE</b>                 | <b>AFECTACIÓN</b> |
|---|-----------------------------------|-------------------|
| <b>Aire</b>   | Calidad del aire                  | ↓                 |
|   | Partículas suspendidas            | ↓                 |
| <b>Ruido</b>  | Nivel de ruido                    | ↓                 |
| <b>Suelo</b>  | Características fisicoquímicas    | ↓                 |
|   | Estructura y calidad              | ↓                 |
| <b>Geomorfología</b>  | Conformación del terreno          | ↓                 |
| <b>Flora</b>  | Cobertura vegetal                 | ↓                 |
|   | Especies endémicas y protegidas   | ↓                 |
| <b>Fauna</b>  | Microfauna                        | ↓                 |
|   | Fauna mediana                     | ↓                 |
|   | Especies protegidas               | ↓                 |
| <b>Paisaje</b>  | Valor del paisaje                 | ↓                 |
|   | Interacciones ecológicas          | ↓                 |
| <b>Aspectos socioeconómicos</b>                                       | Generación de empleos             | ↑                 |
|   | Demanda de bienes y servicios     | ↑                 |
|   | Calidad de vida de los pobladores | ↑                 |
|   | Incremento del tráfico en la zona | ↓                 |
| ↓: Afectación negativa<br>↑: Afectación positiva<br>□: Sin afectación |                                   |                   |

Los efectos sobre los diferentes aspectos ambientales y socioeconómicos fueron determinados de acuerdo a las actividades del proyecto. La ocurrencia o no de la afectación fueron seleccionados a partir del conocimiento específico de cada actividad o proceso empleando la técnica de listado simple.

#### **METODOLOGÍA PARA EVALUAR LOS IMPACTOS AMBIENTALES:**

Las técnicas utilizadas para la evaluación de este proyecto se mencionan a continuación:

- **Técnica de Listado Simple o Check List**
- **Matriz de Interacción Proyecto-Ambiente**

### **Técnica de Listado Simple**

Esta técnica consiste en realizar una identificación general de los impactos esperados del proyecto de acuerdo con los factores ambientales involucrados y con las actividades que se desarrollarán durante la construcción del proyecto.

De esta manera se pueden analizar cada una de las acciones del proyecto que permitan determinar los impactos potenciales (positivos y negativos) a los diferentes factores ambientales. Esta técnica consiste en la construcción de dos tablas:

En la **Tabla 5.1** se indican las acciones que la obra requiere para su desarrollo y enlace con los factores ambientales.

- En la primera columna se indican las diferentes etapas en las que se subdivide el proyecto.
- En la segunda columna se colocan las actividades que se llevarán a cabo durante el proyecto, las cuales se agrupan de acuerdo con las etapas que le corresponda, a fin de hacer manejable la tabla sin que pierda su representatividad y objetividad.
- En la tercera y cuarta columnas, se evalúan si las actividades impactarán o no algún componente ambiental.

En la **Tabla 5.2** se analizan los factores ambientales:

- En la primera columna se listan los factores ambientales que pudieran ser modificados.
- En la segunda columna se colocan los componentes de cada uno de los factores arriba seleccionados, que puedan sufrir alteración.
- En la tercera y cuarta columna se determina si los componentes ambientales tienen o no, relación con la obra.

Las acciones de la obra que afectarán y los factores ambientales afectados identificados a partir de esta técnica, se emplean para la segunda evaluación (Matriz de interacción).

- **Criterios**

Los criterios de valoración de los impactos identificados aplicados a la evaluación del proyecto, fueron seleccionados con base a la experiencia del consultor y se refieren principalmente a lo siguiente:

- a) **Naturaleza del impacto.** Se analiza si la acción del proyecto deteriora o mejora las características del componente ambiental, esto es, si el impacto es:

**Benéfico**      (+)  
**Adverso**      (-)

- b) **Magnitud:** Se refiere a la intensidad con que se manifiesta el impacto independientemente del sentido del mismo. Puede ser evaluado de manera cualitativa o cuantitativa según las características propias de cada caso. La

calificación propuesta se expresa en orden creciente como bajo, medio, alto o muy alto.

**Bajo o compatible:** afectación que modifica un componente ambiental de modo tal que su persistencia en el tiempo no se ve mayormente afectada. Este tipo de impacto se denomina compatible cuando el sentido del impacto es negativo.

**Medio o moderado:** implica cambios considerables sobre el componente ambiental afectado de modo tal que su dinámica, estructura, representatividad y/o disponibilidad se ven modificados, pero sin alterar su viabilidad o persistencia.

**Alto o severo:** impacto con un mayor riesgo sobre la viabilidad o persistencia del componente ambiental, involucra cambios relevantes sobre su representatividad, disponibilidad, dinámica o comportamiento. Este tipo de impacto se denomina severo cuando el sentido del mismo es negativo.

**Muy alto o crítico:** impacto con pérdida total del recurso, o cuyos efectos implican un cambio radical en la estructura y/o dinámica del componente ambiental receptor, de modo tal que constituya un nuevo sistema. Este tipo de impacto se denomina crítico cuando el sentido del mismo es negativo.

**c) Duración del impacto.** Se considera la permanencia del impacto con relación a la actividad que lo genera, de acuerdo con los siguientes criterios:

**Temporal:** El efecto del impacto dura el mismo tiempo que la actividad que lo genera y hasta un año después de la actividad.

**Prolongado:** El efecto del impacto dura más tiempo que la actividad que lo genera de uno a diez años. Aunque hay impactos cambiantes y son esporádicos.

**Permanente:** El efecto del impacto permanece en el componente ambiental afectado por un tiempo mayor a diez años.

**d) Reversibilidad:** Se considera la afectación que produce el impacto con relación a la actividad que lo genera, de acuerdo con los siguientes criterios:

**Reversible:** si al término de las actividades se observaran las mismas condiciones del entorno natural antes del inicio del proyecto

**Irreversible:** si al término de las actividades no se recuperaran las mismas condiciones del entorno natural del proyecto.

**e) Minimización del Impacto.** Se consideraron los siguientes dos parámetros:

**Mitigable:** El impacto puede ser minimizado mediante la aplicación de medidas correctivas sobre las acciones necesarias para el desarrollo del proyecto. El componente ambiental puede restablecerse.

**No Mitigable:** El impacto no puede ser minimizado y el componente ambiental afectado no recupera sus condiciones originales.

f) **Importancia:** Se evalúan cada uno de los impactos detectados considerando los valores de los criterios anteriormente descritos y se asigna una calificación al impacto de acuerdo con los siguientes valores cualitativos.

**No significativo (NS)**  
**Poco significativo (PS)**  
**Significativo (S)**

**Tabla 5.2.** Criterios para la evaluación de impactos ambientales.

|                       |    |
|-----------------------|----|
| <b>Naturaleza</b>     |    |
| Benéfico              | +  |
| Adverso               | -  |
| <b>Magnitud</b>       |    |
| Bajo o compatible     | 1  |
| Medio o moderado      | 2  |
| Alto o severo         | 3  |
| Muy alto o crítico    | 4  |
| <b>Duración</b>       |    |
| Temporal              |    |
| Prolongado            |    |
| Permanente            |    |
| <b>Reversibilidad</b> |    |
| Reversible            | R  |
| No reversible         | NR |
| <b>Minimización</b>   |    |
| Mitigable             | M  |
| No mitigable          | NM |
| <b>Importancia</b>    |    |
| No significativo      | NS |
| Poco significativo    | PS |
| Significativo         | S  |

**Matriz de interacción proyecto-ambiente**

La metodología utilizada para la evaluación de los efectos de las actividades inherentes a cada fase del proyecto sobre los aspectos abióticos, bióticos y de tipo socioeconómico fue la interacción en un arreglo matricial. Dicha metodología permite representar la interacción de las variables ambientales y socioeconómicas en relación a las actividades derivadas de la ejecución del proyecto en sus diferentes etapas, además de facilitar la identificación de los impactos ambientales y la comparación de las acciones del proyecto (Canter, 2000).

Para manejar adecuadamente los criterios antes mencionados se construirá una matriz de evaluación de impactos, en ésta se indicarán por una parte las diferentes etapas del proyecto y por otra parte los factores ambientales que pueden ser afectados por la realización de la obra.



La interrelación de estas dos partes se efectuará mediante la simbología detallada en la matriz de interacciones evaluando los impactos generados según la magnitud, naturaleza, duración, importancia, reversibilidad y la minimización.

En la matriz de interacciones (**Anexo 9**) se observan las 99 interacciones probables entre los componentes ambientales y las actividades propias de la obra con los criterios antes señalados se identificaron las actividades que representarían impactos adversos y de estos cuales podría ser minimizados y cuáles pueden ser reversible. Además se muestran los impactos positivos que se generarán por la construcción del proyecto, principalmente en lo que se refiere a factores socioeconómicos: empleo, servicios y economía local.

La metodología en su conjunto permite realizar la toma de decisiones más adecuada después de evaluar los impactos ambientales provocado durante las diferentes etapas del proyecto, priorizando las medidas de mitigación para aquellas variables que resulten más impactadas.

### **IMPACTOS AMBIENTALES GENERADOS:**

- ***Construcción del escenario modificado por el proyecto***

Las características físicas y biológicas del área en donde se pretende desarrollar el proyecto, serán modificadas debido a la pérdida de la cobertura vegetal y del suelo.

Durante la preparación del sitio el grado y magnitud de los impactos serán mayores ya que se refiere a la puesta en marcha del proyecto, por otra parte durante la siguiente etapa del proyecto las actividades de mayor impacto serán las relativas al empleo maquinaria, las emisiones atmosféricas que modificarán en forma temporal la calidad del aire, la emisión de partículas y polvos, también se tendrá un aumento en los niveles de ruido en el área del proyecto aunque de manera localizada.

El ecosistema localizado dentro del área del proyecto será modificado ambientalmente, sin embargo, el grado y magnitud de los impactos ocasionados será mayor durante la etapa de preparación del sitio. Durante la primera etapa del proyecto se efectuará la eliminación de la vegetación y el despalme del terreno, se afectará totalmente la estructura de la comunidad vegetal, así como la fauna asociada a ésta.

El escenario del proyecto se verá afectado por la dispersión de partículas suspendidas derivadas de la remoción del suelo y la acción del viento durante la etapa conformación.

- ***Identificación de los efectos en el proyecto***

Los impactos ambientales que se presentaran en el sitio del proyecto durante las actividades de la construcción se consideran como se describe a continuación:

*Para la Preparación del Sitio:*

Afectación de la vegetación, calidad del aire y suelo por el desmonte y despalme, remoción de la primera capa de suelo.

*Para la construcción:*

Afectación al suelo, aire, agua, operación de maquinaria, nivelaciones y rellenos.

Para la operación:

Tránsito de vehículos y generación de residuos sólidos urbanos.

## V.2 CARACTERIZACIÓN DE LOS IMPACTOS.

Las afectaciones directas del proyecto al ambiente son principalmente sobre el área de construcción así como sus colindancias inmediatas.

Las principales afectaciones que detectan por actividades propias del proyecto son:

- a) **Calidad del aire y partículas suspendidas:** Los impactos que recibirá este rubro, serán en su mayoría negativos, aunque temporales; esto se debe principalmente; a que materiales varios se levantan del suelo como resultado del desmonte y el despalme realizado durante la etapa de preparación del sitio. Asimismo, del polvo que se produce durante la etapa de construcción.
- b) **Contaminación Acústica (Ruido):** Los impactos se generaran de forma negativa y temporal, ya que serán solamente durante la implementación del proyecto. Este impacto será producto de la manipulación de la maquinaria necesaria durante las etapas de preparación del sitio así como en la de construcción, en la etapa de operación se presentara un impacto temporal como consecuencia del despeje y aterrizaje de las aeronaves en la pista, los cuales se realizarán solo de día.
- c) **Suelo (características fisicoquímicas, estructura y calidad):** Los impactos que se generaran serán en su mayoría negativos y permanentes, ya que las acciones de construcción, no permitirán la renovación del suelo que fue removido desde la etapa de preparación del sitio. Y, que dadas las características propias de las áreas de sellamiento, no serán de manera temporal.
- d) **Agua Subterránea (calidad y nivel freático):** La calidad del agua subterránea, recibirá un impacto negativo durante la impermeabilización, ya que evitara el paso libre del oxígeno y nutrientes hacia la parte subterránea del suelo.
- e) **Geomorfología:** La zona del proyecto es prácticamente plana en relación a otras zonas del estado (sur-oeste), en el proyecto la eliminación de la vegetación y la realización de cortes y rellenos, propiciarán que la zona sea plana completamente.
- f) **Flora (cobertura, especies endémicas y protegidas):** Los impactos que se producirán serán en su totalidad negativos y permanentes, debido a la remoción de la vegetación durante el desmonte.
- g) **Fauna (microfauna, fauna mediana y especies protegidas):** Los impactos serán negativos y temporales, ya que, durante la etapa de preparación del sitio, éstos serán ahuyentados de sus nichos naturales hacia nuevos hábitats para resguardo. Cabe destacar que el ruido derivado del tránsito de las aeronaves puede afectar a la fauna, no obstante, este impacto es temporal y sólo serán de día y localizada.
- h) **Paisaje (calidad escénica e interacciones ecológicas):** Durante la etapa de preparación del sitio, se producirán impactos negativos y permanentes, ya que serán ocasionados por la eliminación total de la vegetación nativa y el establecimiento del área urbana.
- i) **Generación de Empleos:** Los empleos que generara el proyecto, es uno de los impactos positivos durante el mismo, ya que se contrataran habitantes de las comunidades más cercanas para la elaboración de las distintas acciones que se llevaran a cabo durante el proyecto.
- j) **Demanda de bienes y servicios:** En cuanto a los servicios, estos serán requeridos según las necesidades del proyecto. En las cercanías del área se

localizan centros de distribución de combustibles, así como de energía eléctrica. Y en cuanto a los servicios de salud, estos se localizan en la cabecera municipal.

- k) Economía local:** Se genera la oportunidad del establecimiento de nuevas áreas de comercio.
- l) Calidad de vida:** Se generará la oportunidad del desarrollo de los habitantes de manera económica.
- m) Tránsito Vehicular:** El tránsito vehicular, aumentará por la implementación del proyecto.

### V.3 VALORACIÓN DE LOS IMPACTOS.

En el anexo 9 se destaca el resultado de la interacción entre las diferentes actividades de la obra y los componentes evaluados (abióticos, bióticos y socioeconómicos). En general es posible observar que en la etapa de preparación del sitio y operación, para todos los componentes, se manifestará la mayor proporción de ocurrencias de impactos ambientales derivado de la interacción de las actividades propias de la etapa para con los componentes evaluados. También se destacan los impactos benéficos para el componente socioeconómico y la ocurrencia de impactos ambientales significativos, principalmente en lo referente a la generación de empleo temporal.

Se emplearán en todo momento equipo y maquinaria pesada, los subcomponentes que serán afectados desde la perspectiva de la manifestación de impacto ambiental adverso y permanente serán la cobertura vegetal, las especies endémicas de flora, la microfauna, la fauna mediana, la calidad escénica y las interacciones ecológicas ya que se considera por las actividades del proyecto la interrupción de la continuidad de las mismas.

En cuanto a los subcomponentes abióticos los más representativos serán las características físico-químicas y la estructura del suelo, partículas suspendidas, calidad del aire y ruido desde la perspectiva de una afectación adversa y significativa, mientras que el subcomponente conformación del terreno será afectado por el sellado del suelo. A continuación se detallan cada uno de las interacciones y la clasificación de los impactos identificados mediante la evaluación generada por la matriz (**Anexo 9**).

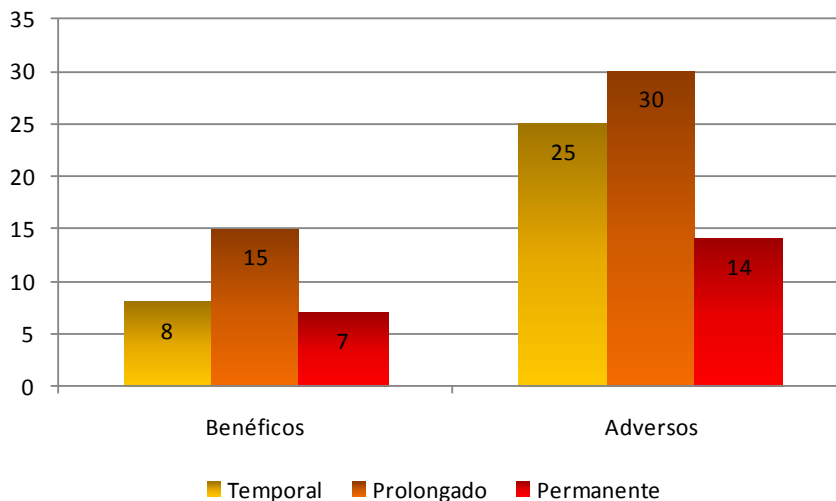
#### Impactos benéficos, adversos y su duración

**Tabla 5.4.** Clasificación de Impactos benéficos, adversos y su duración.

| Duración     | Naturaleza de los Impactos |                    |               |                  |                    |               |
|--------------|----------------------------|--------------------|---------------|------------------|--------------------|---------------|
|              | Benéficos                  |                    |               | Adversos         |                    |               |
|              | No significativo           | Poco Significativo | Significativo | No significativo | Poco Significativo | Significativo |
| Temporal     | 0                          | 3                  | 5             | 18               | 3                  | 4             |
| Prolongado   | 2                          | 4                  | 9             | 3                | 14                 | 13            |
| Permanente   | 0                          | 1                  | 6             | 0                | 0                  | 14            |
| <b>Total</b> | <b>2</b>                   | <b>8</b>           | <b>20</b>     | <b>21</b>        | <b>17</b>          | <b>31</b>     |

**Tabla 5.5.** Impactos benéficos, adversos y su duración.

| Duración     | Naturaleza |           |
|--------------|------------|-----------|
|              | Benéficos  | Adversos  |
| Temporal     | 8          | 25        |
| Prolongado   | 15         | 30        |
| Permanente   | 7          | 14        |
| <b>Total</b> | <b>30</b>  | <b>69</b> |



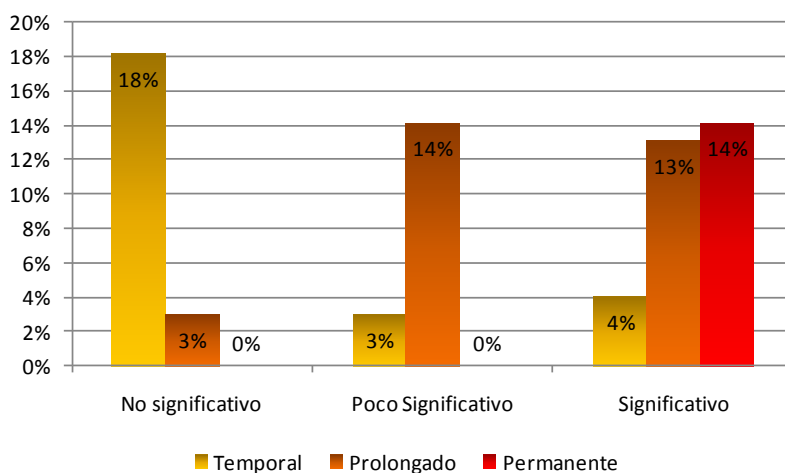
**Figura 5.1.** Duración y naturaleza de los impactos ambientales generados por el proyecto.

Como se puede observar en la figura anterior el mayor número de impactos adversos identificados 30% (30) serán prolongados. Además se estiman impactos adversos permanentes representan 14% (14), así como impactos benéficos totales (temporal, prolongado y permanente) representan el 30% (30).

### Impactos adversos, benéficos y su duración

**Tabla 5.6.** Relación entre los impactos adversos y su duración.

| Impactos adversos (en porcentaje) |                   |                    |               |
|-----------------------------------|-------------------|--------------------|---------------|
| Duración                          | No significativos | Poco significativo | Significativo |
| Temporal                          | 18%               | 3%                 | 4%            |
| Prolongado                        | 3%                | 14%                | 13%           |
| Permanente                        | 0%                | 0%                 | 14%           |
| <b>Total</b>                      | <b>21%</b>        | <b>17%</b>         | <b>31%</b>    |

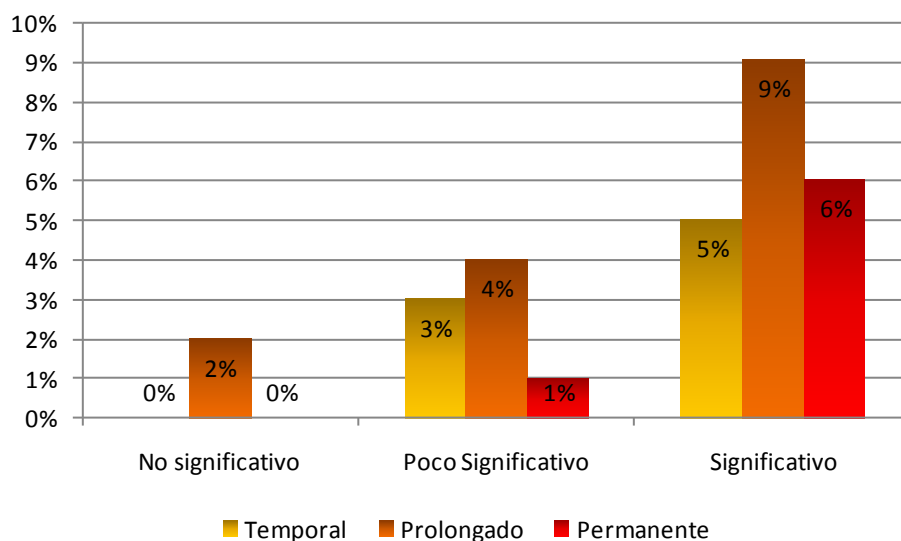


**Figura 5.2.** Importancia y duración de los impactos adversos generados por el proyecto.

En la figura anterior se muestra que la mayor parte de los impactos adversos (18 %) serán Temporales y no significativos, además se observa que los impactos significativos y permanentes es del 14%.

**Tabla 5.7.** Clasificación de Impactos benéficos en porcentaje (%) y su duración.

| Impactos benéficos (en porcentaje) |                   |                    |               |
|------------------------------------|-------------------|--------------------|---------------|
| Duración                           | No significativos | Poco significativo | Significativo |
| Temporal                           | 0%                | 3%                 | 5%            |
| Prolongado                         | 2%                | 4%                 | 9%            |
| Permanente                         | 0%                | 1%                 | 6%            |
| <b>Total</b>                       | <b>2%</b>         | <b>8%</b>          | <b>20%</b>    |



**Figura 5.3.** Importancia y duración de los impactos benéficos generados.

En la figura anterior se muestra que la mayor parte de los impactos benéficos se consideran significativos y prolongados principalmente (9%) en lo que se refiere a la generación de empleos y demanda de bienes y servicios de esta zona.

### Impactos reversibles, mitigables y su duración

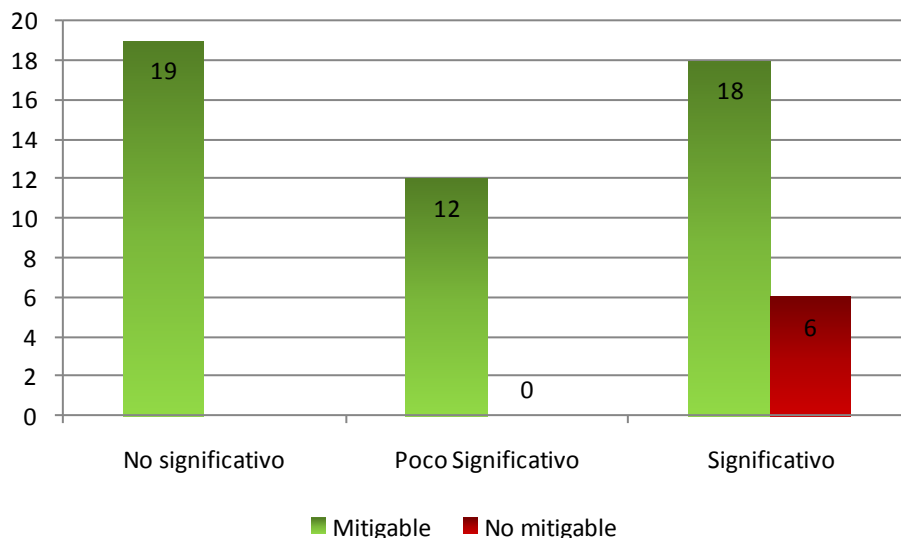
**Tabla 5.8.** Clasificación de Impactos según su reversibilidad y mitigación, y su duración.

| Duración     | Minimización |              | Reversibilidad |               |
|--------------|--------------|--------------|----------------|---------------|
|              | Mitigable    | No mitigable | Reversible     | No reversible |
| Temporal     | 22           | 0            | 22             | 0             |
| Prolongado   | 18           | 1            | 17             | 2             |
| Permanente   | 9            | 5            | 2              | 12            |
| <b>Total</b> | <b>49</b>    | <b>6</b>     | <b>41</b>      | <b>14</b>     |

**Tabla 5.9.** Minimización e importancia.

| Importancia        | Minimización |              |
|--------------------|--------------|--------------|
|                    | Mitigable    | No mitigable |
| No significativo   | 19           | 0            |
| Poco significativo | 12           | 0            |
| Significativo      | 18           | 6            |
| <b>Total</b>       | <b>49</b>    | <b>6</b>     |

En la figura siguiente se observa que el 89% de los impactos resultantes se les puede aplicar alguna medida de mitigación, los impactos no mitigables se refieren principalmente al suelo, calidad del aire y vegetación por las actividades de construcción del proyecto.



**Figura 5. 4** Duración y minimización de los impactos ambientales del proyecto.

Tabla 5.10. Reversibilidad e importancia.

| Importancia        | Reversibilidad |               |
|--------------------|----------------|---------------|
|                    | Reversible     | No reversible |
| No significativo   | 19             | 0             |
| Poco significativo | 12             | 0             |
| Significativo      | 10             | 14            |
| <b>Total</b>       | <b>41</b>      | <b>14</b>     |

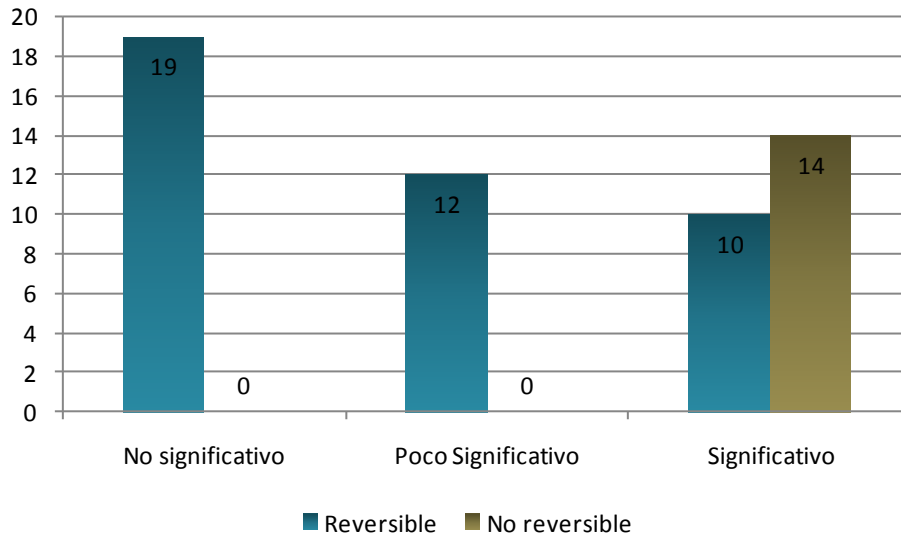


Figura 5.5. Duración y reversibilidad de los impactos ambientales del proyecto.

En la figura anterior se observa que a 41 de los impactos son reversibles y en su mayoría no significativos, se identificaron en total 14 impactos no reversibles que son significativos. Durante todas las actividades de proyecto no se considera que se presentará el desabasto de los servicios en la zona, ya que se cuenta con la suficiente oferta de los mismos. El proyecto contempla una derrama económica temporal al generar empleo para esta zona, así como por la realización de actividades de servicios.

#### V.4 IMPACTOS RESIDUALES.

Los impactos residuales representan el efecto que permanece en el ambiente después de aplicar las medidas preventivas o de minimización de impactos. El ambiente, visto como el ecosistema donde vive el ser humano, es un sistema de relaciones donde es imposible cambiar alguna cosa sin alterar otras. En este sentido es que a pesar del cumplimiento de las medidas de prevención, mitigación o compensación propuestas en el presente manifiesto, se generarán algunos impactos residuales.

Sin embargo, para reducir al máximo estos impactos es necesario que se genere un Programa de Vigilancia Ambiental para el respectivo cumplimiento de las medidas preventivas, de mitigación y compensación y a su vez se nombre un Representante Ambiental que vigile dicho cumplimiento para elaborar y gestionar los informes periódicos ante la SEMARNAT y PROFEPA ya que su incumplimiento también amerita sanciones,

multas y hasta la clausura de los permisos. Los impactos residuales identificados a través del respectivo análisis se describen a continuación:

### **Flora silvestre.**

Debido a la ejecución del proyecto se reducirá el hábitat favorable de la mayoría de las especies vegetales nativas debido a la modificación permanente de su medio natural de desarrollo

### **Fauna silvestre**

Durante el desarrollo del proyecto aumentará considerablemente la presencia humana y la generación de ruido por maquinaria y vehículos que afectará directamente la abundancia de las poblaciones de animales silvestres, especialmente aves, provocando su desplazamiento hacia otras zonas menos alteradas, pudiendo algunas de estas especies regresar a la zona del proyecto una vez finalizadas las obras y manteniendo el área de amortiguamiento propuesto.

## **V.5 IMPACTOS ACUMULATIVOS.**

Dentro de los impactos acumulativos estos serán los que se generen por actividades constructivas en las que habrá generación de residuos sólidos urbanos, también se prevé que se dé un impacto acumulativo por la presencia de la fauna que siempre que pase estará expuesta a ser afectada.

## **V.6 CONCLUSIONES.**

*Como se mencionó en párrafos anteriores, hay interacciones cuyos impactos son adversos y permanentes, sin embargo, también se identificaron impactos temporales no significativos y poco significativos, dentro de las actividades a realizar en el proyecto en distintas etapas también se ejecutaran programas de rescate de flora y fauna, sí como de reforestación, éstas actividades forman parte de las medidas de mitigación y compensación.*

*Dentro del factor socioeconómico se tendrán a interacciones positivas ya que la implementación el proyecto atrae la oportunidad del establecimiento de comercios, además de los empleos temporales durante el desarrollo del mismo.*

*El proyecto se considera ambientalmente procedente en consideración a su ubicación, niveles de impacto existentes en el predio actualmente, así como las características del paisaje; condicionado a la aplicación de medidas de mitigación o compensación de los impactos generados en cada etapa del proyecto que se indican en el capítulo VII.*





*CONSTRUCTORA DALGO S.A. DE C.V.*

# CAPITULO VI

JUSTIFICACIÓN TÉCNICA, ECONÓMICA Y SOCIAL QUE MOTIVE LA AUTORIZACIÓN EXCEPCIONAL DEL CAMBIO DE USO DEL SUELO



**sica**

Servicios de Ingeniería  
y Consultoría Ambiental SCP

## CAPITULO VI.

|   |          |
|---|----------|
| <b>CAPÍTULO VI. JUSTIFICACIÓN TÉCNICA, ECONÓMICA Y SOCIAL QUE MOTIVE LA AUTORIZACIÓN EXCEPCIONAL DEL CAMBIO DE USO DEL SUELO.....</b> | <b>2</b> |
| VI.1. JUSTIFICACIÓN TÉCNICA QUE MOTIVE LA AUTORIZACIÓN EXCEPCIONAL DEL CAMBIO DE USO DEL SUELO. ....                                  | 2        |
| VI.2. JUSTIFICACIÓN ECONÓMICA QUE MOTIVE LA AUTORIZACIÓN EXCEPCIONAL DEL CAMBIO DE USO DEL SUELO. ....                                | 30       |
| VI.3. JUSTIFICACIÓN SOCIAL QUE MOTIVE LA AUTORIZACIÓN EXCEPCIONAL DEL CAMBIO DE USO DEL SUELO. ....                                   | 31       |

# VI

## CAPÍTULO VI. JUSTIFICACIÓN TÉCNICA, ECONÓMICA Y SOCIAL QUE MOTIVE LA AUTORIZACIÓN EXCEPCIONAL DEL CAMBIO DE USO DEL SUELO

### VI.1. JUSTIFICACIÓN TÉCNICA QUE MOTIVE LA AUTORIZACIÓN EXCEPCIONAL DEL CAMBIO DE USO DEL SUELO.

Solidaridad es el municipio que en los últimos años ha tenido las tasas de crecimiento poblacional más altas en todo el país. Datos del INEGI reportan la estimación de la tasa de crecimiento anual en el municipio en 11.99 por ciento; del cual 5.02 por ciento corresponde al crecimiento natural de la población, y 6.97 por ciento al crecimiento social o migratorio. **Aunque Solidaridad ha tenido un importante crecimiento urbano, el uso de suelo urbano representa sólo aproximadamente el 1 por ciento del territorio.** De las más de 220 localidades reconocidas en el municipio, cuatro son las que concentran un mayor número de habitantes (98.44 por ciento de la población total): su cabecera municipal Playa del Carmen, Puerto Aventuras, Barceló Maya y Grand Palladium (Gobierno Municipal de Solidaridad, 2011<sup>1</sup>).

Además de lo anterior se consideraron otros aspectos técnicos importantes, tales como:

- **SELECCIÓN DEL SITIO MÁS IDÓNEO PARA EL PROYECTO.**

**Tenencia de la tierra.** Se acredita la propiedad como el único terreno idóneo y disponible para el desarrollo del proyecto, cuyo propietario es el Instituto del Patrimonio Inmobiliario del Estado de Quintana Roo (IPAE), (Ver documentación legal en **Anexo 3** de este estudio técnico) y que cuenta con una superficie de 152.815879 ha.

**Uso de suelo.** El uso del suelo del predio es **Área Natural** con una vegetación secundaria derivada de selva mediana subperennifolia en mediana recuperación, y con usos condicionados como el de Equipamiento y por ende no se contrapone para los fines del proyecto “Emplazamiento del aeródromo de Playa del Carmen en un predio de 152.815879 hectáreas” que se localiza en la carretera federal 307, km 277+162 del tramo Puerto Aventuras - Playa del Carmen, con una desviación al oeste de 9 km, en el municipio de Solidaridad, Quintana Roo., esto de acuerdo al Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Solidaridad, Quintana Roo (POELMS) vigente.

**Disponibilidad del predio.** Actualmente en el predio no existe ningún tipo de aprovechamiento, por lo que está subutilizado considerando que uno de los usos

<sup>1</sup> Gobierno Municipal de Solidaridad (2011). Plan Municipal de Desarrollo 2011-2013 Solidaridad, Quintana Roo. 144 pp.

potenciales del suelo está destinado el Equipamiento e idóneo para la construcción del aeródromo pretendido.

**Estado actual del predio.** Actualmente todo el predio se encuentra ocupado por vegetación secundaria derivada de selva mediana subperennifolia en diferentes tiempos de sucesión convocación forestal y con grado de recuperación media. Esto se puede visualizar por la presencia de individuos con talla y estatura pequeñas, y en el reducido número de árboles adultos, que son producto de la regeneración natural de la vegetación, así como en la presencia de árboles muertos en pie y árboles caídos. En general la vegetación presente en al área de estudio dista de ser un ecosistema excepcional, más bien se trata de un estado secundario con evidencias de afectación en años anteriores.

**Usos de suelo en los alrededores.** El área de estudio bajo estudio se encuentra en una zona rodeada con una vegetación secundaria derivada de selva mediana subperennifolia en mediana recuperación de manera importante. Sin embargo, también es común observar usos agropecuarios, tales como ranchos ganaderos.

**Disponibilidad de servicios.** Dentro del predio no se cuenta con ningún tipo de servicios; por lo que al darse la autorización para el CUSTF se iniciara con la implementación de la electrificación y alumbrado público, sistemas de agua potable y estación de combustible.

**Accesibilidad y vialidades.** La existencia de vialidades de comunicación intermunicipal como es la Carretera Federal 307 (km 277+162 del tramo Puerto Aventuras-Playa del Carmen) y con una desviación al Oeste se tiene la presencia de un camino que conduce directamente al predio bajo estudio. El proyecto también implementará calle de rodaje y vialidades para áreas de servicios.

**Región Hidrológica Prioritaria (RHP).** A pesar de que el predio bajo estudio se encuentra inmerso dentro de la Región Hidrológica Prioritaria (RHP) 105. Corredor Cancún – Tulum no se registraron cuerpos de aguas superficial que conecte con las bondades motivo de la declaración de la RHP 105: lagunas de Chakmochuk y Nichupté, cenotes, estuarios, humedales. No obstante a lo anterior, el proyecto tiene contemplado la instalación de una Microplanta de Tratamiento de Aguas Residuales (Boss Technology) con la finalidad de evitar la contaminación del recurso agua.

**Región Marina Prioritaria (RMP).** El área del proyecto no se encuentra inmerso dentro de alguna RMP y por ende no afectara este tipo de regiones.

**Región Terrestre Prioritaria (RTP).** El proyecto no se encuentra inmerso dentro de alguna RTP de importancia en la región Península de Yucatán.

**Área Natural Protegida (ANP).** El proyecto no se encuentra inmerso dentro de una Área Natural Protegida.

**Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICA).** El área del proyecto no se encuentra inmerso dentro de alguna AICA.

**Corredor Biológico Mesoamericano (CBM).** El área del proyecto no se encuentra dentro de algún corredor biológico.

*Como se puede observar el predio es técnicamente el idóneo para el nuevo uso (Construcción del aeródromo de Playa del Carmen) que se pretende llevar a cabo en un predio con plena certeza legal del mismo. Las expectativas a corto plazo del proyecto es tener mayor y mejor alcance del turismo en cuanto a la oferta y demanda, al mejorar la seguridad de los servicios en el traslado, principalmente del turismo nacional e internacional a nivel local y regional en la parte sureste del país.*

*Es importante mencionar que la vía aérea es el más importante medio de transporte de los visitantes a la entidad, por lo que se requiere mantener y elevar la calidad de los servicios aeroportuarios y modernizar la infraestructura aérea existente actualmente.*

- **REGULACIÓN DEL PROYECTO POR PLANES O PROGRAMAS RECTORES DE DESARROLLO ESTATAL Y MUNICIPAL.**

De acuerdo al **Plan Estatal de Desarrollo 2011-2016**, en su capítulo II, subcapítulo II.6.3., en su estrategia 3, considera la Ampliación de la Infraestructura y Mejora a la Eficiencia en los Servicios Aeroportuarios, con el fin de garantizar que las instalaciones aeroportuarias mantengan seguridad y eficiencia operativa para todos los usuarios, así como elevar el grado de accesibilidad y eficiencia de los servicios de transportes y carga aérea, en las zonas con potencial de desarrollo económico, promoviendo la ampliación y modernización de los aeropuertos internacionales del estado, gestionar la construcción de nuevos aeropuertos y aeropistas en el Estado.

A su vez el **Plan Municipal de Desarrollo (2012-2016)** en su eje 3 Desarrollo Territorial y Económico tiene como objetivo general lo siguiente: Conformar un futuro más próspero y sustentable en el Municipio, a través del desarrollo económico y turístico, la creación de grandes proyectos y más empleos, siempre tomando en cuenta políticas que enfatizan el cuidado y conservación del territorio y la naturaleza. Para cumplir con lo anterior, se trazarán las siguientes necesidades: ampliar la oferta turística y económica y mejorar la infraestructura para la promoción turística.

Por otro lado el **Programa Director de Desarrollo Urbano 2001-2026 de Playa del Carmen, Municipio de Solidaridad, Quintana Roo**. En su Capítulo IV, Subcapítulo IV.1.4. Comunicaciones, Vialidad y Transporte, Fracción K, manifiesta el “Reubicar la pista aérea existente y promoviendo la creación de una Terminal Aérea de mayores dimensiones que apoye el desarrollo turístico”.

Por último el **Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Solidaridad, Quintana Roo (POELMS)**, indica que el proyecto se encuentra inmerso dentro de la UGA 5. Corredor cárstico, cuya vocación de uso del suelo en la zona es Área Natural y con usos condicionados como el de EQUIPAMIENTO. El proyecto pretendido (construcción del aeródromo de Playa del Carmen) es una infraestructura para el equipamiento principalmente turístico de la región.

Considerando el proyecto “Emplazamiento del aeródromo de Playa del Carmen en un predio de 152.815879 hectáreas” que se localiza en la carretera federal 307, km 277+162 del tramo Puerto Aventuras - Playa del Carmen, con una desviación al oeste de 9 km, en el municipio de Solidaridad, Quintana Roo y de acuerdo a las necesidades planteadas en los planes estatal y municipal de desarrollo., así como, el POELMS indican que el proyecto no se contrapone totalmente a los mismos y de hecho es totalmente congruente su desarrollo.

- **REGULACIÓN DEL PROYECTO POR DISPOSICIONES DE LEY EN MATERIA DE IMPACTO AMBIENTAL Y FORESTAL.**

El proyecto está regulado por las disposiciones del Artículo 28 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA), principalmente por las fracciones:

- I.- Obras hidráulicas, vías generales de comunicación, oleoductos, gasoductos, carboductos y poliductos;
- VII.- Cambios de uso del suelo de áreas forestales, así como en selvas y zonas áridas;

En congruencia con lo anterior, el inciso Artículo 5 del Reglamento de la LGEEPA en materia de evaluación de impacto ambiental identifica entre otros las siguientes actividades que se pretenden desarrollar en el predio:

- B).- Vías generales de comunicación.
- O).- Cambios de uso del suelo de áreas forestales, así como de selvas y zonas áridas.

De igual manera el proyecto está regulado por el Artículo 117 y 118 de la LGDFS, tal como sigue:

El cambio de uso de suelo en terrenos forestales, conforme a los artículos 117 y 118 de la LGDFS prevén que: La Secretaría sólo podrá autorizarlo 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...; y que “los interesados en el cambio de uso 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...”.

Por lo anterior y con fundamento en los artículo 35BIS 3 y 109 Bis de la LGEEPA y 47 de su Reglamento en materia de Evaluación del Impacto Ambiental, así como 76 de la LGDFS y 127 de su Reglamento, se emitió el ACUERDO que unificó en un solo procedimiento administrativo los trámites relativos a las autorizaciones en materia de evaluación del impacto ambiental y cambio de uso de suelo en terrenos forestales.

El ACUERDO por el que se unifica la autorización de cambio de uso de suelo en terrenos forestales y la evaluación de impacto ambiental, en trámite unificado de cambio de uso de

suelo forestal, prevé dos modalidades, la Modalidad A, relativa a la autorización en materia de impacto ambiental para las obras o actividades descritas sólo en la fracción VII del artículo 28 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) y el correspondiente a la autorización de cambio de uso de suelo en terrenos forestales previsto en el artículo 117 de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (LGDFS): Esto es, mediante esta modalidad de se evalúa únicamente el cambio de uso de suelo en terrenos forestales y su impacto ambiental.

La Modalidad B, corresponde a las obras o actividades señaladas en la fracción VII más las descritas en cualquier otra fracción del artículo 28 de la, excepto la fracción V del propio artículo de la LGEEPA y el trámite de autorización de cambio de uso de suelo en terrenos forestales previstos en el artículo 117 de la LGDFS. Lo que implica que a través de esta modalidad se evalúa el cambio de uso de suelo en terrenos forestales y el impacto ambiental de ese cambio de uso de suelo y cualquier otra obra o actividad del proyecto que requiera esa autorización, excepto el aprovechamiento forestal en selvas tropicales y especie de difícil regeneración.

El ACUERDO prevé que al trámite unificado de cambio de uso de suelo forestal, se anexará el Documento Técnico Unificado, el cual integra la información de la manifestación de impacto ambiental, en sus modalidades particular o regional, según sea el caso y el estudio técnico justificativo, de conformidad con lo previsto por el artículo Séptimo del mismo instrumento jurídico. Por lo que el DTU Modalidad B- Regional integra la información del cambio de uso de suelo en terrenos forestales y el impacto ambiental de ese cambio de uso de suelo y de cualquier otra obra o actividad del proyecto, que requiera esa autorización, excepto el aprovechamiento forestal en selvas tropicales y especies de difícil regeneración.

Por los motivos antes mencionados se somete a evaluación el presente **Documento Técnico Unificado** en su **Modalidad B Regional**. Este documento tiene por objeto justificar la necesidad del cambio de uso de suelo de la superficie solicitada (33.3277 ha), para lo cual se describen las condiciones generales del terreno, sus características físicas y biológicas, las características generales del proyecto, los impactos potenciales a generarse y las medidas de protección, prevención y mitigación de los impactos ambientales que se generaran por el proyecto.

De manera particular los datos técnicos presentados para dar cabal cumplimiento a lo establecido en el Artículo 117 de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, que en resumen son como siguen:

## **NO SE COMPROMETE LA BIODIVERSIDAD.**

La flora y fauna silvestres, son elementos de la biodiversidad, representan valores éticos, culturales, económicos, políticos, ecológicos, recreacionales, educativos y científicos, que han ido de la mano con el desarrollo de la humanidad y la historia de la tierra (Zamorano de Haro, 2009<sup>2</sup>).

---

<sup>2</sup> Zamorano de Haro, P. (2009) La flora y fauna silvestres en México y su regulación. *Procuraduría Agraria*. 159-167 pp.

A continuación se presenta la comparación entre los resultados de la composición, estructura y diversidad de la flora y la fauna registrada en el predio donde se llevara a cabo el CUSTF y la Subcuenca Quintana Roo.

### **FLORA SILVESTRE.**

La flora silvestre analizada y dividida por estratos permite visualizar lo siguientes resultado:

**Estrato Herbáceo.** En el estrato herbáceo de la subcuenca se registró un total de 99 especies y en el área de CUSTF únicamente 54. Lo anterior indica que en la subcuenca hay una mayor riqueza específica con respecto al polígono en donde se pretende llevar a cabo el CUSTF.

Un total de 41 especies de flora son compartidas entre la subcuenca y predio de estudio; pero, también es importante mencionar que al menos 58 especies de flora silvestre registradas para la subcuenca no fueron observadas en el estrato herbáceo del predio donde se pretende llevar a cabo el CUSTF. En contraparte en el predio de CUSTF se registraron 13 especies que no fueron observados en el estrato herbáceo de la subcuenca durante los muestreos realizados en la misma. Lo anterior refuerza lo manifestado anteriormente en el sentido de que el estrato herbáceo de la Subcuenca Quintana Roo posee una mayor riqueza específica en comparación al estrato herbáceo del predio donde se pretende llevar a cabo el CUSTF. Todo lo anteriormente mencionado se puede observar en la siguiente tabla comparativa.

**Tabla 6.1.** Especies registradas en el ESTRATO HERBÁCEO de la subcuenca y del predio.

| <b>ESTRATO HERBÁCEO</b> |                                  |                          |                       |
|-------------------------|----------------------------------|--------------------------|-----------------------|
|                         | <b>NOMBRE CIENTÍFICO</b>         | <b>SUBCUENCA VIR (%)</b> | <b>PREDIO VIR (%)</b> |
| 1                       | <i>Abutilon permolle</i>         | 3.04                     | <b>0.00</b>           |
| 2                       | <i>Acacia collinsii</i>          | 1.80                     | <b>0.00</b>           |
| 3                       | <i>Acalypha diversifolia</i>     | 6.41                     | 2.93                  |
| 4                       | <i>Aechmea bracteata</i>         | 2.32                     | <b>0.00</b>           |
| 5                       | <i>Alseis yucatanensis</i>       | 0.84                     | 4.68                  |
| 6                       | <i>Anthurium schlechtendalii</i> | 4.41                     | 3.43                  |
| 7                       | <i>Aphelandra scabra</i>         | 1.52                     | 5.55                  |
| 8                       | <i>Apoplanesia paniculata</i>    | 0.95                     | <b>0.00</b>           |
| 9                       | <i>Ardisia escallonioides</i>    | 1.16                     | 12.39                 |
| 10                      | <i>Arrabidaea floribunda</i>     | 2.21                     | 3.00                  |
| 11                      | <i>Bauhinia divaricata</i>       | 1.52                     | 6.18                  |
| 12                      | <i>Bauhinia jenningsii</i>       | 4.56                     | 2.37                  |
| 13                      | <i>Bromelia karatas</i>          | 5.91                     | <b>0.00</b>           |
| 14                      | <i>Brosimum alicastrum</i>       | 1.68                     | 2.37                  |
| 15                      | <i>Caesalpinia gaumeri</i>       | 2.03                     | <b>0.00</b>           |
| 16                      | <i>Caesalpinia mollis</i>        | 0.60                     | <b>0.00</b>           |



| ESTRATO HERBÁCEO |                                  |                   |                |
|------------------|----------------------------------|-------------------|----------------|
|                  | NOMBRE CIENTÍFICO                | SUBCUENCA VIR (%) | PREDIO VIR (%) |
| 17               | <i>Cascabela gaumeri</i>         | 2.41              | 2.76           |
| 18               | <i>Centrosema virginianum</i>    | 1.58              | <b>0.00</b>    |
| 19               | <i>Chamaecrista glandulosa</i>   | 3.60              | <b>0.00</b>    |
| 20               | <i>Chamaedorea seifrizii</i>     | 3.23              | <b>0.00</b>    |
| 21               | <i>Cipura paludosa</i>           | 1.83              | <b>0.00</b>    |
| 22               | <i>Clematis dioica</i>           | 1.90              | <b>0.00</b>    |
| 23               | <i>Cnidoscolus aconitifolius</i> | 1.41              | 2.96           |
| 24               | <i>Coccoloba acapulcensis</i>    | 2.39              | <b>0.00</b>    |
| 25               | <i>Coccoloba spicata</i>         | 1.87              | 5.34           |
| 26               | <i>Colubrina greggii</i>         | <b>0.00</b>       | 2.78           |
| 27               | <i>Cordia gerascanthus</i>       | <b>0.00</b>       | 4.78           |
| 28               | <i>Croton chichenensis</i>       | 5.80              | <b>0.00</b>    |
| 29               | <i>Croton glabellus</i>          | 3.56              | <b>0.00</b>    |
| 30               | <i>Croton reflexifolius</i>      | 2.91              | 6.41           |
| 31               | <i>Cynanchum rensonii</i>        | 0.88              | <b>0.00</b>    |
| 32               | <i>Cynodon dactylon</i>          | 6.04              | 10.89          |
| 33               | <i>Dactyloctenium aegyptium</i>  | 2.34              | <b>0.00</b>    |
| 34               | <i>Dalechampia scandens</i>      | 1.28              | 3.99           |
| 35               | <i>Delilia biflora</i>           | 1.40              | 9.19           |
| 36               | <i>Dendropanax arboreus</i>      | 1.54              | 3.89           |
| 37               | <i>Desmodium glabrum</i>         | 1.85              | <b>0.00</b>    |
| 38               | <i>Desmodium incanum</i>         | 1.50              | <b>0.00</b>    |
| 39               | <i>Desmodium procumbens</i>      | 2.91              | <b>0.00</b>    |
| 40               | <i>Dioscorea convolvulacea</i>   | 2.11              | 5.94           |
| 41               | <i>Dioscorea floribunda</i>      | 2.26              | <b>0.00</b>    |
| 42               | <i>Diospyros anisandra</i>       | 10.66             | 8.17           |
| 43               | <i>Diospyros tetrasperma</i>     | <b>0.00</b>       | 1.11           |
| 44               | <i>Diphyssa carthagenensis</i>   | 2.97              | 7.86           |
| 45               | <i>Elytraria imbricata</i>       | 5.23              | 8.24           |
| 46               | <i>Euphorbia cyathophora</i>     | 1.61              | <b>0.00</b>    |
| 47               | <i>Euphorbia heterophylla</i>    | 1.35              | <b>0.00</b>    |
| 48               | <i>Euphorbia hypericifolia</i>   | 3.51              | <b>0.00</b>    |
| 49               | <i>Euphorbia thymifolia</i>      | 4.02              | <b>0.00</b>    |
| 50               | <i>Gliricidia sepium</i>         | 0.68              | 2.64           |
| 51               | <i>Guettarda elliptica</i>       | <b>0.00</b>       | 3.02           |
| 52               | <i>Gymnopodium floribundum</i>   | 7.82              | 23.14          |
| 53               | <i>Hamelia patens</i>            | 1.59              | 4.65           |
| 54               | <i>Helicteres baruensis</i>      | 1.41              | <b>0.00</b>    |

| ESTRATO HERBÁCEO |                                   |                   |                |
|------------------|-----------------------------------|-------------------|----------------|
|                  | NOMBRE CIENTÍFICO                 | SUBCUENCA VIR (%) | PREDIO VIR (%) |
| 55               | <i>Heliotropium angiospermum</i>  | 0.81              | <b>0.00</b>    |
| 56               | <i>Hyptis pectinata</i>           | 8.03              | <b>0.00</b>    |
| 57               | <i>Ichnanthus lanceolatus</i>     | 7.65              | 8.06           |
| 58               | <i>Ipomoea heredifolia</i>        | 1.45              | <b>0.00</b>    |
| 59               | <i>Ipomoea nil</i>                | 1.06              | <b>0.00</b>    |
| 60               | <i>Jacquemontia pentatha</i>      | 4.35              | <b>0.00</b>    |
| 61               | <i>Justicia carthaginensis</i>    | 2.32              | <b>0.00</b>    |
| 62               | <i>Karwinskia humboldtiana</i>    | 1.07              | <b>0.00</b>    |
| 63               | <i>Lantana camara</i>             | 8.70              | <b>0.00</b>    |
| 64               | <i>Lasiacis divaricata</i>        | 11.09             | 5.85           |
| 65               | <i>Lophiaris andrewsiae</i>       | 0.83              | <b>0.00</b>    |
| 66               | <i>Lysiloma latisiliquum</i>      | 0.82              | <b>0.00</b>    |
| 67               | <i>Melanthera nivea</i>           | 5.84              | 3.73           |
| 68               | <i>Melinis repens</i>             | 1.69              | <b>0.00</b>    |
| 69               | <i>Metopium brownei</i>           | 0.56              | <b>0.00</b>    |
| 70               | <i>Mimosa bahamensis</i>          | 13.78             | 9.39           |
| 71               | <i>Morinda royoc</i>              | 3.97              | 2.91           |
| 72               | <i>Neea choriophylla</i>          | <b>0.00</b>       | 7.42           |
| 73               | <i>Neea psychotrioides</i>        | <b>0.00</b>       | 7.43           |
| 74               | <i>Neomillspaughia emarginata</i> | 7.73              | <b>0.00</b>    |
| 75               | <i>Ocimum campechianum</i>        | 6.44              | <b>0.00</b>    |
| 76               | <i>Oeceoclades maculata</i>       | 0.60              | 4.59           |
| 77               | <i>Olyra glaberrima</i>           | <b>0.00</b>       | 11.83          |
| 78               | <i>Panicum maximum</i>            | 1.12              | <b>0.00</b>    |
| 79               | <i>Parmentiera millspaughiana</i> | 1.45              | <b>0.00</b>    |
| 80               | <i>Passiflora bicornis</i>        | 1.51              | 3.55           |
| 81               | <i>Paullinia pinnata</i>          | 2.20              | 5.57           |
| 82               | <i>Petrea volubilis</i>           | 2.11              | <b>0.00</b>    |
| 83               | <i>Piper yucatanense</i>          | 1.46              | 8.58           |
| 84               | <i>Piscidia piscipula</i>         | 2.69              | 3.67           |
| 85               | <i>Psidium sartorianum</i>        | <b>0.00</b>       | 1.07           |
| 86               | <i>Psittacanthus mayanus</i>      | 0.67              | <b>0.00</b>    |
| 87               | <i>Pteridium caudatum</i>         | 0.74              | <b>0.00</b>    |
| 88               | <i>Randia aculeata</i>            | 5.47              | <b>0.00</b>    |
| 89               | <i>Randia longiloba</i>           | 0.78              | 1.23           |
| 90               | <i>Randia obcordata</i>           | 0.84              | 1.30           |

| ESTRATO HERBÁCEO |                                 |                   |                |
|------------------|---------------------------------|-------------------|----------------|
|                  | NOMBRE CIENTÍFICO               | SUBCUENCA VIR (%) | PREDIO VIR (%) |
| 91               | <i>Ruellia inundata</i>         | 0.85              | <b>0.00</b>    |
| 92               | <i>Sabal yapa</i>               | <b>0.00</b>       | 5.98           |
| 93               | <i>Sanvitalia procumbens</i>    | 4.97              | <b>0.00</b>    |
| 94               | <i>Scleria microcarpa</i>       | 5.95              | 5.91           |
| 95               | <i>Senegalia gaumeri</i>        | <b>0.00</b>       | 1.17           |
| 96               | <i>Senegalia riparia</i>        | 3.11              | <b>0.00</b>    |
| 97               | <i>Serjania adiantoides</i>     | 2.03              | 17.09          |
| 98               | <i>Sida rhombifolia</i>         | 1.94              | <b>0.00</b>    |
| 99               | <i>Simarouba amara</i>          | <b>0.00</b>       | 1.48           |
| 100              | <i>Spermacoce verticillata</i>  | 1.44              | 6.46           |
| 101              | <i>Tabernaemontana alba</i>     | 3.20              | 3.23           |
| 102              | <i>Tetramerium nervosum</i>     | 3.73              | <b>0.00</b>    |
| 103              | <i>Thouinia paucidentata</i>    | <b>0.00</b>       | 5.85           |
| 104              | <i>Tillandsia balbisiana</i>    | 1.54              | 3.54           |
| 105              | <i>Tillandsia streptophylla</i> | 3.61              | <b>0.00</b>    |
| 106              | <i>Tragia yucatanensis</i>      | 2.46              | <b>0.00</b>    |
| 107              | <i>Vanilla insignis</i>         | 1.37              | <b>0.00</b>    |
| 108              | <i>Viguiera dentata</i>         | 4.90              | <b>0.00</b>    |
| 109              | <i>Vitex gaumeri</i>            | 1.09              | <b>0.00</b>    |
| 110              | <i>Waltheria indica</i>         | 6.83              | <b>0.00</b>    |
| 111              | <i>Wedelia hispida</i>          | 2.72              | <b>0.00</b>    |
| 112              | <i>Zygia stevensonii</i>        | <b>0.00</b>       | 2.47           |

**Nota:** Los valores en negrita indican la ausencia de las especies en la subcuena o bien en el predio de CUSTF en el estrato correspondiente.

Por otro lado de acuerdo a las estimaciones del índice de Shannon-Wiener realizadas para el estrato herbáceo de la subcuena y el predio donde se pretende llevar a cabo el CUSTF confirman que la Subcuena Quintana Roo es más diversa ( $H'=4.18$ ) que el área de CUSTF ( $H'=3.66$ ), tal como se puede observar en la siguiente tabla comparativa.

**Tabla 6.2.** Riqueza y diversidad en el estrato herbáceo de la subcuena y predio en donde se pretende el CUSTF.

| ESTRATO HERBACEO      |               |        |
|-----------------------|---------------|--------|
| PARAMETROS            | SUBCUENCA     | PREDIO |
| RIQUEZA (S)           | <b>99</b>     | 54     |
| H' CALCULADA          | <b>4.1820</b> | 3.6562 |
| H' MAXIMA=Ln (S)      | 4.5951        | 3.9890 |
| EQUIDAD (J)=H / H MAX | <b>0.9101</b> | 0.9166 |
| H MAX-H CAL           | 0.4131        | 0.3327 |

**Nota:** Los valores en negrita indican la importancia de la riqueza específica, diversidad y la equidad en la subcuena respecto al predio de CUSTF en el estrato correspondiente.

El ecosistema de la subcuenca y predio presentaron un valor similar en equidad de 0.91, lo que indica que la distribución de los individuos por especie es similar.

**Con base en la información anteriormente vertida se determina que el estrato herbáceo de la subcuenca es más diversa que en el área pretendida para el CUSTF.**

**Estrato arbustivo.** En el estrato arbustivo de la subcuenca se registró un total de 46 especies y en el área de CUSTF 48. Lo anterior indica que en el predio hay una mayor riqueza específica con respecto a la subcuenca. Un total de 29 especies son compartidas entre la subcuenca y el predio en donde se pretende llevar a cabo el CUSTF. Por otro lado, 17 especies registradas en la subcuenca no fueron registradas en el predio., y 19 especies del predio no fueron registradas en el estrato arbustivo de la subcuenca dentro de los sitios de muestreo. Lo anterior no quiere decir que las especies no hayan sido registradas dentro de la subcuenca; pues, de hecho varias de ellas fueron registradas o bien avistadas en diferentes estratos. Las especies no registradas dentro de algún sitio de muestreo; pero avistado dentro de la cuenca o predio fueron registradas en un listado florístico general (Ver **Anexo 8** de este estudio). Todo lo anteriormente mencionado se puede observar en la siguiente tabla comparativa.

**Tabla 6.3.** Especies registradas en el estrato ARBUSTIVO de la subcuenca y del predio.

| ESTRATO ARBUSTIVO |                                 |                   |                |
|-------------------|---------------------------------|-------------------|----------------|
|                   | NOMBRE CIENTÍFICO               | SUBCUENCA VIR (%) | PREDIO VIR (%) |
| 1                 | <i>Acacia collinsii</i>         | 3.01              | 0.00           |
| 2                 | <i>Acacia glomerosa</i>         | 0.00              | 3.28           |
| 3                 | <i>Acacia pennatula</i>         | 2.48              | 0.00           |
| 4                 | <i>Alseis yucatanensis</i>      | 11.94             | 1.64           |
| 5                 | <i>Annona glabra</i>            | 0.00              | 4.03           |
| 6                 | <i>Apoplanesia paniculata</i>   | 1.40              | 3.28           |
| 7                 | <i>Ardisia escallonioides</i>   | 3.41              | 3.09           |
| 8                 | <i>Bauhinia divaricata</i>      | 7.34              | 6.18           |
| 9                 | <i>Bourreria pulchra</i>        | 0.00              | 15.32          |
| 10                | <i>Brosimum alicastrum</i>      | 0.00              | 1.64           |
| 11                | <i>Caesalpinia gaumeri</i>      | 16.33             | 0.00           |
| 12                | <i>Caesalpinia violaceae</i>    | 0.00              | 3.86           |
| 13                | <i>Caesalpinia yucatanensis</i> | 0.00              | 2.67           |
| 14                | <i>Carica papaya</i>            | 6.12              | 0.00           |
| 15                | <i>Cascabela gaumeri</i>        | 1.40              | 9.03           |
| 16                | <i>Chiococca alba</i>           | 6.58              | 0.00           |
| 17                | <i>Chloroleucon manguense</i>   | 1.40              | 0.00           |
| 18                | <i>Coccoloba acapulcensis</i>   | 0.00              | 2.39           |
| 19                | <i>Colubrina greggii</i>        | 8.79              | 2.39           |
| 20                | <i>Cordia gerascanthus</i>      | 0.00              | 6.19           |
| 21                | <i>Croton reflexifolius</i>     | 19.25             | 17.87          |
| 22                | <i>Dalbergia glabra</i>         | 13.56             | 0.00           |

| ESTRATO ARBUSTIVO |                                   |                   |                |
|-------------------|-----------------------------------|-------------------|----------------|
|                   | NOMBRE CIENTÍFICO                 | SUBCUENCA VIR (%) | PREDIO VIR (%) |
| 23                | <i>Dendropanax arboreus</i>       | 0.00              | 1.64           |
| 24                | <i>Diospyros anisandra</i>        | 11.63             | 7.35           |
| 25                | <i>Diospyros tetrasperma</i>      | 5.48              | 2.39           |
| 26                | <i>Diphyssa carthagenensis</i>    | 12.09             | 15.95          |
| 27                | <i>Eugenia foetida</i>            | 5.48              | 3.40           |
| 28                | <i>Exostema caribaeum</i>         | 5.84              | 8.05           |
| 29                | <i>Ficus maxima</i>               | 0.00              | 1.64           |
| 30                | <i>Gliricidia sepium</i>          | 1.40              | 5.64           |
| 31                | <i>Guettarda combsii</i>          | 9.01              | 2.36           |
| 32                | <i>Guettarda elliptica</i>        | 2.07              | 5.06           |
| 33                | <i>Gymnopodium floribundum</i>    | 13.40             | 30.77          |
| 34                | <i>Hamelia patens</i>             | 0.00              | 1.45           |
| 35                | <i>Hampea trilobata</i>           | 8.79              | 4.03           |
| 36                | <i>Helicteres baruensis</i>       | 6.42              | 0.00           |
| 37                | <i>Karwinskia humboldtiana</i>    | 1.40              | 0.00           |
| 38                | <i>Lysiloma acapulcense</i>       | 5.64              | 0.00           |
| 39                | <i>Metopium brownei</i>           | 0.00              | 1.64           |
| 40                | <i>Mimosa bahamensis</i>          | 3.05              | 2.39           |
| 41                | <i>Neea choriophylla</i>          | 9.61              | 29.90          |
| 42                | <i>Neea psychotrioides</i>        | 9.93              | 6.94           |
| 43                | <i>Neomillspaughia emarginata</i> | 3.05              | 0.00           |
| 44                | <i>Parmentiera millspaughiana</i> | 3.32              | 0.00           |
| 45                | <i>Piscidia piscipula</i>         | 8.79              | 8.90           |
| 46                | <i>Pisonia aculeata</i>           | 8.37              | 5.54           |
| 47                | <i>Pithecellobium dulce</i>       | 4.96              | 0.00           |
| 48                | <i>Plumeria obtusa</i>            | 6.00              | 0.00           |
| 49                | <i>Psidium sartorianum</i>        | 8.53              | 12.66          |
| 50                | <i>Randia aculeata</i>            | 6.94              | 0.00           |
| 51                | <i>Randia longiloba</i>           | 0.00              | 8.44           |
| 52                | <i>Randia obcordata</i>           | 9.68              | 6.51           |
| 53                | <i>Sabal yapa</i>                 | 4.60              | 3.59           |
| 54                | <i>Semialarium mexicanum</i>      | 0.00              | 4.00           |
| 55                | <i>Senegalia gaumeri</i>          | 1.65              | 1.64           |
| 56                | <i>Senegalia riparia</i>          | 2.07              | 0.00           |
| 57                | <i>Senna atomaria</i>             | 1.65              | 7.45           |
| 58                | <i>Senna racemosa</i>             | 3.98              | 0.00           |
| 59                | <i>Tabebuia rosea</i>             | 0.00              | 2.39           |

| ESTRATO ARBUSTIVO |                              |                   |                |
|-------------------|------------------------------|-------------------|----------------|
|                   | NOMBRE CIENTÍFICO            | SUBCUENCA VIR (%) | PREDIO VIR (%) |
| 60                | <i>Tabernaemontana alba</i>  | 9.83              | 12.03          |
| 61                | <i>Thouinia paucidentata</i> | 2.33              | 5.06           |
| 62                | <i>Trichilia havanensis</i>  | 0.00              | 3.08           |
| 63                | <i>Vitex gaumeri</i>         | 0.00              | 1.64           |
| 64                | <i>Wimmeria obtusifolia</i>  | 0.00              | 1.95           |
| 65                | <i>Zygia stevensonii</i>     | 0.00              | 1.64           |

**Nota:** Los valores en negrita indican la ausencia de las especies en la cuenca o bien en el predio de CUSTF en el estrato correspondiente.

Por otro lado de acuerdo a las estimaciones del índice de Shannon-Wiener realizadas para el estrato arbustivo de la subcuenca y el predio donde se pretende llevar a cabo el CUSTF confirman que la Subcuenca Quintana Roo más diversa ( $H'=3.62$ ) que el área de CUSTF ( $H'=3.38$ ), tal como se puede observar en la siguiente tabla.

**Tabla 6.4.** Riqueza y diversidad del estrato arbustivo en la subcuenca y predio.

| ESTRATO ARBUSTIVO     |               |        |
|-----------------------|---------------|--------|
| PARAMETROS            | SUBCUENCA     | PREDIO |
| RIQUEZA (S)           | <b>46</b>     | 48     |
| H' CALCULADA          | <b>3.6225</b> | 3.3776 |
| H' MAXIMA=Ln (S)      | 3.8286        | 3.8712 |
| EQUIDAD (J)=H / H MAX | <b>0.9462</b> | 0.8725 |
| H MAX-H CAL           | 0.2062        | 0.4936 |

**Nota:** Los valores en negrita indican la importancia de la riqueza específica, diversidad y la equidad en la subcuenca respecto al predio de CUSTF en el estrato correspondiente.

Así mismo, el ecosistema de la cuenca presenta una mayor equidad de 0.90 que el área objeto de CUSTF de solo 0.69, esto nos dice que además de una mayor riqueza en el ecosistema de la cuenca, la distribución de los individuos por especie es más homogénea que en el área del proyecto; por lo que se puede afirmar que, la presencia de especies dominantes es reducida.

**Con base en la información anteriormente vertida se determina que el estrato arbustivo de la subcuenca es más diverso que en el área pretendida para el CUSTF.**

**Estrato arbóreo.** En el estrato arbóreo de la subcuenca se registró un total de 53 especies y en el área de CUSTF únicamente 44. Lo anterior indica que en la subcuenca existe una mayor riqueza específica con respecto al predio. De manera común comparten 35 especies de flora silvestre tanto la subcuenca como el predio en el estrato arbóreo. Sin embargo, también es importante mencionar que se registraron 18 especies en la subcuenca que no fueron registrados en el predio y en contraparte, dentro del predio se registraron 9 especies no registrados en la subcuenca. Estas últimas son de amplia distribución en toda la península de Yucatán; por lo que no serán afectados de manera importante. Por otro lado, estas fueron registradas en diferentes estrato de la subcuenca y el predio, por lo cual aparecen como parte del listado florístico general del área de

estudio. Todo lo anteriormente mencionado se puede observar en la siguiente tabla comparativa.

**Tabla 6.5.** Especies registradas en el estrato ARBÓREO de la subcuenca y del predio.

| <b>ESTRATO ARBÓREO</b> |                                 |                          |                       |
|------------------------|---------------------------------|--------------------------|-----------------------|
|                        | <b>NOMBRE CIENTÍFICO</b>        | <b>SUBCUENCA VIR (%)</b> | <b>PREDIO VIR (%)</b> |
| 1                      | <i>Acacia dolichostachya</i>    | 8.65                     | <b>0.00</b>           |
| 2                      | <i>Acacia glomerosa</i>         | 4.72                     | 1.49                  |
| 3                      | <i>Alseis yucatanensis</i>      | 2.84                     | 6.76                  |
| 4                      | <i>Annona glabra</i>            | 1.33                     | 2.39                  |
| 5                      | <i>Apoplanesia paniculata</i>   | 1.53                     | 1.55                  |
| 6                      | <i>Bourreria pulchra</i>        | <b>0.00</b>              | 3.76                  |
| 7                      | <i>Brosimum alicastrum</i>      | 2.69                     | 1.55                  |
| 8                      | <i>Bursera simaruba</i>         | 5.55                     | 5.77                  |
| 9                      | <i>Caesalpinia gaumeri</i>      | 18.86                    | <b>0.00</b>           |
| 10                     | <i>Caesalpinia mollis</i>       | 8.56                     | 2.17                  |
| 11                     | <i>Caesalpinia violaceae</i>    | 5.42                     | <b>0.00</b>           |
| 12                     | <i>Caesalpinia yucatanensis</i> | 6.75                     | 1.49                  |
| 13                     | <i>Cascabela gaumeri</i>        | <b>0.00</b>              | 1.55                  |
| 14                     | <i>Ceiba schoti</i>             | 2.30                     | <b>0.00</b>           |
| 15                     | <i>Chloroleucon manguense</i>   | 5.30                     | <b>0.00</b>           |
| 16                     | <i>Chrysophyllum mexicanum</i>  | 2.29                     | <b>0.00</b>           |
| 17                     | <i>Coccoloba acapulcensis</i>   | 1.59                     | 9.18                  |
| 18                     | <i>Coccoloba spicata</i>        | 6.37                     | 6.32                  |
| 19                     | <i>Cordia gerascanthus</i>      | 4.52                     | 6.47                  |
| 20                     | <i>Croton reflexifolius</i>     | <b>0.00</b>              | 3.62                  |
| 21                     | <i>Dendropanax arboreus</i>     | 6.17                     | 1.55                  |
| 22                     | <i>Diospyros tetrasperma</i>    | 1.90                     | <b>0.00</b>           |
| 23                     | <i>Diphyssa carthagenensis</i>  | 3.77                     | <b>0.00</b>           |
| 24                     | <i>Eugenia foetida</i>          | 4.28                     | <b>0.00</b>           |
| 25                     | <i>Ficus cotinifolia</i>        | 4.94                     | 16.71                 |
| 26                     | <i>Ficus maxima</i>             | 7.79                     | 6.91                  |
| 27                     | <i>Ficus pertusa</i>            | 2.56                     | 30.75                 |
| 28                     | <i>Guettarda combsii</i>        | <b>0.00</b>              | 3.00                  |
| 29                     | <i>Guettarda elliptica</i>      | 1.53                     | <b>0.00</b>           |
| 30                     | <i>Gymnopodium floribundum</i>  | 4.20                     | <b>0.00</b>           |
| 31                     | <i>Havardia albicans</i>        | 9.53                     | 1.49                  |
| 32                     | <i>Karwinskia humboldtiana</i>  | 3.66                     | <b>0.00</b>           |
| 33                     | <i>Lonchocarpus castilloi</i>   | <b>0.00</b>              | 1.55                  |
| 34                     | <i>Lonchocarpus punctatus</i>   | 3.66                     | 6.59                  |

| ESTRATO ARBÓREO |                                  |                   |                |
|-----------------|----------------------------------|-------------------|----------------|
|                 | NOMBRE CIENTÍFICO                | SUBCUENCA VIR (%) | PREDIO VIR (%) |
| 35              | <i>Lonchocarpus rugosus</i>      | 6.30              | 5.94           |
| 36              | <i>Lonchocarpus xuul</i>         | 7.04              | 12.66          |
| 37              | <i>Lonchocarpus yucatanensis</i> | <b>0.00</b>       | 4.99           |
| 38              | <i>Luehea speciosa</i>           | 5.33              | 9.81           |
| 39              | <i>Lysiloma acapulcense</i>      | 4.37              | 6.80           |
| 40              | <i>Lysiloma latisiliquum</i>     | 13.61             | 30.00          |
| 41              | <i>Maclura tinctoria</i>         | 1.89              | <b>0.00</b>    |
| 42              | <i>Manilkara zapota</i>          | 7.03              | 29.52          |
| 43              | <i>Metopium brownei</i>          | 11.16             | 10.90          |
| 44              | <i>Mosannonna depressa</i>       | <b>0.00</b>       | 3.07           |
| 45              | <i>Neea psychotrioides</i>       | 2.99              | 1.55           |
| 46              | <i>Piscidia piscipula</i>        | 14.38             | 5.12           |
| 47              | <i>Pithecellobium dulce</i>      | 1.31              | <b>0.00</b>    |
| 48              | <i>Platymiscium yucatanum</i>    | 5.89              | 6.97           |
| 49              | <i>Plumeria obtusa</i>           | 7.50              | <b>0.00</b>    |
| 50              | <i>Psidium sartorianum</i>       | 8.33              | 6.56           |
| 51              | <i>Randia obcordata</i>          | 1.31              | <b>0.00</b>    |
| 52              | <i>Semialarium mexicanum</i>     | 9.26              | 5.32           |
| 53              | <i>Senegalia gaumeri</i>         | 3.72              | 1.55           |
| 54              | <i>Senna atomaria</i>            | 3.25              | <b>0.00</b>    |
| 55              | <i>Senna racemosa</i>            | 1.81              | <b>0.00</b>    |
| 56              | <i>Simarouba amara</i>           | 5.54              | 11.05          |
| 57              | <i>Swartzia cubensis</i>         | 7.79              | 4.66           |
| 58              | <i>Tabebuia rosea</i>            | <b>0.00</b>       | 1.55           |
| 59              | <i>Thouinia paucidentata</i>     | 8.10              | 6.79           |
| 60              | <i>Trophis racemosa</i>          | 3.37              | 2.91           |
| 61              | <i>Vitex gaumeri</i>             | 15.48             | 8.09           |
| 62              | <i>Wimmeria obtusifolia</i>      | <b>0.00</b>       | 1.55           |

**Nota:** Los valores en negrita indican la ausencia de las especies en la subcuena o bien en el predio de CUSTF en el estrato correspondiente.

No obstante a lo anterior las estimaciones del índice de Shannon-Wiener realizadas para el estrato arbóreo de la subcuena y el predio donde se pretende llevar a cabo el CUSTF indican que la Subcuena Quintana Roo es más diversa ( $H'=3.78$ ) que el área de CUSTF ( $H'=3.40$ ), tal como se puede observar en la siguiente tabla.



**Tabla 6.6.** Riqueza y diversidad en el estrato arbóreo de la subcuenca y el predio.

| ESTRATO ARBOREO       |               |        |
|-----------------------|---------------|--------|
| PARAMETROS            | SUBCUENCA     | PREDIO |
| RIQUEZA (S)           | <b>53</b>     | 44     |
| H' CALCULADA          | <b>3.7847</b> | 3.4063 |
| H' MAXIMA=Ln (S)      | 3.9703        | 3.7842 |
| EQUIDAD (J)=H / H MAX | <b>0.9533</b> | 0.9001 |
| H MAX-H CAL           | 0.1855        | 0.3779 |

**Nota:** Los valores en negrita indican la importancia de la riqueza específica, diversidad y la equidad en la subcuenca respecto al predio de CUSTF en el estrato correspondiente.

Así mismo, el ecosistema de la subcuenca presenta un valor de equidad muchos más elevado que el del área objeto de CUSTF (0.90), esto nos indica que además de una mayor riqueza en el ecosistema de la subcuenca existe también una mayor equidad con respecto al predio pretendido para el CUSTF.

**Con base en la información anteriormente vertida se determina que el estrato arbóreo de la subcuenca es más diversa que el área pretendida para el CUSTF.**

**En base a lo anterior es importante concluir que el CUSTF en el área de estudio no compromete la diversidad de la flora silvestre dentro de la subcuenca Quintana Roo y a nivel del predio; pues en este último, se establecerán áreas de conservación con vegetación nativa típica como el que será afectado.**

## FAUNA SILVESTRE.

En el ecosistema de selva mediana subcaducifolia de la subcuenca y predio se presentaron las siguientes abundancias relativas para los diferentes grupos faunísticos estudiados:

**ANFIBIOS.** Dentro de la subcuenca se registraron 16 especies de anfibios y en el predio, únicamente dos especies. En cuanto a la abundancia relativa de los mismos se presentan a continuación:

**Tabla 6.7.** Abundancia relativa de las especies de Anfibios registrados en la subcuenca y predio en donde se pretende llevar a cabo el CUSTF.

|   | ESPECIE                            | ABUNDANCIA RELATIVA |             |
|---|------------------------------------|---------------------|-------------|
|   |                                    | SUBCUENCA           | PREDIO      |
| 1 | <i>Bolitoglossa rufescens</i>      | 4.1%                | <b>0.0%</b> |
| 2 | <i>Craugastor yucatanensis</i>     | 4.1%                | <b>0.0%</b> |
| 3 | <i>Dendropsophus microcephalus</i> | 6.1%                | <b>0.0%</b> |
| 4 | <i>Gastrophryne elegans</i>        | 6.1%                | <b>0.0%</b> |

|    | ESPECIE                          | ABUNDANCIA RELATIVA |        |
|----|----------------------------------|---------------------|--------|
|    |                                  | SUBCUENCA           | PREDIO |
| 5  | <i>Hypopachus variolosus</i>     | 4.1%                | 0.0%   |
| 6  | <i>Incilus valliceps</i>         | 10.2%               | 25.0%  |
| 7  | <i>Leptodactylus fragilis</i>    | 6.1%                | 0.0%   |
| 8  | <i>Leptodactylus melanonotus</i> | 4.1%                | 0.0%   |
| 9  | <i>Lithobates brownorum</i>      | 6.1%                | 0.0%   |
| 10 | <i>Rhinella marina</i>           | 12.2%               | 75.0%  |
| 11 | <i>Rhinophrynus dorsalis</i>     | 6.1%                | 0.0%   |
| 12 | <i>Scinax staufferi</i>          | 6.1%                | 0.0%   |
| 13 | <i>Smilisca baudinii</i>         | 8.2%                | 0.0%   |
| 14 | <i>Tlalocohyla loquax</i>        | 6.1%                | 0.0%   |
| 15 | <i>Trachycephalus typhonius</i>  | 4.1%                | 0.0%   |
| 16 | <i>Tripurion petasatus</i>       | 6.1%                | 0.0%   |

En cuanto a los resultados del estimado del índice de diversidad de Shannon-Wiener (H') y Equidad de Pielou (J) se tiene lo siguiente:

**Tabla 6.8.** Riqueza y diversidad del grupo faunístico de los anfibios en la subcuena y el predio donde se pretende el CUSTF.

| ANFIBIOS              |           |        |
|-----------------------|-----------|--------|
| PARAMETROS            | SUBCUENCA | PREDIO |
| RIQUEZA (S)           | 16        | 2      |
| H' CALCULADA          | 2.72      | 0.56   |
| H' MAXIMA=Ln (S)      | 2.77      | 0.69   |
| EQUIDAD (J)=H / H MAX | 0.98      | 0.81   |
| H MAX-H CAL           | 0.06      | 0.13   |

Como se puede observar en la tabla anterior, la subcuena presenta una mayor riqueza específica, índice de diversidad de Shannon-Wiener y equidad en comparación al predio; por lo que lo anterior indica que en la subcuena se tiene una mayor diversidad y una población más homogénea y cercana a alcanzar la máxima diversidad esperada, del que está lejano el predio a afectar por CUSTF.

**REPTILES.** Dentro de la subcuena se registraron 33 especies de reptiles y en el predio, únicamente nueve especies. En cuanto a la abundancia relativa de los mismos se presentan a continuación:

**Tabla 6.9.** Abundancia relativa de las especies de Reptiles registrados en la subcuena y predio en donde se pretende llevar a cabo el CUSTF.

|   | ESPECIE                  | ABUNDANCIA RELATIVA |        |
|---|--------------------------|---------------------|--------|
|   |                          | SUBCUENCA           | PREDIO |
| 1 | <i>Anolis rodriguezi</i> | 4.7%                | 18.2%  |
| 2 | <i>Anolis sagrei</i>     | 4.7%                | 15.2%  |

|    | ESPECIE                         | ABUNDANCIA RELATIVA |        |
|----|---------------------------------|---------------------|--------|
|    |                                 | SUBCUENCA           | PREDIO |
| 3  | <i>Anolis sericeus</i>          | 1.9%                | 9.1%   |
| 4  | <i>Aspidoscelis angusticeps</i> | 3.7%                | 0.0%   |
| 5  | <i>Basiliscus vittatus</i>      | 1.9%                | 0.0%   |
| 6  | <i>Boa constrictor</i>          | 1.9%                | 0.0%   |
| 7  | <i>Bothrops asper</i>           | 1.9%                | 0.0%   |
| 8  | <i>Coleonyx elegans</i>         | 4.7%                | 0.0%   |
| 9  | <i>Coniophanes imperiales</i>   | 2.8%                | 0.0%   |
| 10 | <i>Conopsis lineatus</i>        | 1.9%                | 0.0%   |
| 11 | <i>Crotalus tzabcan</i>         | 0.9%                | 0.0%   |
| 12 | <i>Ctenosaura similis</i>       | 7.5%                | 0.0%   |
| 13 | <i>Dryadophis melanolomus</i>   | 2.8%                | 3.0%   |
| 14 | <i>Drymarchon corais</i>        | 1.9%                | 0.0%   |
| 15 | <i>Drymarchon melanurus</i>     | 1.9%                | 0.0%   |
| 16 | <i>Elaphe flavirufa</i>         | 1.9%                | 0.0%   |
| 17 | <i>Holcosus undulata</i>        | 11.2%               | 33.3%  |
| 18 | <i>Leptodeira frenata</i>       | 0.9%                | 0.0%   |
| 19 | <i>Leptophis mexicanus</i>      | 1.9%                | 0.0%   |
| 20 | <i>Mabuya unimarginata</i>      | 2.8%                | 0.0%   |
| 21 | <i>Mastigodryas melanolomus</i> | 3.7%                | 0.0%   |
| 22 | <i>Mesoscincus schwartzei</i>   | 0.9%                | 9.1%   |
| 23 | <i>Micrurus diastema</i>        | 1.9%                | 3.0%   |
| 24 | <i>Oxybelis aeneus</i>          | 2.8%                | 0.0%   |
| 25 | <i>Oxybelis fulgidus</i>        | 1.9%                | 0.0%   |
| 26 | <i>Plestiodon sumichrasti</i>   | 1.9%                | 0.0%   |
| 27 | <i>Sceloporus chrysostictus</i> | 5.6%                | 6.1%   |
| 28 | <i>Sceloporus cozumelae</i>     | 6.5%                | 0.0%   |
| 29 | <i>Sceloporus lundelli</i>      | 3.7%                | 0.0%   |
| 30 | <i>Senticolis triaspis</i>      | 1.9%                | 3.0%   |
| 31 | <i>Sibon sartorii</i>           | 2.8%                | 0.0%   |
| 32 | <i>Symphimus mayae</i>          | 1.9%                | 0.0%   |
| 33 | <i>Tropidodipsas sartorii</i>   | 0.9%                | 0.0%   |

En cuanto a los resultados del estimado del índice de diversidad de Shannon-Wiener ( $H'$ ) y Equidad de Pielou ( $J$ ) se tiene lo siguiente:

**Tabla 6.10.** Riqueza y diversidad del grupo faunístico de los reptiles en la subcuenca y el predio donde se pretende el CUSTF.

| REPTILES              |             |        |
|-----------------------|-------------|--------|
| PARAMETROS            | SUBCUENCA   | PREDIO |
| RIQUEZA (S)           | <b>33</b>   | 9      |
| H' CALCULADA          | <b>3.29</b> | 1.88   |
| H' MAXIMA=Ln (S)      | 3.50        | 2.19   |
| EQUIDAD (J)=H / H MAX | <b>0.94</b> | 0.85   |
| H MAX-H CAL           | 0.20        | 0.31   |

Como se puede observar en la tabla anterior, la subcuenca presentó una mayor riqueza específica, índice de diversidad de Shannon-Wiener y equidad en comparación al predio; por lo que lo anterior indica que en la subcuenca se tiene una mayor diversidad y una población más homogénea y cercana a alcanzar la máxima diversidad esperada, parámetros que están lejos para el predio a afectar por CUSTF.

**AVES.** Dentro de la subcuenca se registraron 122 especies de aves y en el predio, únicamente 55 especies. En cuanto a la abundancia relativa de los mismos se presentan a continuación:

**Tabla 6.11.** Abundancia relativa de las especies de Aves registradas en la subcuenca y predio en donde se pretende llevar a cabo el CUSTF.

| ESPECIE   |                                 | ABUNDANCIA RELATIVA |             |
|-----------|---------------------------------|---------------------|-------------|
|           |                                 | SUBCUENCA           | PREDIO      |
| <b>1</b>  | <i>Crypturellus cinnamomeus</i> | 2.1%                | 2.0%        |
| <b>2</b>  | <i>Pelecanus occidentalis</i>   | 0.5%                | <b>0.0%</b> |
| <b>3</b>  | <i>Egretta thula</i>            | 0.3%                | <b>0.0%</b> |
| <b>4</b>  | <i>Tigrisoma lineatum</i>       | 0.5%                | <b>0.0%</b> |
| <b>5</b>  | <i>Ardea herodias</i>           | 0.3%                | <b>0.0%</b> |
| <b>6</b>  | <i>Dendrocygna autumnalis</i>   | 0.5%                | <b>0.0%</b> |
| <b>7</b>  | <i>Coragyps atratus</i>         | 1.9%                | 0.8%        |
| <b>8</b>  | <i>Cathartes aura</i>           | 0.3%                | <b>0.0%</b> |
| <b>9</b>  | <i>Buteogallus anthracinus</i>  | 0.8%                | <b>0.0%</b> |
| <b>10</b> | <i>Buteo magnirostris</i>       | 0.8%                | <b>0.0%</b> |
| <b>11</b> | <i>Buteo nitidus</i>            | 0.5%                | <b>0.0%</b> |
| <b>12</b> | <i>Crax rubra</i>               | 0.3%                | <b>0.0%</b> |
| <b>13</b> | <i>Ortalis vetula</i>           | 1.6%                | 6.5%        |
| <b>14</b> | <i>Meleagris ocellata</i>       | 0.3%                | <b>0.0%</b> |
| <b>15</b> | <i>Colinus nigrogularis</i>     | 0.5%                | <b>0.0%</b> |
| <b>16</b> | <i>Calidris fuscicollis</i>     | 1.3%                | <b>0.0%</b> |
| <b>17</b> | <i>Calidris alba</i>            | 0.8%                | <b>0.0%</b> |
| <b>18</b> | <i>Larus atricilla</i>          | 0.8%                | <b>0.0%</b> |
| <b>19</b> | <i>Patagioenas leucocephala</i> | 0.3%                | <b>0.0%</b> |
| <b>20</b> | <i>Patagioenas flavirostris</i> | 0.3%                | 0.8%        |

| ESPECIE |                                  | ABUNDANCIA RELATIVA |        |
|---------|----------------------------------|---------------------|--------|
|         |                                  | SUBCUENCA           | PREDIO |
| 21      | <i>Zenaida asiatica</i>          | 3.4%                | 1.6%   |
| 22      | <i>Columbina passerina</i>       | 0.5%                | 0.0%   |
| 23      | <i>Columbina talpacoti</i>       | 0.8%                | 0.0%   |
| 24      | <i>Leptotila verreauxi</i>       | 1.1%                | 0.0%   |
| 25      | <i>Leptotila jamaicensis</i>     | 0.8%                | 2.4%   |
| 26      | <i>Aratinga nana</i>             | 0.5%                | 0.8%   |
| 27      | <i>Amazona albifrons</i>         | 0.5%                | 0.8%   |
| 28      | <i>Amazona autumnalis</i>        | 0.5%                | 0.0%   |
| 29      | <i>Piaya cayana</i>              | 0.8%                | 1.2%   |
| 30      | <i>Crotophaga sulcirostris</i>   | 2.7%                | 0.0%   |
| 31      | <i>Glaucidium brasilianum</i>    | 1.1%                | 0.4%   |
| 32      | <i>Bubo virginianus</i>          | 0.5%                | 0.0%   |
| 33      | <i>Ciccaba virgata</i>           | 0.8%                | 0.4%   |
| 34      | <i>Chordeiles acutipennis</i>    | 1.6%                | 0.8%   |
| 35      | <i>Nyctidromus albicollis</i>    | 1.1%                | 1.6%   |
| 36      | <i>Antrostomus badius</i>        | 0.5%                | 2.4%   |
| 37      | <i>Amazilia candida</i>          | 0.8%                | 0.0%   |
| 38      | <i>Amazilia yucatanensis</i>     | 0.8%                | 0.4%   |
| 39      | <i>Amazilia rutila</i>           | 1.1%                | 0.8%   |
| 40      | <i>Chlorostilbon canivetii</i>   | 0.5%                | 0.0%   |
| 41      | <i>Trogon melanocephalus</i>     | 0.5%                | 4.9%   |
| 42      | <i>Trogon citreolus</i>          | 1.1%                | 0.0%   |
| 43      | <i>Eumomota superciliosa</i>     | 0.3%                | 4.9%   |
| 44      | <i>Momotus momota</i>            | 1.3%                | 0.0%   |
| 45      | <i>Ramphastos sulfuratus</i>     | 0.5%                | 0.0%   |
| 46      | <i>Pteroglossus torquatus</i>    | 0.5%                | 0.0%   |
| 47      | <i>Melanerpes pygmaeus</i>       | 1.3%                | 0.0%   |
| 48      | <i>Melanerpes aurifrons</i>      | 0.5%                | 0.4%   |
| 49      | <i>Sphyrapicus varius</i>        | 0.8%                | 0.0%   |
| 50      | <i>Dryocopus lineatus</i>        | 0.5%                | 0.0%   |
| 51      | <i>Dendrocyncla anabatina</i>    | 0.8%                | 0.0%   |
| 52      | <i>Dendrocyncla homochroa</i>    | 0.5%                | 2.9%   |
| 53      | <i>Xiphorhynchus flavigaster</i> | 0.5%                | 0.0%   |
| 54      | <i>Sittasomus griseicapillus</i> | 0.5%                | 0.0%   |
| 55      | <i>Synallaxis erythrothorax</i>  | 0.3%                | 3.3%   |
| 56      | <i>Elaenia flavogaster</i>       | 0.3%                | 0.0%   |
| 57      | <i>Pyrocephalus rubinus</i>      | 0.8%                | 0.0%   |
| 58      | <i>Camptostoma imberbe</i>       | 0.5%                | 0.8%   |
| 59      | <i>Myiopagis viridicata</i>      | 0.3%                | 0.0%   |

|    | ESPECIE                          | ABUNDANCIA RELATIVA |             |
|----|----------------------------------|---------------------|-------------|
|    |                                  | SUBCUENCA           | PREDIO      |
| 60 | <i>Contopus cinereus</i>         | 0.8%                | 1.6%        |
| 61 | <i>Empidonax minimus</i>         | 1.3%                | <b>0.0%</b> |
| 62 | <i>Attila spadiceus</i>          | 0.3%                | 0.8%        |
| 63 | <i>Myiarchus yucatanensis</i>    | 0.8%                | 1.2%        |
| 64 | <i>Myiarchus tuberculifer</i>    | 0.5%                | 0.8%        |
| 65 | <i>Myiarchus tyrannulus</i>      | 1.1%                | <b>0.0%</b> |
| 66 | <i>Pitangus sulphuratus</i>      | 1.3%                | 1.6%        |
| 67 | <i>Megarynchus pitangua</i>      | 0.8%                | 2.0%        |
| 68 | <i>Myiozetetes similis</i>       | 0.8%                | 3.3%        |
| 69 | <i>Tyrannus melancholicus</i>    | 0.5%                | 2.4%        |
| 70 | <i>Tyrannus couchii</i>          | 0.5%                | 0.8%        |
| 71 | <i>Legatus leucophaeus</i>       | 0.8%                | 0.4%        |
| 72 | <i>Pachyramphus aglaiae</i>      | 0.3%                | <b>0.0%</b> |
| 73 | <i>Tityra semifasciata</i>       | 0.5%                | <b>0.0%</b> |
| 74 | <i>Tityra inquisitor</i>         | 0.3%                | <b>0.0%</b> |
| 75 | <i>Vireo griseus</i>             | 1.3%                | <b>0.0%</b> |
| 76 | <i>Vireo pallens</i>             | 0.5%                | 0.4%        |
| 77 | <i>Vireo olivaceus</i>           | 0.5%                | <b>0.0%</b> |
| 78 | <i>Vireo magister</i>            | 0.5%                | 1.2%        |
| 79 | <i>Vireo flavifrons</i>          | 0.5%                | <b>0.0%</b> |
| 80 | <i>Cyclarhis gujanensis</i>      | 0.5%                | 2.0%        |
| 81 | <i>Psilorhinus morio</i>         | 0.8%                | 2.0%        |
| 82 | <i>Cyanocorax yncas</i>          | 0.5%                | 2.9%        |
| 83 | <i>Cyanocorax yucatanicus</i>    | 3.4%                | 5.7%        |
| 84 | <i>Petrochelidon fulva</i>       | 3.7%                | 8.2%        |
| 85 | <i>Uropsila leucogastra</i>      | 1.3%                | 0.4%        |
| 86 | <i>Pheugopedius maculipectus</i> | 0.3%                | 0.8%        |
| 87 | <i>Polioptila caerulea</i>       | 0.8%                | <b>0.0%</b> |
| 88 | <i>Catharus minimus</i>          | 0.5%                | <b>0.0%</b> |
| 89 | <i>Turdus grayi</i>              | 1.6%                | 0.8%        |
| 90 | <i>Hylocichla mustelina</i>      | 0.3%                | <b>0.0%</b> |
| 91 | <i>Mimus gilvus</i>              | 1.3%                | <b>0.0%</b> |
| 92 | <i>Protonotaria citrea</i>       | 0.5%                | <b>0.0%</b> |
| 93 | <i>Seiurus aurocapillus</i>      | 0.5%                | <b>0.0%</b> |
| 94 | <i>Setophaga citrina</i>         | 0.5%                | <b>0.0%</b> |
| 95 | <i>Setophaga ruticilla</i>       | 0.5%                | <b>0.0%</b> |
| 96 | <i>Geothlypis trichas</i>        | 0.3%                | <b>0.0%</b> |
| 97 | <i>Setophaga americana</i>       | 0.5%                | <b>0.0%</b> |

|     | ESPECIE                         | ABUNDANCIA RELATIVA |             |
|-----|---------------------------------|---------------------|-------------|
|     |                                 | SUBCUENCA           | PREDIO      |
| 98  | <i>Setophaga magnolia</i>       | 0.3%                | <b>0.0%</b> |
| 99  | <i>Setophaga erithacorides</i>  | 0.3%                | 0.4%        |
| 100 | <i>Eucometis penicillata</i>    | 1.1%                | 0.4%        |
| 101 | <i>Saltator coerulescens</i>    | 1.1%                | 1.2%        |
| 102 | <i>Saltator atriceps</i>        | 0.5%                | <b>0.0%</b> |
| 103 | <i>Piranga roseogularis</i>     | 1.6%                | 0.4%        |
| 104 | <i>Cardinalis cardinalis</i>    | 1.1%                | <b>0.0%</b> |
| 105 | <i>Passerina ciris</i>          | 0.8%                | <b>0.0%</b> |
| 106 | <i>Cyanocompsa parellina</i>    | 0.3%                | <b>0.0%</b> |
| 107 | <i>Arremonops rufivirgatus</i>  | 0.8%                | 3.7%        |
| 108 | <i>Arremonops chloronotus</i>   | 0.3%                | <b>0.0%</b> |
| 109 | <i>Agelaius phoeniceus</i>      | 0.3%                | 1.2%        |
| 110 | <i>Dives dives</i>              | 4.0%                | 4.5%        |
| 111 | <i>Quiscalus mexicanus</i>      | 3.4%                | <b>0.0%</b> |
| 112 | <i>Molothrus aeneus</i>         | 0.5%                | <b>0.0%</b> |
| 113 | <i>Icterus cucullatus</i>       | 0.8%                | 0.8%        |
| 114 | <i>Icterus dominicensis</i>     | 0.5%                | <b>0.0%</b> |
| 115 | <i>Icterus chrysater</i>        | 0.5%                | 0.4%        |
| 116 | <i>Icterus mesomelas</i>        | 0.3%                | 1.6%        |
| 117 | <i>Icterus auratus</i>          | 0.8%                | 2.0%        |
| 118 | <i>Icterus gularis</i>          | 0.5%                | 1.6%        |
| 119 | <i>Amblycercus holosericeus</i> | 0.3%                | <b>0.0%</b> |
| 120 | <i>Spinus psaltria</i>          | 0.3%                | <b>0.0%</b> |
| 121 | <i>Euphonia affinis</i>         | 0.3%                | <b>0.0%</b> |
| 122 | <i>Euphonia hirundinacea</i>    | 0.5%                | 0.8%        |

En cuanto a los resultados del estimado del índice de diversidad de Shannon-Wiener ( $H'$ ) y Equidad de Pielou ( $J$ ) se tiene lo siguiente:

**Tabla 6.12.** Riqueza y diversidad del grupo faunístico de las aves en la subcuenca y el predio donde se pretende el CUSTF.

| AVES                  |             |        |
|-----------------------|-------------|--------|
| PARAMETROS            | SUBCUENCA   | PREDIO |
| RIQUEZA (S)           | <b>122</b>  | 55     |
| H' CALCULADA          | <b>4.53</b> | 3.66   |
| H' MAXIMA=Ln (S)      | 4.80        | 4.00   |
| EQUIDAD (J)=H / H MAX | <b>0.94</b> | 0.91   |
| H MAX-H CAL           | 0.27        | 0.34   |

Como se puede observar en la tabla anterior, la subcuenca presenta una mayor riqueza específica, índice de diversidad de Shannon-Wiener y equidad en comparación al predio;

por lo que lo anterior indica que en la subcuenca se tiene una mayor diversidad y una población más homogénea y cercana alcanzar la máxima diversidad esperada, parámetros que están lejanos para el predio a afectar por CUSTF.

**MAMÍFEROS.** Dentro de la subcuenca se registraron 53 especies de mamíferos y en el predio, únicamente seis especies. En cuanto a la abundancia relativa de los mismos se presentan a continuación:

**Tabla 6.13.** Abundancia relativa de las especies de Mamíferos registrados en la subcuenca y predio en donde se pretende llevar a cabo el CUSTF.

|    | ESPECIE                       | ABUNDANCIA RELATIVA |        |
|----|-------------------------------|---------------------|--------|
|    |                               | SUBCUENCA           | PREDIO |
| 1  | <i>Artibeus jamaicensis</i>   | 12.4%               | 51.9%  |
| 2  | <i>Artibeus lituratus</i>     | 4.6%                | 31.5%  |
| 3  | <i>Carollia perspicillata</i> | 2.0%                | 0.0%   |
| 4  | <i>Carollia sowelli</i>       | 0.7%                | 0.0%   |
| 5  | <i>Centurio senex</i>         | 1.3%                | 0.0%   |
| 6  | <i>Chiroderma villosum</i>    | 5.9%                | 5.6%   |
| 7  | <i>Chrotopterus auritus</i>   | 0.7%                | 0.0%   |
| 8  | <i>Cuniculus paca</i>         | 0.7%                | 0.0%   |
| 9  | <i>Dasyprocta punctata</i>    | 1.3%                | 0.0%   |
| 10 | <i>Dasyopus novemcinctus</i>  | 1.3%                | 0.0%   |
| 11 | <i>Dermanura phaeotis</i>     | 0.7%                | 3.7%   |
| 12 | <i>Desmodus rotundus</i>      | 3.9%                | 0.0%   |
| 13 | <i>Didelphis marsupialis</i>  | 0.7%                | 0.0%   |
| 14 | <i>Diphylla ecaudata</i>      | 2.0%                | 0.0%   |
| 15 | <i>Eira barbara</i>           | 0.7%                | 0.0%   |
| 16 | <i>Eptesicus furinalis</i>    | 0.7%                | 0.0%   |
| 17 | <i>Eumops aripendulus</i>     | 0.7%                | 0.0%   |
| 18 | <i>Eumops bonariensis</i>     | 1.3%                | 0.0%   |
| 19 | <i>Eumops glaucinus</i>       | 0.7%                | 0.0%   |
| 20 | <i>Glossophaga soricina</i>   | 12.4%               | 1.9%   |
| 21 | <i>Heteromys gaumeri</i>      | 1.3%                | 0.0%   |
| 22 | <i>Lasiurus blossevillii</i>  | 2.6%                | 0.0%   |
| 23 | <i>Lasiurus ega</i>           | 2.0%                | 0.0%   |
| 24 | <i>Lasiurus intermedius</i>   | 3.3%                | 0.0%   |
| 25 | <i>Leopardus pardalis</i>     | 0.7%                | 0.0%   |
| 26 | <i>Lonchorhina aurita</i>     | 1.3%                | 0.0%   |
| 27 | <i>Macrotus waterhousii</i>   | 1.3%                | 0.0%   |
| 28 | <i>Marmosa mexicana</i>       | 0.7%                | 0.0%   |
| 29 | <i>Micronycteris microtis</i> | 0.7%                | 0.0%   |
| 30 | <i>Mimon cozumelae</i>        | 2.6%                | 0.0%   |
| 31 | <i>Molossus rufus</i>         | 0.7%                | 0.0%   |



| ESPECIE                            | ABUNDANCIA RELATIVA |        |
|------------------------------------|---------------------|--------|
|                                    | SUBCUENCA           | PREDIO |
| 32 <i>Molossus sinaloae</i>        | 2.6%                | 0.0%   |
| 33 <i>Mormoops megalophylla</i>    | 0.7%                | 0.0%   |
| 34 <i>Myotis keaysi</i>            | 1.3%                | 0.0%   |
| 35 <i>Nasua narica</i>             | 0.7%                | 0.0%   |
| 36 <i>Natalus stramineus</i>       | 0.7%                | 0.0%   |
| 37 <i>Noctilio leporinus</i>       | 1.3%                | 0.0%   |
| 38 <i>Nyctinomops laticaudatus</i> | 1.3%                | 0.0%   |
| 39 <i>Odocoileus virginianus</i>   | 1.3%                | 0.0%   |
| 40 <i>Orthogeomys hispidus</i>     | 2.0%                | 0.0%   |
| 41 <i>Ototylomys phyllotis</i>     | 1.3%                | 5.6%   |
| 42 <i>Panthera onca</i>            | 0.7%                | 0.0%   |
| 43 <i>Pecari tajacu</i>            | 0.7%                | 0.0%   |
| 44 <i>Peropteryx macrotis</i>      | 1.3%                | 0.0%   |
| 45 <i>Procyon lotor</i>            | 0.7%                | 0.0%   |
| 46 <i>Promops centralis</i>        | 2.6%                | 0.0%   |
| 47 <i>Pteronotus davyi</i>         | 0.7%                | 0.0%   |
| 48 <i>Pteronotus parnellii</i>     | 1.3%                | 0.0%   |
| 49 <i>Rhogeessa aeneus</i>         | 1.3%                | 0.0%   |
| 50 <i>Sciurus deppei</i>           | 1.3%                | 0.0%   |
| 51 <i>Sturnira lilium</i>          | 0.7%                | 0.0%   |
| 52 <i>Sturnira ludovici</i>        | 2.6%                | 0.0%   |
| 53 <i>Urocyon cinereargenteus</i>  | 2.0%                | 0.0%   |

En cuanto a los resultados del estimado del índice de diversidad de Shannon-Wiener (H') y Equidad de Pielou (J) se tiene lo siguiente:

**Tabla 6.14.** Riqueza y diversidad del grupo faunístico de los mamíferos en la subcuena y el predio donde se pretende el CUSTF.

| MAMÍFEROS             |           |        |
|-----------------------|-----------|--------|
| PARAMETROS            | SUBCUENCA | PREDIO |
| RIQUEZA (S)           | 53        | 6      |
| H' CALCULADA          | 3.52      | 1.06   |
| H' MAXIMA=Ln (S)      | 3.97      | 1.60   |
| EQUIDAD (J)=H / H MAX | 0.89      | 0.66   |
| H MAX-H CAL           | 0.45      | 0.54   |

Como se puede observar en la tabla anterior, la subcuena presentó una mayor riqueza específica, índice de diversidad de Shannon-Wiener y equidad en comparación al predio; por lo que lo anterior indica que en la subcuena se tiene una mayor diversidad y una

población más homogénea y cercana alcanzar la máxima diversidad esperada, parámetros que están lejanos para el predio a afectar por CUSTF.

***Por lo anterior y dado que el ecosistema en la subcuenca presenta mayor diversidad que en el área sujeta a CUSTF, la conclusión es al realizar el CUSTF no se compromete la biodiversidad de la fauna silvestre.***

***Por todo anterior, es importante concluir que no se comprometerá la biodiversidad en general con respecto al predio y a su vez a la Subcuenca Quintana Roo.***

## **NO SE PROVOCARA LA EROSIÓN DE SUELOS.**

De acuerdo a toda la información vertida en el **Capítulo IV** de este estudio se puede realizar las siguientes aseveraciones con la finalidad de demostrar la no erosión del suelo.

**De manera puntual y en el área de estudio se puede indicar lo siguiente con respecto al recurso suelo:**

**Suelos.** Con base en los conocimientos sobre los suelos de la Península Yucateca, en general podemos decir que proceden de una base calcárea, distribuidos en grandes accidentes geográficos y de formación reciente (Flores y Miranda 1994).

El suelo del polígono bajo estudio, según la clasificación de la FAO/UNESCO e INEGI, se caracteriza por ser básicamente son de tipo Leptosol lítico con incrustaciones de Leptosol réndzico (suelos equivalentes a Litosol-Rendzinas). En el área de estudio existe una profundidad de aproximadamente 20-23 cm y con un contenido de materia orgánica de 4.5 %. Por otro lado, debido a su mínimo espesor se considera a este tipo de suelo con un grado de desarrollo reciente.

**Relieve, pendiente, geomorfología.** De forma particular, el área del proyecto ocupa una gran planicie kárstica con una leve inclinación no mayor del 0.01 %, con pendiente de dirección Oeste – Este (hacia el Mar Caribe) en la que no existen elevaciones de importancia.

**Cubierta vegetal.** La vegetación del área de estudio es secundaria derivada de selva mediana subperennifolia y está poblada por las especies herbáceas, arbustivas y arbóreas, y que de acuerdo a sus medidas de dasometría le confieren al terreno una vocación forestal.

**Grado de erosión del suelo.** Existe una pendiente generalmente plana con muy pocas ondulaciones (0-0.01grados) y no existen cuerpos hídricos superficiales en las cercanías, lo cual contribuyen a evitar un mayor arrastre de suelo (humus y germoplasma vegetal) y evita la salinidad del mismo. En otras palabras en el área de estudio no se presenta una condición desfavorable para la pérdida de suelo. Esto viene a confirmarse por los estudios

realizados por Chiappy y Gama *et al* (2004<sup>3</sup>) quienes catalogaron el área de estudio con una baja susceptibilidad a la erosión y de ligera fertilidad.

México es un país de compleja orografía, casi el 44% del territorio nacional son montañas con pendientes de hasta 35 grados de inclinación. En las montañas los ecosistemas son muy frágiles, tanto por sus características biológicas como porque sus suelos son delgados y se encuentran en declive. Lo que hace que, al eliminarse la vegetación, los suelos queden desprotegidos ante la fuerza de la lluvia y esto forma profundas cárcavas con efectos irreversibles en el ambiente.

Así mismo, en la parte alta de las cuencas hidrográficas los ríos remueven materiales del suelo y los arrastran junto a los que han llegado a su cauce por simple deslizamiento. Por ello, pronunciadas pendientes, combinadas con exceso de lluvias que enriquecen el caudal de los ríos se traduce en un mayor poder erosivo (Hovius, 1998).

La deforestación en ciertas zonas de las cuencas hidrológicas, provoca que haya mayor arrastre de materiales sólidos, lo cual causa la salinización de suelos y la acumulación de materiales, obstaculizando la circulación de las corrientes de agua y por consiguiente, disminuye la cantidad de agua, además de la pérdida de suelos fértiles (<http://cruzadabosquesagua.semarnat.gob.mx/iv.html>).

***Como se puede observar la condición presente en el área de estudio es totalmente diferente a la presente en las montañas empezando por el tipo de ecosistema, el declive pronunciado y la presencia de corrientes hidrológicas superficiales, etc., factores que no se encuentran en el área pretendido para el CUSTF.***

Una vez presentado lo anterior se puede formular las siguientes **conclusiones particulares**:

- ✓ Existe una erodabilidad baja en el predio bajo estudio dada la ausencia de pendientes pronunciadas, corrientes hidrológicas superficiales y la presencia de cubierta vegetal con vocación forestal.
- ✓ El proyecto “Emplazamiento del aeródromo de Playa del Carmen en un predio de 152.815879 ha” que se localiza en la carretera federal 307, km 277+162 del tramo Puerto Aventuras - Playa del Carmen, con una desviación al oeste de 9 km, en el municipio de Solidaridad, Quintana Roo, no provocara la erosión de los suelos de la zona, si en cambio compactara e impermeabilizara áreas específicas que serán utilizadas para el establecimiento de las diferentes obras para el aeródromo a construir.
- ✓ Como medida de mitigación el proyecto mantendrá un área de conservación con una superficie de 119.4882 ha que representa el 78.19% de todo el predio bajo estudio y que permanecerá con vegetación nativa típica de la selva mediana subperennifolia, la cual favorecerá la continuidad en los procesos de formación de suelo por medio de meteorización de rocas y/o acumulación de materia orgánica en su área de influencia directa y la disminución de procesos erosivos dentro de

<sup>3</sup> Chiappy C. y L Gama (2004). Modificaciones y fragmentación de los geocomplejos tropicales de la Península de Yucatán. Universidad y Ciencia. Número especial. 1: 17-25.

dicha área. Además esta área verde permitirá servicios ambientales como captación de agua de lluvia e infiltración del acuífero de la zona, fungirá como hábitat para las especies de flora que serán rescatadas en un momento dado en el área de afectación por la construcción del proyecto.

- ✓ Se propone evitar la contaminación del suelo y al manto freático por infiltración de sustancias utilizadas como materiales e insumos de la obra, mediante la aplicación de procedimientos de supervisión ambiental y forestal, manejo de residuos sólidos urbanos y residuos peligrosos.

## **NO SE DETERIORARA LA CALIDAD DEL AGUA O LA DISMINUCIÓN EN SU CAPTACIÓN.**

**EN CANTIDAD.** El balance hidrológico determina la cantidad anual de agua dulce en el estado de Quintana Roo. Así, se calcula que el estado presenta un volumen de recarga natural del acuífero subterráneo de 8 174 millones de metros cúbicos (Mm<sup>3</sup>), con una descarga natural hacia el mar de 4 918 Mm<sup>3</sup>, lo que deja una disponibilidad total de 3 256 Mm<sup>3</sup>; de los cuales se utilizan solamente 423 Mm<sup>3</sup>, que corresponden a 13 % del agua disponible (González-Canto, 2006<sup>4</sup>).

El grado de presión por extracción sobre el recurso hídrico en el estado es muy bajo (5 %) si se compara con los estados del norte del país, donde la presión sobre el agua subterránea es alta (mayor a 40 %), o con la ciudad de México, donde llega hasta 126 % (Conagua, 2006<sup>5</sup>). La disponibilidad natural promedio de agua dulce per cápita en la Península de Yucatán es de 8 011 m<sup>3</sup>/hab/año, que representa el doble del promedio nacional que es de 4573 m<sup>3</sup>/hab/año (Conagua, 2006). De acuerdo con este balance, existe gran disponibilidad de agua subterránea en el estado de Quintana Roo.

No obstante a los datos anteriores, Chow, *et al.* (1994), menciona que el coeficiente de escurrimiento está en función del tipo de suelo y cubierta vegetal presente, de tal manera que una zona con suelo de textura arenosa y vegetación en abundancia, tendrá menor capacidad de escurrimiento (mayor infiltración) que una zona carente de vegetación donde no existen horizontes edáficos. El retiro de la vegetación potencializa el escurrimiento de agua en una cuenca, proceso que repercute en el balance hidrológico de la misma al disminuir el suministro gradual de agua al acuífero, sin embargo tomando en cuenta las dimensiones del área de CUSTF en el predio (33.3277 ha) con respecto a las dimensiones de la subcuenca Quintana Roo (1,437,229 ha) que es donde se encuentra inmerso el proyecto, una variación en el coeficiente de escurrimiento por más drástico que sea el cambio, no podrá alterar el flujo ni cantidad disponible de agua en la cuenca antes mencionada. Considerando lo anterior se asume que las posibles afectaciones hacia este servicio ambiental, serán puntuales y sólo se limitarán a la superficie de cambio de uso de suelo propuesta.

Es importante señalar que durante la construcción del proyecto se mantendrá superficie permeable, correspondiente al área de amortiguamiento (que representa el 78.19% del

<sup>4</sup> González Canto F.A. (2006). Los retos del agua en Quintana Roo. Acciones locales para un reto global. IV Foro Mundial del Agua, México.

predio), por lo que el proyecto no afectará significativamente este servicio ambiental en la subcuenca Quintana Roo.

***A través de la medida anterior (área de conservación con vegetación nativa) se garantiza la infiltración del agua lluvia al subsuelo, por lo que el proyecto “Emplazamiento del aeródromo de Playa del Carmen en un predio de 152.815879 ha” que se localiza en la carretera federal 307, km 277+162 del tramo Puerto Aventuras - Playa del Carmen, con una desviación al oeste de 9 km, en el municipio de Solidaridad, Quintana Roo, no afectará significativamente la captación en cantidad del agua en la subcuenca Quintana Roo y en la región.***

## **EN CALIDAD.**

De acuerdo con este balance hidrológico del estado de Quintana Roo, existe gran disponibilidad de agua subterránea en el estado de Quintana Roo; 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 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. Esta contaminación puede ser natural debido a la disolución de materiales que componen el subsuelo (yesos y anhidritas) o por la entrada de agua de mar en los sitios cercanos a la costa. Pero también puede ser provocada por el ser humano, en la medida en que una extracción excesiva de la capa de agua dulce provoca el ingreso de agua salada de la capa inferior, proceso que se conoce como intrusión salina.

De manera particular en el área de estudio se tienen las siguientes condiciones en cuanto a la calidad del agua:

De acuerdo con los estudios realizados por Infraestructura Hidráulica y Servicios (diciembre 2001), la calidad del agua comprendida en la zona, alcanza los valores que se anotan en la tabla siguiente.

**Tabla 6.15.** Valores de calidad del agua en la zona donde se realizará el proyecto.

| <b>PARÁMETRO</b>                          | <b>UNIDAD</b> | <b>POZO A 18.25 m</b> | <b>POZO A 12.5 m</b> |
|---|---------------|-----------------------|----------------------|
| Conductividad eléctrica                   | Mmhos/cm      | 687                   | 469                  |
| OD  | mg/l          | 0.8                   | 3.4                  |
| pH  |               | 7.32                  | 7.37                 |
| Contenido Equivalente de H <sub>2</sub> S | mg/l          | Ausente               | Ausente              |
| Ca  | mg/l          | 73                    | 73.39                |

| PARÁMETRO                 | UNIDAD     | POZO A 18.25 m | POZO A 12.5 m |
|---------------------------|------------|----------------|---------------|
| Mg                        | mg/l       | 25.39          | 6.29          |
| Na                        | mg/l       | 46.71          | 130.12        |
| K                         | mg/l       | 2.62           | 2.55          |
| Bicarbonatos              | mg/l       | 241            | 198           |
| Sulfatos                  | mg/l       | 0.19           | 0.19          |
| Coliformes fecales        | NMP/100-ml | 3              | 4             |
| Nitratos                  | mg/l       | 0.26           | 0.016         |
| Nitritos                  | mg/l       | 2.2            | 0.9           |
| Sólidos Totales Disueltos | mg/l       | 361            | 279           |
| Alcalinidad Total         | mg/l       | 237.03         | 196.88        |

Las unidades geohidrológicas presentes en la región del proyecto están conformada por material consolidado compuesta por rocas calcáreas en estratos delgados y gruesos, el acuífero es de tipo libre, recargado por lluvias, su nivel estático fluctúa entre 0.5 m y 20 m, con temperatura promedio de 20 °C, la dirección del flujo es hacia la costa, con una calidad del agua tolerable.

Durante el CUSTF por el proyecto, se generarán aguas residuales producto del fecalismo de los trabajadores. Por lo tanto, para evitar la contaminación de las aguas subterráneas y evitar la disposición inadecuada de las aguas residuales provenientes de los frentes de trabajo durante la construcción se contratara una empresa arrendadora de sanitarios portátiles certificada, cuyo servicio consistirá en la instalación de 1 letrina por cada 20 trabajadores por frente de trabajo, dará mantenimiento de estas letrinas, realizara la disposición final de las aguas residuales y por último, exhibirá una factura del prestador de servicios correspondiente al arrendamiento anteriormente mencionado.

Se aplicara un procedimiento de manejo de residuos sólidos urbanos para los residuos que se generen en los frentes de trabajo con el fin de evitar lixiviados de los mismos y contaminación del suelo y del agua.

Se realizará mantenimiento periódico de la maquinaria y vehículos con el fin de evitar descomposturas en el área del proyecto. En caso de derrames accidentales se retiraran del sitio el suelo contaminado y se dará tratamiento de residuo peligroso. Por otro lado, durante el funcionamiento del proyecto las aguas residuales que se generen serán canalizadas a una microplanta de tratamiento (de aguas residuales Boss Technology) para posteriormente infiltrarlas al suelo.

Como se describió anteriormente el proyecto realizará las obras y medidas de prevención que garantizaran que el proyecto no afecte la calidad del agua.

***Por todo lo anterior, es importante concluir que no se comprometerá la calidad del agua con respecto al predio y a su vez a la subcuenca peninsular.***

## VI.2. JUSTIFICACIÓN ECONÓMICA QUE MOTIVE LA AUTORIZACIÓN EXCEPCIONAL DEL CAMBIO DE USO DEL SUELO.

Para la puesta en marcha del proyecto “Emplazamiento del aeródromo de Playa del Carmen en un predio de 152.815879 hectáreas” que se localiza en la carretera federal 307, km 277+162 del tramo Puerto Aventuras - Playa del Carmen, con una desviación al oeste de 9 km, en el municipio de Solidaridad, Quintana Roo, se requerirá de una inversión aproximada de \$ 217'440,000.00 pesos (Doscientos diecisiete millones cuatrocientos cuarenta mil pesos 00/M.N). En este presupuesto no se encuentra incluido el Programa de Vigilancia Ambiental, ni las medidas de prevención y mitigación y en su caso auditorías ambientales. Por lo que de los conceptos antes mencionados el promovente deberá licitar tales rubros.

Por otra parte, todo tipo de proyectos de vías generales de comunicación (Construcción del aeródromo) traen consigo además del beneficio de oferta y demanda al turismo nacional e internacional, otros beneficios asociados, como son las inversiones necesarias para su realización, lo que implica la contratación de empresas que ejecutarán las obras, la compra de insumos, así como los pagos de permisos y derechos. La inversión contribuirá con la creación de empleos temporales que beneficiará a gran cantidad de obreros de la industria de la construcción de la zona; impulsará al comercio organizado y significará ingresos en materia de impuestos y permisos al municipio de Solidaridad, al gobierno estatal y federal.

De acuerdo a lo anterior, el valor total económico estimado del aprovechamiento de los recursos biológicos-forestales del predio que derivarán del cambio de uso de suelo, asciende a **\$ 1,086,678.04** (Un millón ochenta y seis mil seiscientos setenta y ocho 04/100 M.N.) por lo que este valor representa únicamente el 0.50 % de la inversión total para el proyecto.

Considerando lo anterior y la vocación del uso del suelo establecido por los instrumentos de planeación vigentes y aplicables al predio donde se pretende el desarrollo del proyecto, en este caso el POEL del Municipio Solidaridad, económicamente es más factible la realización del proyecto “Emplazamiento del aeródromo de Playa del Carmen en un predio de 152.815879 hectáreas” que se localiza en la carretera federal 307, km 277+162 del tramo Puerto Aventuras - Playa del Carmen, con una desviación al oeste de 9 km, en el municipio de Solidaridad, Quintana Roo, traerá beneficios a diferentes sectores productivos del municipio (mayor seguridad a los tripulantes y pasajeros, a la población en general, mayor oferta del servicios al turismo nacional y extranjero) que realizar un aprovechamiento forestal de los recursos existentes.

El presente proyecto es de gran importancia para desarrollo local y regional principalmente, y considerando la utilidad bruta por el costo de los recursos biológicos-forestales a afectar por el cambio de uso de suelo, se considera totalmente viable y justificable su desarrollo.

Este proyecto tendrá implicaciones y perspectivas positivas a futuro; ya que generará fuentes de empleo temporal y permanente, proporcionara mayor seguridad a la población y contribuirá para alcanzar una mayor calidad de vida a nivel regional.

### VI.3. JUSTIFICACIÓN SOCIAL QUE MOTIVE LA AUTORIZACIÓN EXCEPCIONAL DEL CAMBIO DE USO DEL SUELO.

El área del proyecto se localiza en el predio San Julián ubicado en la carretera Federal 307, km 277+162 del tramo Puerto Aventuras - Playa del Carmen, con una desviación al oeste de 9 km, dentro del municipio de Solidaridad, Quintana Roo. Por su ubicación, los datos socioeconómicos que aquí se plantean aplican al municipio en el contexto general.

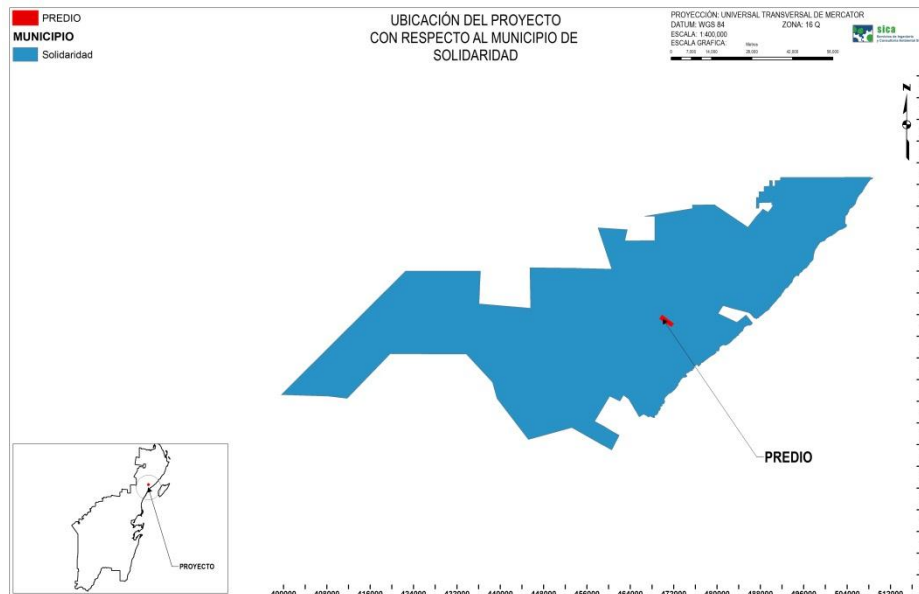


Figura 6.1. Ubicación del proyecto en relación al municipio.

**DEMOGRAFIA.** En últimos años, el crecimiento de la población quintanarroense ha sido notable, en particular el Municipio de Solidaridad, Por ello y conforme a los datos del Censo de Población y Vivienda (2010), el municipio de Solidaridad contaba con 159,310 habitantes, lo cual se distribuía en 83,468 hombres y 75,842 mujeres. Asimismo, quedo registrado que el promedio de hijos nacidos por mujer es de 1.63 con una edad mediana de la población de 23 años. De manera complementaria en la **Tabla 6.16** se resumen los datos poblacionales más relevantes para el municipio de Solidaridad, en comparación el resto del estado.

Tabla 6.16. Algunos datos poblacionales más relevantes para el municipio de Solidaridad.

| CONCEPTO                            | SOLIDARIDAD | QUINTANA ROO |
|-------------------------------------|-------------|--------------|
| Población                           | 159,310     | 1,325,578    |
| Población Masculina                 | 83,468      | 673,220      |
| Población Femenina                  | 75,842      | 652,358      |
| Población Urbana                    | 98.0 %      | 88.0%        |
| Población Rural                     | 2.0 %       | 12.0%        |
| Población de 5 años o más que habla | 18,124      | 196060       |



| CONCEPTO                        | SOLIDARIDAD | QUINTANA ROO |
|---------------------------------|-------------|--------------|
| lengua Indígena                 |             |              |
| Promedio de Hijos Nacidos vivos | 1,63        | 1,98         |
| Tasa de morbilidad infantil     | 25.8        | 23.6         |
| Edad Mediana (años)             | 23          | 23           |

En general, las características demográficas de Solidaridad son similares al conjunto de la entidad de Quintana Roo. Sin embargo, una diferencia significativa es que en este municipio la población tiene una mayor concentración en zonas urbanas y una mayor densidad de habitantes en el territorio. Así, en el Municipio, el 98 % de la población es urbana. Además, en Solidaridad hay una relación de 69.9 habitantes por kilómetro cuadrado, mientras que para Quintana Roo ésta se reduce a tan solo 26.4 habitantes por kilómetro cuadrado.

De esta manera, aunque Solidaridad ha tenido un importante crecimiento urbano, el uso de suelo urbano representa sólo aproximadamente el 1% del territorio. De tal forma que de las más de 220 localidades reconocidas en el Municipio, cuatro son las que concentran un mayor número de habitantes (98.44 por ciento de la población total); como son: su cabecera municipal Playa del Carmen, Puerto Aventuras, Barceló Maya y Grand Palladium (**Tabla 6.17**).

**Tabla 6.17.** Localidad y habitantes de las poblaciones más importantes de Solidaridad.

| LOCALIDAD        | POBLACIÓN     |
|------------------|---------------|
| Playa del Carmen | 149,923       |
| Puerto Aventuras | 5,979         |
| Localidad        | Población     |
| Barceló Maya     | 606           |
| Grand Palladium  | 334           |
| <b>TOTAL</b>     | <b>156,84</b> |

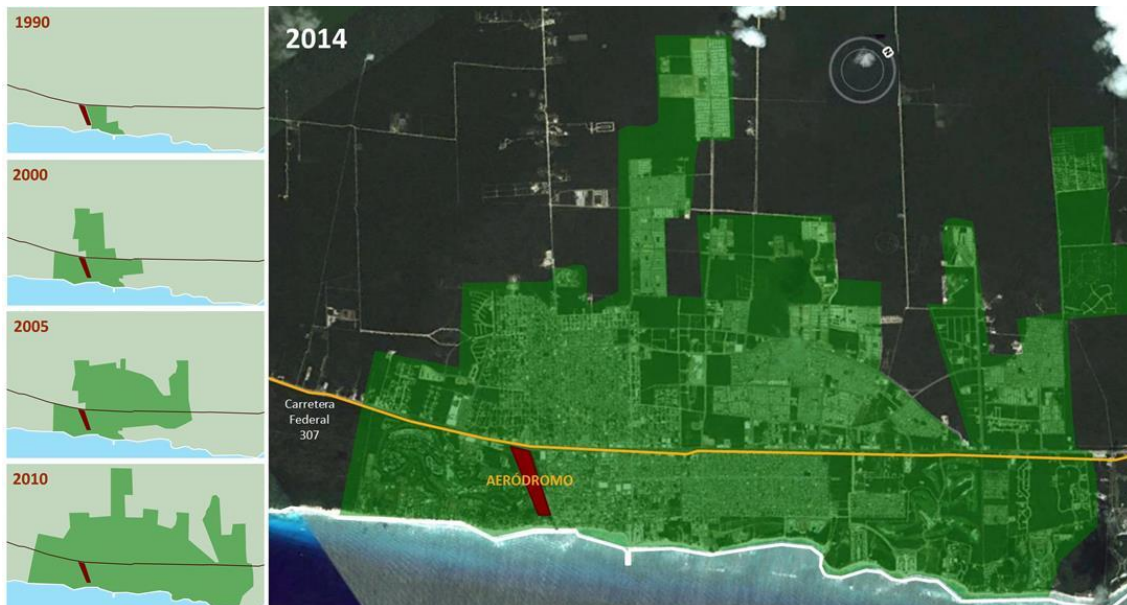
### Procesos migratorios.

Solidaridad es el Municipio que en los últimos años ha tenido las tasas de crecimiento poblacional más altas en todo el país. Los datos del INEGI (2010) reportan la estimación de la tasa de crecimiento anual en 11.99 %; del cual 5.02 % corresponde al crecimiento natural de la población, y 6.97% al crecimiento social o migratorio. De acuerdo a estos informes, se observa que el crecimiento poblacional se duplicó del quinquenio 1995 a 2000 respecto al previo (20.4 % vs. 9.3 %), mientras que entre 2000 y 2005 se ubica en niveles de 14 por ciento. En virtud de esta dinámica demográfica la cabecera municipal, Playa del Carmen, ha llegado a ser el centro urbano de más rápido crecimiento de todo el continente americano.

El principal componente del crecimiento poblacional es la migración, atraída por la oferta de empleos en el sector turístico. Con datos del Censo General de Población y Vivienda de 2010, el porcentaje de habitantes del Municipio nacidos fuera de la entidad era del 65.2 %, mientras que en el Estado era del 52.6 %. Por otra parte, los cuatro estados que son reportados por el INEGI como las principales entidades de origen de la migración a Solidaridad son: Yucatán, Chiapas, Tabasco Veracruz.

De manera particular, **Playa del Carmen** debido a la importancia turística se ha convertido en un centro de población atractivo para la mano de obra. La inercia del desarrollo poblacional ha generado a su vez la incorporación de nuevas tierras a la reserva urbana considerada en los Planes y Programas de Desarrollo Urbano. Debido a lo anterior, la mancha urbana se ha extendido durante las dos últimas décadas.

En 1990, con 3 mil habitantes, la localidad estaba comprendida únicamente por lo que hoy se denomina Casco Antiguo, limitada por la carretera federal y el Mar Caribe. Diez años después, y con 41 mil habitantes adicionales, la ciudad incluía nuevos fraccionamientos y colonias, entre los que destacan el complejo turístico Playacar a su izquierda, la colonia Colosio a su derecha y, cruzando la carretera federal, la colonia Ejidal.



**Figura 6.2.** Crecimiento de la mancha urbana de la ciudad de Playa del Carmen.

Para el 2005 la población había superado los 100 mil habitantes, y la mancha urbana había crecido para abarcar nuevos terrenos a ambos costados de la carretera federal en dirección hacia la ciudad de Cancún. Para el 2010, con 150 mil habitantes, Playa del Carmen se había extendido nuevamente, en ambas direcciones dirección, hacia la ciudad de Cancún y hacia la ciudad de Tulum. Dicha población ha continuado creciendo a un ritmo de 8.35% al año, para un estimado de 207 mil habitantes al 2014.

Dicho desarrollo ha propiciado que los terrenos del aeródromo, que en el momento de su creación en la década de los 70's se ubicaba a las afueras de la ciudad, durante los últimos años hayan quedado localizados cada vez más dentro de la mancha urbana de Playa del Carmen, como se observa tanto en la figura anterior como en las siguientes fotografías.



Figura 6.3. Aeródromo de Playa del Carmen.

Ello ocasiona tanto problemas de operación para las aeronaves que hacen uso de la pista, como molestias para los habitantes de las zonas aledañas, además de representar riesgosa para población, automovilistas y transeúntes, debido a las maniobras necesarias para el aterrizaje y despegue en una zona tan densamente poblada. Es por ello que el Gobierno del Estado de Quintana Roo en la búsqueda de soluciones a esta problemática encomendó al Instituto del Patrimonio Inmobiliario del Estado (IPAE) coordinar los trabajos necesarios para solventar la problemática.

*Por lo que en base a lo anterior, una de las principales justificantes para la realización del Aeródromo, es su reubicación del sitio donde se encuentra actualmente. Playa del Carmen ha crecido desmesuradamente, y el actual Aeródromo ya se encuentra incluido dentro de la zona urbana; se requiere una pista de mayor longitud, puesto que en el lugar donde se encuentra no tiene posibilidades de ampliaciones; el Aeródromo se encuentra rodeado por vialidades primarias y secundarias urbanas, que, ante la constante operación de ascenso y descenso de las aeronaves, existe un riesgo para la misma población. Así también, la reubicación del Aeródromo, tendrá mayor y mejores alcances en cuanto a la oferta y demanda al mejorar la seguridad de los servicios en el traslado, principalmente del turismo nacional e internacional a nivel local y regional en esta parte sureste del país.*

**ECONOMÍA.** La economía del municipio está fundamentalmente sustentada en el turismo. Este es el principal componente de ocupación en el sector terciario de actividad económica (comercio y servicios), predominante en el municipio frente a las actividades agropecuarias e industriales. Estos datos son evidentes, tal como se representan en la **Tabla 6.18.**

Tabla 6.18. Población Económicamente Activa en Solidaridad 2009.

| SECTOR       | POBLACIÓN     | PORCENTAJE  |
|--------------|---------------|-------------|
| Primario     | 126           | 0.17%       |
| Secundario   | 2,999         | 4.11%       |
| Terciario    | 69,905        | 95.72       |
| <b>TOTAL</b> | <b>73,030</b> | <b>100%</b> |

De la tabla anterior resulta que la participación de los sectores primario y secundario es mínima. Además de que la mayor parte de la Población Económicamente Activa (PEA) en el municipio está empleada en actividades del sector terciario, principalmente en comercio al mayoreo y menudeo (23.73%), hospedaje y alimentos (31.56%); y la construcción (21.68%)(INEGI. Censo Económico. 2009).

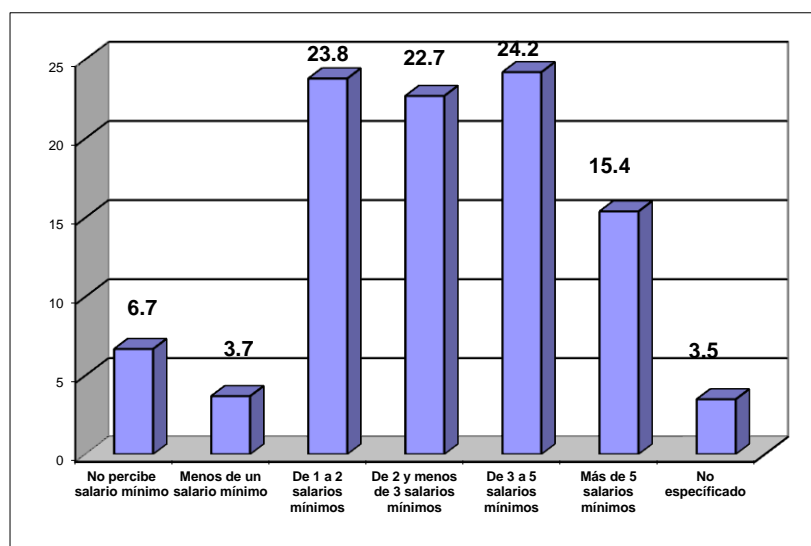
En este sentido, se considera que el crecimiento del sector turístico en el municipio impulsa altas tasas de ocupación de la PEA municipal, con tasas de 96% de la misma, ocupada para años recientes. Este elemento impulsa a su vez un fuerte crecimiento demográfico de origen social (migración al municipio), que a la par del crecimiento natural de la población, garantiza una fuerza laboral constante en las localidades urbanas del municipio (**Tabla 6.19**).

**Tabla 6.19.** Distribución de la Población Económicamente Activa (PEA) en el municipio.

| CENSO 2010 | POBLACIÓN OCUPADA | POBLACIÓN NO OCUPADA | POBLACIÓN ECONÓMICAMENTE ACTIVA |
|------------|-------------------|----------------------|---------------------------------|
| Hombres    | 51,658 (96%)      | 2,165 (4%)           | 53,823                          |
| Mujeres    | 27,231 (97%)      | 778 (3%)             | 28,009                          |

**Salario mínimo vigente.** Para efecto de la fijación de salario mínimo, todos los municipios del estado de Quintana Roo corresponden a la zona económica "B", cuyo salario mínimo general actual es de \$ 63.77 pesos diarios por jornal (STPS-CONASAMI, 2014). Tomando en consideración la zona donde se ubica el predio de interés, el incremento que se ha dado al salario mínimo no se correlacionan con los precios de los productos básicos.

**Nivel de ingreso per cápita.** Se han considerado los registros para el municipio Solidaridad, en la **Figura 6.4** se muestran los ingresos de la población. De donde se puede señalar que la mayor proporción de la población se ubica entre 1 y 3 salarios mínimos. Lo anterior, refleja que muchas de las necesidades de los habitantes de la región no podrán ser solventadas, por la falta de mejores salarios.



**Figura 6.4.** Situación del ingreso per cápita en el municipio de Solidaridad (INEGI, 2001).

## **EL PROYECTO TRAERA EN LA REGIÓN LO SIGUIENTE:**

### **MAYORES OPORTUNIDADES DE OFERTA TURÍSTICA Y CON MAYOR SEGURIDAD.**

La oferta de un aeródromo consiste en la capacidad de recepción de aeronaves y el número de posiciones. Así mismo, además de las características físicas de longitud y envergadura, debe considerarse la capacidad operativa, que en el caso del aeródromo actual de Playa del Carmen observa la reducción efectiva de la pista debido a las maniobras que deben realizarse durante el despegue y el aterrizaje a fin de no impactar los obstáculos presentes actualmente (edificios, calles, comercio presentes en la mancha urbana de Playa del Carmen).

Al haber sido rodeado por la mancha urbana, en la operación diaria del aeródromo de Playa del Carmen no se respetan las superficies limitadoras de obstáculos, sobre todo la superficie de transición. El análisis del área circundante arroja edificios e infraestructura eléctrica urbana que invaden la zona de transición, dificultando la visualización de la pista en el momento de aterrizaje o ascenso de las aeronaves. Esto supone un peligro para los ocupantes de las naves y para los habitantes cercanos al aeródromo, al incrementar la posibilidad de un accidente.

Por tal motivo con la construcción del presente proyecto “Emplazamiento del aeródromo de Playa del Carmen en un predio de 152.815879 hectáreas” que se localiza en la carretera federal 307, km 277+162 del tramo Puerto Aventuras - Playa del Carmen, con una desviación al oeste de 9 km, en el municipio de Solidaridad, Quintana Roo, traerá beneficios a diferentes sectores productivos del municipio (mayor seguridad a los tripulantes y pasajeros, a la población en general, mayor oferta del servicios al turismo nacional y extranjero). El presente proyecto es de gran importancia para desarrollo local y regional principalmente, y considerando la utilidad bruta por el costo de los recursos biológicos-forestales a afectar por el cambio de uso de suelo, se considera totalmente viable y justificable su desarrollo.

Este proyecto tendrá implicaciones y perspectivas positivas a futuro; ya que generará fuentes de empleo temporal y permanente, proporcionara mayor seguridad a la población y contribuirá para alcanzar una mayor calidad de vida a nivel regional.

### **OPORTUNIDAD DE EMPLEOS.**

Para las diferentes etapas del proyecto se pretende emplear mano de ambos tipos (calificada y no calificada); en la preparación del sitio y construcción se contratará de manera temporal, mientras que en la fase de operación y mantenimiento será de ambos tipo de contratación.

De manera regional la detonación que sufre la Riviera Maya, trae consigo un proceso migratorio muy marcado, por lo que no será significativo este proceso para el proyecto “Emplazamiento del aeródromo de Playa del Carmen en un predio de 152.815879 hectáreas” que se localiza en la carretera federal 307, km 277+162 del tramo Puerto Aventuras - Playa del Carmen, con una desviación al oeste de 9 km, en el municipio de Solidaridad, Quintana Roo; en ese sentido, la contratación de la mano de obra será de

manera local o municipal; en la siguiente tabla se resume el tipo de mano de obra, total de jornales durante los nueve meses de construcción y la disponibilidad en la región de los mismos.

**Tabla 6.20.** Personal empleado temporal y permanente para el proyecto.

| ETAPA                                | TIPO DE MANO DE OBRA         | UNIDAD  | CANTIDAD | TIPO DE EMPLEO | DISPONIBILIDAD REGIONAL |
|--------------------------------------|------------------------------|---------|----------|----------------|-------------------------|
| Preparación del sitio y Construcción | Peón                         | Jornal  | 3110     | Temporal       | Si                      |
|                                      | Ayudante general             | Jornal  | 990      |                | Si                      |
|                                      | Pintor                       | Jornal  | 85       |                | Si                      |
|                                      | Jardinero                    | Jornal  | 90       |                | Si                      |
|                                      | Cabo                         | Jornal  | 255      |                | Si                      |
|                                      | Albañil                      | Jornal  | 1185     |                | Si                      |
|                                      | Electricista                 | Jornal  | 83       |                | Si                      |
|                                      | Plomero                      | Jornal  | 72       |                | Si                      |
|                                      | Electricista especializado   | Jornal  | 380      |                | Si                      |
|                                      | Carpintero obra negra        | Jornal  | 25       |                | Si                      |
|                                      | Colocador mosaico y azulejos | Jornal  | 48       |                | Si                      |
|                                      | Herrero                      | Jornal  | 20       |                | Si                      |
|                                      | Fierrero                     | Jornal  | 1        |                | Si                      |
|                                      | Soldador calificado          | Jornal  | 82       |                | Si                      |
|                                      | Operador de primera          | Jornal  | 1690     |                | Si                      |
|                                      | Instalador especializado     | Jornal  | 8        |                | Si                      |
|                                      | Chofer de primera            | Jornal  | 3        |                | Si                      |
|                                      | Operador de segunda          | Jornal  | 220      |                | Si                      |
|                                      | Operador de tercera          | Jornal  | 980      |                | Si                      |
|                                      | Operador de cuarta           | Jornal  | 265      |                | Si                      |
|                                      | Rastrillero                  | Jornal  | 750      |                | Si                      |
|                                      | Tornillero                   | Jornal  | 188      |                | Si                      |
| Poblador                             | Jornal                       | 18      | Si       |                |                         |
| Operación y Mantenimiento            | Comandante del Aeródromo     | Persona | 1        | Permanente     | Si                      |
|                                      | Administrador del Aeródromo  | Persona | 1        |                | Si                      |
|                                      | Operadores aéreos            | Persona | 2        |                | Si                      |
|                                      | Jefe de seguridad            | Persona | 1        |                | Si                      |
|                                      | Departamento de vigilancia   | Persona | 2        |                | Si                      |

| ETAPA        | TIPO DE MANO DE OBRA                              | UNIDAD  | CANTIDAD     | TIPO DE EMPLEO | DISPONIBILIDAD REGIONAL |
|--------------|---|---------|--------------|----------------|-------------------------|
|              | Vigilantes (accesos personas, vehiculos)          | Persona | 4            |                | Si                      |
|              | Personal de seguridad                             | Persona | 4            |                | Si                      |
|              | Cuerpo de rescate y extinción de incendios (CREI) | Persona | 4            |                | Si                      |
|              | Servicio de mantenimiento                         | Persona | 3            |                | Si                      |
|              | Personal para el suministro de combustible        | Persona | 2            |                | Si                      |
| <b>TOTAL</b> |   |         | <b>10572</b> |                |                         |

Es importante destacar que los datos aquí presentados, solamente son indicativos y no definitivos, pues la contratación real dependerá en última instancia de las necesidades, posibilidades y políticas administrativas de la empresa. En este sentido, es importante recordar que es una política tradicional de las compañías constructoras reducir al máximo el personal contratado en forma permanente e incluso éste solo es contratado con base en la duración y magnitud de la obra. Los pagos serán realizados en forma semanal y dadas las características del proyecto y de la región no existen limitaciones en la zona para poder satisfacer las demandas de mano de obra, y por lo tanto, no existe ninguna posibilidad de que la ejecución de la obra provoque algún problema de emigración que pudiera poner en riesgo el equilibrio de las estructuras urbanas de la región.

***De acuerdo a los datos anteriores y tomando en cuenta la gran oportunidad de empleo que se generará a través de este proyecto, es factible el mayor impulso del sector secundario (actividades de construcción) y el sector terciario (mayor demanda de servicio aéreo por el turismo, mayor demanda al transporte y comercios), por lo que en suma este proyecto detonara la actividad económica a nivel local (municipio de solidaridad), así como el estatal y nacional.***



*CONSTRUCTORA DALGO S.A. DE C.V.*

# CAPITULO VII

**ESTRATEGIAS PARA LA PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES, ACUMULATIVOS Y RESIDUALES DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL**



**sica**

Servicios de Ingeniería  
y Consultoría Ambiental SCP



## CAPITULO VII.

|   |          |
|---|----------|
| <b>CAPÍTULO VII. ESTRATEGIAS PARA LA PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES, ACUMULATIVOS Y RESIDUALES DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL.....</b> | <b>2</b> |
| VII.1 DESCRIPCIÓN DE LA ESTRATEGIA O SISTEMA DE MEDIDAS DE MITIGACIÓN .....   | 3        |
| VII.2 PROGRAMA DE MANEJO AMBIENTAL .....  | 10       |
| VII.3 SEGUIMIENTO Y CONTROL (MONITOREO).....  | 12       |
| VII.4 INFORMACIÓN NECESARIA PARA LA FIJACIÓN DE MONTOS PARA FIANZAS.....  | 12       |
| VII.5 ESTIMACIÓN DEL COSTO DE LAS ACTIVIDADES DE RESTAURACIÓN CON MOTIVO DEL CAMBIO DE USO DEL SUELO .....  | 12       |

# VII

## CAPÍTULO VII. ESTRATEGIAS PARA LA PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES, ACUMULATIVOS Y RESIDUALES DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL

El diseño coherente y la objetividad de las medidas correctivas o de mitigación para reducir, eliminar o compensar los impactos ambientales negativos, es el objetivo de este capítulo. El DTU Modalidad B Regional se orienta a identificar la coherencia entre el impacto que se pretende prevenir o mitigar, y la medida propuesta para tal fin, así mismo se debe considerar que la ejecución de la misma sea viable (económica y técnicamente).

Las medidas que son agrupadas dentro de la palabra “Mitigación” buscan moderar, aplacar o disminuir su efecto negativo hacia el ambiente. Sin embargo, estas medidas pueden ser de los siguientes tipos:

- 1) de Prevención.- aquéllas obras o acciones tendientes a evitar que el impacto se manifieste.
- 2) de Mitigación.- aquellas obras o acciones propuestas para lograr que el factor ambiental bajo análisis se mantenga en una condición similar a la existente, siendo afectada lo menos posible por la incidencia del proyecto.
- 3) de Restauración.- acciones o medidas que buscan recuperar, en la medida de lo posible, las condiciones ambientales anteriores a la perturbación, remediando los cambios al ambiente, por lo que su aplicación es posterior a la aparición de los efectos del impacto ambiental.
- 4) de Compensación.- acciones o medidas que compensen el impacto ocasionado cuando no existen alternativas para su prevención, mitigación o restauración. Estas medidas deberán ser proporcionales al impacto ocasionado.

La importancia de las medidas de mitigación está dada por diferentes aspectos. Las medidas preventivas adquieren gran relevancia porque su correcta ejecución evitan que ocurran ciertos impactos. En este sentido, las medidas de prevención son prioritarias. En este capítulo se presentan las principales medidas que se deberán practicar a fin de maximizar la compatibilidad del proyecto con el ambiente.

## VII.1 DESCRIPCIÓN DE LA ESTRATEGIA O SISTEMA DE MEDIDAS DE MITIGACIÓN

Para describir las medidas propuestas se utilizaría cierta simbología que se describe a continuación, es conveniente mencionar que se especifica el tipo de medida a implementar, el componente del medio ambiente afectado, la etapa en que es aplicable la medida y los medios necesarios para dar seguimiento a cada acción realizada, de manera que funcionen como evidencias documentales, de control y cumplimiento ambiental de las actividades como se muestra en la **Tabla 7.1**.

**Tabla 7.1.** Simbología que se utilizara para categorizar las medidas propuestas del proyecto.

| TIPO DE MEDIDA        | COMPONENTE AFECTADO | ETAPA DEL PROYECTO                  |
|-----------------------|---------------------|-------------------------------------|
| Prevencción <b>P</b>  | Aire <b>Ai</b>      | Preparación del Sitio               |
| Mitigación <b>M</b>   | Flora <b>I</b>      | <b>Ps</b>                           |
| Compensación <b>C</b> | Fauna <b>Fa</b>     | Construcción                        |
|                       | Suelo <b>S</b>      | <b>Co</b>                           |
|                       | Agua <b>Ag</b>      | Operación y Mantenimiento <b>Om</b> |

Las medidas siguientes están enfocadas a lo siguiente componentes:

- Componente aire.
- Componente flora silvestre.
- Componente fauna Silvestre.
- Componente suelo.
- Componente agua.

En las siguientes tablas se presentan las medidas mencionando su tipo, los componentes ambientales afectados, las etapas del proyecto en donde ocurrirán y el seguimiento que se le dará.

**Tabla 7.2.** Medidas para el componente ambiental AIRE.

| MEDIDA  | TIPO DE MEDIDA | ETAPA   | SEGUIMIENTO   |
|---|----------------|---------|---|
| El equipo, vehículos y maquinaria utilizados deberán contar con mantenimiento preventivo que incluya afinación mayor                                      | P              | Ps, Co  | Facturas de talleres externos. Llevar a cabo el procedimiento de supervisión ambiental. |
| Los vehículos y maquinaria utilizados deberán contar con su bitácora de mantenimiento preventivo.   | P              | Ps, Co  | Bitácora de Mantenimiento por vehículo.   |
| Los vehículos para el transporte de material pétreo utilizados en el proyecto, deberán contar con verificación vehicular según aplique estatal o federal. | P              | Ps, Co  | Tarjetones de verificación vehicular, programa de verificación                          |
| Queda estrictamente prohibido la quema de   | P              | Ps, Co, | Disposición final en el relleno   |

| MEDIDA  | TIPO DE MEDIDA | ETAPA  | SEGUIMIENTO   |
|---|----------------|--------|---|
| residuos sólidos en el área de trabajo  |                | Om     | sanitario de Playa del Carmen, con la consecuente exposición del recibo correspondiente del relleno sanitario.<br>Toma de fotografías del manejo y disposición de los residuos. |
| Los camiones que transporten material pétreo al área del proyecto, deberá contar con lonas que eviten la dispersión de polvos, o bien humedecer el material para el traslado. | P              | Ps, Co | Supervisión en campo, fotografías de uso del equipo.  |
| Se deberá humedecer los caminos internos, con el fin de minimizar la emisión de polvos.   | P              | Ps, Co | Supervisión en campo, fotografías de la realización de dicha actividad.   |
| Los trabajadores y operadores que estén expuestos al ruido producido por la maquinaria, deberán utilizar tapones auditivos.   | P              | Ps, Co | Supervisión en campo, fotografías de uso del equipo.  |

**Tabla 7.3.** Medidas para el componente ambiental FLORA SILVESTRE.

| MEDIDA   | TIPO DE MEDIDA | ETAPA  | SEGUIMIENTO  |
|--|----------------|--------|--|
| Para el desmonte de la vegetación se efectúa el presente Documento Técnico Unificado Modalidad B Regional el cual será sometido a su evaluación en la DGGFS de la SEMARNAT, para solicitar el Cambio de Uso del Suelo en Terrenos Forestales (CUSTF) y la dictaminación en materia de impacto ambiental.   | M              | Ps, Co | Resolutivo con autorización para el CUSTF y la construcción del proyecto, emitido por la DGGFS.  |
| Se mantendrán áreas de conservación con una superficie de 119.4882 ha que representa el 78.19 % con respecto al área total del predio. Esta área de conservación se encuentra en los alrededores del área de CUSTF, por lo que en este sentido el proyecto pretende garantizar que se promuevan corredores de vegetación adecuados para los grupos faunísticos identificados en la zona. | M              | Ps, Co | Supervisión en campo, fotografía del desmonte.   |
| Las actividades de desmonte y despalme se limitarán a las áreas solicitadas en este estudio. Se deberá tener cuidado de no afectar las raíces de plantas que no queden inmersas en el área de afectación.  | P              | Ps, Co | Supervisión en campo de la aplicación del Procedimiento de desmonte direccionado del arbolado (Ver <b>Anexo 5</b> de este estudio técnico).<br>Memoria fotográfica del desmonte. |
| La vegetación producto del desmonte se deberá trozar con herramienta manual o por maquinaria (picadora) y depositarlo en los claros o zonas con poca vegetación existentes dentro de las   | C              | Ps, Co | Supervisión en campo, fotografías del traslado y deposito del material.  |

| MEDIDA  | TIPO DE MEDIDA | ETAPA  | SEGUIMIENTO   |
|---|----------------|--------|---|
| áreas verdes del proyecto con la finalidad de contribuir a la formación del suelo de la región.   |                |        |   |
| No realizar la quema o la eliminación de los residuos vegetales mediante el empleo de productos químicos.   | P              | Ps, Co | Supervisión en campo, fotografía del desmonte   |
| Estará estrictamente prohibida la extracción de la vegetación nativa del sitio, o partes de las mismas, para su aprovechamiento, venta o cualquier otro tipo de explotación.  | P              | Ps, Co | Supervisión en campo del cumplimiento de esta medida.   |
| Se rescataran y reubicaran ejemplares de especies de flora silvestre catalogadas bajo algún estatus de protección especial de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010 ó de importancia ecológica en la región mediante la aplicación de un Programa de rescate y reubicación de las especies forestales a afectar por el CUSTF (Ver <b>Anexo 6</b> de este estudio). | P              | Ps     | Supervisión en campo del cumplimiento del Programa de rescate y reubicación de especies forestales.<br>Demostrar un éxito del 80% en índice de sobrevivencia de las especies reubicadas por el proyecto.<br>Presentar la memoria fotográfica de las actividades encaminadas a la protección y conservación de las Especies forestales.                      |
| Las especies nativas de mayor importancia en la composición y estructura de la vegetación del área pretendida para el CUSTF será motivo de rescate y reubicación en las áreas de conservación del proyecto (Ver <b>Anexo 6</b> de este estudio).  | P              | Ps     | Supervisión en campo del cumplimiento del Programa de rescate y reubicación de las especies nativas propensas a afectación.<br>Demostrar un éxito del 80% en índice de sobrevivencia de las especies reforestadas por el proyecto.<br>Presentar la memoria fotográfica de las actividades del programa de rescate y reubicación de las especies forestales. |

**Tabla 7.4.** Medidas para el componente ambiental FAUNA SILVESTRE.

| MEDIDA  | TIPO DE MEDIDA | ETAPA  | SEGUIMIENTO   |
|---|----------------|--------|---|
| Se prohíbe cualquier tipo de aprovechamiento o afectación de fauna silvestre presente en el sitio. Así mismo se deberá evitar el sacrificio de fauna que quede expuesta durante los trabajos de desmonte-despalme del terreno y construcción. | P              | Ps, Co | Supervisión en campo.                                 |
| Previo a la actividad de maquinaria pesada e incluso durante su labor, se realizarán  | M              | Ps, Co | Supervisión en campo de la aplicación del Programa de |

| MEDIDA  | TIPO DE MEDIDA | ETAPA   | SEGUIMIENTO   |
|---|----------------|---------|---|
| revisiones en el área a afectar, para ahuyentar, rescatar o reubicar a la fauna susceptible de afectación por el CUSTF mediante la aplicación de un Programa de acción para la protección de la fauna silvestre (Ver <b>Anexo 6</b> de este estudio).   |                |         | acción para la protección de la especies de fauna silvestre.<br>Toma de fotografías acerca del rescate y reubicación de los ejemplares.   |
| En las áreas de afectación, revisar previo al desmonte, la presencia de nidos o madrigueras activas, para en su caso reubicar o ahuyentar a la fauna. Por otro lado, se debe evitar la destrucción o perturbación de los sitios de anidación de aves o madrigueras en áreas adyacentes a la superficie de afectación.   | M              | Ps, Co  | Supervisión en campo de la aplicación del Programa de acción para la protección de la fauna silvestre (Ver <b>Anexo 6</b> de este estudio técnico).<br>Memoria fotográfica de las actividades llevadas a cabo en campo. |
| En las áreas verdes mantenidas en el proyecto se podrá reubicar a las especies que se capturen a través del programa de acción para la protección de la fauna silvestre.  | M              | Ps, C.  | Supervisión en campo y toma de fotografías para el sustento de las actividades realizadas.  |
| Con el fin de garantizar la conectividad de la vegetación entre los predios colindantes que permitan la movilidad de la fauna presente en el área, el proyecto contempla áreas verdes en la cual serán mantenidos el suelo y la vegetación natural actual que están conectadas con terrenos circundantes con la misma condición en cuanto a la estructura de la vegetación que en conjunto permitirían la continuidad de los elementos naturales para el tránsito de la fauna silvestre de la región. | M              | Om      |   |
| Para evitar la afectación de la fauna de áreas colindantes a las áreas verdes se deberá delimitar las áreas de desmonte y de construcción.  | M              | Ps, Co  | Supervisión en campo y memoria fotográfica de los señalamientos preventivos para evitar la afectación de la fauna.  |
| Los trabajos de desmonte y despalme se realizarán por etapas, conforme a la programación de la obra, para permitir una salida gradual de la fauna hacia sitios menos perturbados.   | M              | P s, C. | Supervisión en campo y memoria fotográfica del desmonte direccionado a través de la aplicación de un Procedimiento de desmonte direccionado (Ver <b>Anexo 5</b> de este estudio técnico).                               |
| Se rescataran y reubicaran ejemplares de especies de fauna silvestre catalogadas bajo algún estatus de protección especial de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010 ó de importancia ecológica en la región mediante la aplicación de un Programa de acción para la protección de la fauna silvestre (Ver <b>Anexo 6</b> de este estudio).   | P              | Ps      | Supervisión en campo del cumplimiento del Programa de acción para la protección de la fauna silvestre.<br>Demostrar un éxito del 80% en porcentaje de éxito obtenido (PEO) en las especies reubicadas por el proyecto.  |

| MEDIDA | TIPO DE MEDIDA | ETAPA | SEGUIMIENTO   |
|--------|----------------|-------|---|
|        |                |       | Presentar la memoria fotográfica de las actividades encaminadas a la protección de las especies de fauna silvestre. |

**Tabla 7.5.** Medidas para el componente ambiental SUELO NATURAL.

| MEDIDA  | TIPO DE MEDIDA | ETAPA      | SEGUIMIENTO   |
|---|----------------|------------|---|
| En el proyecto se mantendrán áreas verdes con en la cual no se removerá el suelo y vegetación natural.  | P              | Ps, Co, Om | Supervisión en campo y fotografías  |
| Capacitación de personal operativo y de supervisión en el manejo de residuos.   | P              | Ps, Co     | Temario de capacitación y memoria fotográfica de la capacitación.   |
| En las áreas de trabajo se ubicaran botes de almacenamiento de residuos sólidos urbanos, estos contarán con tapa para evitar la proliferación de vectores indeseables y deberán estar rotulados. No se debe permitir la disposición de residuos en el piso descubierto. Se fomentara el reciclaje de los residuos.<br><br>En términos generales se aplicará un procedimiento de manejo de residuos sólidos urbanos. | M              | Ps, Co     | Supervisión en campo de la aplicación del Procedimiento de manejo de residuos sólidos urbanos.<br><br>Memoria fotografía de la ubicación de los recipientes con sus rótulos perfectamente claros. |
| Los residuos derivados de obras, excavaciones, desmontes o rellenos, será utilizado para rellenar en donde lo amerite.<br>En ningún momento se dispondrá el material sobre vegetación nativa. Debido a la poca generación de este tipo de residuos, se reusará cerca la totalidad del mismo.  | M              | Ps, Co     | Supervisión en campo, y memoria fotográfica del retiro de material y recibos del relleno sanitario en donde se lleve a cabo la disposición final.   |
| Los contenedores de residuos sólidos, se deberán retirar periódicamente del sitio para ser enviados a sitios autorizados por la autoridad competente para su disposición final.   | M              | Ps, Co     | Supervisión en campo, memoria fotográfica del retiro de los recipientes y recibos del relleno sanitario.  |
| Limpieza y recolección periódica durante el desarrollo de la obra, de los residuos sólidos urbanos existentes en el área de influencia del proyecto.  | M              | Ps, Co, Om | Supervisión en campo y memoria fotográfica del mantenimiento aplicado.  |
| Disposición adecuada de los residuos sólidos urbanos y de manejo especial conforme a la legislación aplicable.  | M              | Ps, Co     | Supervisión en campo, fotografías del retiro de la disposición final, recibos del ingreso de los residuos a disposición final.  |
| La maquinaria utilizada deberá estar en buen estado, sin fugas o goteos de aceite o   | P              | Ps, Co     | Supervisión en campo de la aplicación del Procedimiento   |

| MEDIDA  | TIPO DE MEDIDA | ETAPA  | SEGUIMIENTO  |
|---|----------------|--------|--|
| combustible. Cada unidad contará con recipientes para contener probables derrames o pequeños goteos.  |                |        | de manejo de residuos peligrosos (Ver <b>Anexo 5</b> de este documento técnico).<br>Memoria fotográfica de los recipientes para contener alguna fuga o derrame accidental. |
| Se deberá tener un adecuado control y manejo de residuos de concreto asfáltico o de emulsión asfáltica a utilizar durante la construcción de las vialidades. Se deberá retirar este tipo de material y disponer en un sitio autorizado por la autoridad correspondiente.  | M              | Ps, Co | Supervisión en campo y memoria fotográfica del retiro de material de la obra.  |
| Se deberán manejar adecuadamente todos los residuos peligrosos que se generen, tales como aceites y pinturas, con el fin de evitar derrames al suelo natural y al agua. Los residuos peligrosos generados (sustrato firme, agua o materiales contaminados con hidrocarburo, restos y botes de pintura), se dispondrán en contenedores rotulados y con tapa, separando líquidos y sólidos.<br><br>En términos generales se aplicara un Procedimiento de manejo de residuos peligrosos. | M              | Ps, Co | Supervisión en campo de la aplicación del Procedimiento de manejo de residuos peligrosos.<br>Presentar memoria fotográfica de la segregación en los contenedores.          |
| Habilitar en el área de almacén contenedores con tapa, para el depósito de residuos sólidos peligrosos, deben estar bajo techo, los cual se almacenaran de manera temporal, hasta su traslado a disposición final. Los contendores deben estar rotulados.   | M              | Ps, Co | Supervisión en campo, y memoria fotografía de los contenedores.  |
| Al concluir la obra se deberá limpiar y retirar todo el material utilizado, este será dispuesto en los almacenes de las constructoras y en el caso de los residuos se dispondrán en el sitio de disposición final autorizado por la autoridad municipal.  | M              | Co     | Fotografías de las áreas del proyecto completamente limpias.   |

**Tabla 7.6.** Medidas para el componente ambiental AGUA.

| MEDIDA  | TIPO DE MEDIDA | ETAPA     | SEGUIMIENTO   |
|---|----------------|-----------|---|
| Se mantendrán áreas verdes que permitan la infiltración y recarga del acuífero de la zona del proyecto. La precipitación pluvial se evapotranspira (80 %) y el resto se infiltra al subsuelo a través de fracturas, oquedades y conductos de disolución de las calizas, | C              | Ps, C, Om | Supervisión en campo de vértices delimitantes del área verde, delimitación de zonas de desmonte para el proyecto.<br>Toma de fotografías de las áreas verdes. |



| MEDIDA  | TIPO DE MEDIDA | ETAPA     | SEGUIMIENTO  |
|---|----------------|-----------|--|
| siguiendo diferentes trayectorias de flujo, controladas principalmente por el desarrollo del carst. Dado que la infiltración es rápida, la superficie de las áreas verdes permitirán la recarga del acuífero en la zona.  |                |           |  |
| Habilitar sanitarios portátiles (letrinas) en el área de trabajo, a los cuales se les brindará mantenimiento preventivo periódico, de manera que se asegure su óptima operación y se evite infiltraciones al suelo y al agua, los cuales serán para uso obligatorio de todos los trabajadores. Lo anterior evitará el fecalismo al aire libre, contaminación del suelo y freático de la región. | P              | Ps, Co    | Facturas de renta de las letrinas móviles, memoria fotográfica de su colocación y supervisión en campo de uso.                       |
| Los sanitarios deberán ser distribuidos en los frentes de obra, de tal manera que el personal tenga acceso a ellos en cualquiera de las áreas en las que se encuentre laborando, y se deberán colocar letreros que promuevan su uso.  | P              | Ps, Co    | Fotografías de la distribución de ellos y supervisión en campo.  |
| Las aguas residuales generadas por las letrinas móviles serán dispuestas por la empresa prestadora del servicio, en un sitio autorizado por la autoridad correspondiente.   | P              | Ps, Co    | Facturas de renta, fotografías del retiro de las aguas residuales.   |
| Las oficinas administrativas del Aeródromo durante la etapa de operación canalizarán sus aguas residuales de origen sanitario y tipo domestico a un Biodigestor (Boss Technology) para el tratamiento de aguas, evitando la contaminación el suelo y el freático de la región.  | C, M           | Om        | Memoria fotográfica de las actividades llevadas a cabo en campo.   |
| Quedará prohibido depositar cualquier tipo de residuo peligroso en suelo natural, incluyendo los restos de emulsión asfáltica y de pintura, así como cualquier material impregnado con éstos.   | P              | Ps, Co    | Supervisión en campo de la aplicación del procedimiento de manejo de residuos peligrosos.  |
| En caso de almacenar temporalmente hidrocarburos (gas avión y turbosina) en volúmenes pequeños en el área de estudio se realizará en un área diseñada para tal fin (piso impermeabilizado, con paredes y techos de acuerdo a normatividad aplicable).   | P              | Om        | Supervisión en campo y fotografías de la instalación.  |
| Queda estrictamente prohibido tirar residuos sólidos diversos en el área de estudio   | P              | Ps, C, Om | Supervisar la correcta aplicación del Procedimiento de manejo y disposición final de residuos sólidos urbanos y residuos peligrosos. |
| El proyecto instalará pozos pluviales que permitirán la infiltración del acuífero en la zona.   | C, M           | Ps, C, Om | Memoria fotográfica de los pozos pluviales.  |
| El agua para consumo de los trabajadores, procederá de bidones proveídos por la constructora.   | M              | Ps, Co    | Fotografías del suministro de agua.  |

Para el correcto cumplimiento de las medidas de mitigación aquí emitidas, se deberá de ejecutar un programa de supervisión de la acción u obra de mitigación. Se supervisará el cumplimiento de las medidas de mitigación mediante inspección visual (supervisión ambiental), esto con el objetivo de que se cumplan las medidas propuestas en este capítulo.

## VII.2 PROGRAMA DE MANEJO AMBIENTAL

El programa de manejo ambiental contempla la aplicación independiente de los siguientes Procedimientos y programas aplicables al proyecto:

### PROCEDIMIENTOS APLICABLES AL PROYECTO:

**Procedimiento de manejo de residuos sólidos urbanos.** Marca las pautas en el buen manejo y disposición de los residuos sólidos urbanos que se generen durante el cambio de uso de suelo en terrenos forestales (CUSTF) y construcción del proyecto en el área de estudio (Ver **Anexo 5** de este estudio técnico). El costo para poder llevar a cabo este procedimiento es de aproximadamente \$ 30,000.00 (treinta mil pesos 00/100 M.N.).

**Procedimiento de manejo de residuos peligrosos.** Marca las pautas en el buen manejo y disposición de los residuos peligrosos que se generen durante el CUSTF y construcción del proyecto en el área de estudio (Ver **Anexo 5** de este estudio técnico). El costo para poder llevar a cabo este procedimiento es de aproximadamente \$ 30,000.00 (treinta mil pesos 00/100 M.N.).

**Procedimiento de desmonte direccionado del arbolado.** Delimita las áreas de desmonte para el CUSTF y el área de conservación del proyecto, cuya última finalidad es evitar afectar vegetación diferente a la solicitada para CUSTF. El costo para poder llevar a cabo este procedimiento es de aproximadamente \$ 25,000.00 (veinticinco mil pesos 00/100 M.N.).

**Procedimiento de supervisión ambiental.** Este procedimiento la llevara a cabo una empresa y/o técnico supervisor competente en materia ambiental o forestal, que dará seguimiento y garantizará el cumplimiento de los principios ambientales y de las medidas de prevención, mitigación y compensación de impacto ambiental propuestas en los documentos que pretenden regularizar el proyecto en materia ambiental y forestal; así como, de los términos y condicionante que la autoridad competente sujete al proyecto. El costo para poder llevar a cabo este procedimiento es de aproximadamente 120,000.00 (ciento veinte mil pesos 00/100 M.N.).

### PROGRAMAS APLICABLES AL PROYECTO:

**Programa de rescate y reubicación de especies forestales a afectar por el CUSTF.** Las dos especies a afectar catalogadas bajo algún estatus de protección de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010 y que se encuentran presentes en la áreas de desplante de este proyecto son: Chit (*Thrinax radiata*) y Chachua (*Zamia loddigesii*). Pero

adicionalmente se afectaran otras especies de importancia ecológica y forestal por motivo del CUSTF por el proyecto.

Por la razón antes mencionada se propone la aplicación de un Programa de rescate y reubicación de las especies forestales a afectar por el CUSTF, incluyendo las dos especies antes mencionadas más otras de importancia ecológica en la definición de la estructura de la vegetación forestal a afectar. Con estas prácticas se generan beneficios adicionales al utilizar estos recursos dentro del proyecto, por lo que se recomienda que antes del inicio de obras se ejecute el presente programa. Las especies nativas rescatadas, posteriormente serán reubicadas usando técnicas de reforestación en áreas de claros naturales o con poca vegetación dentro del área de conservación y fuera del área de afectación (Ver **Anexo 6** de este documento técnico).

Los costos estimados para la ejecución de este programa de rescate de flora son de \$ 140,000.00 pesos (ciento cuarenta mil pesos 00/100 M.N.), considerando gastos diversos (viáticos, mano de obra de los 5 jornaleros, un biólogo e ingeniero forestal).

**Programa de acción para la protección de la fauna silvestre.** El reconocimiento de la fauna realizado en el predio y el análisis de los resultados, permite establecer los pasos fundamentales a seguir para realizar la protección de la fauna propensa a afectación que es el objetivo fundamental de este programa. La captura de fauna silvestre requiere emplear personal capacitado en la captura y manipulación de fauna silvestre, por lo que el personal que intervenga en esta actividad deberá demostrar que cuenta con la suficiente experiencia de trabajos de este tipo en la zona. Es necesario que los individuos rescatados sean liberados en un lapso no mayor a una semana de su captura y en sitio adecuado con un hábitat similar al que fueron extraídos, de acuerdo a lo que proceda en el “Programa de acción para la protección de la fauna silvestre (Ver **Anexo 6** de este documento técnico).

Los costos estimados para la ejecución de este programa contemplan la contratación temporal de un grupo de especialistas y una cuadrilla de trabajadores de campo por lo que los costos totales estimados son de \$ 60,000.00 pesos (sesenta mil pesos 00/100 M.N.).

**Tabla 7.7.** Costo total de la inversión para el Programa de Manejo Ambiental de este proyecto.

| <b>CONCEPTO</b>  | <b>IMPORTE</b>  |
|--|---|
| Costo del manejo de los residuos sólidos urbanos   | \$ 30,000.00 (treinta mil pesos 00/100 M.N.)          |
| Costo del manejo de los residuos peligrosos  | \$ 30,000.00 (treinta mil pesos 00/100 M.N.)          |
| Costo de las actividades del desmonte direccionado del arbolado                                  | \$ 25,000.00 (veinticinco mil pesos 00/100 M.N.).     |
| Costo de las actividades de supervisión ambiental  | \$ 120,000.00 (ciento veinte mil pesos 00/100 M.N.).  |
| Costo de las actividades de rescate y reubicación de las especies forestales a afectar por CUSTF | \$140,000.00 (ciento cuarenta mil pesos 00/100 M.N.). |
| Costo de las actividades de acción para la protección de la fauna silvestre                      | \$ 60,000.00 pesos (sesenta mil pesos 00/100 M.N.).   |

| CONCEPTO                                     | IMPORTE   |
|--|---|
| COSTO TOTAL DEL PROGRAMA DE MANEJO AMBIENTAL | \$ 405,000.00 (cuatrocientos cinco mil pesos 00/100 M.N.) |

### VII.3 SEGUIMIENTO Y CONTROL (MONITOREO)

Para este fin se conformará un equipo de trabajo especializado en conjunto con la ayuda del procedimiento de supervisión ambiental con la finalidad de dar el seguimiento y control de las medidas de mitigación propuestas, cuya función sea en primera instancia asegurar el cumplimiento de las medidas que sean incluidas en los resolutivos de autorización.

Como parte de su trabajo deberá comprobar el cumplimiento de las medidas y proponer otras nuevas medidas de mitigación o control, en caso de que las previstas resulten insuficientes o inadecuadas. De igual manera, se deberán detectar los impactos no previstos en el estudio y adoptar las medidas de mitigación pertinentes. Con ello, se retroalimentará el programa de manejo ambiental y éste se ajustará con una nueva matriz de planeación. Para hacer más eficiente el seguimiento y control, este equipo deberá auxiliarse del empleo de indicadores, tanto para los impactos, como para las medidas de prevención, mitigación o compensación.

### VII.4 INFORMACIÓN NECESARIA PARA LA FIJACIÓN DE MONTOS PARA FIANZAS

La fianza deberá fijarse tomando en cuenta el monto aproximado estimado en el programa de manejo ambiental (\$ 405,000.00) más un 20% adicional, es decir se deberá fijar sobre un monto de \$ 486,000.00 pesos.

### VII.5 ESTIMACIÓN DEL COSTO DE LAS ACTIVIDADES DE RESTAURACIÓN CON MOTIVO DEL CAMBIO DE USO DEL SUELO

#### ESPECIES FORESTALES PRESENTES.

Como parte de los resultados del muestreo realizado en el predio para el cálculo de los recursos forestales permitieron identificar y registraron una composición florística basada en 46 especies pertenecientes a 36 géneros y 20 familias taxonómicas. La familia botánica más representativa fue la Leguminosae con 17 especies y 11 géneros, le sigue en importancia la Moraceae con 5 especies y 3 géneros, la Polygonaceae con 3 especies y géneros diferentes, la Annonaceae, Boraginaceae, Celastraceae y Nyctaginaceae con 2 especies y géneros, y el resto de las familias con una especie y género.

En cuanto a abundancias se registraron 816 individuos de plantas por hectárea, siendo las especies más abundantes la *B. simaruba* con 116 individuos, seguida por la *F. retusa* con 90, *L. latisiliquum* con 89, *L. speciosa* con 64 individuos, *V. gaumeri* con 63 individuos, *M. brownie* con 50 individuos y *P. piscipula* con 49 individuos, entre los más importantes.

## OBJETIVOS DEL PROGRAMA DE RESTAURACIÓN.

### Objetivo General.

El programa de restauración para el proyecto “**Emplazamiento del aeródromo de Playa del Carmen en un predio de 152.815879 hectáreas**” que se localiza en la carretera federal 307, km 277+162 del tramo Puerto Aventuras - Playa del Carmen, con una desviación al oeste de 9 km, en el municipio de Solidaridad, Quintana Roo tendrá como objetivo, realizar la restauración y recuperación, empleando la técnica de “enriquecimiento” que consiste en establecer por plantación especies presentes actualmente en la misma y dar seguimiento al desarrollo de los individuos establecidos y de las condiciones bióticas del área, para asegurar al máximo la recuperación ambiental de la zona.

El proyecto se enmarca dentro de una estrategia de ordenación para restaurar la vegetación secundaria removida y contiene dentro de sus objetivos y metas, aspectos relacionados con los contextos ecológico, económico y socio cultural, que son la base de un manejo sostenible.



**Figura 7.1.** Contexto para determinar las estrategias de ordenación de selvas secundarias degradadas.

### Objetivos Específicos

- Identificar las áreas propicias para la reforestación y recuperación de áreas forestales deterioradas presentes dentro del área de conservación propuesta por el proyecto.
- Contribuir a frenar el deterioro de la vegetación, mediante la ejecución de programas de recuperación, prácticas de cultivo para promover la regeneración natural y reforestación dentro del proyecto.
- Proponer las especies de flora apropiada para la restauración de la cobertura vegetal.
- Enriquecer la biodiversidad de la zona, ayudando a la naturaleza.
- Aplicar técnicas que permitan la recuperación del horizonte orgánico, se fomente la regeneración natural y se mejore el sitio a través de plantación de especies nativas de la región.

- Desarrollar un programa de monitoreo de las áreas reforestadas dentro del predio bajo estudio.

### **METODOLOGÍA PARA LA RESTAURACIÓN.**

Considerando que en el predio donde se desarrollará el proyecto quedarán áreas con vegetación, similar a la de la superficie que será afectada, se estima que la forma más eficiente y rápida para lograr su restauración es empleando una plantación de “enriquecimiento” con especies nativas de la misma zona, por lo que este será el método a emplear para este proyecto que se plantea.

**Ubicación del área a restaurar.** Considerando que en áreas de conservación permanecerá la vegetación sin mayor alteración y asumiendo que las condiciones ecológicas y las características son muy semejantes a las del área que será afectada, la superficie a restaurar puede ser ubicada en esas zonas, buscando alguna parte donde se requiera con mayor urgencia la restauración, como claros sin o con poca vegetación.

Como ya se señaló, se establecerá una plantación de enriquecimiento con especies que fueron identificadas en los muestreos.

**Cultivo al suelo.** Entre las actividades primordiales en la ejecución de la restauración de la vegetación forestal en el área, es importante iniciar prácticas de cultivo al suelo para promover la regeneración natural aprovechando el banco de semillas en el suelo del sitio o bien establecer plántulas de especies propias de la región reforestando el área.

Es importante señalar que el banco de semillas en el suelo, presente en la zona, contiene semillas de las especies pioneras de la región y se encuentra en los primeros horizontes del suelo y que si se aplica un rastreo al mismo, se mejorarán las condiciones para que se inicie la germinación de la semilla de muchas especies, especialmente leguminosas presentes.

Además de lo anterior, se propiciará la regeneración de muchas especies por brote de raíz, acelerando con ello el tiempo necesario para que se recupere y alcance parámetros similares a los que actualmente contiene.

También es importante que todo el material proveniente de ramas y ramillas delgadas obtenidas en los trabajos del desarrollo habitacional sea picado y esparcido en el sitio con la finalidad de contribuir a la formación de suelo orgánico y a la aportación de nutrientes para el desarrollo de la vegetación resultante.

Contribuir al enriquecimiento del suelo natural permitirá que con las semillas presentes en el banco y la dispersión natural de semillas, se dé inicio al proceso de regeneración de la flora en el área.

Con la finalidad de reforzar y acelerar la restauración del área, se desarrollará un programa de reforestación de enriquecimiento en las áreas con poca o nula vegetación que aumente las probabilidades de recuperación de la vegetación.

Se establecerán especies que se encuentran en la zona y que se señalan posteriormente y considerando que en la etapa de sucesión en que se encuentra la vegetación,

actualmente existen 816 árboles por hectárea, por lo que se propone enriquecer la población que exista en el área a restaurar estableciendo 600 plantas por hectárea a reforestar. Habrá que agregar por lo menos un 10% más, para efectuar la replantación, si esta es requerida.

Las plantas se distribuirán aleatoriamente en el terreno seleccionado, cubriendo los huecos existentes, para que al cabo del tiempo requerido para alcanzar los parámetros actuales de la masa forestal y descontando aquellas plantas que mueran, se tenga por lo menos el mismo número de individuos por hectárea que originalmente existe.

La semilla puede obtenerse directamente mediante su recolección en las poblaciones naturales, cumpliendo con la normatividad vigente al respecto o bien adquirirse a través de organizaciones o casas comerciales, dedicadas a estas labores, en el mercado nacional, cuidando que la procedencia sea de la misma zona donde se realiza el proyecto.

**Especies a utilizar en la rehabilitación.** Para realizar el proyecto de rehabilitación y considerando la filosofía, tanto del término rehabilitación, como del espíritu que conlleva la legislación ambiental y forestal en la materia, para el presente proyecto se utilizará plantas de las especies presentes en el predio, entre ellas las que se encuentran con mayores valores de área basal y volumen total árbol y como las más numerosas en la zona que será afectada y que pueden observarse a continuación.

**Tabla 7.8.** Especies con los mayores valores de área basal y volumen total en el área que será afectada por cambio de uso del suelo.

| <b>NOMBRE CIENTIFICO</b>                 | <b>NOMBRE COMUN</b>                | <b>NÚMERO DE INDIVIDUOS</b> | <b>AB (m<sup>2</sup>)</b> | <b>VTA (m<sup>3</sup>)</b> |
|--|------------------------------------|-----------------------------|---------------------------|----------------------------|
| <i>Bursera simaruba</i> (L.) Sarg.       | Chak chakaj, chakaj, palo mulato   | 3856                        | 37.8834                   | 158.6034                   |
| <i>Ficus pertusa</i> L. f.               | Juun k'iix, sak chéechen, higuillo | 2999                        | 45.2275                   | 216.9935                   |
| <i>Luehea speciosa</i> Willd.            | K'an kaat, k'askáat                | 2142                        | 21.2096                   | 96.8793                    |
| <i>Lysiloma latisiliquum</i> (L.) Benth. | Tsalam                             | 2952                        | 52.9082                   | 279.0654                   |
| <i>Metopium brownie</i> (Jacq.) Urb.     | Cheechem, Box cheechem             | 1666                        | 42.1837                   | 243.6544                   |
| <i>Piscidia piscipula</i> (L.) Sarg.     | Ja'abin                            | 1619                        | 18.2817                   | 93.5857                    |
| <i>Vitex gaumeri</i> Greenm.             | Ya'axnik                           | 2095                        | 39.6110                   | 194.2253                   |
| <b>TOTAL</b>                             |                                    | <b>17,330</b>               | <b>257.3053</b>           | <b>1,283.0070</b>          |

Esta 7 las especies fueron las que presentaron la mayor abundancia, área basal y volumen total árbol, las cuales representan el 63.7% de los individuos registrados en el área de CUSTF y por ende son de gran importancia en la estructura de la vegetación a afectar por el proyecto.

**Producción de planta a raíz cubierta.** Se propone esta modalidad de producción de planta para obtener las necesarias para este proyecto. Esta modalidad de producción de planta es utilizada por la gran mayoría de los viveristas de México; para efectos del proyecto que nos ocupa se utilizará la siembra directa en el envase.

La metodología que se propone para la fase de vivero está tomada del trabajo realizado por Patiño y Marín (1993<sup>1</sup>) sobre viveros forestales y para el establecimiento de plantaciones del trabajo de Patiño y Marín (2009<sup>2</sup>).

La técnica de siembra directa en el envase es viable, prácticamente para todas las especies independientemente del tamaño de su semilla, pues tiene ventajas operativas sobre todo para aquellas que son sensibles a la manipulación de sus raíces. Antes de realizar la siembra, los envases se riegan abundantemente en la platabanda, hasta humedecer bien el sustrato para iniciar la distribución de las semillas, que puede ser manual, para el caso de especies con semilla grande, o con sembradores manuales para las pequeñas, depositando un número variable de semillas en función al tamaño de éstas.

Para especies con semilla grande, se coloca una semilla por envase; para otras especies de semilla más pequeña y en función también del porcentaje de germinación del lote de semillas, se depositan de 2 a 3 semillas por envase.

Una vez sembrados los envases, se procede a colocar una capa fina de tierra cernida de algún sustrato sobre la semilla, de tal forma que la protejan y le eviten daños por desecamiento, por pájaros o cualquier otro agente que pueda disminuir su germinación y en consecuencia afectar la producción de plantas.

Una protección usual consiste en cubrir la parte superior de los envases con una capa de sustrato aplicándolo al voleo en capas de 0.5 cm. El grosor de la capa de protección es importante, pues si ésta es excesiva puede dificultar, atrasar o evitar la germinación de la semilla.

Cuando las plántulas tienen por lo menos cuatro pares de hojas definitivas y el sistema radicular presenta raíces secundarias, se puede proceder a eliminar algunas plántulas de los envases en los que hayan germinado más de una semilla; en éstos se deberá dejar una sola planta cuidando de que quede la mejor y más vigorosa.

Cuando las plantas alcanzan el tamaño adecuado en el envase, que generalmente es de 20 a 25 cm de altura en promedio, se debe proceder a remover los envases de la cama de crecimiento, con la finalidad de separar las plantas según su altura, debiéndose cortar las raíces que hayan penetrado al piso de la platabanda. Después de esta operación, las plantas se deben regar y dejarse en recuperación por un período de cuatro a cinco días antes de enviarlas al campo.

Con la finalidad de darle mayor resistencia a la planta es conveniente que, tres o cuatro meses antes de que salga del vivero hacia la plantación, se le disminuya paulatinamente la frecuencia de riegos en el vivero, lo que resulta en una mayor adaptación y sobrevivencia, por el endurecimiento a que se le somete.

<sup>1</sup> Patiño, V. F. y Marín, Ch. J., 1993. Viveros forestales: planeación, establecimiento y producción de planta. Serie: Libro Técnico. INIFAP. CIR Sureste. 159 p.

<sup>2</sup> Patiño, V. F. y Marín, Ch. J., 2009. Manual para el establecimiento de plantaciones forestales (en proceso de publicación)



Los lotes de plantas seleccionados en el vivero por sus características y calidad, deben enviarse al campo en forma separada, en función a su tamaño, con la finalidad de que se uniformice lo más posible la planta y evitar competencias indeseables o poblaciones heterogéneas, que puedan afectar la productividad de la población.

**Establecimiento de la plantación.** La plantación es, sin duda, el momento más crítico para la planta, la cual es trasladada desde el ambiente protegido del vivero al lugar definitivo, en donde estará sometida a una fuerte competencia por el agua y los nutrientes disponibles en el suelo, a períodos prolongados de sequía; al efecto del viento y a otra serie de factores físicos y bióticos que harán difícil su establecimiento.

Para que la planta logre superar con éxito esta etapa, es fundamental el empleo de las técnicas de establecimiento adecuadas a las condiciones del sitio en donde se pretende establecer la plantación.

Las técnicas de plantación son muy variadas y no sólo dependen del monto de precipitación existente en el área, si no de muchos otros factores, entre los que se pueden mencionar la topografía, las condiciones del suelo, sobre todo su profundidad, la vegetación existente, la pedregosidad y aún condiciones ajenas al establecimiento mismo de las plantas como son las condiciones socioeconómicas imperantes en el área en donde se realiza la rehabilitación o reforestación, ya que esto puede afectar la disponibilidad y costo de mano de obra.

Considerando las características del predio y la vegetación presente en el mismo, se decidió que las áreas que se requiere reforestar se ubiquen en áreas con poca vegetación y en los claros naturales del proyecto.

**Preparación del sitio.** La preparación del sitio para la plantación es un factor de gran importancia, ya que de ella depende en gran medida la supervivencia, el crecimiento inicial y en consecuencia la futura densidad y homogeneidad de la población.

Muchas especies son muy susceptibles a la competencia, especialmente del pasto y otra maleza y requieren un adecuado tratamiento al suelo para un buen desarrollo inicial de sus raíces. Por lo tanto, mientras mejor sea la preparación del sitio, mejores serán los resultados de establecimiento y crecimiento.

El mayor gasto que implica una preparación de sitio más intensiva, es ampliamente justificado por los dividendos que pueden obtenerse de una población densa, uniforme y sana.

Como preparación del sitio se consideran los procesos de limpia, tratamiento al suelo y control de la competencia.

Previo a la plantación de cualquier especie forestal, es necesario limpiar el terreno, si éste está cubierto con vegetación arbórea o arbustiva. Considerando el tipo de vegetación existente y la topografía del lugar, la limpia podrá hacerse empleando herramientas manuales, sobre todo considerando que se trata de una restauración de terreno forestal.

La remoción de materiales leñosos y la pica después de la limpia de materiales más delgados, es una práctica bastante común, ya que la eliminación de casi la totalidad del material leñoso facilita las labores de plantación produce un buen control de la competencia.

Si es necesaria la quema de materiales leñosos que se consideren como combustibles peligrosos en el terreno, debe realizarse formando pequeñas pilas y tomando todas las precauciones necesarias, esto facilita un buen establecimiento y desarrollo inicial de la plantación y reduce el peligro de incendios, al eliminar los desechos de la limpia, además pone a disposición de la planta nutrientes minerales esenciales para su crecimiento.

La quema, sin embargo, tiene efectos negativos, ya que daña los microorganismos del suelo; produce importantes pérdidas de materia orgánica y de nutrientes por volatilización, arrastre de cenizas y lixiviación, dejando el suelo muy expuesto a la erosión, lo cual sin duda afecta la productividad del sitio en el largo plazo.

Por lo tanto, cuando los desechos son manejables y por su cantidad no constituyen un gran aumento en el peligro de incendios, pueden apilarse en fajas evitándose la quema.

La preparación del suelo es uno de los factores fundamentales en el establecimiento de plantaciones forestales, especialmente en zonas en donde se encuentran suelos delgados, erosionados y de escasa fertilidad.

Donde las condiciones de sitio son favorables, y el establecimiento se hace en suelos forestales profundos y de texturas medias a livianas, el tratamiento al suelo pierde importancia relativa, en relación a otros tratamientos, como por ejemplo el control de la competencia. A pesar de esto, un adecuado tratamiento al suelo siempre tendrá un efecto positivo en la plantación, ya que favorece el desarrollo radicular de las plantas y en consecuencia aumenta la posibilidad de absorción de nutrientes, facilita la infiltración de agua en el suelo, aumenta la capacidad de retención de agua y disminuye la competencia producida por la vegetación existente en el lugar de plantación.

Básicamente las prácticas de preparación del suelo se orientan a favorecer el crecimiento de las raíces de las plantas de las especies forestales establecidas.

Lo anterior es consecuencia de la reducción de competencia de la maleza, además de mejorar en cierto grado las propiedades físicas del suelo, lo que permitirá una expansión más libre del sistema radicular y en consecuencia la planta tendrá mayores posibilidades de obtener nutrientes y de crecer.

El sistema de preparación del suelo, así como su intensidad varían de acuerdo con la especie a ser plantada, con las condiciones del suelo, sobre todo, las propiedades físicas, con el clima, topografía y localidad donde se realice.

Considerando las características del suelo del predio que se va a reforestar, se considera como más adecuado el establecimiento de la plantación empleando cepa común. La cepa común es un método de preparación de suelo que puede tener variaciones, especialmente en el volumen de tierra removida.

La elaboración de pocetas o cepas para plantación, de diversas dimensiones, presenta varios inconvenientes, desde un bajo rendimiento operacional, hasta consideraciones importantes como es la restricción del crecimiento de las raíces al volumen de la poceta.

La especie establecida presenta por lo general un crecimiento lento en los primeros dos años de vida, sufriendo además una fuerte competencia con maleza y plantas invasoras más adaptadas a las condiciones de compactación de suelos.

Dentro de todo el proceso, el establecimiento de la plantación es tal vez el de mayor importancia. Por muy eficientes que hayan sido los tratamientos aplicados en el vivero o las técnicas de preparación del sitio, si la plantación no se realiza en la forma y época adecuadas, las probabilidades de éxito serán escasas.

Una vez preparado el suelo, se inician las labores de plantación. Si el suelo ha sido bien preparado, la plantación puede realizarse con cualquier herramienta diseñada para este fin, por ejemplo, pala recta, pico y azadón.

La planta deberá enterrarse derecha y por lo menos hasta el cuello de la raíz, y luego apisonarse en forma suave para evitar que queden espacios con aire en la zona de las raíces. Un apisonamiento excesivo, puede producir falta de aireación y cuando se hace con el tacón puede alterar la posición de la raíz, causando una mal formación que puede traducirse en un mal crecimiento, inestabilidad e incluso en el quiebre de la planta a nivel del cuello de la raíz.

Cuando se emplea como maceta una bolsa plástica o de cualquier material que no se degrada rápidamente, debe ser removida, no basta con hacerle cortes u hoyos.

**Época de plantación.** El momento más apropiado para el establecimiento de la plantación, es cuando existen las mejores condiciones de humedad en el suelo, lo cual coincide con la temporada de lluvias.

En la Península de Yucatán ésta se presenta desde mediados de junio hasta finales de octubre, con un período de sequía, a finales de Julio o principios de Agosto, conocido comúnmente como "canícula".

Por tal motivo se recomienda iniciar la plantación en los meses de Julio-Agosto, pudiéndose también plantar y lograr una alta sobrevivencia en los meses de Septiembre y Octubre donde se obtienen los mejores resultados, debido a que en esta época se presenta lluvias abundantes (nortes o ciclones) y las condiciones ambientales presentan días nublados que permiten un mejor "prendimiento" de las plantas.

Se recomienda plantar, si esto es posible, en días nublados, habiéndose humedecido la tierra dentro de la poceta, de tal manera que las raíces lleguen a un ambiente fresco. Si se planta en días soleados debe cuidarse de humedecer las pocetas lo suficiente y realizar la plantación en las primeras horas de la mañana o de preferencia por la tarde.

**Espaciamiento o densidad de plantación.** La elección del espaciamiento de plantación depende de una serie de factores, entre los que se incluyen la calidad del sitio, los objetivos de la plantación, además de consideraciones netamente económicas o bien restricciones de algún programa o normatividad. El espaciamiento normalmente se

expresa como la distancia entre árboles, dentro y entre hileras o a veces como un número de árboles por hectárea, entendiéndose un determinado espaciamiento. Por ejemplo, cuando se habla de 600 árboles/ha se supone un espaciamiento de 16 m entre plantas.

Para el proyecto que se plantea, se ha definido una densidad de 600 plantas por hectárea, de las especies que se desarrollan en la zona.

**Trazo de la plantación.** Debido a que la plantación es de rehabilitación y dentro de un ecosistema natural de vegetación secundaria de selva mediana, el arreglo topológico que se pretende seguir en este proyecto consiste en seguir los patrones de distribución natural de las especies formando bosquetes o conjuntos de las especies propias de la zona, tomando como modelo el número de especies más comunes por hectárea.

**Plantación manual.** El paso inicial consiste en marcar los sitios donde serán establecidas las plantas, operación que puede realizarse de diferente forma: ya sea utilizando cables acotados a la distancia de plantación, reglas de madera, o cualquier otra herramienta, o bien el método citado en el apartado anterior, de tal forma que se permita distribuir en forma de conglomerados tratando de respetar la manera en que se distribuyen en la naturaleza.

La distribución de las plantas también es hecha manualmente por un operario que las lleva en una caja y las va depositando en los lugares previamente marcados. Posteriormente, otros operarios que vienen detrás del distribuidor cortan el envase para quitarlo y dejar el cepellón del sustrato y establecen las plantas en su lugar definitivo.

**Reposición de plantas.** En caso de que algunos de los individuos no sobreviva al establecimiento en campo, se procederá a sustituirlo por otras plantas que se encuentren en el vivero.

Para la reposición se utilizarán plantas desarrolladas en el vivero. Posterior a su plantación, se le darán los cuidados ya señalados anteriormente y en caso necesario, deberá regarse para facilitar su adaptación y sobrevivencia.

Debe recordarse que es mejor realizar la replantación en la temporada de lluvias, de Julio a Octubre. Si es posible ejecutar la replantación en otros meses siempre que exista la posibilidad de aplicar riegos de apoyo.

## **TRATAMIENTOS SILVÍCOLAS Y CULTURALES.**

El problema por el cual las plantaciones forestales, tanto de rehabilitación como de reforestación, en las zonas tropicales de México no han tenido éxito y tienen incrementos bajos, es la falta de manejo, ya que el no realizar ninguna labor complementaria, hace que la sobrevivencia y los incrementos de los individuos que logran desarrollarse, sean pobres y ocasiona que muchas plantas sean suprimidas por la competencia y no sobrevivan.

**Control de maleza.** Las plantas en su fase inicial de crecimiento son altamente sensibles a la competencia de maleza, por lo que el control y combate de esta vegetación indeseable, son operaciones indispensables, hasta la etapa en la que la población alcanza el crecimiento suficiente en la que dominan a la vegetación espontánea, eliminando su competencia.

Por lo general, para especies de rápido crecimiento establecidas con técnicas adecuadas a los 24 meses de edad, ya dominaron a la maleza. Es recomendable que se realicen tres limpiezas y cultivo al suelo por lo menos durante los dos primeros años, después del segundo año rara vez se hace necesario dar una limpieza, excepto en donde haya una excesiva competencia.

Además de los beneficios obtenidos como la mayor sobrevivencia y el mejor crecimiento de la población, las prácticas de limpieza y cultivo al suelo, ayudan a prevenir los riesgos de incendio y facilitan el control de algunas plagas como hormigas.

La maleza compite por espacio, nutrimentos y luz de forma muy eficiente, en algunos casos son portadoras y favorecen enfermedades entre las plantas. Para el control de las mismas se debe realizar su control de preferencia en forma manual, en este caso el manejo se realizará después de que las plantas utilizadas en la reforestación se encuentren aclimatadas totalmente.

### **MONITOREO DE LA PLANTACIÓN.**

Para controlar la sobrevivencia, el estado sanitario y el vigor de los árboles y arbustos establecidos en la plantación, será necesario un proceso de monitoreo y verificación de cada uno de ellos.

El monitoreo puede realizarse ya sea mensualmente o cada dos meses y tomar información de los individuos, destacando aquellos eventos en que existan árboles muertos o dañados, que deberán sustituirse. Se puede utilizar una pequeña ficha que contenga la información mínima necesaria para el seguimiento, por ejemplo:

- a) Especie
- b) Localización
- c) Fecha de plantación
- d) Número de individuos, vivos y muertos por especie.

Lo anterior se realizará para llevar un control de las plantas establecidas y darle seguimiento a su desarrollo y adaptación, para en caso necesario proceder a su replantación, ya que las diversas especies serán colocadas en áreas de aclimatación diferentes.

Al momento de la plantación se registrará el número de individuos de cada una de las especies establecidas y se dibujará un croquis de la distribución en el cual se dará seguimiento a la sobrevivencia y estado físico.

**Monitoreo de sobrevivencia.** Se sugiere realizar un monitoreo cada dos meses durante el primer cuatrimestre después del establecimiento de la plantación; posteriormente se sugiere efectuar dos monitoreos más, con intervalo de tres meses; durante los monitoreos se contabilizarán los individuos para obtener el índice de sobrevivencia de la plantación, que puede obtenerse mediante la siguiente fórmula (Krebs, 1989)

$$S = \mu_2 / \mu_1 \times 100$$

**Dónde:** S = Porcentaje de individuos vivos en un periodo determinado

$\mu_2$  = Núm. Individuos vivos del segundo monitoreo

$\mu_1$  = Núm. Individuos vivos del primer monitoreo\*

### INFORME DE ACTIVIDADES REALIZADAS.

Para el seguimiento de la plantación se considera como tiempo de ejecución del proyecto por lo menos cuatro meses después del establecimiento.

Al término del periodo programado deberá entregarse el reporte final, para proceder a la liberación del predio de la falta ambiental que motivó la elaboración del proyecto.

### COSTOS DE LA REFORESTACIÓN.

Los costos por mano de obra e insumos que se requieren para establecer 600 plantas por hectárea y la reposición, en su caso, se muestran a continuación; considerando un seguimiento de 12 años.

**Tabla 7.9.** Costo por hectárea de la mano de obra para realizar el proyecto durante doce años.

| CONCEPTO        | JORNALES | COSTO POR JORNAL | AÑO 1             | AÑO 2-12         | SUMAS             |
|-----------------|----------|------------------|-------------------|------------------|-------------------|
| Limpia          | 5        | \$100.00         | \$500.00          |                  | \$500.00          |
| Pocetas         | 5        | \$100.00         | \$500.00          |                  | \$500.00          |
| Transporte      | 3        | \$100.00         | \$300.00          |                  | \$300.00          |
| Plantación      | 3        | \$100.00         | \$300.00          |                  | \$300.00          |
| Replantación    | 2        | \$100.00         | \$200.00          |                  | \$200.00          |
| Fertilización   | 2        | \$100.00         | \$200.00          |                  | \$200.00          |
| Mantenimiento 1 | 1        | \$100.00         | \$100.00          | \$2200.00        | \$2300.00         |
| Mantenimiento 2 | 1        | \$100.00         | \$100.00          | \$2200.00        | \$2300.00         |
| <b>SUMAS</b>    |          |                  | <b>\$2,200.00</b> | <b>\$4400.00</b> | <b>\$6,600.00</b> |

En la tabla anterior se pueden observar los costos anuales por hectárea de la mano de obra necesaria, a emplear durante la vida del proyecto, destacando el primer año, en el que se concentran los costos de preparación del sitio, de la plantación y el mantenimiento, que ascienden a \$ 6,600.

De acuerdo a lo anterior, por ejemplo si se realizara una reforestación de una superficie similar a la afectada por CUSTF (33.3277 ha) el costo por este concepto será de **\$ 219,962.82**.

Los insumos necesarios para el desarrollo del proyecto de reforestación se pueden apreciar en la tabla siguiente.

**Tabla 7.10.** Costo de los principales insumos a utilizar en la reforestación de una hectárea.

| CONCEPTO             | CANTIDAD | COSTO UNITARIO | AÑO 1      | SUMAS      |
|----------------------|----------|----------------|------------|------------|
| Plántulas            | 600      | \$ 3.00        | \$1,800.00 | \$1,800.00 |
| Plantas Replantación | 60       | \$ 3.00        | \$180.00   | \$180.00   |
| Fertilizante (Kg.)   | 10       | \$ 30.00       | \$ 300.00  | \$ 300.00  |
| Otros                | Lote     | \$ 300.00      | \$ 300.00  | \$300.00   |

| CONCEPTO     | CANTIDAD | COSTO UNITARIO | AÑO 1              | SUMAS             |
|--------------|----------|----------------|--------------------|-------------------|
| Herramientas | Lote     | \$3500.00      | \$ 300.00          | \$ 300.00         |
| Agroquímicos | Lote     | \$ 300.00      | \$ 300.00          | \$ 300.00         |
| <b>TOTAL</b> |          |                | <b>\$ 3,180.00</b> | <b>\$3,180.00</b> |

El costo de los insumos requeridos para establecer la reforestación que se plantea en el proyecto es de \$ 3,180.00, por hectárea que se ejercen el primer año del mismo. Por lo tanto, el costo de los insumos que serán requeridos por ejemplo para 33.3277 hectáreas si este fuera la superficie a restaurar asciende a **\$ 105,982.09**.

El monitoreo de la plantación, para observar su sobrevivencia y la presencia de plagas y enfermedades, se realizará efectuando dos visitas en el primer año y dos en el segundo y posteriormente una visita anual durante los años 3 a 5, por lo cual se realizarán 5 visitas de monitoreo con la finalidad de documentar la sobrevivencia y estado que guardan las especies plantadas. Cada visita será de un día, y se estima recorrer 40 kilómetros en el viaje de ida y vuelta saliendo de Playa del Carmen. El costo de cada visita se compone de gasolina (10 litros a \$ 14.00 por litro: \$ 140.00, honorarios de un técnico que toma la información (\$ 500.00), otros costos imprevistos (\$ 50.00).

En total, cada viaje de monitoreo que se realice tendrá un costo de **\$ 690.00**; por lo tanto, el costo de los cinco viajes para monitorear el estado de la reforestación tendrá un costo estimado de **\$ 3,450.00**

**Tabla 7.11.** Resumen de costos para reforestar en el área de estudio.

| CONCEPTO                    | CANTIDAD             |
|-----------------------------|----------------------|
| Mano de obra en el proyecto | \$219,962.82         |
| Insumos mínimos necesarios  | \$105,982. 09        |
| Visitas técnicas            | \$3,450.00           |
| <b>TOTAL</b>                | <b>\$ 329,394.91</b> |

Considerando lo anterior, el costo de establecimiento, mantenimiento y monitoreo de la población de árboles durante 12 años para las 33.3277 ha de reforestación, sería de **\$ 329,394.91**. A partir del año 5 en adelante y hasta el año 12, la población debe continuar su desarrollo en forma normal, para entonces ya habrá llegado a los valores máximos que existen en el estado actual y requerirá solamente de acciones de prevención y protección para evitar incendios, plagas y enfermedades que la afecten.



*CONSTRUCTORA DALGO S.A. DE C.V.*

# CAPITULO VIII

PRONÓSTICOS AMBIENTALES REGIONALES  
Y EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS



**sica**

Servicios de Ingeniería  
y Consultoría Ambiental SCP



## CAPITULO VIII.

|   |          |
|---|----------|
| <b>CAPÍTULO VIII. PRONÓSTICOS AMBIENTALES REGIONALES Y EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS .....</b> | <b>2</b> |
| VIII.1 DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DEL ESCENARIO SIN PROYECTO. ....                              | 2        |
| VIII.2 DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DEL ESCENARIO CON PROYECTO. ....                              | 4        |
| VIII.3 DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DEL ESCENARIO CONSIDERANDO LAS MEDIDAS DE MITIGACIÓN.....     | 4        |
| VIII.4 PRONÓSTICO AMBIENTAL.....  | 6        |
| VIII.5 EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS. ....   | 7        |

# VIII CAPÍTULO VIII. PRONÓSTICOS AMBIENTALES REGIONALES Y EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS

## VIII.1 DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DEL ESCENARIO SIN PROYECTO.

De acuerdo a los trabajos de campo y revisiones bibliográficas se da el siguiente diagnóstico ambiental del área de estudio:

**FLORA Y VEGETACIÓN.** Las características de vegetación del predio corresponden a una vegetación secundaria derivada de una selva mediana subperennifolia. De acuerdo a los trabajos de campo se registró una composición florística del área bajo estudio de se registraron 35 familias 77 géneros y 92 especies.

La composición, estructura y diversidad por estratos de la vegetación dentro del predio pretendido para el CUSTF consisten en lo siguiente:

Dentro del **estrato herbáceo** se registró una riqueza específica de 54 especies. De acuerdo a las estimaciones del VIR indican que las especies más representativas fueron la *Gymnopodium floribundum* (23.14%), *Serjania adiantoides* (17.09%) y *Ardisia escallonioides* (12.39%). En cuanto a la estimación del índice de diversidad de Shannon-Wiener indica que para el estrato herbáceo se tuvo un valor de 3.6562 y la comunidad vegetal en este estrato se encuentra cercana a la máxima recuperación de acuerdo al índice de equidad  $J=0.91$ .

En el **estrato arbustivo** se registró una riqueza específica de 48 especies. De acuerdo a las estimaciones del VIR indican que las especies más representativas fueron la *Gymnopodium floribundum* (30.77%) seguida de *Neea choriophylla* (29.90%) y *Croton reflexifolius* (17.87%). En cuanto a la estimación del índice de diversidad de Shannon-Wiener indica que para el estrato arbustivo se tuvo un valor de 3.38 y la comunidad vegetal en este estrato se encuentra en recuperación de acuerdo al índice de equidad  $J=0.87$ .

Por último, en el **estrato arbóreo** se registró una riqueza específica de 44 especies. De acuerdo a las estimaciones del VIR indican que las especies más representativas fueron la *Ficus pertusa* (30.75%), *Lysiloma latisiliquum* (30.00%), y *Manilkara zapota* (29.52%). En cuanto a la estimación del índice de diversidad de Shannon-Wiener indica que para el estrato arbóreo se tuvo un valor de 3.41 y la comunidad vegetal en este estrato se encuentra en recuperación de acuerdo al índice de equidad  $J=0.90$ .

Dentro del área del predio se observaron algunos individuos de la especie *Zamia loddigesii* y *Thrinax radiata* catalogadas en la NOM-059-SEMARMAT-2010 como especies

amenazada. Así mismo se registraron 26 especies endémicas de la región Península de Yucatán.

La vegetación predominante en el sitio del 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 la subcuenca Quintana Roo con aproximadamente el 74% de Selva mediana subperennifolia y 5 % de vegetación secundaria derivada de la selva antes mencionada. 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.

No obstante a lo anterior, de acuerdo a comparaciones realizadas entre el predio y subcuenca Quintana Roo indican que el predio es menos diverso, complejo y en recuperación aun todavía.

En el área de influencia directa del proyecto se identifican áreas sin vegetación aparente que representan fragmentos que permanecen actualmente sin cobertura vegetal que están ocupadas por: los asentamientos humanos, las carreteras y los caminos de terracería.

**FAUNA.** En base a los trabajos de campo se registraron 72 especies pertenecientes a 33 familias de vertebrados. En cuanto a importancia y representatividad por grupos faunísticos se tiene que las aves son las más importantes (76%), seguido de reptiles (13%), Mamíferos (8%) y por último, los anfibios con el 3%.

Para el grupo faunístico de **Anfibios** se registró una riqueza específica de 2 especies con abundancia de 8 individuos. El índice de Shannon-Wiener, Simpson y Equidad indica un valor de 0.56, 0.37 y 0.81. Lo anterior indica que la población de anfibios se encuentra en recuperación dentro del ecosistema bajo estudio.

Los **Reptiles** registraron una riqueza específica de 9 especies con abundancia de 33 individuos. El índice de Shannon-Wiener, Simpson y Equidad indica un valor de 1.88, 0.80 y 0.85. Lo anterior indica que la población de reptiles se encuentra en recuperación dentro del ecosistema bajo estudio.

Para el caso de las **Aves** fueron se registradas una riqueza específica de 55 especies con abundancia de 245 individuos. El índice de Shannon-Wiener, Simpson y Equidad indica un valor de 3.66, 0.96 y 0.91. Lo anterior indica que la población de aves se encuentra cercana a alcanzar el estado climax de la población dentro del ecosistema bajo estudio.

Por último, los **Mamíferos** permitieron un registro de 6 especies con abundancia de 54 individuos. El índice de Shannon-Wiener, Simpson y Equidad indica un valor de 1.06, 0.58 y 0.66. Lo anterior indica que la población de mamíferos se encuentra lejano a alcanzar el estado climax de la población dentro del ecosistema bajo estudio.

Se reportan 6 especies de fauna Silvestre catalogada bajo alguna categoría de riesgo según la Norma Mexicana y 7 especies endémicas de la Región Península de Yucatán.

Este es la carga biótica y parte importante de la biodiversidad protegida presente dentro del área de afectación por el CUSTF. Sin embargo, debido a la vegetación presente en el área de estudio es secundaria derivada de selva mediana subcaducifolia con vocación forestal, cuya riqueza y diversidad de especies se encuentra por debajo a los registrados en otras áreas con características similares de vegetación (selva mediana subperennifolia) del estado de Quintana Roo y de la subcuenca Quintana Roo.

**SUELO.** En el área de estudio se observó suelos de tipo Litosol con incrustaciones de Rendzina y con afloramientos de roca.

**AGUA.** No se observaron cuerpos de agua superficial en el área de estudio.

## VIII.2 DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DEL ESCENARIO CON PROYECTO.

La remoción de la vegetación secundaria derivada de una selva mediana subperennifolia en una superficie de 33.3277 ha, representa el 21.81% de la superficie total del predio bajo estudio (0.0031% de la selva mediana subperennifolia de la Subcuenca Quintana Roo), donde ocasiona una modificación al paisaje. La eliminación de la vegetación y de la capa superficial del suelo afecta de manera parcial este predio, pero sus impactos son locales. Esta remoción de vegetación y suelo no pone en riesgo ninguna especie protegida, ni compromete la biodiversidad, no provoca la contaminación del suelo, ni del manto acuífero.

Durante las labores de desmonte y despalme también se verá afectada de manera temporal y local la calidad del aire, ya que se generan gases, polvos y contaminación sonora provenientes del equipo y maquinaria a utilizar. El suelo se verá afectado debido a que se removerá la capa superficial, se favorece la pérdida de suelo y la erosión de la misma al exponer sus partículas al aire en la temporada de sequía y al agua en la temporada de lluvia y se provoca su destrucción por los cortes y movimientos de tierra para la nivelación del terreno. Una vez que se realicen las compactaciones de terraplenes y asientos se reduce la capacidad de infiltración del agua de lluvia de manera puntual. En general existe una modificación del paisaje y de las condiciones micro-climáticas locales del área afectada.

La construcción de este escenario se realiza tomando como base las tendencias esperadas de cambio descritas anteriormente y sobreponiendo los impactos ambientales relevantes (severos o críticos) que generaría el proyecto en este predio.

## VIII.3 DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DEL ESCENARIO CONSIDERANDO LAS MEDIDAS DE MITIGACIÓN.

El proyecto contempla la protección de 119.4882 hectáreas como área de conservación (78.19% de la superficie total del predio) que permanecerá con suelo natural y vegetación nativa típica de la selva mediana subperennifolia. Estas áreas serán respetadas en cuanto a la flora y fauna silvestre que se encuentren en ellas y su contribución es significativa para mantener a largo plazo la representatividad de las especies de flora y fauna típicas de la región. Por otro lado esta área también protegerá el tipo de suelo presente en la

zona de estudio, Litosol-Rendzina. Esta área es de suma importante; pues permitirá la continuidad en la prestación de servicios ambientales diversos (protección del suelo y formación del mismo, captación de agua en cantidad y calidad, protección de la biodiversidad, protección de terrenos forestales, generación de oxígeno y captura de carbono, etc) en la región.

Debido a la importancia que enmarca la medida de mitigación (permanencia de áreas de conservación) anterior se deberá delimitar y colocar señalamientos donde se advierta la prohibición del uso de esta zona como tiradero o cualquier otro uso diferente al de conservar.

Antes de llevar a cabo el CUSTF (desmote y despalme) se implementará un Programa de rescate y reubicación de especies forestales a afectar por el CUSTF y un Programa de acción para la protección de la fauna silvestre con la finalidad de contribuir a la protección y conservación de la flora y fauna silvestre de importancia ecológica de la región.

En el momento del CUSTF se recomienda que el desmote se inicie manualmente y posteriormente con la participación de maquinaria pesada. El desmote deberá realizarse conforme al avance del proyecto para permitir a la fauna presente trasladarse hacia los sitios vecinos que aún conservan vegetación natural y a su vez, exposición del suelo a intemperismos que pudieran provocar erosión del mismo. De igual manera para evitar afectar la vegetación en áreas diferentes a las solicitadas para CUSTF se aplicara un Procedimiento de desmote direccionado del arbolado, cuya finalidad es la proteger la integridad de la vegetación de las colindancias.

Se implementara la aplicación de un procedimiento de manejo de residuos sólidos urbanos y residuos peligrosos que evitara la contaminación de contaminación del suelo y el agua de la región.

La medida de mitigación al impacto ocasionado al suelo por la conformación de los terraplenes, se deberán humedecer las áreas de nivelación, rodamiento y volcamiento de material pétreo, para evitar la emisión de polvos hacia la atmósfera.

Por otro lado, en relación con la medida de mitigación al impacto que ocasionaría la defecación al aire libre, se deberá instalar 1 sanitario portátil por cada 20 trabajadores desde el inicio de la obra hasta la finalización del CUSTF y la etapa de construcción. Para evitar la defecación al aire libre, todos los trabajadores durante el desmote o remoción de vegetación del proyecto y construcción, deberán utilizar los sanitarios portátiles que se instalarán temporalmente en la obra. Los sanitarios o letrinas portátiles deberán recibir mantenimiento periódicamente por la empresa prestadora del servicio.

Para mitigar el impacto ocasionado por la generación de ruido, la maquinaria que se empleará durante el desarrollo del proyecto deberá contar con sistemas de reducción de ruido (mofles y/o silenciadores) para no rebasar los límites permitidos por la NOM-081-SEMARNAT-1994, para fuentes móviles además de ajustarse al horario permitido por la misma.

La aplicación de los procedimientos y programas citados en los párrafos siguientes evitara daños a la vegetación presente en áreas no solicitadas para el CUSTF y a la fauna silvestre. Así mismo, evitara la contaminación del suelo y el agua de la región. Aunado a

lo anterior el proyecto propone la permanencia de áreas de conservación con especies de plantas nativas, fauna y suelos típicos de la región que permitirán llevar a cabo servicios ambientales como la captación del agua, captura de carbono, liberación de oxígeno, continuidad en la formación y protección de los suelos, y la protección de la biodiversidad misma.

Respetando las restricciones de construcción se garantiza la persistencia de las agrupaciones vegetales representativas del sitio; siempre y cuando se dé cabal cumplimiento a las medidas de mitigación propuestas y a los criterios establecidos en los instrumentos de planeación ambiental vigentes.

#### VIII.4 PRONÓSTICO AMBIENTAL.

El desplante de este proyecto contempla la remoción de la vegetación para el CUSTF con el propósito de llevar a cabo la “Emplazamiento del aeródromo de Playa del Carmen en un predio de 152.815879 ha” que se localiza en la carretera federal 307, km 277+162 del tramo Puerto Aventuras - Playa del Carmen, con una desviación al oeste de 9 km, en el municipio de Solidaridad, Quintana Roo, en un predio particular es congruente con el escenario que se tiene considerado en los instrumentos de planeación estatal y municipal (Plan Estatal de Desarrollo 2011-2016, Plan Municipal de Desarrollo (2012-2016), Programa Director de Desarrollo Urbano 2001-2026 de Playa del Carmen, Municipio de Solidaridad, Quintana Roo, Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Solidaridad, Quintana Roo (POELMS)). Por lo que el proyecto no se contrapone absolutamente a los planes y programas rectores de desarrollo anteriormente planteados.

No se afectara en lo absoluto áreas de importancia biológica como Región Hidrológica Prioritaria, Región Marina Prioritaria, Región Terrestre Prioritaria, Área Natural Protegida, Áreas de Importancia para la protección de las Aves, Corredores Biológicos, por lo tanto el proyecto es totalmente congruente y viable ambientalmente.

Actualmente, en el sistema ambiental de este proyecto existen numerosos asentamientos humanos dispersos y extensas áreas con vegetación secundaria en recuperación, de igual manera en el área de influencia de este proyecto prevalecen condiciones semejantes aunque varían en proporción. De igual manera dentro del predio, por las características y condiciones de desarrollo de la vegetación, se reconocen que estas comunidades se han visto severamente afectadas por diversos fenómenos y actividades en años anteriores.

Conforme al **Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Solidaridad, Quintana Roo (POELMS)**, indica que el proyecto se encuentra inmerso dentro de la UGA 5. Corredor cárstico, cuya vocación de uso del suelo en la zona es Área Natural y con usos condicionados como el de EQUIPAMIENTO. El proyecto pretendido (construcción del aeródromo de Playa del Carmen) es una infraestructura para el equipamiento principalmente turístico de la región. No obstante a lo anterior, el proyecto plantea mitigar los impactos adversos al ambiente, mediante la implementación de programas y medidas preventivas y/o correctivas, como desmontes incontrolados, defecación al aire libre y el manejo adecuado de los residuos, como también llevar a cabo

acciones de reforestación y conservación de especies de flora nativa en las áreas de conservación asignadas por el proyecto.

Una vez concluida la remoción de la vegetación en una superficie de 33.3277 ha que representa el 21.81% de la superficie total del predio, se produce una modificación al paisaje del área, misma que se mitiga con los programas de rescate y reubicación usando técnicas de reforestación, no poniendo en riesgo ninguna especie en protección, ni la biodiversidad, no provocando contaminación del suelo, ni del manto acuífero, por efecto de la generación de residuos sólidos y la defecación al aire libre, ya que se contemplan medidas de prevención aplicables como se señalan en los numerales anteriores.

El proyecto contempla la delimitación de las áreas de conservación las cuales serán respetadas en cuanto a la flora y fauna silvestre que se encuentran en estas, posteriormente en estas áreas serán reubicadas usando técnicas de reforestación las especies nativas producto del rescate de las especies forestales en el área de CUSTF.

### VIII.5 EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS.

El área en el cual se pretende realizar el Cambio de Uso del Suelo en Terrenos Forestales para el proyecto “Emplazamiento del aeródromo de Playa del Carmen en un predio de 152.815879 ha” que se localiza en la carretera federal 307, km 277+162 del tramo Puerto Aventuras - Playa del Carmen, con una desviación al oeste de 9 km, en el municipio de Solidaridad, Quintana Roo, es considerado el terreno idónea para el mismo. Este predio está poblado por una vegetación secundaria derivada de selva mediana secundaria subperennifolia en donde el uso (vías generales de comunicación, Aeródromo) que se pretende llevar a cabo en dicho sitio no se contraponen con los usos permitidos en la zona de acuerdo al POELMS.

Como se ha demostrado en los apartados anteriores el presente CUSTF para el proyecto no afectara de manera importante la calidad y cantidad de agua, no erosionara al suelo, no afectara la biodiversidad y el proyecto es más productivo a largo plazo a si en la región se siguiera llevando a cabo los usos actuales del predio.

El proyecto enmarca una gran importancia económica en la región en la gran oportunidad de brindar servicios de traslado aéreo al turismo nacional e internacional, generación de empleos a los habitantes de la región y abatir el actual peligro que enfrenta la población de Playa de Carmen ante posibles accidente aéreos que pudieran darse por la presencia de la mancha urbana al actual aeródromo.

El área en donde se pretende llevar a cabo el proyecto no se puede considerar como un ecosistema excepcionalmente conservado; ya que se encuentra en un estado de recuperación baja-mediana cuya vegetación se encuentra poblada con elementos arbustivos y arbóreos con un diámetro normal y altura promedio de 12.8 cm y 7.8 m, respectivamente. De manera general se observó una vegetación totalmente entremezclada sin una clara definición de los estratos herbáceo, arbustivo y arbóreo. La vegetación presenta una composición, estructura y diversidad de menor valor que el presenta en la cuenca, tal como se demostró en el capítulo correspondiente.

En cuanto a la fauna silvestre se registraron especies generalmente presentes en áreas abiertas y perturbadas por la actividad antropogénica o causas naturales tales como los huracanes o incendios forestales.