

SEMARNAT

SECRETARÍA DE
MEDIO AMBIENTE
Y RECURSOS NATURALES



AL PÚBLICO EN GENERAL

EL CONTENIDO DE ESTE ARCHIVO NO PODRÁ SER ALTERADO O MODIFICADO TOTAL O PARCIALMENTE, TODA VEZ QUE PUEDE CONSTITUIR EL DELITO DE FALSIFICACIÓN DE DOCUMENTOS DE CONFORMIDAD CON EL ARTÍCULO 244, FRACCIÓN III DEL CÓDIGO PENAL FEDERAL, QUE PUEDE DAR LUGAR A UNA SANCIÓN DE **PENA PRIVATIVA DE LA LIBERTAD** DE SEIS MESES A CINCO AÑOS Y DE CIENTO OCHENTA A TRESCIENTOS SESENTA DÍAS MULTA.

DIRECCIÓN GENERAL DE
IMPACTO Y RIESGO
AMBIENTAL



TRESRIOS

CAPÍTULO I.

***DATOS GENERALES DEL
PROYECTO, DEL PROMOVENTE Y
DEL RESPONSABLE DEL ESTUDIO
DE IMPACTO AMBIENTAL.***

Contenido.

| | |
|--|----|
| I.1. Datos generales del proyecto..... | 2 |
| I.1.1. Nombre del proyecto..... | 2 |
| I.1.2. Ubicación del proyecto..... | 2 |
| I.1.3. Duración del proyecto..... | 11 |
| I.2. Datos generales del Promovente..... | 11 |
| I.2.1. Nombre o Razón Social..... | 11 |
| I.2.2. Registro Federal de Contribuyentes del Promovente..... | 11 |
| I.2.3. Nombre y Cargo del Representante Legal..... | 12 |
| I.2.4. Dirección del Promovente o de su Representante Legal para oír y recibir notificaciones..... | 12 |
| I.3. Nombre del Responsable Técnico de la Manifestación de Impacto Ambiental..... | 17 |
| I.3.1. Datos del Responsable Técnico..... | 17 |
| 1.3.1.1. Nombre del Responsable Técnico..... | 17 |
| 1.3.1.2. Registro Federal de Contribuyentes o CURP del Responsable Técnico..... | 18 |
| 1.3.1.3. Dirección del Responsable Técnico..... | 18 |

Tablas.

| | |
|--|----|
| Tabla I. 1. Coordenadas Geográficas y UTM extremas donde se ubicará el proyecto..... | 3 |
| Tabla I. 2. Programa de Trabajo..... | 11 |

Fotografía.

| | |
|---|----|
| Fotografía I. 1. Vista aérea del Estero las Garzas..... | 8 |
| Fotografía I. 2. Vista aérea de la ubicación del predio del proyecto..... | 9 |
| Fotografía I. 3. Vista aérea de la ubicación del predio del proyecto..... | 10 |

Imagen.

| | |
|---|----|
| Imagen I. 1. Localización del proyecto..... | 4 |
| Imagen I. 2. Vista Satelital..... | 5 |
| Imagen I. 3. Vías de Acceso al Proyecto..... | 6 |
| Imagen I. 4. Coordenadas del Predio del Proyecto..... | 7 |
| Imagen I. 5. Domicilio Fiscal del Promovente..... | 13 |
| Imagen I. 6. Vías de Acceso del Domicilio Fiscal del Promovente..... | 14 |
| Imagen I. 7. Domicilio para Oír y Recibir Notificaciones del Promovente en la Ciudad de México..... | 15 |
| Imagen I. 8. Vías de Acceso para Oír y Recibir Notificaciones del Promovente en la Ciudad de México..... | 16 |
| Imagen I. 9. Cédula de Licenciatura..... | 17 |
| Imagen I. 10. Domicilio para Oír y Recibir Notificaciones del responsable de la Elaboración del Estudio en Materia de Impacto Ambiental..... | 19 |
| Imagen I. 11. Vías de Acceso para Oír y Recibir Notificaciones del responsable de la Elaboración del Estudio en Materia de Impacto Ambiental..... | 20 |

I.1. Datos generales del proyecto.

El proyecto que se pretende realizar consiste en extender el estero Las Garzas, asociándolo hidrodinámicamente a un sistema de canales artificiales con funcionamiento estuarino natural y litorales con manglar tipo fisonómico de borde, con la finalidad que el manglar tipo matorral actual al vincularse a un canal artificial incremente su estructura forestal y aumente a la vez los bienes, servicios y atributos ambientales del ecosistema de manglar; así como su resiliencia a periodos de sequía e impacto por huracanes y tormentas tropicales, todo esto bajo el proyecto denominado "**Proyecto de Mejora Hidro-Ecológica del Estero las Garzas**" el cual tiene una pretendida ubicación al sur de Punta Maroma, en el Km. 301 de la Carretera Federal 307 Chetumal-Puerto Juárez, Municipio de Solidaridad, Estado de Quintana Roo, en los predios del proyecto integral "**Desarrollo Tres Ríos**". Actualmente el proyecto "**Desarrollo Tres Ríos**" es propiedad de la empresa "**Ecoturismo Tres Ríos S.A. de C.V.**", misma que opera bajo un concepto de planificación, diseño y construcción basado en un esquema de sustentabilidad ambiental y conservación de los ecosistemas y recursos del terreno y, considera una contribución al desarrollo global de la región a través de la generación de beneficios sociales y económicos para la población local, siendo todo esto la base del proyecto que ponemos a su consideración. El "**Proyecto de Mejora Hidro-Ecológica del Estero las Garzas**" consiste en el establecimiento de un Sistema de Canales, con una superficie total de construcción de 90,902.89 m² (9.090 ha), con un presupuesto estimado para llevarlo a cabo de \$90,492,436.87 (Noventa Millones Cuatrocientos Noventa y Dos Mil Cuatrocientos Treinta y Seis Pesos M.N).

I.1.1. Nombre del proyecto.

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL
"PROYECTO DE MEJORA HIDRO-ECOLÓGICA DEL ESTERO LAS GARZAS", SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.

I.1.2. Ubicación del proyecto.

El proyecto se ubicará en el Km. 301 de la Carretera Federal 307 Chetumal-Puerto Juárez, municipio de Solidaridad, Quintana Roo. El Estado de Quintana Roo tiene una superficie de 50,843 km², que representan 2.2 % del territorio nacional, y se localiza al Sureste de México en la porción oriental de la Península de Yucatán, sus coordenadas geográficas son al norte 21°36', al sur 19°49' de latitud norte; al este 86°43', al oeste 89°25' de longitud oeste. La posición geográfica que tiene en el del país colinda con otros lugares, al norte con el Golfo de México a lo largo de 165 km de costa, al este el Mar Caribe, al sur limita con Belice y Republica de Guatemala, al oeste con el estado de Campeche y noroeste con Yucatán. El Estado se conforma por 11 municipios, siendo el Municipio de Solidaridad donde se encuentra inmerso nuestro proyecto.

- El Municipio de Solidaridad se ubica en la porción norte del estado mexicano de Quintana Roo. Su cabecera municipal es la ciudad de Playa del Carmen. Está localizado geográficamente entre las coordenadas geográficas extremas, al Norte 20°45', al Sur 19°46' de latitud Norte; al este 86°57' y al Oeste 88°05' longitud Oeste, del meridiano de Greenwich. Colinda al Norte con el estado de Yucatán y con los Municipios de Lázaro Cárdenas y Benito Juárez; al este con el Mar Caribe y el Municipio de Cozumel; al sur con el Mar Caribe y el Municipio de Felipe Carrillo Puerto y al oeste con el Municipio de Felipe Carrillo Puerto y el estado de Yucatán. El municipio tiene una extensión de 2,204.73 km², lo que representa el 8.35% de la superficie del Estado, siendo Punta Maroma el lugar donde se encuentra inmerso nuestro proyecto.
 - Punta Maroma está localizada en la costa del Mar Caribe, dentro de la zona turística conocida como la Riviera Maya a 35.3 kilómetros del aeropuerto internacional Cancún y a unos 10 kilómetros al noreste de Playa del Carmen. Pertenece al municipio de Solidaridad.

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL "PROYECTO DE MEJORA HIDRO-ECOLÓGICA DEL ESTERO LAS GARZAS", SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.

En la siguiente tabla se muestran las coordenadas del proyecto, calculadas con el datum WGS84, para la zona 16N.

Tabla I. 1. Coordenadas Geográficas y UTM extremas donde se ubicará el proyecto.

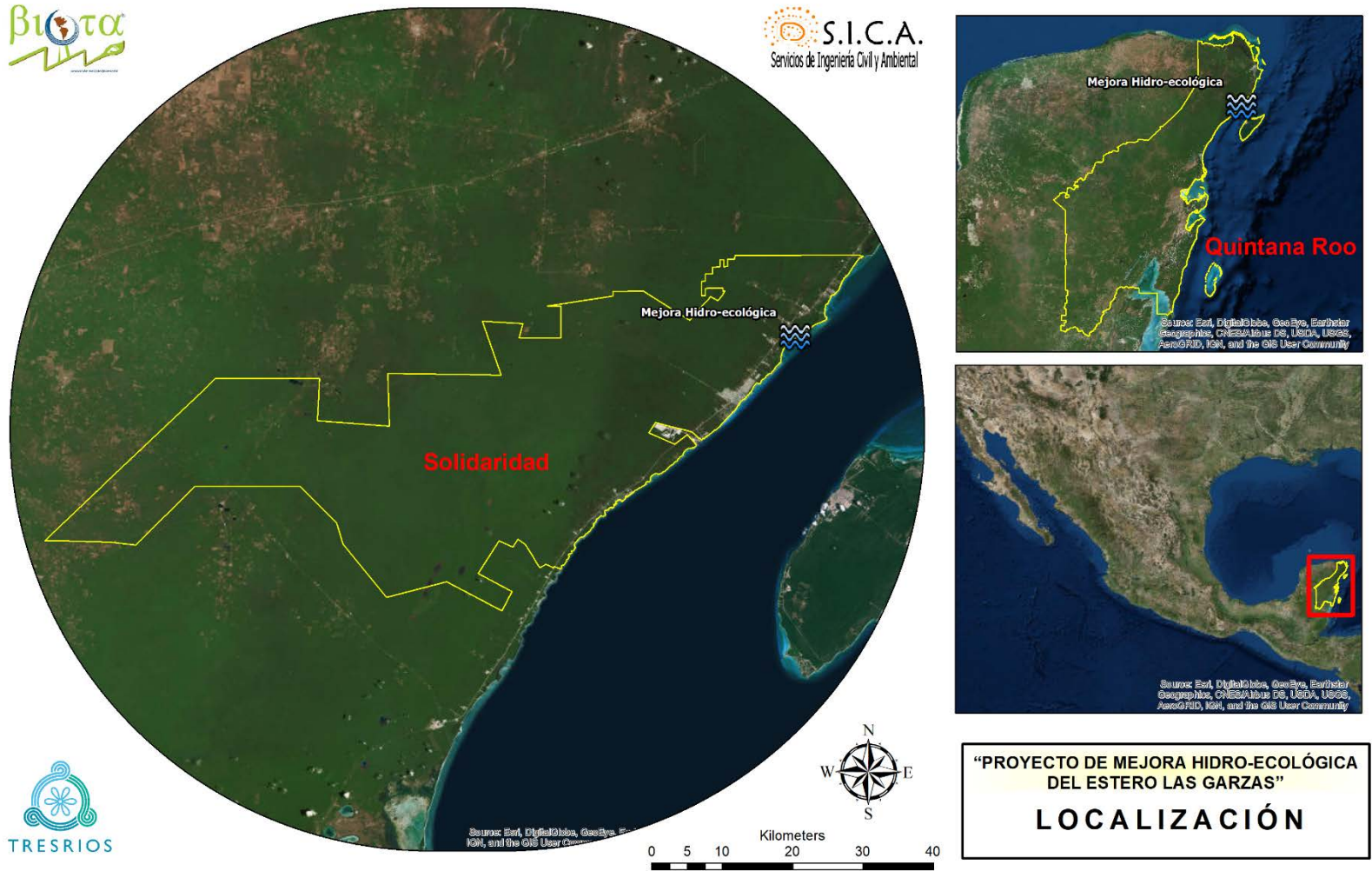
| COORDENADAS UTM DEL PROYECTO | | | | | | | | | |
|------------------------------|-----------|------------|-----------------|------------------|-----|-----------|------------|-----------------|------------------|
| FID | UTM | | GEOGRÁFICAS | | FID | UTM | | GEOGRÁFICAS | |
| | ESTE | NORTE | LATITUD | LONGITUD | | ESTE | NORTE | LATITUD | LONGITUD |
| 0 | 500102.73 | 2290092.61 | 20° 42' 37.285" | -86° 59' 56.448" | 52 | 499365.21 | 2289592.78 | 20° 42' 21.026" | -87° 0' 21.946" |
| 1 | 500045.62 | 2290117.27 | 20° 42' 38.088" | -86° 59' 58.423" | 53 | 499460.09 | 2289585.30 | 20° 42' 20.783" | -87° 0' 18.666" |
| 2 | 499974.90 | 2290137.54 | 20° 42' 38.747" | -87° 0' 0.868" | 54 | 499576.39 | 2289566.77 | 20° 42' 20.180" | -87° 0' 14.645" |
| 3 | 499944.05 | 2290035.98 | 20° 42' 35.444" | -87° 0' 1.934" | 55 | 499677.75 | 2289612.63 | 20° 42' 21.672" | -87° 0' 11.141" |
| 4 | 499898.18 | 2289971.60 | 20° 42' 33.349" | -87° 0' 3.520" | 56 | 499663.20 | 2289584.04 | 20° 42' 20.742" | -87° 0' 11.644" |
| 5 | 499928.79 | 2290064.37 | 20° 42' 36.367" | -87° 0' 2.462" | 57 | 499630.47 | 2289536.44 | 20° 42' 19.193" | -87° 0' 12.775" |
| 6 | 499950.43 | 2290135.79 | 20° 42' 38.690" | -87° 0' 1.714" | 58 | 499686.93 | 2289535.47 | 20° 42' 19.162" | -87° 0' 10.824" |
| 7 | 499915.69 | 2290186.04 | 20° 42' 40.325" | -87° 0' 2.915" | 59 | 499729.76 | 2289541.72 | 20° 42' 19.365" | -87° 0' 9.343" |
| 8 | 499863.17 | 2290203.43 | 20° 42' 40.890" | -87° 0' 4.731" | 60 | 499671.33 | 2289559.49 | 20° 42' 19.943" | -87° 0' 11.363" |
| 9 | 499813.64 | 2290204.43 | 20° 42' 40.923" | -87° 0' 6.443" | 61 | 499711.39 | 2289616.37 | 20° 42' 21.794" | -87° 0' 9.978" |
| 10 | 499789.60 | 2290249.68 | 20° 42' 42.395" | -87° 0' 7.274" | 62 | 499734.03 | 2289635.04 | 20° 42' 22.401" | -87° 0' 9.195" |
| 11 | 499754.23 | 2290209.57 | 20° 42' 41.090" | -87° 0' 8.497" | 63 | 499749.22 | 2289691.45 | 20° 42' 24.372" | -87° 0' 8.670" |
| 12 | 499758.15 | 2290181.82 | 20° 42' 40.187" | -87° 0' 8.362" | 64 | 499783.75 | 2289667.77 | 20° 42' 23.466" | -87° 0' 7.476" |
| 13 | 499716.51 | 2290175.51 | 20° 42' 39.982" | -87° 0' 9.801" | 65 | 499760.00 | 2289716.90 | 20° 42' 25.064" | -87° 0' 8.297" |
| 14 | 499674.06 | 2290197.33 | 20° 42' 40.692" | -87° 0' 11.269" | 66 | 499787.71 | 2289726.90 | 20° 42' 25.389" | -87° 0' 7.339" |
| 15 | 499619.04 | 2290193.54 | 20° 42' 40.569" | -87° 0' 13.171" | 67 | 499799.99 | 2289755.95 | 20° 42' 26.334" | -87° 0' 6.915" |
| 16 | 499661.60 | 2290161.30 | 20° 42' 39.520" | -87° 0' 11.699" | 68 | 499823.49 | 2289763.62 | 20° 42' 26.584" | -87° 0' 6.102" |
| 17 | 499715.79 | 2290163.47 | 20° 42' 39.591" | -87° 0' 9.826" | 69 | 499838.92 | 2289794.09 | 20° 42' 27.575" | -87° 0' 5.569" |
| 18 | 499688.56 | 2290129.93 | 20° 42' 38.500" | -87° 0' 10.767" | 70 | 499854.98 | 2289826.56 | 20° 42' 28.631" | -87° 0' 5.014" |
| 19 | 499620.97 | 2290092.57 | 20° 42' 37.284" | -87° 0' 13.104" | 71 | 499874.43 | 2289849.32 | 20° 42' 29.372" | -87° 0' 4.341" |
| 20 | 499549.74 | 2290126.98 | 20° 42' 38.403" | -87° 0' 15.567" | 72 | 499891.46 | 2289897.31 | 20° 42' 30.933" | -87° 0' 3.753" |
| 21 | 499487.79 | 2290203.48 | 20° 42' 40.892" | -87° 0' 17.709" | 73 | 499913.09 | 2289945.47 | 20° 42' 32.499" | -87° 0' 3.005" |
| 22 | 499427.43 | 2290276.18 | 20° 42' 43.257" | -87° 0' 19.795" | 74 | 499961.27 | 2290030.41 | 20° 42' 35.262" | -87° 0' 1.339" |
| 23 | 499348.90 | 2290301.95 | 20° 42' 44.095" | -87° 0' 22.511" | 75 | 499993.78 | 2290092.93 | 20° 42' 37.296" | -87° 0' 0.215" |
| 24 | 499297.27 | 2290273.93 | 20° 42' 43.183" | -87° 0' 24.295" | 76 | 500047.22 | 2290099.34 | 20° 42' 37.505" | -86° 59' 58.368" |
| 25 | 499238.60 | 2290244.41 | 20° 42' 42.223" | -87° 0' 26.324" | 77 | 499912.82 | 2290072.83 | 20° 42' 36.642" | -87° 0' 3.014" |
| 26 | 499185.78 | 2290176.77 | 20° 42' 40.023" | -87° 0' 28.150" | 78 | 499932.56 | 2290133.40 | 20° 42' 38.613" | -87° 0' 2.331" |
| 27 | 499081.30 | 2290143.22 | 20° 42' 38.931" | -87° 0' 31.762" | 79 | 499908.29 | 2290169.15 | 20° 42' 39.775" | -87° 0' 3.171" |
| 28 | 498994.16 | 2290163.87 | 20° 42' 39.603" | -87° 0' 34.775" | 80 | 499867.58 | 2290186.22 | 20° 42' 40.331" | -87° 0' 4.578" |
| 29 | 498920.61 | 2290191.82 | 20° 42' 40.512" | -87° 0' 37.318" | 80 | 499867.58 | 2290186.22 | 20° 42' 38.232" | -87° 0' 5.193" |
| 30 | 498849.74 | 2290282.09 | 20° 42' 43.448" | -87° 0' 39.768" | 81 | 499849.80 | 2290121.72 | 20° 42' 35.654" | -87° 0' 6.358" |
| 31 | 498826.72 | 2290283.52 | 20° 42' 43.495" | -87° 0' 40.564" | 82 | 499816.10 | 2290042.45 | 20° 42' 34.547" | -87° 0' 4.593" |
| 32 | 498836.17 | 2290253.44 | 20° 42' 42.516" | -87° 0' 40.237" | 83 | 499867.15 | 2290008.41 | 20° 42' 40.280" | -87° 0' 5.633" |
| 33 | 498864.98 | 2290252.71 | 20° 42' 42.492" | -87° 0' 39.241" | 84 | 499837.06 | 2290184.67 | 20° 42' 39.359" | -87° 0' 6.493" |
| 34 | 498911.37 | 2290183.96 | 20° 42' 40.256" | -87° 0' 37.637" | 85 | 499812.20 | 2290156.35 | 20° 42' 38.989" | -87° 0' 7.376" |
| 35 | 498986.93 | 2290153.68 | 20° 42' 39.271" | -87° 0' 35.025" | 86 | 499786.64 | 2290144.97 | 20° 42' 36.825" | -87° 0' 7.842" |
| 36 | 499083.26 | 2290131.92 | 20° 42' 38.563" | -87° 0' 31.694" | 87 | 499773.18 | 2290078.45 | 20° 42' 35.757" | -87° 0' 6.992" |
| 37 | 499189.38 | 2290157.52 | 20° 42' 39.396" | -87° 0' 28.026" | 88 | 499797.76 | 2290045.61 | 20° 42' 38.094" | -87° 0' 5.972" |
| 38 | 499234.69 | 2290108.32 | 20° 42' 37.796" | -87° 0' 26.459" | 89 | 499827.26 | 2290117.45 | 20° 42' 39.752" | -87° 0' 7.902" |
| 39 | 499308.98 | 2290073.80 | 20° 42' 36.673" | -87° 0' 23.891" | 90 | 499771.43 | 2290168.43 | 20° 42' 39.463" | -87° 0' 8.878" |
| 40 | 499373.67 | 2290018.56 | 20° 42' 34.876" | -87° 0' 21.654" | 91 | 499743.22 | 2290159.54 | 20° 42' 38.137" | -87° 0' 10.548" |
| 41 | 499406.42 | 2289944.46 | 20° 42' 32.466" | -87° 0' 20.522" | 92 | 499694.92 | 2290118.79 | 20° 42' 36.848" | -87° 0' 12.654" |
| 42 | 499480.06 | 2289904.83 | 20° 42' 31.177" | -87° 0' 17.976" | 93 | 499633.98 | 2290079.17 | 20° 42' 35.408" | -87° 0' 12.535" |
| 43 | 499548.01 | 2289843.38 | 20° 42' 29.178" | -87° 0' 15.626" | 94 | 499637.44 | 2290034.89 | 20° 42' 35.068" | -87° 0' 10.950" |
| 44 | 499612.63 | 2289822.65 | 20° 42' 28.504" | -87° 0' 13.392" | 95 | 499683.27 | 2290024.43 | 20° 42' 33.585" | -87° 0' 10.543" |
| 45 | 499641.86 | 2289797.99 | 20° 42' 27.702" | -87° 0' 12.382" | 96 | 499695.05 | 2289978.86 | 20° 42' 32.699" | -87° 0' 8.613" |
| 46 | 499641.07 | 2289723.45 | 20° 42' 25.277" | -87° 0' 12.409" | 97 | 499750.88 | 2289951.61 | 20° 42' 31.224" | -87° 0' 7.626" |
| 47 | 499669.13 | 2289668.42 | 20° 42' 23.487" | -87° 0' 11.439" | 99 | 499729.76 | 2289541.72 | 20° 42' 29.539" | -87° 0' 7.680" |
| 48 | 499699.62 | 2289621.71 | 20° 42' 21.967" | -87° 0' 10.385" | 99 | 499777.85 | 2289854.48 | 20° 42' 28.199" | -87° 0' 6.750" |
| 49 | 499671.23 | 2289632.90 | 20° 42' 22.332" | -87° 0' 11.366" | 100 | 499804.75 | 2289813.28 | 20° 42' 26.482" | -87° 0' 7.469" |
| 50 | 499568.72 | 2289586.80 | 20° 42' 20.832" | -87° 0' 14.910" | 101 | 499783.95 | 2289760.50 | 20° 42' 27.417" | -87° 0' 6.070" |
| 51 | 499460.77 | 2289607.14 | 20° 42' 21.493" | -87° 0' 18.642" | 102 | 499824.44 | 2289789.25 | 20° 42' 29.334" | -87° 0' 5.341" |

• Nota: En los anexos se presenta la tabla completa de las coordenadas.

Fuente: BIOTA y SICA, 2018.

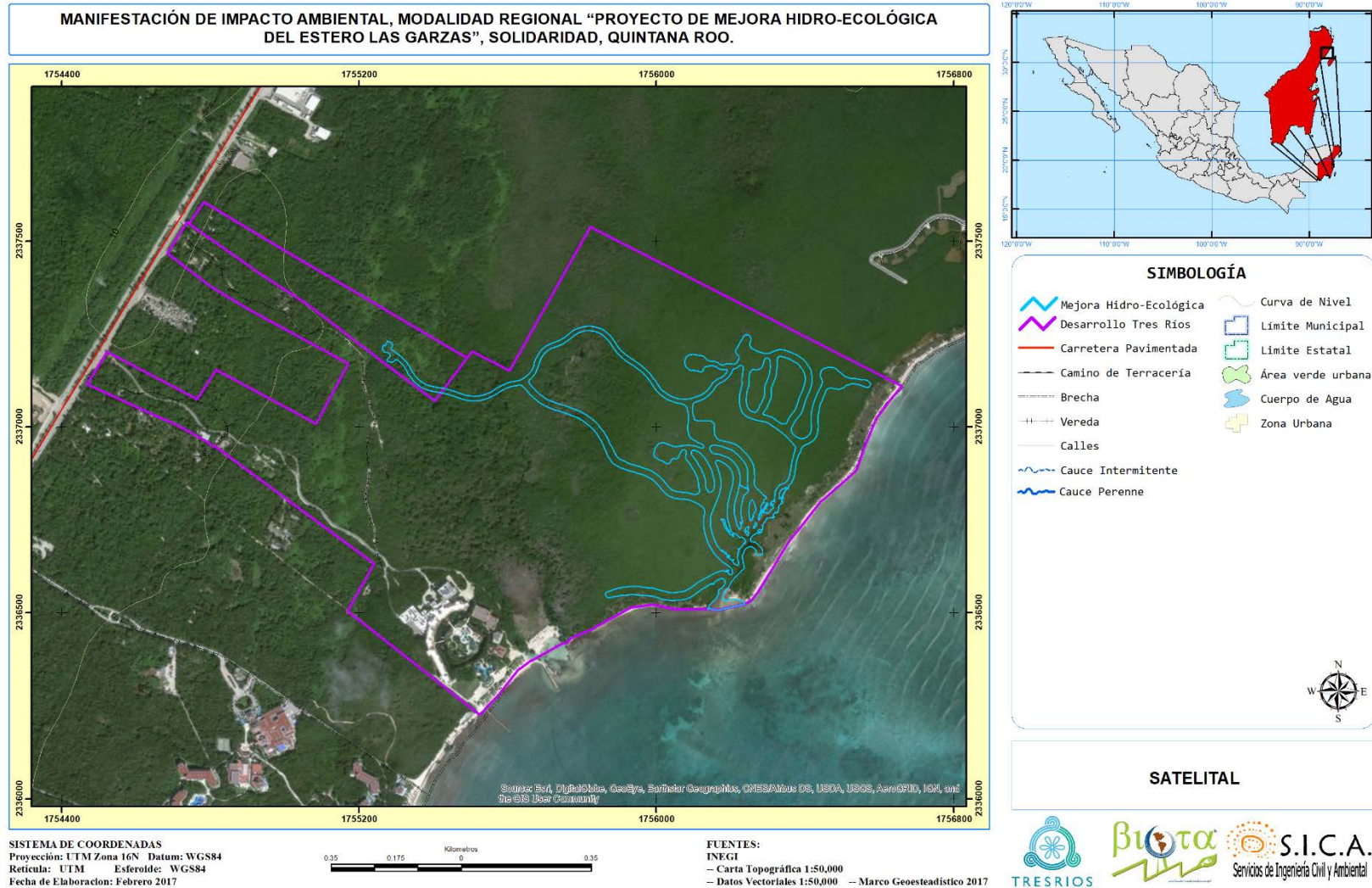
MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL “PROYECTO DE MEJORA HIDRO-ECOLÓGICA DEL ESTERO LAS GARZAS”, SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.

Imagen I. 1. Localización del proyecto.



MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL “PROYECTO DE MEJORA HIDRO-ECOLÓGICA DEL ESTERO LAS GARZAS”, SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.

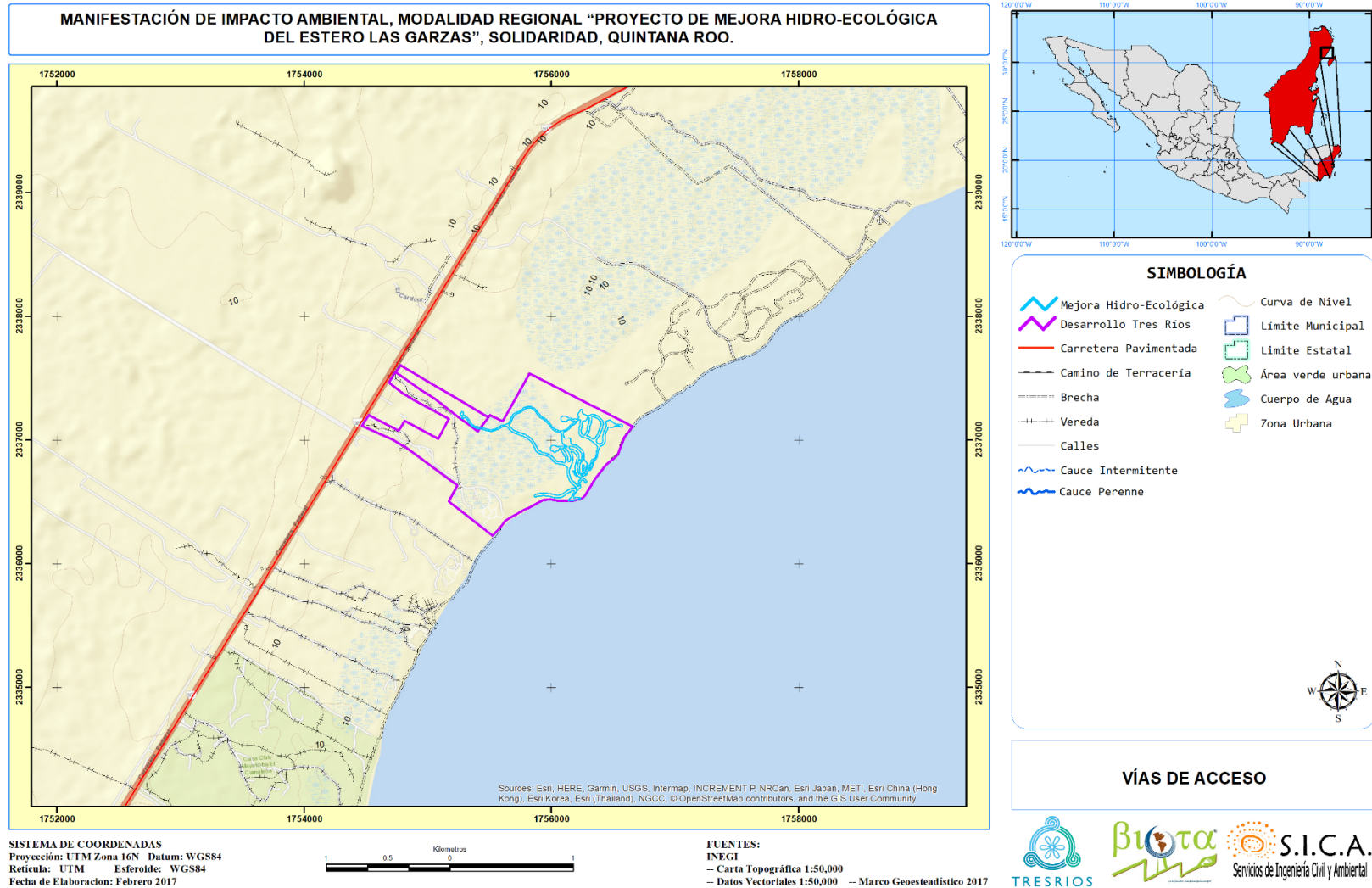
Imagen I. 2. Vista Satelital.



Fuente: BIOTA y SICA, 2018.

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL “PROYECTO DE MEJORA HIDRO-ECOLÓGICA DEL ESTERO LAS GARZAS”, SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.

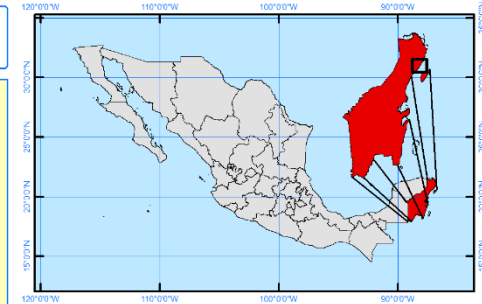
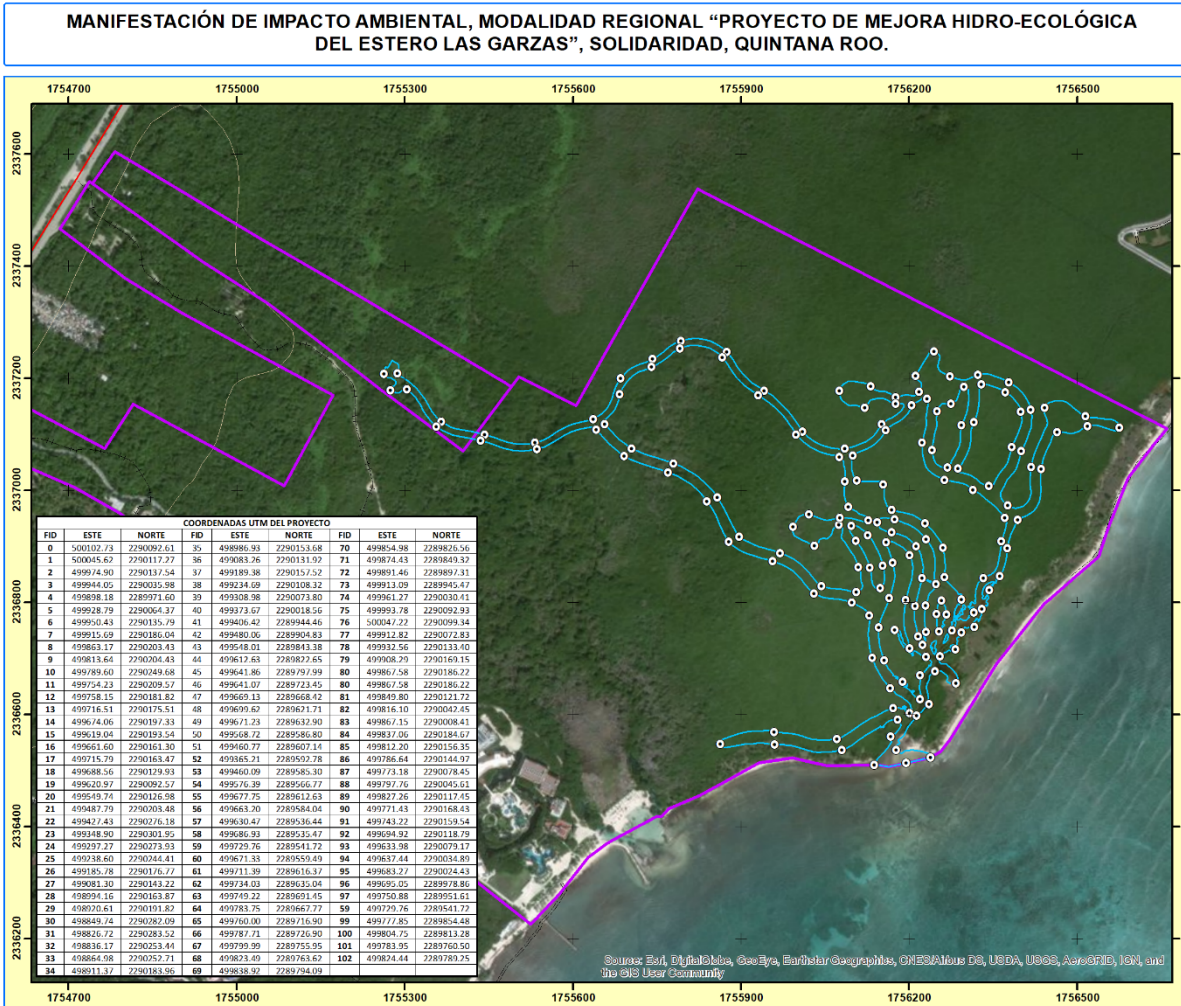
Imagen I. 3. Vías de Acceso al Proyecto.



Fuente: BIOTA y SICA, 2018.

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL “PROYECTO DE MEJORA HIDRO-ECOLÓGICA DEL ESTERO LAS GARZAS”, SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.

Imagen I. 4. Coordenadas del Predio del Proyecto.



SIMBOLOGÍA

- Mejora Hidro-Ecológica
- Desarrollo Tres Ríos
- Carretera Pavimentada
- Camino de Terracería
- Brecha
- Vereda
- Calles
- Cauce Intermitente
- Cauce Perenne
- Coordenadas del Proyecto
- Curva de Nivel
- Limite Municipal
- Limite Estatal
- Área verde urbana
- Cuerpo de Agua
- Zona Urbana

COORDENADAS DEL PROYECTO

SISTEMA DE COORDENADAS
 Proyección: UTM Zona 16N Datum: WGS84
 Reticula: UTM Estereolite: WGS84
 Fecha de Elaboración: Febrero 2017

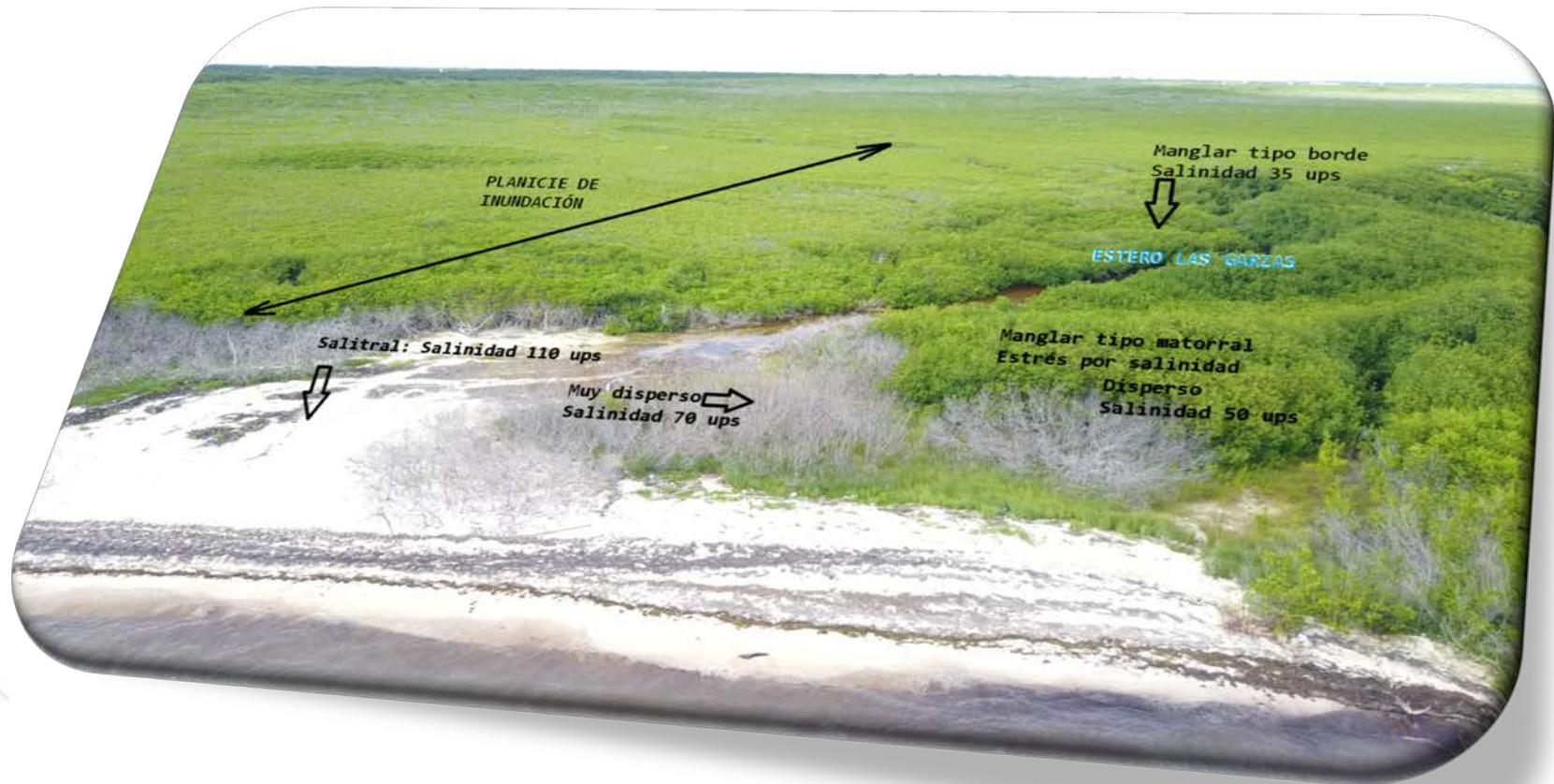


FUENTES:
 INEGI
 - Carta Topográfica 1:50,000
 - Datos Vectoriales 1:50,000 -- Marco Geoestadístico 2017

Fuente: BIOTA y SICA, 2018.

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL “PROYECTO DE MEJORA HIDROECOLÓGICA DEL ESTERO LAS GARZAS”, SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.

Fotografía I. 1. Vista aérea del Estero las Garzas.



Fuente: BIOTA y SICA, 2018.

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL “PROYECTO DE MEJORA HIDROECOLÓGICA DEL ESTERO LAS GARZAS”, SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.

Fotografía 1. 2. Vista aérea de la ubicación del predio del proyecto.



Fuente: BIOTA y SICA, 2018.

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL “PROYECTO DE MEJORA HIDROECOLÓGICA DEL ESTERO LAS GARZAS”, SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.

Fotografía 1. 3. Vista aérea de la ubicación del predio del proyecto.



Fuente: BIOTA y SICA, 2018.

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL. "PROYECTO DE MEJORA HIDRO-ECOLÓGICA DEL ESTERO LAS GARZAS", SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.

I.1.3. Duración del proyecto.

El siguiente programa de trabajo corresponde a la totalidad del proyecto que abarca una duración de 96 meses desde su gestión hasta su fase de operación, contemplándose empezar en el mes de abril del año 2019 y finalizando en el mes de diciembre del año 2026. El Programa General de Trabajo se plantea en 2 fases, en un horizonte estimado de 8 años. La primera fase, previa al inicio de las obras, considera un periodo de 2 años para la obtención del financiamiento y los permisos necesarios, ejemplo de ello:

- Manifestación de Impacto Ambiental.
- Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales.
- Liberación de No Existencia de Vestigios Arqueológicos, ante el INAH.
- Licencia de Tala Municipal.
- Licencia de Obra Municipal.

La segunda fase contempla la construcción y establecimiento del Sistema de Canales en un tiempo de 6 años, por lo que el Proyecto en su totalidad requerirá de 8 años para su realización. A continuación, se presenta el Diagrama de Gantt con la programación anual del proyecto

Tabla I. 2. Programa de Trabajo.

| ACTIVIDADES | FASE 1 | | FASE 2 | | | | | | | | | | | | |
|--|--------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--|
| | AÑO 1 | AÑO 2 | AÑO 3 | | AÑO 4 | | AÑO 5 | | AÑO 6 | | AÑO 7 | | AÑO 8 | | |
| | | | SEM. 1 | SEM. 2 | SEM. 1 | SEM. 2 | SEM. 1 | SEM. 2 | SEM. 1 | SEM. 2 | SEM. 1 | SEM. 2 | SEM. 1 | SEM. 2 | |
| Financiamiento y permisos adicionales. | | | | | | | | | | | | | | | |
| Trabajos preliminares. | | | | | | | | | | | | | | | |
| Excavación de canales. | | | | | | | | | | | | | | | |
| Formación de fondo y taludes. | | | | | | | | | | | | | | | |
| Trituración y transporte de turba a zona de composteo. | | | | | | | | | | | | | | | |
| Trituración, volteo y composteo de turba. | | | | | | | | | | | | | | | |
| Estabilización de canales. | | | | | | | | | | | | | | | |
| Conexión con estero. | | | | | | | | | | | | | | | |

Fuente: Memoria Descriptiva, 2018.

Así mismo, el proyecto en su fase de operación contempla el mantenimiento y cuidado del sistema estuarino, por lo que se tiene previsto una vida útil contemplada de 100 años, pudiéndose alargar aún más.

I.2. Datos generales del Promovente.

I.2.1. Nombre o Razón Social.

La razón social del Promovente es: "Ecoturismo Tres Ríos S.A. de C.V." todo esto bajo el Volumen Nonagésimo Noveno, Escritura Pública Número Once Mil Seiscientos Veinte, protocolizado por el Licenciado Luis Miguel Cámara Patrón, Notario Suplente de la Notaria Publica Número Trece del Estado de Quintana Roo, con fecha Marzo de Mil Novecientos Noventa y Ocho. (Ver Anexo).

I.2.2. Registro Federal de Contribuyentes del Promovente.

El Registro Federal de Contribuyentes corresponde a: ETR971210NR6 (Ver Anexo).

I.2.3. Nombre y Cargo del Representante Legal.

El Representante Legal corresponde al **C. Rufino Corona Neri**, quien funge como Representante Legal de "**Ecoturismo Tres Ríos S.A. de C.V.**", todo esto protocolizado en el Volumen Ducentésimo Nonagésimo Segundo, Escritura Pública Numero Veintinueve Mil, Novecientos Trece, protocolizado por el Notario Público Numero Treinta, Licenciado Luis Miguel Cámara Patrón, del Estado de Quintana Roo, con fecha Febrero de Dos Mil Cinco.

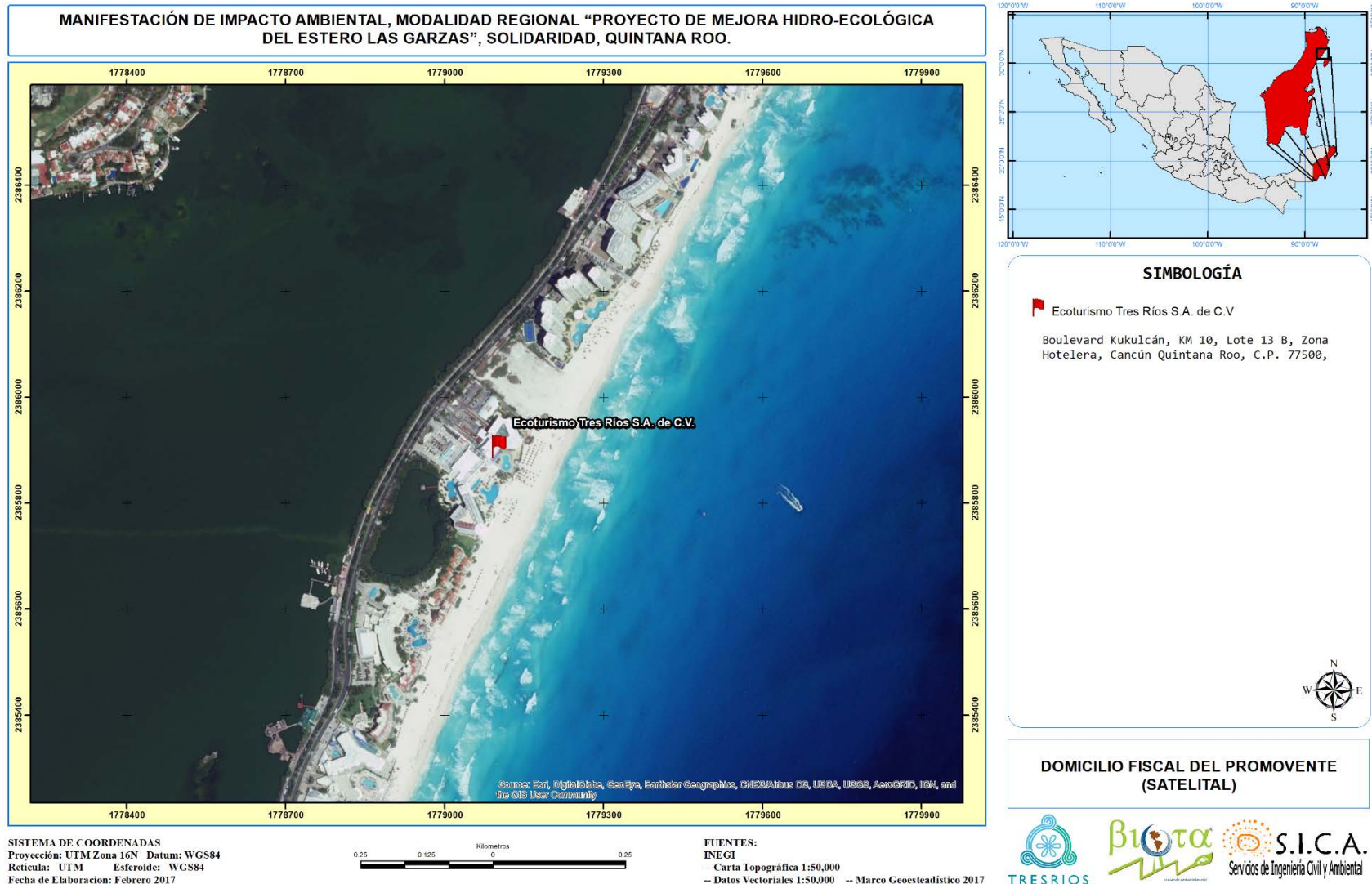
- El Registro Federal de Contribuyentes corresponde a la Homoclave: **CONR610329PF9 (Ver Anexo)**.
- La Clave Única de Registro de Población es: **CONR610329HCMRRF01 (Ver Anexo)**.

I.2.4. Dirección del Promovente o de su Representante Legal para oír y recibir notificaciones.

La empresa "**Ecoturismo Tres Ríos S.A. de C.V.**", tiene su ubicación fiscal en: Boulevard Kukulcán, KM 10, Lote 13 B, Supermanzana 4ª, Municipio de Benito Juárez, Quintana Roo, C.P. 77500, Teléfono 998 287 3502. La siguiente dirección corresponde al sitio para Oír y Recibir notificaciones en la Ciudad de México en Calle Monte Elbruz Numero Exterior 132, Interior 403, Colonia Lomas de Chapultepec 1ª Sección, Delegación Miguel Hidalgo, Teléfono 55-57336296, en las siguientes páginas se muestra la imagen satelital del domicilio fiscal y del domicilio para oír y recibir notificaciones en la Ciudad de México.

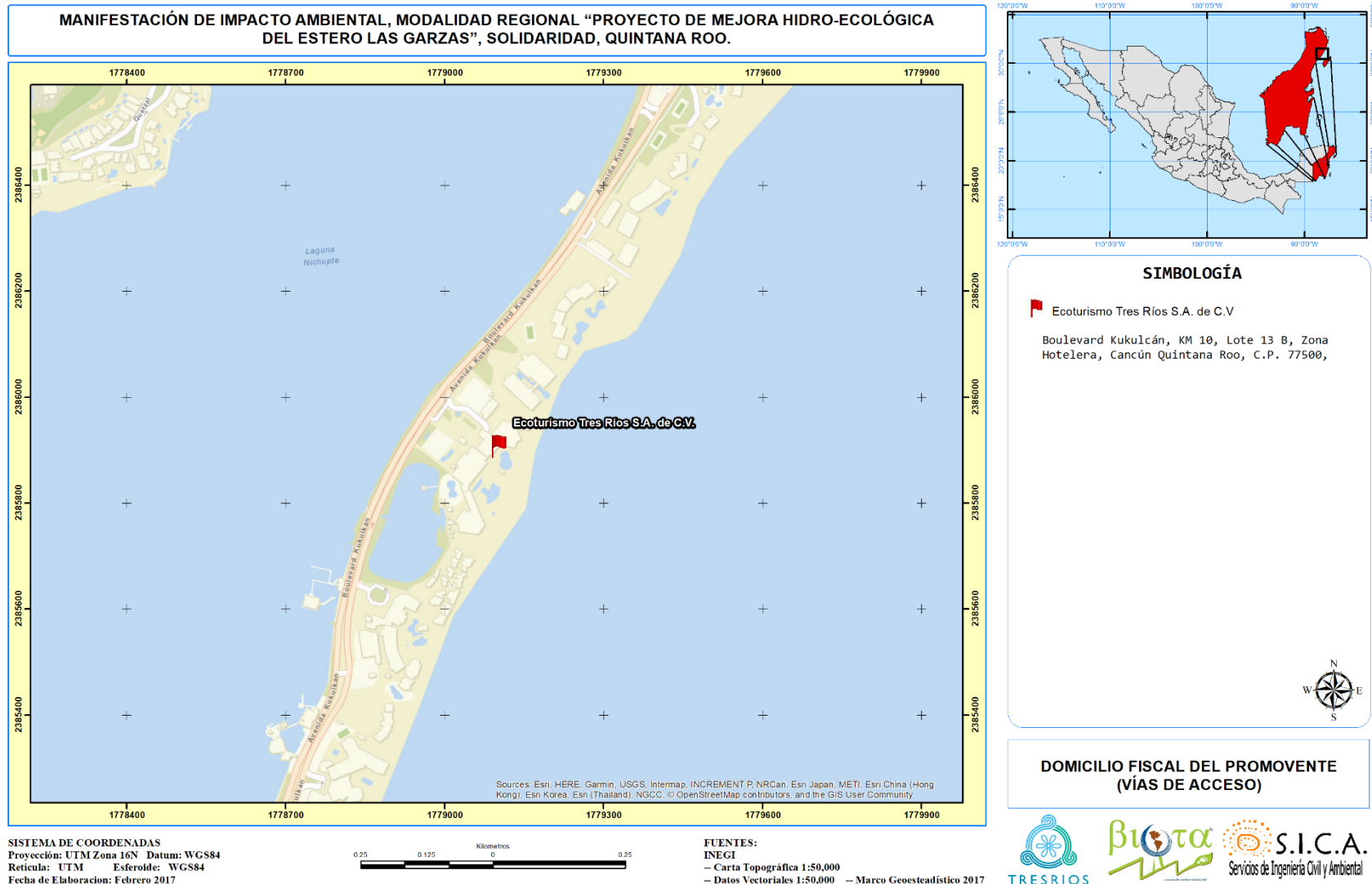
MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL “PROYECTO DE MEJORA HIDRO-ECOLÓGICA DEL ESTERO LAS GARZAS”, SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.

Imagen I. 5. Domicilio Fiscal del Promovente.



MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL “PROYECTO DE MEJORA HIDRO-ECOLÓGICA DEL ESTERO LAS GARZAS”, SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.

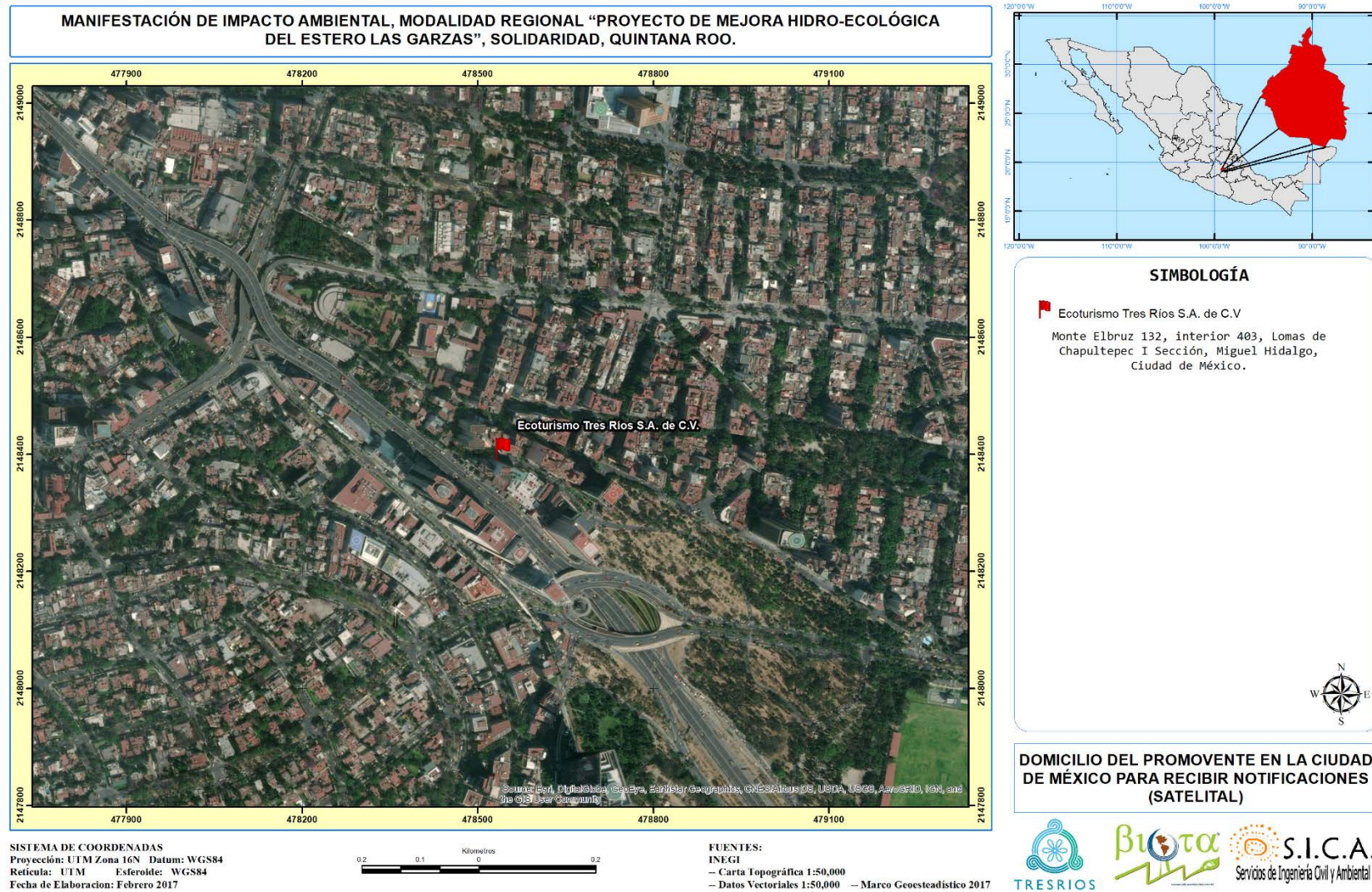
Imagen I. 6. Vías de Acceso del Domicilio Fiscal del Promovente.



Fuente: BIOTA y SICA, 2018.

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL “PROYECTO DE MEJORA HIDRO-ECOLÓGICA DEL ESTERO LAS GARZAS”, SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.

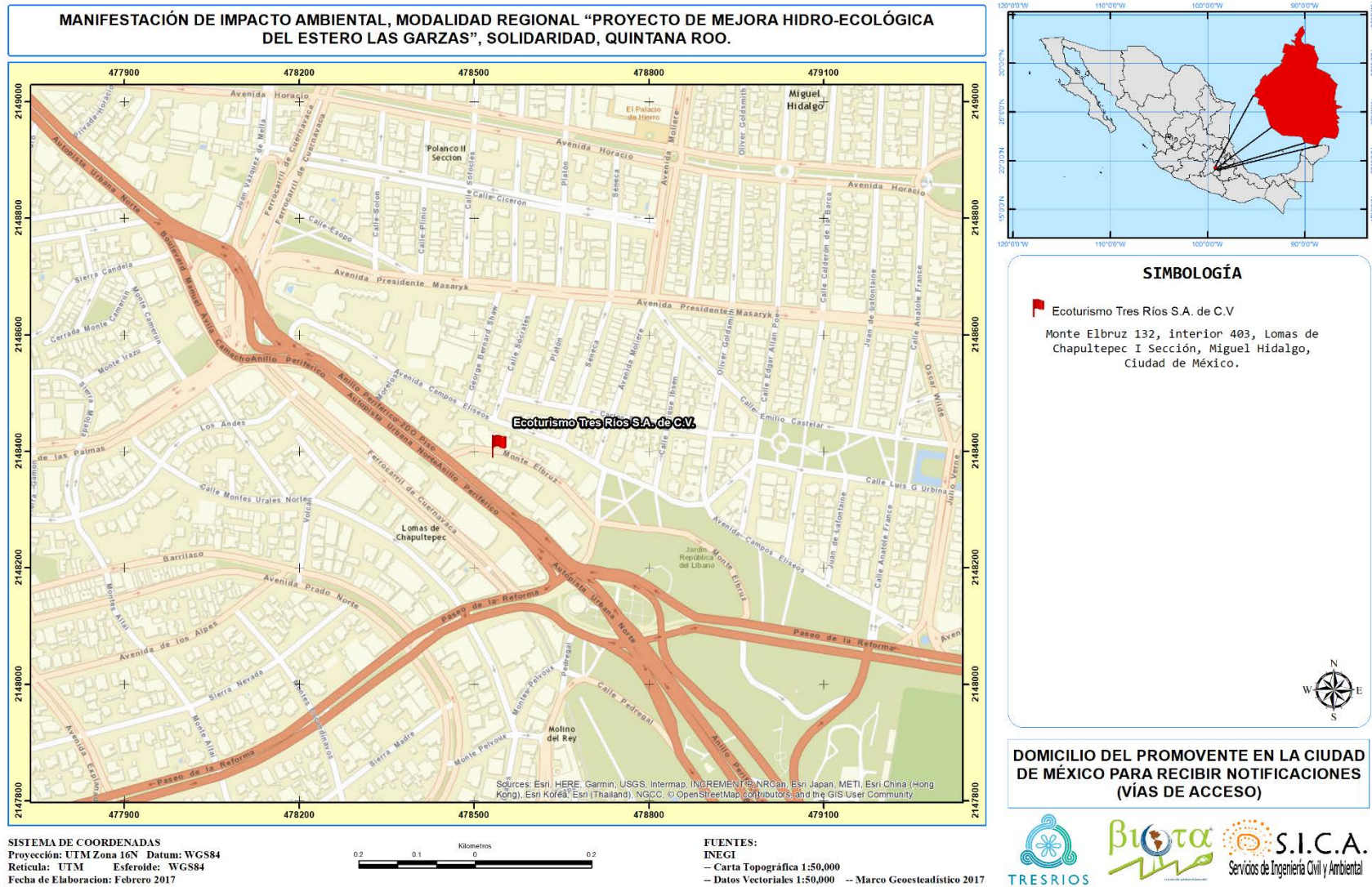
Imagen I. 7. Domicilio para Oír y Recibir Notificaciones del Promovente en la Ciudad de México.



Fuente: BIOTA y SICA, 2018.

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL “PROYECTO DE MEJORA HIDRO-ECOLÓGICA DEL ESTERO LAS GARZAS”, SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.

Imagen I. 8. Vías de Acceso para Oír y Recibir Notificaciones del Promovente en la Ciudad de México.



I.3. Nombre del Responsable Técnico de la Manifestación de Impacto Ambiental.

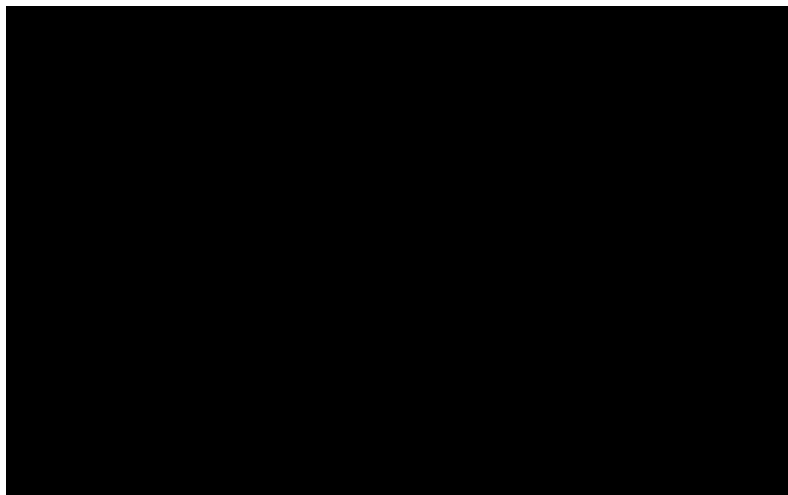
I.3.1. Datos del Responsable Técnico.

La empresa responsable de la Manifestación de Impacto Ambiental en su Modalidad Regional corresponde a **Biosistemas y Tecnología Aplicada S.A. de C.V., Servicios de Ingeniería Civil y Ambiental y Proyecto Ambiental y Sustentable SC**, con Registro Federal de Contribuyentes correspondiente a la Homoclave: BTA000222FQ5.

1.3.1.1. Nombre del Responsable Técnico.

El Responsable Técnico del presente trabajo es el Biólogo Raúl Julio Bahena Castillo, a continuación, se presenta los datos de la Cedula Profesional.

Imagen I. 9. Cédula de Licenciatura.



Fuente: BIOTA y SICA, 2018.

Como Responsable Técnico, yo Raúl Julio Bahena Castillo, en cumplimiento a lo dispuesto por el artículo 36 del Reglamento de la LGEEPA en materia de evaluación del Impacto Ambiental, declaro que:

La presente Manifestación de Impacto Ambiental, observó lo establecido en la Ley, dicho reglamento, las normas oficiales mexicanas y los demás ordenamientos legales y reglamentarios aplicables. Asimismo, declaro, bajo protesta de decir verdad, que los resultados se obtuvieron a través de la aplicación de las mejores técnicas y metodologías comúnmente utilizadas por la comunidad científica del país y del uso de la mayor información disponible, y que las medidas de prevención y mitigación sugeridas son las más efectivas para atenuar los impactos ambientales.

ATENTAMENTE

BIOL. RAÚL JULIO BAHENA CASTILLO
RESPONSABLE TÉCNICO

1.3.1.2. Registro Federal de Contribuyentes o CURP del Responsable Técnico.

El Registro Federal de Contribuyentes corresponde a la Homoclave: **BACR780109**.

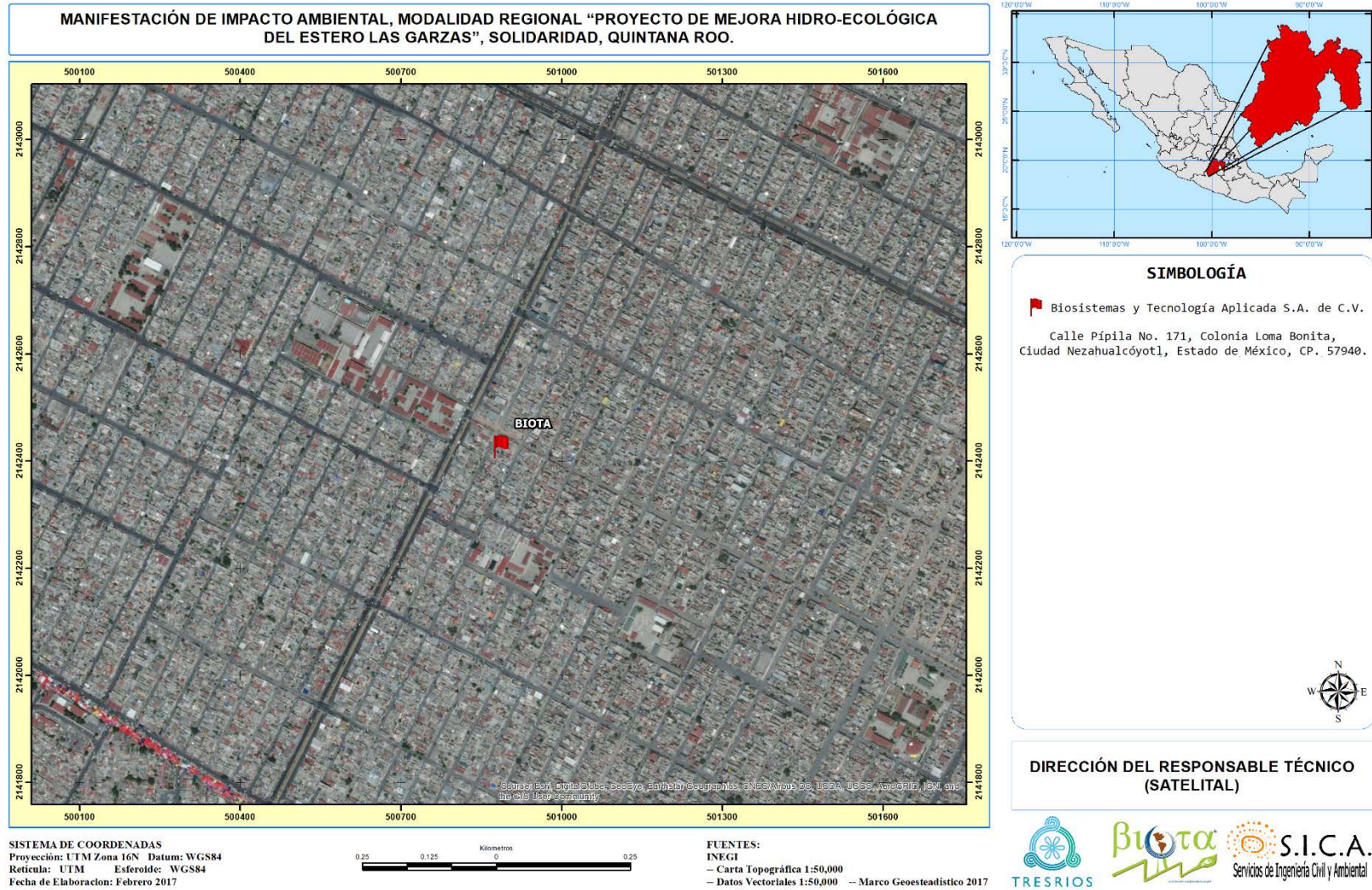
La Clave Única de Registro de Población es: **BACR780109HMCHSL00**.

1.3.1.3. Dirección del Responsable Técnico.

La empresa Biosistemas y Tecnología Aplicada SA de CV, se encuentra localizada en: Calle Pípila No. 171, Colonia Loma Bonita, Ciudad Nezahualcóyotl, Estado de México, CP. 57940. Email: rjbiota@hotmail.com, teléfono 5733-6296, en la siguiente página se muestra la imagen satelital de la dirección de la empresa responsable del estudio en Materia de Impacto Ambiental.

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL “PROYECTO DE MEJORA HIDRO-ECOLÓGICA DEL ESTERO LAS GARZAS”, SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.

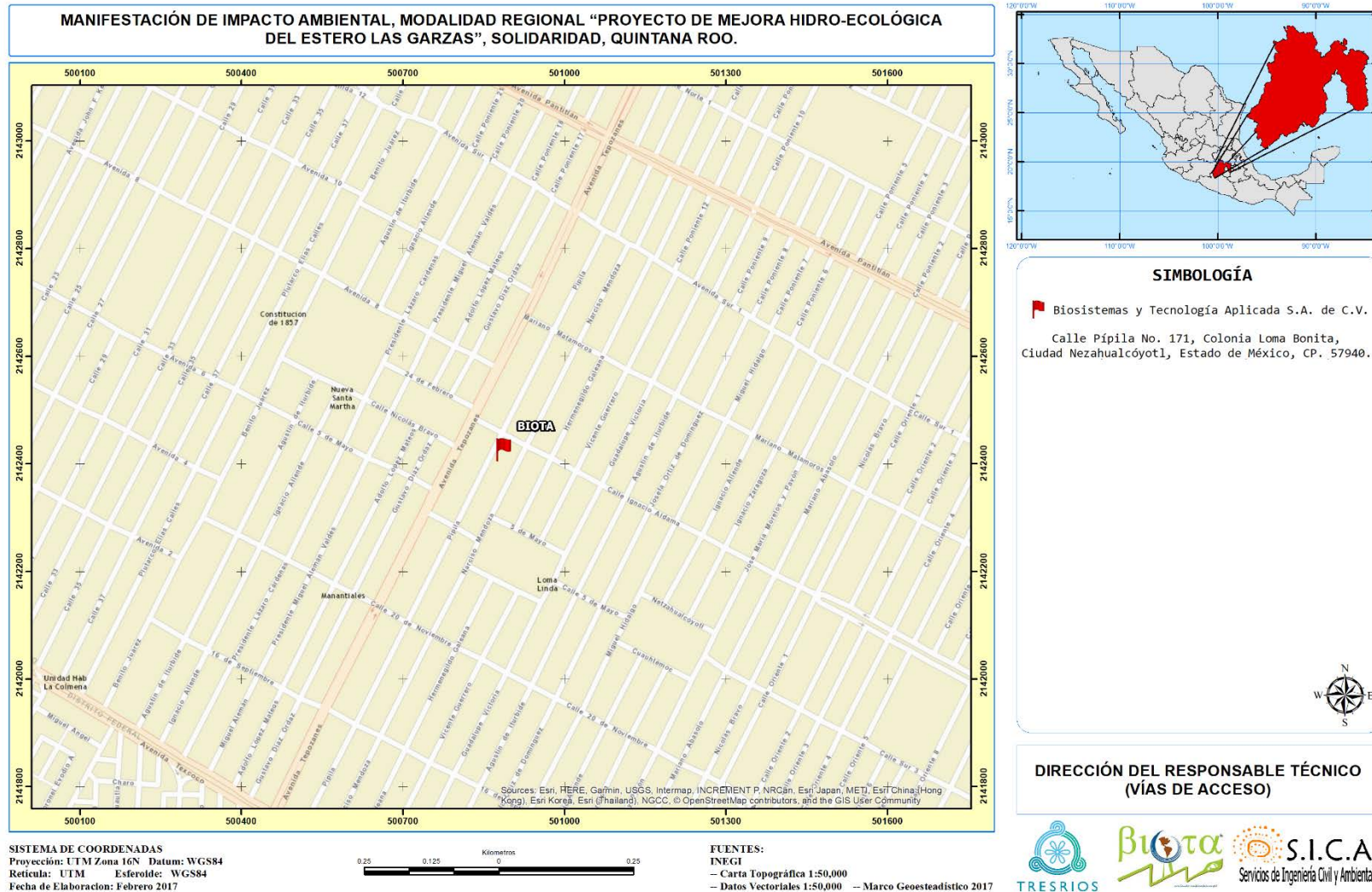
Imagen I. 10. Domicilio para Oír y Recibir Notificaciones del responsable de la Elaboración del Estudio en Materia de Impacto Ambiental.



Fuente: BIOTA y SICA, 2018.

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL “PROYECTO DE MEJORA HIDRO-ECOLÓGICA DEL ESTERO LAS GARZAS”, SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.

Imagen I. 11. Vías de Acceso para Oír y Recibir Notificaciones del responsable de la Elaboración del Estudio en Materia de Impacto Ambiental.



Fuente: BIOTA y SICA, 2018.



TRESRIOS

CAPÍTULO II.

***DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS O
ACTIVIDADES Y, EN SU CASO, DE
LOS PROGRAMAS O PLANES
PARCIALES DE DESARROLLO.***

Contenido.

| | |
|--|----|
| II.1 Información general del proyecto, plan o programa | 3 |
| II.1.1 Naturaleza del proyecto, plan o programa. | 3 |
| II.1.2 Justificación. | 3 |
| II.1.3 Ubicación física y dimensiones del proyecto | 13 |
| II.1.4 Inversión requerida | 23 |
| II.2 Características particulares del proyecto, plan o programa | 23 |
| II.2.1 Programa de trabajo | 25 |
| II.2.2 Representación gráfica regional | 26 |
| II.2.3 Representación gráfica local | 27 |
| II.2.4 Preparación del sitio y construcción. | 28 |
| II.2.5 Operación y mantenimiento. | 35 |
| II.2.6 Desmantelamiento y abandono de las instalaciones. | 36 |
| II.2.7 Residuos. | 36 |
| II.2.8 Generación de gases efecto invernadero | 38 |
| II.2.8.1 Generará gases efecto invernadero, como es el caso de H ₂ O, CO ₂ , CH ₄ , N ₂ O, CFC, O ₃ , entre otros . | 38 |
| II.2.8.2. Estimar la cantidad de energía que será disipada por el desarrollo del proyecto. | 38 |

Tablas.

| | |
|---|----|
| Tabla II. 1. Coordenadas Geográficas y UTM extremas donde se ubicará el proyecto. | 14 |
| Tabla II. 2. Superficies de aprovechamiento de la infraestructura objeto de la presente modificación en los tipos de vegetación y uso del suelo del DTR. | 22 |
| Tabla II. 3 Montos de Inversión del Sistema de Canales de Mejoramiento Hidro-ecológico. | 23 |
| Tabla II. 4. Programa de Trabajo. | 25 |
| Tabla II. 5. Cuantificación Final de Dragado (Datos Civil Cad). | 30 |
| Tabla II. 6. Obras y actividades provisionales contempladas. | 30 |
| Tabla II. 7. Fecha Técnica excavadora anfibia con bomba de dragado. | 32 |
| Tabla II. 8. Fecha Técnica Maquina manipuladora de materiales CAT. | 33 |
| Tabla II. 9. Programa de Monitoreo y Mantenimiento de los canales de la Mejora Hidroecológica. | 35 |
| Tabla II. 10. Análisis específicos para determinar el éxito del proyecto. | 36 |
| Tabla II. 12. límites máximos permisibles de emisiones de óxidos de nitrógeno (NOx), hidrocarburos no metano (HCNM) y partículas (Part)..... | 38 |

Imagen.

| | |
|--|----|
| Imagen II. 1. SAR Punta Bete-Punta Maroma donde se pueden apreciar las características originales de la barrera arrecifal y de la línea de costa | 4 |
| Imagen II. 2. Efectos de la erosión marina y el vertimiento natural de arena en el litoral norte del predio provocados por el huracán Wilma en el año 2005. | 4 |
| Imagen II. 3. Retroceso de la línea de costa en el litoral norte del predio entre octubre de 2004 y agosto de 2010. En la foto se observa el estero del predio. | 5 |
| Imagen II. 4. Ejemplos de los efectos sobre la estructura y funciones de los tipos fisonómicos de manglar de borde y matorral, determinados por la conexión y desconexión hidrológica, en zonas áridas y húmedas. | 6 |
| Imagen II. 5 Efectos de la conexión y desconexión hidrológica sobre la estructura y funciones de los tipos fisonómicos de manglar asociados al estero del predio | 7 |
| Imagen II. 6. Ejemplo de los efectos sobre la estructura, densidad, y servicios ambientales del manglar por aumento de la salinidad del suelo y desconexión hidrológica con la influencia mareal. | 9 |
| Imagen II. 7. Funciones, productos y atributos ambientales potenciales del manglar referidos por la IUCN; comparativamente con el caso del matorral sin conexión hidrológica permanente con el mar. | 10 |

| | |
|---|----|
| Imagen II. 8. Condición actual del manglar de baja estructura y limitados servicios ambientales, que ocupa la planicie de inundación asociada al estero Las Garzas, en riesgo de por aumento de la salinidad del suelo. ... | 11 |
| Imagen II. 9. Efecto de la evaporación, salinización y desconexión hidrológica en períodos de sequía sobre el manglar de matorral que ocupa la planicie de inundación asociada al estero Las Garzas. | 11 |
| Imagen II. 10. Conceptualización de la relación entre los tipos fisonómicos de manglar y los factores que modulan su deterioro y que en sentido inverso determinan la posibilidad de su restauración. | 12 |
| Imagen II. 11 Localización del proyecto. | 15 |
| Imagen II. 12. Vista Satelital. | 16 |
| Imagen II. 13. Vías de Acceso al Proyecto. | 17 |
| Imagen II. 14. Coordenadas del Predio del Proyecto. | 18 |
| Imagen II. 15. Sembrado del Sistema de Canales de Mejora Hidro-ecológica del DTR. | 24 |
| Imagen II. 16. Representación Gráfica del Proyecto. | 26 |
| Imagen II. 17. Representación Local del proyecto..... | 27 |
| Imagen II. 18. Corte ilustrativo del Sistema de Canales de Mejora Hidro-ecológica..... | 29 |

Gráfica.

| | |
|--|----|
| Gráfica II. 1. Ejemplo de disminución de salinidad en suelos con mejoras hidroecológicas. | 36 |
|--|----|

II.1 Información general del proyecto, plan o programa.

II.1.1 Naturaleza del proyecto, plan o programa.

El proyecto que se pretende realizar consiste en extender el estero Las Garzas, asociándolo hidrodinámicamente a un sistema de canales artificiales con funcionamiento estuarino natural y litorales con manglar tipo fisonómico de borde, con la finalidad que el manglar tipo matorral actual al vincularse a un canal artificial incremente su estructura forestal y aumente a la vez los bienes, servicios y atributos ambientales del ecosistema de manglar; así como su resiliencia a periodos de sequía e impacto por huracanes y tormentas tropicales, todo esto bajo el proyecto denominado “**Proyecto de Mejora Hidro-Ecológica del Estero las Garzas**” el cual tiene una pretendida ubicación al sur de Punta Maroma, en el Km. 301 de la Carretera Federal 307 Chetumal-Puerto Juárez, Municipio de Solidaridad, Estado de Quintana Roo, en los predios del proyecto integral “**Desarrollo Tres Ríos**”. Actualmente el proyecto “**Desarrollo Tres Ríos**” es propiedad de la empresa “**Ecoturismo Tres Ríos S.A. de C.V.**”, misma que opera bajo un concepto de planificación, diseño y construcción basado en un esquema de sustentabilidad ambiental y conservación de los ecosistemas y recursos del terreno y, considera una contribución al desarrollo global de la región a través de la generación de beneficios sociales y económicos para la población local, siendo todo esto la base del proyecto que pongo a su consideración. El “**Proyecto de Mejora Hidro-Ecológica del Estero las Garzas**” consiste en el establecimiento de un Sistema de Canales, con una superficie total de construcción de 90,902.89 m² (9.090 ha)

II.1.2 Justificación.

El proyecto como se ha mencionado anteriormente se trata de una mejora hidro-ecológica del Estero las Garzas, ya que actualmente existe una desconexión del flujo hidráulico en la zona del manglar del proyecto. Con la ejecución de éste, se buscará recuperar el manglar, ya que de continuar con las características actuales conllevará a una futura desaparición de dicha vegetación. La justificación del desarrollo del proyecto se basa en 5 principales rubros, los cuales se enlistan a continuación:

- Pérdida de ecosistemas costeros críticos en el SAR y el predio.
- Desconexión hidrológica y microtopográfica.
- Hidroperíodo, flujo hidrológico y su efecto de salinización del suelo.
- Servicios ambientales limitados, con posibilidad de incrementarse.
- Riesgos por la salinización para la estructura y servicios actuales

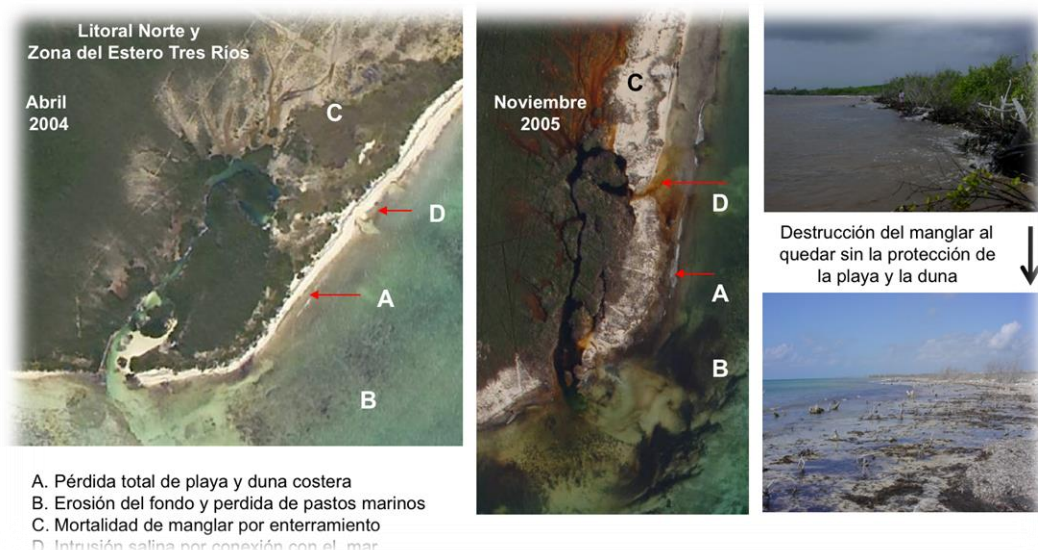
• **Pérdida de ecosistemas costeros críticos en el SAR y el predio:** Los dos extremos del Sistema Ambiental Punta-Bete-Punta Maroma son zonas de acumulación por la existencia de barreras arrecifales; incipiente en Punta Bete y mejor estructurada en el caso de Punta Maroma, la cuales propician la presencia de las puntas o tómbolos respectivos. La carencia de una continuidad entre ambos arrecifes se debe al extraordinario aporte continuo de agua dulce que sale al mar por fracturas preferenciales ubicadas en el predio y que inhibe el crecimiento del coral por sus características estenohalinas. Como consecuencia de la carencia de una barrera arrecifal, las playas frente al hueco que se forma están sujetas a un mayor efecto del oleaje normal y extraordinario y consecuentemente a la erosión costera derivada, lo cual se evidencia claramente por la forma de bahía o ensenada que tiene la línea de costa en esta zona dentro de la cual se ubica el sitio de la propuesta (Ver imagen II.1).

Imagen II. 1. SAR Punta Bete-Punta Maroma donde se pueden apreciar las características originales de la barrera arrecifal y de la línea de costa



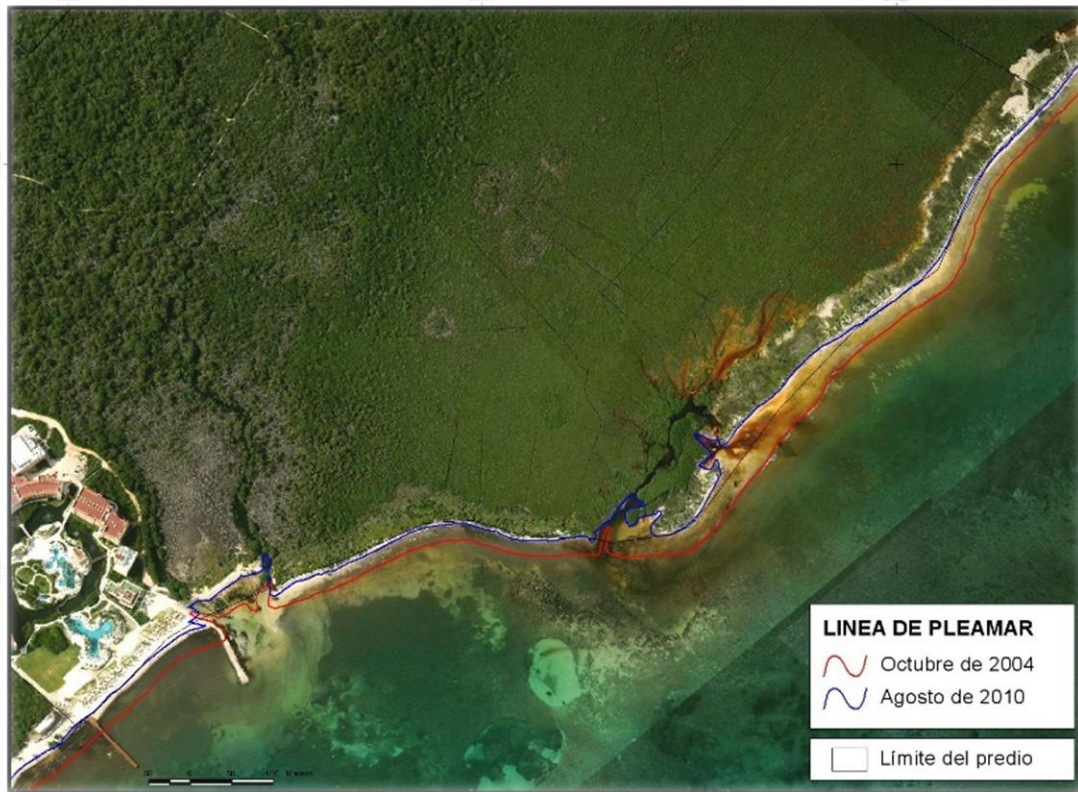
Teniendo en cuenta este marco de referencia, es muy importante señalar que a partir del año 2005 por efecto de los huracanes Emily y Wilma, la vulnerabilidad natural de esta parte del litoral costero ante la erosión marina, se ha visto significativamente incrementada; enfrentando ya por más de una década un acelerado y continuo proceso de retroceso en la línea de costa, con la consecuente grave pérdida acumulativa de playas, dunas costeras y manglares en todo el SAR Punta Bete-Punta Maroma independientemente de la presencia o carencia de infraestructura turística. Por estar ubicado al centro del SAR en la zona de mayor vulnerabilidad, los daños ambientales naturales registrados en el litoral costero norte del predio por el efecto del huracán Wilma fueron de gran magnitud; en esta zona incluyeron la pérdida total de los ecosistemas originales de playa y de duna costera, e incluso la pérdida parcial del manglar de matorral por enterramiento con arena (Ver Imagen II.2). La continuidad de estos procesos es evidente si se considera que la línea de costa del predio ha retrocedido en promedio 22 m a razón de 3.67 m/año, con valores hasta de 54 m en algunos sitios (Ver Imagen II.3), valores que muy probablemente podrían acrecentarse si se considera que el incremento de la erosión costera sería sin duda un efecto más del cambio global del clima. Esta condición crea la imposibilidad de cumplir la obligación de la propiedad de conservar las superficies establecidas de manglar, duna y playa si no se realizan las acciones integrales conducentes a la recuperación de estos ambientes costeros.

Imagen II. 2. Efectos de la erosión marina y el vertimiento natural de arena en el litoral norte del predio provocados por el huracán Wilma en el año 2005.



- A. Pérdida total de playa y duna costera
- B. Erosión del fondo y pérdida de pastos marinos
- C. Mortalidad de manglar por enterramiento
- D. Intrusión salina por conexión con el mar

Imagen II. 3. Retroceso de la línea de costa en el litoral norte del predio entre octubre de 2004 y agosto de 2010. En la foto se observa el estero del predio.



Los efectos descritos y su continuidad hacen claramente evidente que los servicios ambientales que prestan los ecosistemas costeros del SAR Punta Bete-Punta Maroma en lo general y en particular los remanentes en el predio, están en grave riesgo de pérdida total por estos procesos naturales de destrucción y/o deterioro gradual. De esta manera, se hace evidente la necesidad de restaurar la playa y la duna y disminuir la fuerza del oleaje mediante la colocación de barreras artificiales en el mar, así como reducir la vulnerabilidad actual del ecosistema de manglar en el predio.

Desconexión hidrológica y microtopográfica: La características estructurales y funcionales del manglar de matorral que ocupa la zona donde se pretende desarrollar la propuesta de mejora hidroecológica, están determinadas por la microtopografía y la hidrología de la planicie de inundación del predio, la cual se ubica ligeramente por debajo del nivel medio del mar. Es una zona baja cuya separación de las unidades naturales que las rodean está determinada por elevaciones del terreno y por los bordos naturales del estero Las Garzas lo que determina su desconexión de la influencia mareal normal pero la deja sujeta a inundaciones temporales de agua de mar o de lluvia en eventos de mareas extraordinarias o huracanes, así como a la variación del nivel del agua del acuífero y a los intensos procesos de evaporación y salinización del suelo que ocurren posteriores a los periodos de inundación; tampoco presenta una conexión superficial con aportes superficiales permanentes de agua dulce continental por lo que su funcionamiento hidrológico es aleatorio y equivalente al de una marisma de subsidencia con cristalización de sal. Para ejemplificar este tipo de desconexión y sus efectos de manera evidente, en la imagen II.4 se muestran dos ejemplos, uno en zona desértica prácticamente sin aporte superficial o subterráneo de agua dulce y el otro en zona húmeda; los cuales permiten diferenciar los efectos que tiene para el manglar la conexión y la desconexión funcional con cuerpos de agua permanentes.

Imagen II. 4. Ejemplos de los efectos sobre la estructura y funciones de los tipos fisonómicos de manglar de borde y matorral, determinados por la conexión y desconexión hidrológica, en zonas áridas y húmedas.



El origen de esta desconexión en la planicie del predio se debe principalmente a que las inundaciones por eventos extraordinarios de aumento del nivel del mar y la carencia de aportes permanentes de agua dulce superficial continental, provocan la deposición de los sedimentos gruesos (arenas y gravas) en las zonas inundables inmediatas y adyacentes al estero Las Garzas y a sus venas de marea; bajo esta condición los procesos de compactación del suelo son mucho más lentos en este tipo de áreas con deposición de materiales gruesos, comparativamente con las zonas inundables con predominio de materiales finos (turba, limos o arcillas). Como consecuencia de esta compactación diferencial se va formando un bordo en los litorales del estero y de las venas de marea que impide su alcance hidrológico hacia la zona posterior del bordo y estimula la subsidencia del suelo en la cuenca sujeta solo a eventos aleatorios e inundaciones extraordinarias. La planicie de inundación del predio presenta efectos derivados de este tipo de desconexión, evidentes por el tipo de manglar de matorral de baja estructura y carente de funciones ambientales relacionadas con cuerpos de agua permanentes. La microtopografía en el noroeste del predio propicia dos zonaciones hidrológicas diferentes: por una parte, los litorales del estero Las Garzas y de sus venas de marea, con influencia continua de mareas donde se desarrolla una pequeña franja de manglar tipo borde; y por otra una extensa zona con influencia ocasional de mareas o inundaciones por eventos extraordinarios, que ocupa el manglar de matorral con menor estructura (Imagen II.5).

Imagen II. 5 Efectos de la conexión y desconexión hidrológica sobre la estructura y funciones de los tipos fisonómicos de manglar asociados al estero del predio



En este marco ambiental carente de inundaciones regulares y de aportes de limos y arcillas en la parte posterior del bordo; la microtopografía, la dinámica del acuífero, el aumento del nivel medio del mar por eventos extraordinarios, las inundaciones pluviales y los escurrimientos terrestres, son los factores aleatorios que modulan el hidroperíodo irregular actual de la planicie de inundación del predio, el cual determina a su vez la baja estructura y las limitadas funciones, productos y atributos ambientales del ecosistema de manglar de matorral que se desarrolla en la planicie de inundación de fondo somero atrás del estero.

- **Hidroperíodo, flujo hidrológico y su efecto de salinización del suelo:** El hidroperíodo representa la frecuencia de inundación de un área y es un factor selectivo para la especie de mangle y el tipo fisonómico de manglar; fuera de un intervalo regular, hidroperíodos de mayor duración o demasiado cortos, resultan factores estresantes que determinan por ejemplo un pobre desarrollo estructural y dispersión del manglar como ocurre en el caso del tipo fisonómico de matorral o definitivamente impedir que se establezca. Por la elevación del terreno de las unidades naturales que la circundan y por los bordes que lo separan del estero Las Garzas, la planicie de inundación del predio está aislada topográficamente y su flujo hidrológico está impedido porque no tiene un contacto permanente con el mar o con cuerpos de agua dulce superficiales.

Este aislamiento se llega a romper por eventos climáticos extraordinarios (huracanes) creando inundaciones con agua salada, que al bajar el nivel del mar determinan eventos ocasionales y cortos de drenaje hacia el mar de taninos y materia orgánica, después de los cuales la planicie vuelve a quedar aislada y sujeta a una evaporación y salinización intensa del suelo, procesos modulados por las lluvias o por escurrimientos terrestres asociados. Por tanto, el hidroperíodo del manglar en la planicie de inundación del predio depende básicamente de la fluctuación en época de secas y lluvias del nivel freático dulceacuícola y del grado de su mezcla con la cuña salina en el subsuelo. De esta manera, conjuntamente la carencia de un flujo hidrológico permanente o regular y la existencia de un hidroperíodo dependiente de la magnitud de las épocas de sequía, identifican la planicie de inundación del predio como un ambiente hidrológicamente subóptimo, aunque activo y determinan un efecto de alta salinidad del suelo. Estas condiciones particulares tienen su reflejo y respuesta ecológica en el tipo y estructura de manglar de matorral con baja estructura y muy limitados servicios ambientales (ver imagen II.5), con alto riesgo de disminuir aún más dicha estructura y servicios si el aislamiento, las sequías, la evaporación y/o la salinización del suelo aumenta. Usando un caso para ejemplificar visualmente dicho riesgo (Imagen II.6), es posible demostrar que hay una clara secuencia diferenciable del efecto de la salinidad del suelo sobre el manglar, que permite prevenir, en un sentido, los riesgos que representa su aumento gradual sobre la estructura, densidad, bienes y servicios ambientales del ecosistema; y visualizar, en el sentido contrario, los posibles beneficios de reducir la salinidad y recuperar la conectividad con un cuerpo acuático, de la siguiente manera:

- Junto al estero se desarrolla manglar del tipo fisonómico borde con salinidades incluso marinas (35 ups (Unidad Practica de Salinidad)).
- Atrás del bordo natural y desconectado de la influencia regular de la marea se desarrolla manglar del tipo fisonómico matorral el cual se considera chaparro por ser menor de 1.5 m. La densidad y altura de este tipo de manglar están directamente determinadas por la salinidad del suelo.
- En salinidades de entre 70 y 90 ups es un matorral de disperso a muy disperso y de muy baja talla, porque en ese rango disminuye notablemente su capacidad osmótica para excluir o excretar la sal lo que impide su desarrollo estructural y su capacidad de colonización.
- En salinidades mayores de 110 ups ya no hay posibilidad de desarrollo para el manglar.

Imagen II. 6. Ejemplo de los efectos sobre la estructura, densidad, y servicios ambientales del manglar por aumento de la salinidad del suelo y desconexión hidrológica con la influencia mareal.



- **Servicios ambientales limitados, con posibilidad de incrementarse:** Al analizar los criterios de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN, por sus siglas en inglés) referentes a todos los servicios ambientales que potencialmente pueden tener los humedales con manglar puntualizados como funciones, productos y atributos (Imagen II.7), es posible reconocer que no todos los tipos fisonómicos de manglar pueden tenerlas, producirlos o proporcionarlos y en caso afirmativo no todos lo hacen en el mismo grado. Por ejemplo, en el caso del predio el manglar de matorral que ocupa la planicie de inundación evidentemente no tiene por sí solo la función de estabilización de la línea de costa ya que en esta región de huracanes esa función la cumplen conjuntamente tres frentes secuenciales: la playa, la duna y el manglar; por la pérdida de los dos primeros, el manglar quedó sujeto a una vulnerabilidad directa con la consecuente mortalidad masiva por enterramiento (ver Imágenes II.2 y II.3).

Tampoco puede cumplir la función de cortina rompevientos por su baja talla y en cuanto a los productos por la misma razón no representa un recurso forestal. Asimismo, por carecer de conectividad permanente con el medio marino, solo exporta biomasa cuando se rompen los bordes del estero y drena taninos al mar siendo por tanto esta aportación ocasional al igual que su relación con las pesquerías; en cuanto a sus atributos es un ecosistema de baja biodiversidad dominado por una sola especie. En la Imagen más adelante mostrada se relacionan las funciones, productos y atributos referidos por la IUCN comparativamente con el caso del manglar de matorral del predio.

Imagen II. 7. Funciones, productos y atributos ambientales potenciales del manglar referidos por la IUCN; comparativamente con el caso del matorral sin conexión hidrológica permanente con el mar.

| FUNCIONES, PRODUCTOS Y ATRIBUTOS POTENCIALES DE LOS HUMEDALES CON MANGLAR CONFORME LA UNION INTERNACIONAL PARA LA CONSERVACION DE LA NATURALEZA (IUCN) | Manglares | FUNCIONES, PRODUCTOS Y ATRIBUTOS DEL MANGLAR DEL TIPO FISIONOMICO MATORRAL EN EL PREDIO TRES RIOS |
|---|---|---|
| Funciones | ○ | Funciones |
| <ol style="list-style-type: none"> Recarga de acuíferos Descarga de acuíferos Control de inundaciones Estabilización de la línea costera/Control de la erosión Retención de sedimentos/sustancias tóxicas Retención de nutrientes Exportación de biomasa Protección contra tormentas/Cortina rompevientos Estabilización de microclimas Transporte por agua Recreación/Turismo | <ul style="list-style-type: none"> ○ ● ■ ■ ■ ■ ■ ● ● ● ● | <ol style="list-style-type: none"> Recarga de acuíferos Descarga de acuíferos Control de inundaciones Estabilización de la línea costera/Control de la erosión Retención de sedimentos/sustancias tóxicas Retención de nutrientes Exportación de biomasa Protección contra tormentas/Cortina rompevientos Estabilización de microclimas Transporte por agua Recreación/Turismo |
| Productos | ■ | Productos |
| <ol style="list-style-type: none"> Recursos forestales Recursos de vida silvestre Pesquerías Recursos forrajeros Recursos agrícolas Abastecimiento de agua | <ul style="list-style-type: none"> ■ ● ● ● ○ ○ | <ol style="list-style-type: none"> Recursos forestales Recursos de vida silvestre Pesquerías Recursos forrajeros Recursos agrícolas Abastecimiento de agua |
| Atributos | ● | Atributos |
| <ol style="list-style-type: none"> Diversidad biológica Singularidad del patrimonio cultural | <ul style="list-style-type: none"> ● ● | <ol style="list-style-type: none"> Diversidad biológica Singularidad del patrimonio cultural |
| <p>Clave: ○ = Ausente o excepcional ● = presente ■ = común o valor importante de ese tipo de humedal</p> | | <p>limitadas ocasionales no aplica baja</p> |

• **Riesgos por la salinización para la estructura y servicios actuales:** Al considerar reflexivamente la evidencia referida, resulta aplicable al caso del manglar del matorral que ocupa la planicie de inundación del Predio, si se considera la extensión actual de los ejemplares de mangle rojo con baja estructura, limitadas funciones y escasos productos y atributos ambientales (Ver Imagen II.7). Actualmente este tipo fisionómico de manglar de matorral con una talla entre 0.5 y 1.5 m de altura, cubre ya el 25% del total del manglar del predio (Ver Imagen II.8); lo que refleja la amplitud de los procesos de desconexión hidrológica y salinización a los que está sujeto. Estas características de baja estructura y limitados servicios ambientales se deben a la carencia de una conectividad permanente con cuerpos de agua de mar o con cuerpos de agua dulce superficiales. En ese marco, la escasa lluvia en años secos magnifica los procesos recurrentes de salinización del suelo en la planicie de inundación ocasional del predio, lo que es visiblemente evidente en los efectos de desecación y reducción de la cobertura vegetal que provocan los periodos de sequía en esta zona del predio (Ver Imagen II.9).

Imagen II. 8. Condición actual del manglar de baja estructura y limitados servicios ambientales, que ocupa la planicie de inundación asociada al estero Las Garzas, en riesgo de por aumento de la salinidad del suelo.

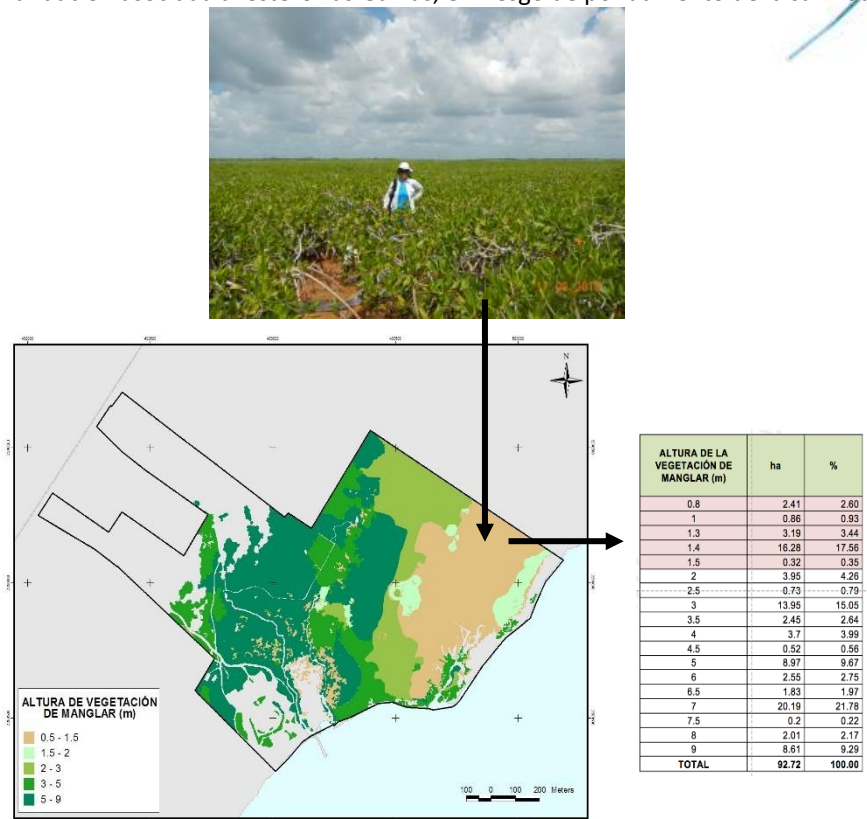


Imagen II. 9. Efecto de la evaporación, salinización y desconexión hidrológica en períodos de sequía sobre el manglar de matorral que ocupa la planicie de inundación asociada al estero Las Garzas.



Considerando que la variabilidad derivada del cambio global del clima en esta región costera se ha reflejado en forma de largos períodos de sequía y cortos e intensos periodos de tormentas tropicales y huracanes, hacen evidente el riesgo de un proceso de pérdida por erosión y deterioro gradual del manglar de matorral del predio (que es el tipo fisonómico con menor resiliencia por estar afectado por algún estrés), que determine una mayor reducción de su estructura, densidad y servicios ambientales, si la salinidad del suelo aumenta por la evaporación y el hidroperíodo aleatorio que modula esta unidad. Sin embargo, ese mismo marco de referencia hace evidente también la validez que tiene aplicar el sentido inverso al deterioro, representado por la restauración hidroecológica que se propone (Imagen II.10).

Imagen II. 10. Conceptualización de la relación entre los tipos fisonómicos de manglar y los factores que modulan su deterioro y que en sentido inverso determinan la posibilidad de su restauración.



El alto grado del deterioro natural en el SAR Punta Bete-Punta Maroma a causa de la erosión marina ha provocado severas pérdidas de ecosistemas de playa, duna y manglar en la costa de esta región, así como las serias afectaciones a la funciones y pérdida de productos y atributos ambientales que estos ecosistemas prestan. Es por ello por lo que el presente proyecto busca los siguientes objetivos ambientales:

- ✓ Recuperar y restablecer la integridad ecosistémica de la playa, duna y manglar.
- ✓ Detener el proceso de deterioro del ecosistema de manglar dentro del predio.
- ✓ Conservar en buenas condiciones la superficie de manglar comprometida.
- ✓ Establecer un modelo de desarrollo, con aplicaciones tecnológicas y monitoreo.

En este marco de referencia, la propuesta de mejora hidroecológica que se presenta en este documento corresponde a las acciones definidas por expertos regionales reconocidos en los campos de la Geohidrología, así como de la ecología y restauración de manglar; para detener el proceso de deterioro del ecosistema de matorral en la unidad natural de la planicie de inundación ubicada en la zona noreste del predio, para lograr la extensión del estero Las Garzas hacia el interior de la planicie, asociándolo hidrodinámicamente a un sistema de canales artificiales con litorales de mangle rojo del tipo fisonómico borde y funcionamiento estuarino natural, atenuando los procesos naturales de evaporación y el riesgo de una mayor salinización del suelo, para mejorar la estructura y ampliar los bienes y servicios en una parte del manglar de matorral que ocupa actualmente esta zona noreste del predio.

II.1.3 Ubicación física y dimensiones del proyecto.

El proyecto se ubicará en el Km. 301 de la Carretera Federal 307 Chetumal-Puerto Juárez, municipio de Solidaridad, Quintana Roo. El Estado de Quintana Roo tiene una superficie de 50,843 km², que representan 2.2 % del territorio nacional, y se localiza al Sureste de México en la porción oriental de la Península de Yucatán, sus coordenadas geográficas son al norte 21°36', al sur 19°49' de latitud norte; al este 86°43', al oeste 89°25' de longitud oeste. La posición geográfica que tiene en el del país colinda con otros lugares, al norte con el Golfo de México a lo largo de 165 km de costa, al este el Mar Caribe, al sur limita con Belice y Republica de Guatemala, al oeste con el estado de Campeche y noroeste con Yucatán. El Estado se conforma por 11 municipios, siendo el Municipio de Solidaridad donde se encuentra inmerso nuestro proyecto.

- El Municipio de Solidaridad se ubica en la porción norte del estado mexicano de Quintana Roo. Su cabecera municipal es la ciudad de Playa del Carmen. Está localizado geográficamente entre las coordenadas geográficas extremas, al Norte 20°45', al Sur 19°46' de latitud Norte; al este 86°57' y al Oeste 88°05' longitud Oeste, del meridiano de Greenwich. Colinda al Norte con el estado de Yucatán y con los Municipios de Lázaro Cárdenas y Benito Juárez; al este con el Mar Caribe y el Municipio de Cozumel; al sur con el Mar Caribe y el Municipio de Felipe Carrillo Puerto y al oeste con el Municipio de Felipe Carrillo Puerto y el estado de Yucatán. El municipio tiene una extensión de 2,204.73 km², lo que representa el 8.35% de la superficie del Estado, siendo Punta Maroma el lugar donde se encuentra inmerso nuestro proyecto.
 - Punta Maroma está localizada en la costa del Mar Caribe, dentro de la zona turística conocida como la Riviera Maya a 35.3 kilómetros del aeropuerto internacional Cancún y a unos 10 kilómetros al noreste de Playa del Carmen. Pertenece al municipio de Solidaridad.

El “Proyecto de Mejora Hidro-Ecológica del Estero las Garzas” consiste en el establecimiento de un Sistema de Canales, con una superficie total de construcción de 90,902.89 m² (9.090 ha). En la siguiente tabla se muestran las coordenadas del proyecto, calculadas con el datum WGS84, para la zona 16N.

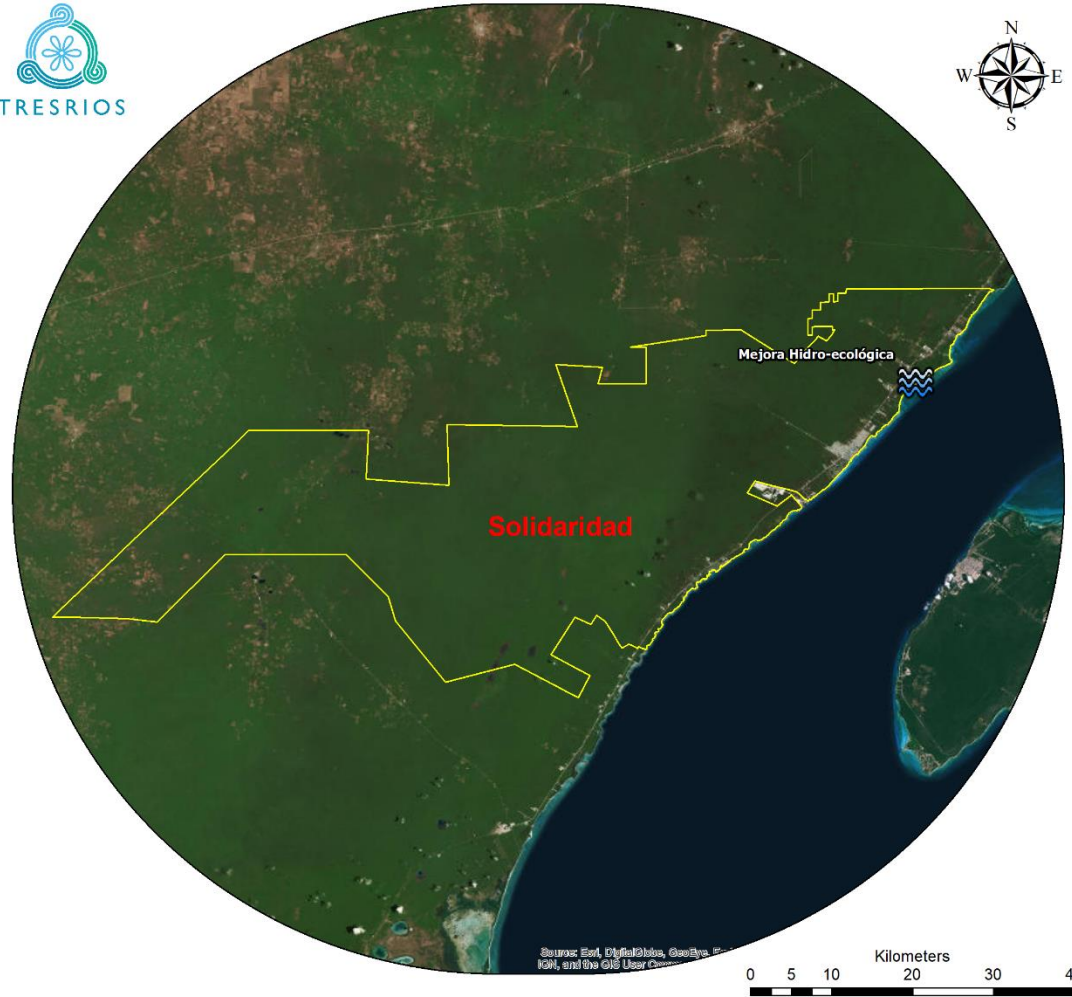
Tabla II. 1. Coordenadas Geográficas y UTM extremas donde se ubicará el proyecto.

| COORDENADAS UTM DEL PROYECTO | | | | | | | | | |
|------------------------------|-----------|------------|-----------------|------------------|-----|-----------|------------|-----------------|------------------|
| FID | UTM | | GEOGRÁFICAS | | FID | UTM | | GEOGRÁFICAS | |
| | ESTE | NORTE | LATITUD | LONGITUD | | ESTE | NORTE | LATITUD | LONGITUD |
| 0 | 500102.73 | 2290092.61 | 20° 42' 37.285" | -86° 59' 56.448" | 52 | 499365.21 | 2289592.78 | 20° 42' 21.026" | -87° 0' 21.946" |
| 1 | 500045.62 | 2290117.27 | 20° 42' 38.088" | -86° 59' 58.423" | 53 | 499460.09 | 2289585.30 | 20° 42' 20.783" | -87° 0' 18.666" |
| 2 | 499974.90 | 2290137.54 | 20° 42' 38.747" | -87° 0' 0.868" | 54 | 499576.39 | 2289566.77 | 20° 42' 20.180" | -87° 0' 14.645" |
| 3 | 499944.05 | 2290035.98 | 20° 42' 35.444" | -87° 0' 1.934" | 55 | 499677.75 | 2289612.63 | 20° 42' 21.672" | -87° 0' 11.141" |
| 4 | 499898.18 | 2289971.60 | 20° 42' 33.349" | -87° 0' 3.520" | 56 | 499663.20 | 2289584.04 | 20° 42' 20.742" | -87° 0' 11.644" |
| 5 | 499928.79 | 2290064.37 | 20° 42' 36.367" | -87° 0' 2.462" | 57 | 499630.47 | 2289536.44 | 20° 42' 19.193" | -87° 0' 12.775" |
| 6 | 499950.43 | 2290135.79 | 20° 42' 38.690" | -87° 0' 1.714" | 58 | 499686.93 | 2289535.47 | 20° 42' 19.162" | -87° 0' 10.824" |
| 7 | 499915.69 | 2290186.04 | 20° 42' 40.325" | -87° 0' 2.915" | 59 | 499729.76 | 2289541.72 | 20° 42' 19.365" | -87° 0' 9.343" |
| 8 | 499863.17 | 2290203.43 | 20° 42' 40.890" | -87° 0' 4.731" | 60 | 499671.33 | 2289559.49 | 20° 42' 19.943" | -87° 0' 11.363" |
| 9 | 499813.64 | 2290204.43 | 20° 42' 40.923" | -87° 0' 6.443" | 61 | 499711.39 | 2289616.37 | 20° 42' 21.794" | -87° 0' 8.297" |
| 10 | 499789.60 | 2290249.68 | 20° 42' 42.395" | -87° 0' 7.274" | 62 | 499734.03 | 2289635.04 | 20° 42' 22.401" | -87° 0' 9.195" |
| 11 | 499754.23 | 2290209.57 | 20° 42' 41.090" | -87° 0' 8.497" | 63 | 499749.22 | 2289691.45 | 20° 42' 24.236" | -87° 0' 8.670" |
| 12 | 499758.15 | 2290181.82 | 20° 42' 40.187" | -87° 0' 8.362" | 64 | 499783.75 | 2289667.77 | 20° 42' 23.466" | -87° 0' 7.476" |
| 13 | 499716.51 | 2290175.51 | 20° 42' 39.982" | -87° 0' 9.801" | 65 | 499760.00 | 2289716.90 | 20° 42' 25.066" | -87° 0' 5.977" |
| 14 | 499674.06 | 2290197.33 | 20° 42' 40.692" | -87° 0' 11.269" | 66 | 499787.71 | 2289726.90 | 20° 42' 25.389" | -87° 0' 7.339" |
| 15 | 499619.04 | 2290193.54 | 20° 42' 40.569" | -87° 0' 13.171" | 67 | 499799.99 | 2289755.95 | 20° 42' 26.334" | -87° 0' 6.915" |
| 16 | 499661.60 | 2290161.30 | 20° 42' 39.520" | -87° 0' 11.699" | 68 | 499823.49 | 2289763.62 | 20° 42' 26.584" | -87° 0' 6.102" |
| 17 | 499715.79 | 2290203.47 | 20° 42' 39.591" | -87° 0' 9.826" | 69 | 499838.92 | 2289794.09 | 20° 42' 27.575" | -87° 0' 5.669" |
| 18 | 499688.56 | 2290129.93 | 20° 42' 38.500" | -87° 0' 10.767" | 70 | 499854.98 | 2289826.56 | 20° 42' 28.631" | -87° 0' 5.014" |
| 19 | 499620.97 | 2290092.57 | 20° 42' 37.284" | -87° 0' 13.104" | 71 | 499874.43 | 2289849.32 | 20° 42' 29.372" | -87° 0' 4.341" |
| 20 | 499549.74 | 2290126.98 | 20° 42' 38.403" | -87° 0' 15.567" | 72 | 499891.46 | 2289897.31 | 20° 42' 30.933" | -87° 0' 3.753" |
| 21 | 499487.79 | 2290203.48 | 20° 42' 40.892" | -87° 0' 17.709" | 73 | 499913.09 | 2289945.47 | 20° 42' 32.499" | -87° 0' 3.005" |
| 22 | 499427.43 | 2290276.18 | 20° 42' 43.257" | -87° 0' 19.795" | 74 | 499961.27 | 2290030.41 | 20° 42' 35.262" | -87° 0' 1.339" |
| 23 | 499348.90 | 2290301.95 | 20° 42' 44.095" | -87° 0' 22.511" | 75 | 499993.78 | 2290092.93 | 20° 42' 37.296" | -87° 0' 0.215" |
| 24 | 499297.27 | 2290273.93 | 20° 42' 43.183" | -87° 0' 24.295" | 76 | 500047.22 | 2290099.34 | 20° 42' 37.505" | -86° 59' 58.368" |
| 25 | 499238.60 | 2290244.41 | 20° 42' 42.223" | -87° 0' 26.324" | 77 | 499912.82 | 2290072.83 | 20° 42' 36.642" | -87° 0' 3.014" |
| 26 | 499185.78 | 2290176.77 | 20° 42' 40.023" | -87° 0' 28.150" | 78 | 499932.56 | 2290133.40 | 20° 42' 38.613" | -87° 0' 2.331" |
| 27 | 499081.30 | 2290143.22 | 20° 42' 38.931" | -87° 0' 31.762" | 79 | 499908.29 | 2290169.15 | 20° 42' 39.775" | -87° 0' 3.171" |
| 28 | 498994.16 | 2290163.87 | 20° 42' 39.603" | -87° 0' 34.775" | 80 | 499867.58 | 2290186.22 | 20° 42' 40.331" | -87° 0' 4.578" |
| 29 | 498920.61 | 2290191.82 | 20° 42' 40.512" | -87° 0' 37.318" | 81 | 499867.58 | 2290186.22 | 20° 42' 39.232" | -87° 0' 5.193" |
| 30 | 498849.74 | 2290282.09 | 20° 42' 43.448" | -87° 0' 39.768" | 82 | 499849.80 | 2290121.72 | 20° 42' 35.654" | -87° 0' 6.358" |
| 31 | 498826.72 | 2290283.52 | 20° 42' 43.495" | -87° 0' 40.564" | 83 | 499816.10 | 2290042.45 | 20° 42' 34.547" | -87° 0' 4.593" |
| 32 | 498836.17 | 2290253.44 | 20° 42' 42.516" | -87° 0' 40.237" | 84 | 499867.15 | 2290008.41 | 20° 42' 40.280" | -87° 0' 5.633" |
| 33 | 498864.98 | 2290252.71 | 20° 42' 42.492" | -87° 0' 39.241" | 85 | 499837.06 | 2290184.67 | 20° 42' 39.359" | -87° 0' 6.493" |
| 34 | 498911.37 | 2290183.96 | 20° 42' 40.256" | -87° 0' 37.637" | 86 | 499812.20 | 2290156.35 | 20° 42' 38.989" | -87° 0' 7.376" |
| 35 | 498986.93 | 2290153.68 | 20° 42' 39.271" | -87° 0' 35.025" | 87 | 499786.64 | 2290144.97 | 20° 42' 36.825" | -87° 0' 7.842" |
| 36 | 499083.26 | 2290131.92 | 20° 42' 38.563" | -87° 0' 31.694" | 88 | 499773.18 | 2290078.45 | 20° 42' 35.757" | -87° 0' 6.992" |
| 37 | 499189.38 | 2290157.52 | 20° 42' 39.396" | -87° 0' 28.026" | 89 | 499797.76 | 2290045.61 | 20° 42' 38.094" | -87° 0' 5.972" |
| 38 | 499234.69 | 2290108.32 | 20° 42' 37.796" | -87° 0' 26.459" | 90 | 499827.26 | 2290117.45 | 20° 42' 39.752" | -87° 0' 7.902" |
| 39 | 499308.98 | 2290073.80 | 20° 42' 36.673" | -87° 0' 23.891" | 91 | 499771.43 | 2290168.43 | 20° 42' 39.463" | -87° 0' 8.878" |
| 40 | 499373.67 | 2290018.56 | 20° 42' 34.876" | -87° 0' 21.654" | 92 | 499743.22 | 2290159.54 | 20° 42' 38.137" | -87° 0' 10.548" |
| 41 | 499406.42 | 2289944.46 | 20° 42' 32.466" | -87° 0' 20.522" | 93 | 499694.92 | 2290118.79 | 20° 42' 36.848" | -87° 0' 12.654" |
| 42 | 499480.06 | 2289904.83 | 20° 42' 31.177" | -87° 0' 17.976" | 94 | 499633.98 | 2290079.17 | 20° 42' 35.408" | -87° 0' 12.535" |
| 43 | 499548.01 | 2289843.38 | 20° 42' 29.178" | -87° 0' 15.626" | 95 | 499637.44 | 2290034.89 | 20° 42' 35.068" | -87° 0' 10.950" |
| 44 | 499612.63 | 2289822.65 | 20° 42' 28.504" | -87° 0' 13.392" | 96 | 499683.27 | 2290024.43 | 20° 42' 33.585" | -87° 0' 10.543" |
| 45 | 499641.86 | 2289797.99 | 20° 42' 27.702" | -87° 0' 12.382" | 97 | 499695.05 | 2289978.86 | 20° 42' 32.699" | -87° 0' 8.613" |
| 46 | 499641.07 | 2289723.45 | 20° 42' 25.277" | -87° 0' 12.409" | 98 | 499750.88 | 2289951.61 | 20° 42' 31.224" | -87° 0' 7.626" |
| 47 | 499669.13 | 2289668.42 | 20° 42' 23.487" | -87° 0' 11.439" | 99 | 499729.76 | 2289541.72 | 20° 42' 29.539" | -87° 0' 7.680" |
| 48 | 499699.62 | 2289621.71 | 20° 42' 21.967" | -87° 0' 10.385" | 100 | 499777.85 | 2289854.48 | 20° 42' 28.199" | -87° 0' 6.750" |
| 49 | 499671.23 | 2289632.90 | 20° 42' 22.332" | -87° 0' 11.366" | 101 | 499804.75 | 2289813.28 | 20° 42' 26.482" | -87° 0' 7.469" |
| 50 | 499568.72 | 2289586.80 | 20° 42' 20.832" | -87° 0' 14.910" | 102 | 499783.95 | 2289760.50 | 20° 42' 27.417" | -87° 0' 6.070" |
| 51 | 499460.77 | 2289607.14 | 20° 42' 21.493" | -87° 0' 18.642" | | | | | |

• Nota: En los anexos se presenta la tabla completa de las coordenadas.

Fuente: BIOTA y SICA, 2018.

Imagen II. 11 Localización del proyecto.

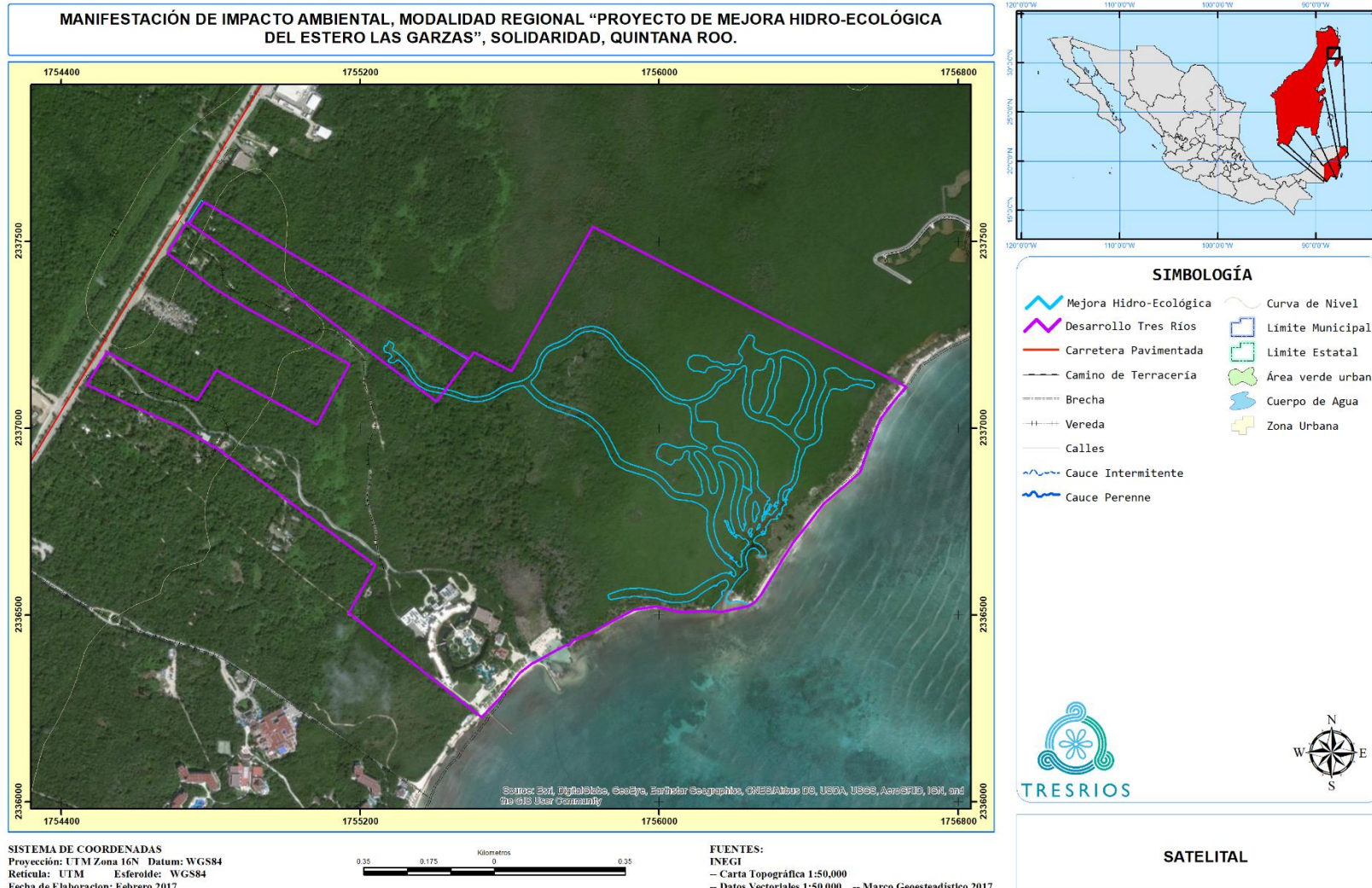


"PROYECTO DE MEJORA HIDRO-ECOLÓGICA DEL ESTERO LAS GARZAS"

LOCALIZACIÓN

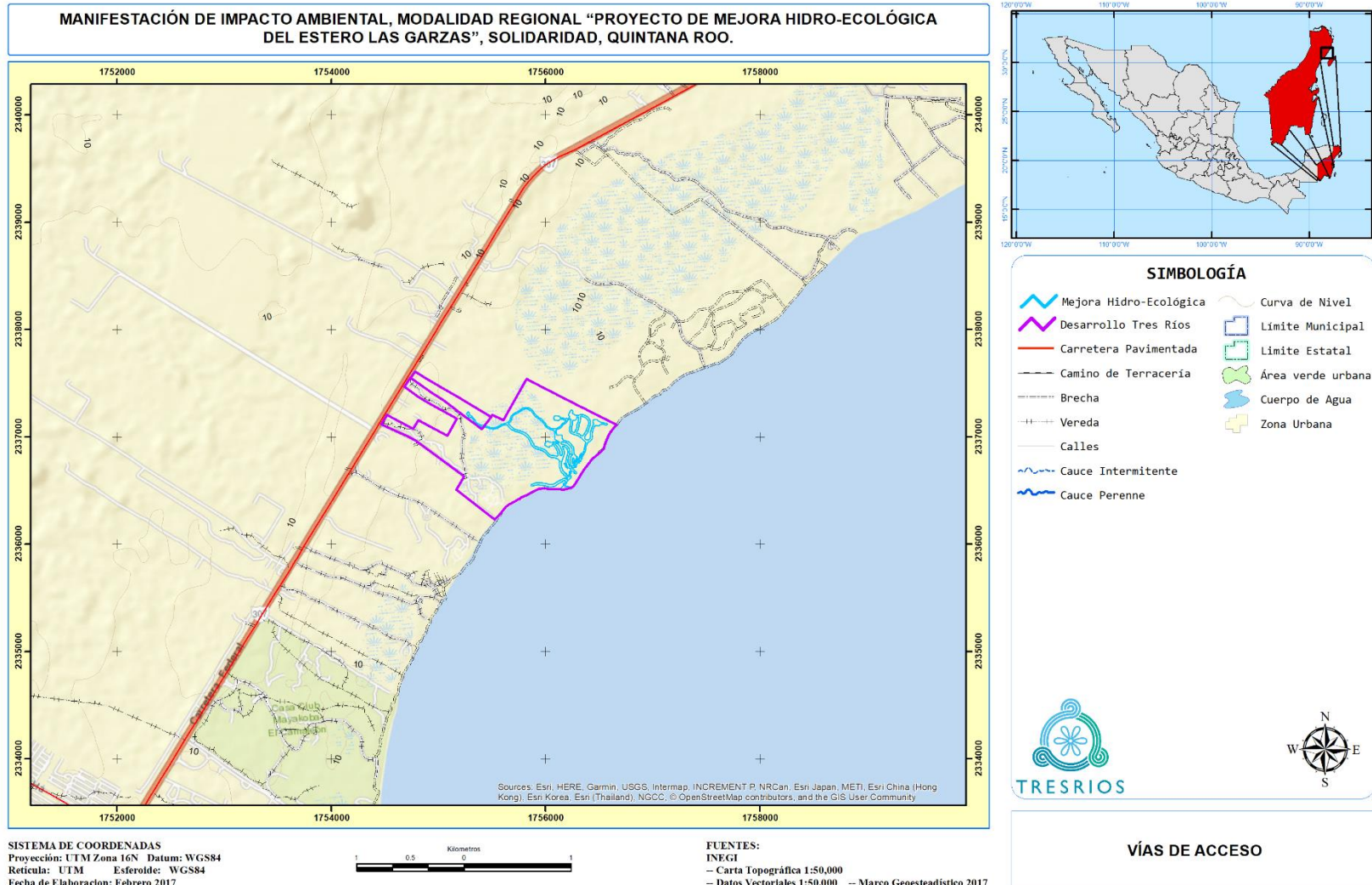
Fuente: BIOTA y SICA, 2018.

Imagen II. 12. Vista Satelital.



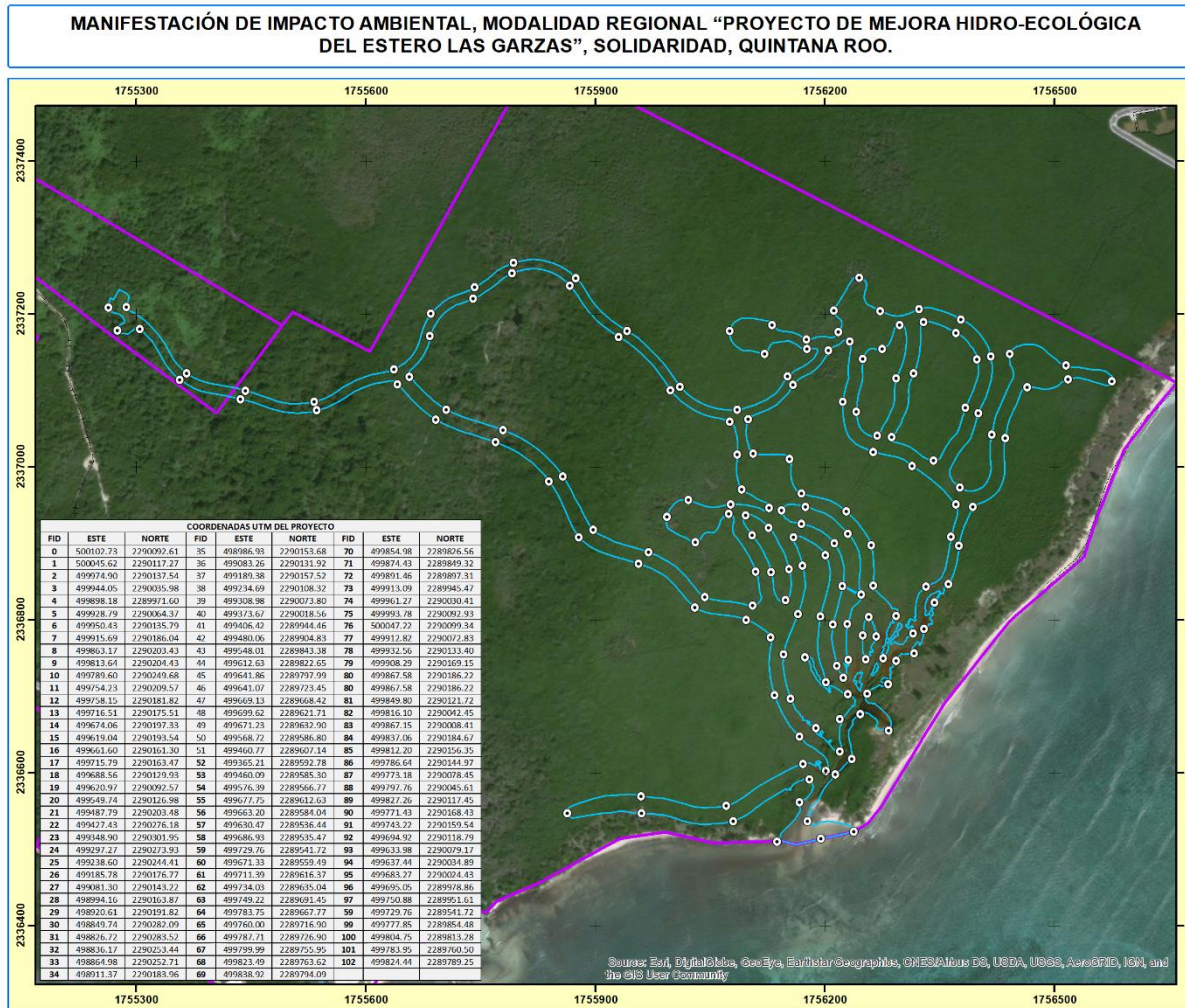
Fuente: BIOTA y SICA, 2018.

Imagen II. 13. Vías de Acceso al Proyecto.



Fuente: BIOTA y SICA, 2018.

Imagen II. 14. Coordenadas del Predio del Proyecto.



COORDENADAS DEL PROYECTO

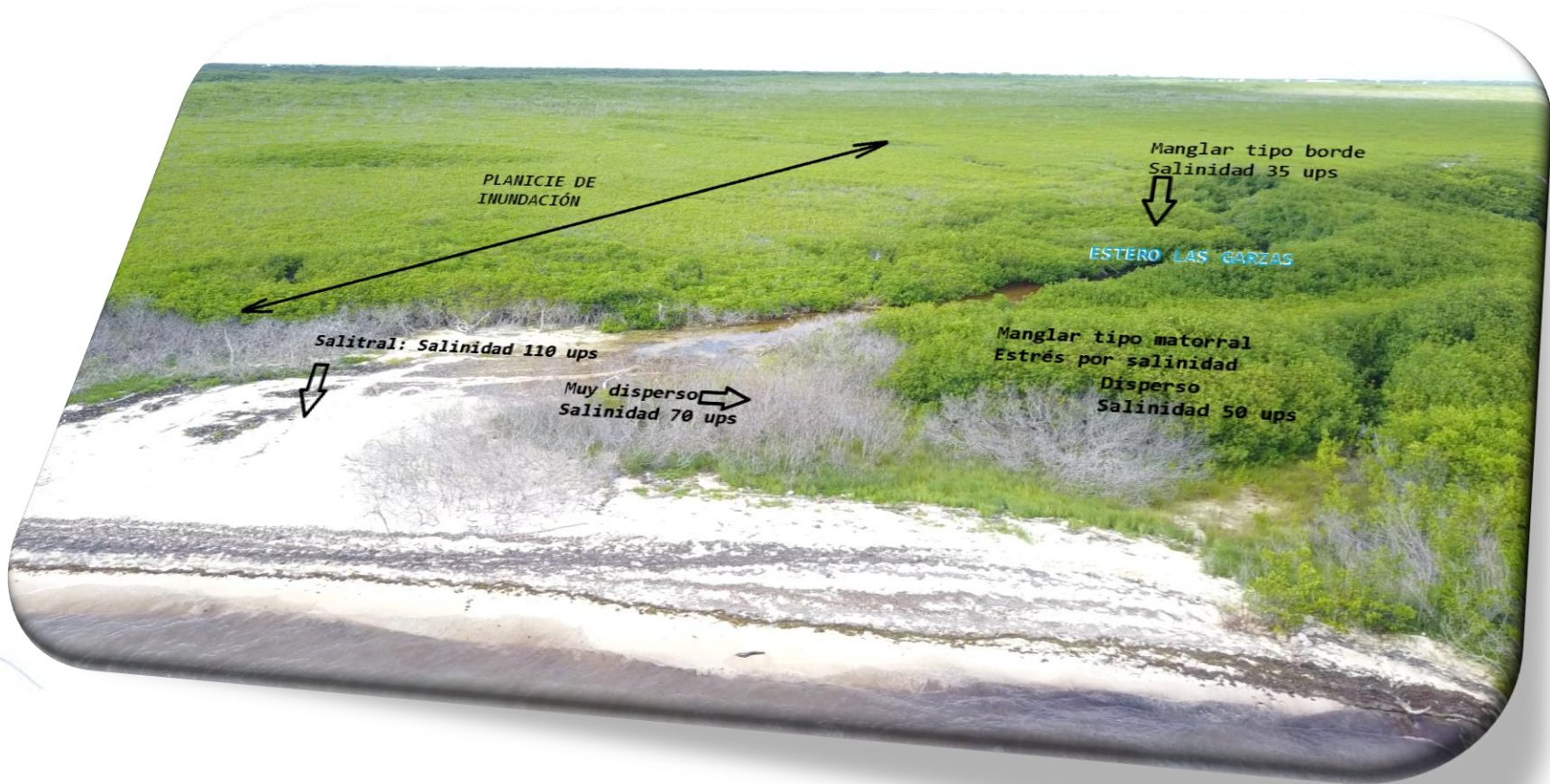
SISTEMA DE COORDENADAS
 Proyección: UTM Zona 16N Datum: WGS84
 Reticula: UTM Estereolde: WGS84
 Fecha de Elaboración: Febrero 2017



FUENTES:
 INEGI
 - Carta Topográfica 1:50,000
 - Datos Vectoriales 1:50,000 -- Marco Geoespacial 2017

Fuente: BIOTA y SICA, 2018.

Fotografía II. 1. Vista aérea del Estero las Garzas.



Fuente: BIOTA y SICA, 2018.

Fotografía II. 2. Vista aérea de la ubicación del predio del proyecto.



Fuente: BIOTA y SICA, 2018.

Fotografía II. 3. Vista aérea de la ubicación del predio del proyecto.



Fuente: BIOTA y SICA, 2018.

**MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL
"PROYECTO DE MEJORA HIDRO-ECOLÓGICA DEL ESTERO LAS GARZAS",
SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.**

Como se mencionó anteriormente, el Proyecto de Mejoramiento Hidroecológico del Humedal consiste en el establecimiento de un Sistema de Canales de Mejora Hidro-ecológica (SCMH), con una superficie total de construcción de 90,902.89 m² (9.090 ha). De esta superficie total, 88,099.40 m² (8.810 ha) se ubican en manglares, 2,240.91 m² (0.224 ha) en selvas, 498.71 m² (0.050 ha) en otro tipo de vegetación y 63.86 m² (0.006 ha) en otro tipo de cobertura de suelo (conexión con estero y zona marina).

Tabla II. 2. Superficies de aprovechamiento de la infraestructura objeto de la presente modificación en los tipos de vegetación y uso del suelo del DTR.

| COBERTURA DEL SUELO | TIPO DE VEGETACIÓN | CANALES HA | | TOTAL |
|---|---|--------------|-------|-------|
| | | MARÍA TERESA | DTR | |
| Manglares | Manglar chaparro de R. mangle | 0.000 | 6.349 | 6.349 |
| | Manglar de cuenca dominado por R. mangle | 0.057 | 2.136 | 2.192 |
| | Manglar de franja dominado por R. mangle | 0.000 | 0.211 | 0.211 |
| | Manglar en regeneración | 0.000 | 0.028 | 0.028 |
| | Manglar mixto c/elementos de matorral costero | 0.000 | 0.028 | 0.028 |
| | Matorral disperso de A. germinans | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| | Manglar muerto | 0.000 | 0.002 | 0.002 |
| SUBTOTAL MANGLARES POR PREDIO | | 0.057 | 8.753 | 8.810 |
| SUBTOTAL MANGLARES | | 8.810 | | |
| Selvas | Selva mediana subperennifolia | 0.064 | 0.000 | 0.064 |
| | Selva de transición | 0.160 | 0.000 | 0.160 |
| | Selva mediana c/ desarrollo secundario | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| SUBTOTAL SELVAS POR PREDIO | | 0.224 | 0.000 | 0.224 |
| SUBTOTAL SELVAS | | 0.224 | | |
| Otro tipo de vegetación | Hidrófila | 0.010 | 0.000 | 0.010 |
| | Turba c/vegetación herbácea halófila dispersa | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| | Vegetación secundaria | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| | Pastizal halófilo c/elementos de matorral costero | 0.000 | 0.039 | 0.039 |
| | Halófitas pioneras | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| SUBTOTAL OTRO TIPO DE VEGETACIÓN POR PREDIO | | 0.010 | 0.039 | 0.050 |
| SUBTOTAL OTRO TIPO DE VEGETACIÓN | | 0.050 | | |
| Otro tipo de cobertura del suelo | Infraestructura existente | 0.000 | 0.006 | 0.006 |
| | Cuerpo de agua | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| | Zona Marina fuera del predio | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| SUBTOTAL OTRO TIPO DE COBERTURA DEL SUELO POR PREDIO | | 0.000 | 0.006 | 0.006 |
| SUBTOTAL OTRO TIPO DE COBERTURA DEL SUELO | | 0.006 | | |
| TOTAL, POR PREDIO | | 0.291 | 8.800 | 9.090 |
| TOTAL | | 9.090 | | |

Fuente: BIOTA y SICA, 2018.

II.1.4 Inversión requerida.

El presupuesto para llevar a cabo el Proyecto Ejecutivo del Sistema de Canales de Mejoramiento Hidro-ecológico del Estero Las Garzas asciende a un monto total estimado de \$92,638,557.69 I.V.A. incluido. Los conceptos de obra que comprenden el presupuesto de inversión se muestran en la siguiente tabla.

Tabla II. 3 Montos de Inversión del Sistema de Canales de Mejoramiento Hidro-ecológico.

| CONCEPTO | MONTO |
|-----------------------|------------------------|
| Topografía | \$678,135.56 |
| Desmante | \$526,327.73 |
| Dragado | \$27,542,824.33 |
| Triturado y composteo | \$35,946,514.11 |
| Acarreo | \$5,979,495.25 |
| Supervisión | \$9,187,528.61 |
| SUBTOTAL = | \$79,860,825.59 |
| IVA (16 %) = | \$12,777,732.09 |
| TOTAL = | \$92,638,557.69 |

Fuente: Memoria Descriptiva, 2018.

Es importante mencionar que los costos antes señalados consideran exclusivamente la obra civil del proyecto, y para la ejecución de las medidas de mitigación y compensación se estima un 10% adicional al monto de la obra civil, es por ello por lo que el proyecto se estima en más de **\$100,000,000 Cien Millones de Pesos**.

II.2 Características particulares del Proyecto, Plan o Programa.

El proyecto consiste en el mejoramiento hidroecológico del humedal a través del establecimiento de un sistema de canales artificiales que permitirán restaurar y mejorar las condiciones hidro-ecológicas de los humedales. La propuesta de mejora hidroecológica plantea restaurar la integralidad de un flujo hidrológico regular agua-manglar, mediante la implementación de un sistema acuático que elimine los obstáculos topográficos, permita el drenaje, evite el anegamiento, aminore la evaporación y reduzca la desecación por efecto natural de un hidropereodo con mezcla de agua dulce y marina dentro de la cuenca, lo cual conjuntamente revierta el proceso de salinización del agua intersticial y del suelo, reduzca el deterioro natural del manglar de matorral y evite su mortalidad por desecación. La mejora hidroecológica se realizará a través del establecimiento de un Sistema de Canales de Mejora Hidro-ecológica (SCMH) con una superficie total de construcción de 90,902.89 m² (9.090 ha), de las cuales 88,099.40 m² (8.810 ha) se ubican en manglares, 2,240.91 m² (0.224 ha) en selvas, 498.71 m² (0.050 ha) en otro tipo de vegetación y 63.86 m² (0.006 ha) en otro tipo de cobertura de suelo (conexión con estero y zona marina). La construcción del SCMH tiene la finalidad de extender los canales existentes del Estero Las Garzas, mejorar la funcionalidad hidroecológica y así incrementar la estructura y servicios ambientales del manglar chaparro (manglar matorral) localizado en esa zona. La superficie del Estero Las Garzas y Zona Marina que se conectará con el canal es de 9,507.64 m² (0.951 ha).

La construcción del SCMH incrementará los bienes y servicios ambientales de los humedales costeros en zonas de manglar, mediante la mejora del funcionamiento hidrodinámico conectado al estero Las Garzas y que permitirá:

- Mejorar las interacciones funcionales hidrodinámicas regulares entre el estero y los manglares, solucionando el actual aislamiento microtopográfico de la cuenca de evaporación, donde se ubican los manglares chaparros (manglar matorral).
- Restablecer el flujo y reflujo dinámico mareal regular, así como su interacción con el acuífero, logrando recuperar la conectividad hidrológica entre el ecosistema acuático y el terrestre en los manglares chaparros (manglar matorral).
- Lograr el funcionamiento hidrodinámico natural y drenaje a través de un sistema de canales artificiales alimentado con agua dulce subterránea.

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL "PROYECTO DE MEJORA HIDRO-ECOLÓGICA DEL ESTERO LAS GARZAS", SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.

- Reducir el proceso de salinización del agua intersticial y del suelo en la cuenca de evaporación, al restituir el hidroperiodo en esta cuenca y revertir el deterioro natural del manglar chaparro (manglar matorral) causado por hipersalinidad y sofocación de los manglares provocado por instrucción de arena.
- Incrementar la biodiversidad del predio mediante el aumento y diversificación de ambientes, creación de hábitats y nichos ecológicos acuáticos y litorales.
- Observar el mejoramiento en la estructura forestal de los manglares con la transformación del manglar chaparro (manglar matorral) en un manglar de borde, con lo anterior se pretende el establecimiento de más y mejores bienes y servicios ambientales asociados a este cambio.

El Sistema de Canales de Mejora Hidroecológica (SCMH) tendrá anchos variables, con un mínimo de 12 metros, una profundidad promedio de 2 metros y una superficie de construcción total de 9.090 ha. Los planos del Proyecto Ejecutivo de Canales incluyendo el sembrado, ejes y cortes, se incluyen en los anexos (Ver Anexo) y en la siguiente imagen se muestra el sembrado del sistema de canales.

Imagen II. 15. Sembrado del Sistema de Canales de Mejora Hidro-ecológica del DTR.



Fuente: BIOTA y SICA, 2018.

II.2.1 Programa de trabajo.

El siguiente programa de trabajo corresponde a la totalidad del proyecto que abarca una duración de 96 meses desde su gestión hasta su fase de operación, contemplándose empezar en el mes de abril del año 2019 y finalizando en el mes de diciembre del año 2026. El Programa General de Trabajo se plantea en 2 fases, en un horizonte estimado de 8 años. La primera fase, previa al inicio de las obras, considera un periodo de 2 años para la obtención del financiamiento y los permisos necesarios, ejemplo de ello:

- Manifestación de Impacto Ambiental.
- Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales.
- Liberación de No Existencia de Vestigios Arqueológicos, ante el INAH.
- Licencia de Tala Municipal.
- Licencia de Obra Municipal.

La segunda fase contempla la construcción y establecimiento del Sistema de Canales en un tiempo de 6 años, por lo que el Proyecto en su totalidad requerirá de 8 años para su realización. A continuación, se presenta el Diagrama de Gantt con la programación anual del proyecto.

Tabla II. 4. Programa de Trabajo.

| ACTIVIDADES | FASE 1 | | FASE 2 | | | | | | | | | | | |
|--|--------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| | AÑO 1 | AÑO 2 | AÑO 3 | | AÑO 4 | | AÑO 5 | | AÑO 6 | | AÑO 7 | | AÑO 8 | |
| | | | SEM. 1 | SEM. 2 | SEM. 1 | SEM. 2 | SEM. 1 | SEM. 2 | SEM. 1 | SEM. 2 | SEM. 1 | SEM. 2 | SEM. 1 | SEM. 2 |
| Financiamiento y permisos adicionales. | ■ | ■ | | | | | | | | | | | | |
| Trabajos preliminares. | | | ■ | | | | | | | | | | | |
| Excavación de canales. | | | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | | | | |
| Formación de fondo y taludes. | | | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | | | | |
| Trituración y transporte de turba a zona de composteo. | | | | | | | | | | | | ■ | ■ | |
| Trituración, volteo y composteo de turba. | | | | | | | | | | | | | | ■ |
| Estabilización de canales. | | | | | | | | | | | | | | |
| Conexión con estero. | | | | | | | | | | | | | | |

Fuente: Memoria Descriptiva, 2018.

Asimismo, el proyecto en su fase de operación contempla el mantenimiento y cuidado del sistema estuarino, incluyendo acciones de desasolve y mantenimiento periódico de los canales, en las zonas donde se detecten eventualmente procesos de asolvamiento, por lo que se tiene previsto una vida útil contemplada de 100 años, pudiéndose alargar aún más.

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL “PROYECTO DE MEJORA HIDRO-ECOLÓGICA DEL ESTERO LAS GARZAS”, SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.

II.2.2 Representación Gráfica Regional.

El proyecto: “Mejora Hidro-Ecológica del Estero Las Garzas”, se localiza en el Estado de Quintana Roo, la entidad se localiza en la Península de Yucatán en el Sureste de la República Mexicana con las coordenadas geográficas extremas al norte 21° 35’, al sur 17° 49’ de latitud norte; al este 86° 42’, al oeste 89° 25’ de longitud oeste. Colinda al norte con Yucatán y con el Golfo de México; al este con el Mar Caribe; al sur con la Bahía de Chetumal, Belice y Guatemala; al oeste con Campeche y Yucatán. La extensión del Estado es de 50,843 Km², incluye las islas de Cozumel, Isla Mujeres, Holbox, Isla Blanca, Contoy, entre las más importantes. El estado representa el 2.55 % de la superficie del país.

Imagen II. 16. Representación Gráfica del Proyecto.



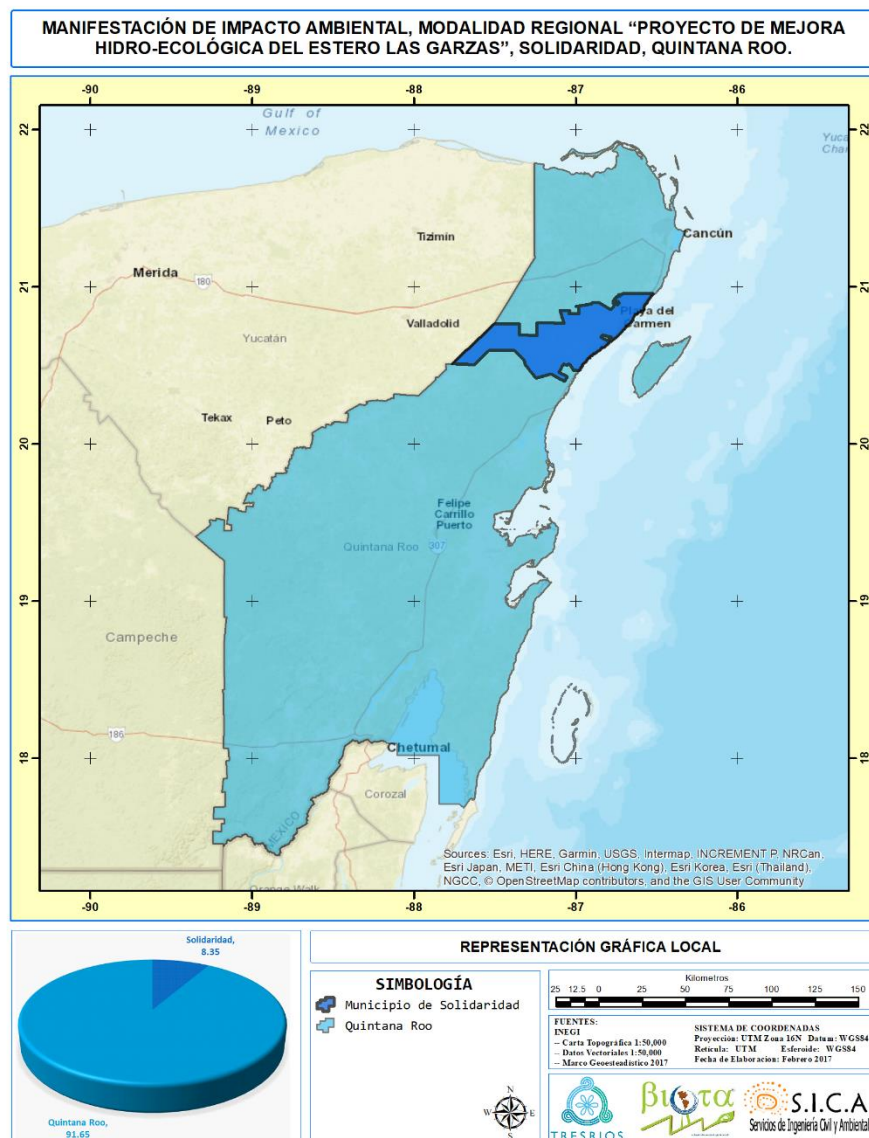
Fuente: BIOTA y SICA, 2018.

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL "PROYECTO DE MEJORA HIDRO-ECOLÓGICA DEL ESTERO LAS GARZAS", SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.

II.2.3 Representación Gráfica Local.

Como se ha mencionado anteriormente el proyecto de la "Mejora Hidro-Ecológica del Estero Las Garzas", se localiza en el Municipio de Solidaridad, dicho municipio se localiza en la porción norte del estado, entre las coordenadas geográficas extremas, al norte 20° 45', al sur 19° 46' de latitud norte; al este 86° 57' y al oeste 88° 05' de longitud oeste. Tiene como colindancias: al norte con el estado de Yucatán y con los municipios de Lázaro Cárdenas y Benito Juárez; al este con el Mar Caribe y el municipio de Cozumel; al sur con el Mar Caribe y el municipio de Felipe Carrillo Puerto y al oeste con el Municipio de Felipe Carrillo Puerto y el estado de Yucatán. El municipio cuenta con una extensión de 2 204.73 Km², lo que representa el 8.35 % de la superficie del Estado.

Imagen II. 17. Representación Local del proyecto.



Fuente: BIOTA y SICA, 2018.

II.2.4 Preparación del sitio y construcción.

Las actividades necesarias para preparación del sitio se incluyen en el Programa Calendarizado de Obra, dentro del rubro "Trabajos Preliminares", durante el primer semestre de la Fase 2 (Año 3) y consistirán básicamente en el trazo, rescate, desmonte parcial y despalme, a fin de poder proceder con las actividades de excavación del terreno. Estas actividades en lo general se describen a continuación:

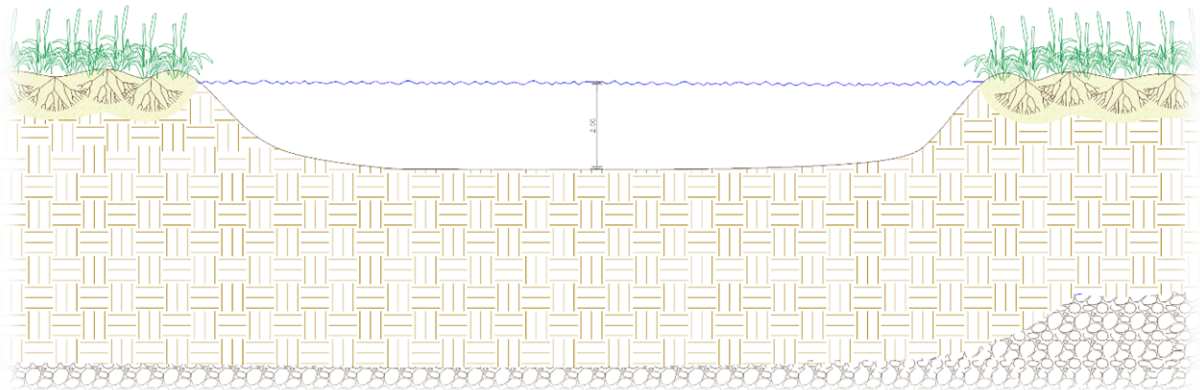
- ✓ **Trazo de las áreas de desmonte y conservación.** Se realiza el trazo topográfico de los diferentes componentes del proyecto. Con cintas plásticas y mallas se delimitan las áreas que serán conservadas e incorporadas al diseño del proyecto y las áreas que serán desmontadas para la construcción de los canales.
- ✓ **Marcado y rescate de especies vegetales.** En las áreas delimitadas y consideradas para el desmonte, se implementa una campaña coordinada por un especialista en identificación y manejo de vegetación y una brigada de personal de apoyo. Esto con la finalidad de identificar y marcar con cinta plástica, aquellos ejemplares que son susceptibles de ser rescatados, especialmente los que encuentren en la NOM-059-SEMARNAT-2001. Una vez identificados los ejemplares, se implementa la técnica de rescate más apropiada considerando la especie y su talla. Los ejemplares rescatados son transportados a su sitio definitivo de trasplante o al vivero provisional para su mantenimiento.
- ✓ **Rescate de especies animales.** Paralelo a las actividades de marcado y rescate de especies vegetales, un especialista en manejo de fauna recorre las áreas de desmonte, con la finalidad de rescatar animales de poca movilidad y de trasladarlos a las áreas de conservación de vegetación. Previo a su traslado, cada organismo será identificado y registrado en formatos especiales diseñados por la supervisión ambiental del proyecto.
- ✓ **Desmonte y limpieza del terreno.** Una vez que ha sido efectuado el rescate de flora y fauna, se realizan las actividades de desmonte y limpieza del predio. La tierra vegetal y los restos vegetales generados en esta fase serán dispuestos temporalmente en un sitio destinado para el triturado del material y para la formación de composta que será utilizada para la habilitación de áreas verdes y jardinadas.

En esta etapa, también se considera la habilitación de un vivero con sombreaderos naturales. Este se ubicará en algún área de conservación del proyecto en la que se encuentre una baja densidad de elementos arbóreos, mismos que se conservarán intactos. En este sitio sólo se efectuará un socoleo semi-intensivo para eliminar la vegetación arbustiva y baja, lo cual permitirá utilizar las áreas semidespejadas para la ubicación de los ejemplares rescatados. El personal de obra promedio al día durante la etapa de preparación del terreno se estima en 80 trabajadores.

MÉTODO CONSTRUCTIVO.

Una vez realizadas las actividades preliminares, se procede a la remoción de la vegetación y la excavación de los canales. El proceso de excavación dará inicio en la zona de selva inundable e irá avanzando gradualmente hacia la zona del Estero Las Garzas. Al excavar los canales por debajo el nivel freático, es de esperarse que éstos empezarán a llenarse de agua de durante el mismo proceso de excavación, razón por la cual podrán ser utilizadas excavadoras tipo anfibio. De esta manera, los canales serán excavados inicialmente a una profundidad promedio de -2.50 m bajo el nivel medio del mar, a fin de que una vez asentados los sólidos, se obtenga una profundidad promedio de -2.00 m. Esto podrá realizarse mediante excavadoras anfibias tipo Waterking WK 250 NG-3 o similares, las cuales están diseñadas para adaptarse a los trabajos más severos y difíciles en condiciones de humedales, deltas y terrenos de bajo soporte de carga, teniendo la facilidad de adaptarle diferentes accesorios de trabajo. En la siguiente imagen se muestra la sección transversal propuesta en el proyecto:

Imagen II. 18. Corte ilustrativo del Sistema de Canales de Mejora Hidro-ecológica.



Fuente: Memoria Descriptiva.

Es importante mencionar que los canales no se conectarán a la zona marina, sino hasta después de que éstos se hayan estabilizado y los materiales en suspensión producto de la excavación se hayan asentado. Durante el proceso de excavación de los canales, la turba que será extraída se colocará en un chalán de carga montado sobre una panga tipo flexi-float, que tendrá una artesa de drenado y lavado con rejillas Irving, que permiten separar los lodos salobres y el agua. Desde allí inicia el proceso de composteo de la biomasa extraída. De igual manera, el chalán de carga tendrá una tritadora BS-1000 a fin de picar las raíces y troncos para incorporarlos a la turba extraída. Una vez que el agua y los lodos salobres han drenado, una excavadora anfibia transfiere el material restante a un chalán de traslado, para ser transportado a la zona de procesamiento, la cual se localizará en el actual estacionamiento del parque. Es importante que el agua drene lo más posible en el mismo sitio de apertura del canal, a fin de no transportarla hacia el área de procesamiento.

La turba extraída se depositará en el área de procesamiento, a fin de que su volumen se compacte adicionalmente su propio peso. Una vez compactada, se somete a un procesamiento adicional mediante una tritadora de tolva y una volteadora de composteo, a fin de generar un proceso acelerado de composteo aeróbico. La composta terminada podrá usarse en labores de jardinería o mejoramiento de áreas verdes. El personal de obra promedio al día durante la etapa de construcción, se estima en 100 trabajadores.

VOLUMEN DE MATERIALES.

A fin de hacer el cálculo del volumen de materiales que serán extraídos, transportados y procesados, durante la construcción de los canales, se considera en primera instancia un volumen abundado inicial (266,242.86 m³) que contiene una mezcla diversa de materiales (la profundidad promedio de dragado inicial se calcula de 2.5 m a fin de que la profundidad promedio final de los canales sea de 2 m. después de su estabilización). Se considera que el 60% del volumen de este material abundado es agua y el 40% restante (106,497.15 m³) se compone principalmente de materia orgánica y aire, con un pequeño componente de materiales inertes.

Una vez depositada la turba en el área de procesamiento, su volumen se compactará en poco tiempo por su propio peso, dado que el 30% de su volumen inicial es aire. La turba ya compactada (74,548.00 m³) se triturará mediante una tritadora de tolva tipo Vermeer TG5000 y se procesará mediante una volteadora de composteo tipo Vermeer CT1010TX, a fin de generar un proceso acelerado de composteo aeróbico, el cual reducirá el volumen de la biomasa en un 75%.

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL "PROYECTO DE MEJORA HIDRO-ECOLÓGICA DEL ESTERO LAS GARZAS", SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.

De esta manera, el volumen final del material dragado, drenado, procesado y compostado se calcula en 18,637.00 m³. Este material compostado podrá ser entonces utilizado para rellenos y sustratos en áreas jardinadas dentro o fuera del predio. La tabla siguiente resume estos razonamientos:

Tabla II. 5. Cuantificación Final de Dragado (Datos Civil Cad).

| | | |
|---|-----------------------------------|------------------|
| A | VOLUMEN DE DRAGADO M ³ | 266,242.86 |
| B | - AGUA (60% de A) | 159,745.72 |
| C | = TURBA (40% de A) | 106,497.15 |
| D | - AIRE (30% de C) | 31,949.14 |
| E | = TURBA COMPACTADA (70% de C) | 74,548.00 |
| F | - COMPOSTEO (75% de E) | 55,911.00 |
| G | = VOLUMEN FINAL M ³ | 18,637.00 |
| *PROFUNDIDAD DE EXCAVACIÓN: 2.5M, FINAL 2.00M | | |
| **SUPERFICIE DE CANALES: 90,902.89 M² | | |

Fuente: Memoria Descriptiva.

DESCRIPCIÓN DE OBRAS Y ACTIVIDADES PROVISIONALES.

Las obras provisionales requeridas para el proyecto consisten en almacenes de obra, comedores, campamentos, talleres, oficinas, sanitarios, área de triturado, área de compostaje y vivero de rescate. Dichas obras se ubicarán de manera temporal en los estacionamientos existentes del parque que no están en uso constante, así como en las plataformas de lo que serán los estacionamientos de cada hotel del Proyecto Crisálida, que forma parte integral del Desarrollo Tres Ríos. De esta manera, no será necesario utilizar áreas adicionales a las ya contempladas en el proyecto.

A los contratistas de obra no les será permitido almacenar combustibles o residuos peligrosos, ni realizar labores de mantenimiento a maquinaria o equipos dentro del sitio del proyecto. En la siguiente tabla se describen las principales obras y actividades provisionales que se tienen contempladas.

Tabla II. 6. Obras y actividades provisionales contempladas.

| TIPO DE INFRAESTRUCTURA | INFORMACIÓN ESPECÍFICA |
|--|---|
| Camino de acceso | Los caminos de acceso existentes y los caminos de acceso autorizados para el Proyecto Crisálida serán utilizados para la construcción de los canales. De esta manera, el camino de acceso a la obra se ubicará sobre el mismo trazo de los caminos finales permanentes, a fin de impactar tan solo la superficie de vegetación estrictamente necesaria. |
| Almacenes, bodegas y talleres | Las áreas temporales de obra alojarán los almacenes, bodegas y talleres necesarios durante las etapas de preparación y construcción. Se utilizarán elementos precontruidos de fácil montaje y desmontaje. Estas áreas se ubicarán dentro de las zonas de estacionamientos de los proyectos del DTR. Al terminar las etapas de obra, estas estructuras serán removidas en su totalidad. Durante la preparación y construcción del proyecto, serán generados residuos sólidos y líquidos cuyo posible impacto al suelo, será atenuado al máximo por el uso de fosas sépticas selladas, baños portátiles y contenedores para residuos sólidos clasificados. |
| Campamentos, dormitorios, comedores | Las áreas temporales de obra también alojarán los campamentos, dormitorios y comedores del personal empleado durante las etapas de preparación y construcción, e igualmente se utilizarán elementos precontruidos de fácil montaje y desmontaje. Al terminar las etapas de obra, estas estructuras serán removidas en su totalidad. |
| Viveros temporales y áreas de compostaje | Para los viveros temporales y áreas necesarias para la trituración y almacenamiento de material vegetal y biomasa que serán compostados se utilizará el vivero existente actualmente en el DTR, así como las zonas temporales de obra mencionadas. |
| Instalaciones sanitarias | Para el manejo de desechos sanitarios durante las etapas de preparación y construcción se utilizarán equipos de baños portátiles que se contratarán con una empresa especializada de la región. Las aguas residuales procedentes de oficinas serán conducidas a fosas sépticas selladas y empresas acreditadas darán el mantenimiento correspondiente, así como el manejo y disposición final. |
| Sitios para la disposición de residuos. | Como se comentó anteriormente, las aguas residuales provenientes de obras y actividades provisionales serán manejadas a través de fosas sépticas y sanitarios portátiles. En el caso de residuos sólidos se considera el uso de contenedores colocados en las áreas de trabajo para su posterior traslado para reciclaje o disposición final al relleno sanitario más cercano. |

Fuente: Memoria Descriptiva.

SERVICIOS REQUERIDOS.

El DTR colinda con la zona urbana de la Ciudad de Playa del Carmen, Municipio de Solidaridad, en el Estado de Quintana Roo, por lo cual cuenta con los servicios urbano-turísticos principales.

- **Vialidades.** El predio colinda con la Carretera Federal (307) Reforma Agraria – Puerto Juárez, tramo Playa del Carmen Cancún, a la altura del km 301. Por vía carretera, el predio se ubica a 36 km del Aeropuerto Internacional de Cancún, a 34 km de la Zona Turística de Cancún y a 15 km de Playa del Carmen. Desde la carretera federal, se puede acceder al interior del DTR mediante dos accesos: a) el camino de acceso principal del Hotel Sunset Tres Ríos y b) el antiguo camino de acceso del Parque Ecoturístico; a los cuales se adicionarán los nuevos caminos de acceso autorizados para los hoteles 2, 3, 4 y 5 del Proyecto Crisálida (PCR), que forma parte integral del DTR. Estas vialidades internas se utilizarán para llevar a cabo las obras y actividades necesarias para la ejecución del proyecto.
- **Energía Eléctrica.** Con relación a la energía eléctrica, el sitio del proyecto cuenta con la red de distribución de la Comisión Federal de Electricidad (CFE), cuyas líneas se ubican adyacentes a la carretera. Estas líneas de energía eléctrica tienen la capacidad para cubrir los requerimientos del proyecto, por lo que, para tal efecto, se realizaran los tramites que correspondan ante la CFE para la conexión de energía eléctrica.
- **Combustibles.** Los combustibles requeridos para obra serán abastecidos por los contratistas propietarios de la maquinaria a utilizar, quienes podrán proveerse de una diversa cantidad de gasolineras cercanas al predio del proyecto sobre la Carretera Federal 307 y en la Ciudad de Playa del Carmen.
- **Agua.** Las plantas desalinizadoras y potabilizadoras del Hotel Sunset Tres Ríos, actualmente en operación, como las de los hoteles autorizados para el PCR, a construirse en el futuro cercano, podrán utilizarse como fuente de abastecimiento para el suministro de agua requerida por el personal y la maquinaria de obra. En caso de que fuera insuficiente la producción de agua de dichas plantas, se procederá a la compra de garrafones de agua potable de 20 litros para el personal y pipas de agua para relleno de tinacos y/o cisternas prefabricadas tipo rotoplast, para el resto de los requerimientos de obra.

CATÁLOGO DE MAQUINARIA EMPLEADA EN EL PROYECTO.

A continuación, se presenta un catálogo de la maquinaria tipo que podrá utilizarse para la construcción del sistema de canales. Estos son los equipos actualmente presentes en el mercado, pero podrán ser substituidos por los equipos de capacidad y funciones similares que sean asequibles durante el proceso de obra.

Excavadora anfibia con bomba de dragado.

Marca: WATERKING

Modelo: WK 250 NG-3

La excavadora Amphibious Excavator Waterking WK 250 NG-3 está diseñada para adaptarse a los trabajos más severos y difíciles en condiciones de humedales, deltas y terrenos de bajo soporte de carga. Teniendo la facilidad de adaptarle diferentes accesorios de trabajo.

Fotografía II. 4. Excavadora anfibia con bomba de dragado.



Fuente: Memoria Descriptiva.

Ficha técnica:

Tabla II. 7. Ficha Técnica excavadora anfibia con bomba de dragado.

| Technical specification - New Generation | | | | | | | | | |
|--|------------------------------|------------------------------|------------------------------|-----------------|------------------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|
| | WK 90 NG-AS | WK 90 NG-AW | WK 100 NG-AS | WK 150 NG | WK 150 NG-A | WK 220 NG-3 | WK 250 NG-3 | WK 300 NG-3 | WK 350 NG- |
| Excavator class | 7 - 9 ton | 7 - 9 ton | 9 - 10 ton | 13 - 16 ton | 13 - 16 ton | 20 - 23 ton | 24 - 27 ton | 28 - 31 ton | 30 - 36 ton |
| Total weight | 16 ton | 15 ton | 16 ton | 22 ton | 26 ton | 38 ton | 42 ton | 44 ton | 48 ton |
| Reach standard | 6.5 - 10.0 m. | 6.5 - 10.0 m. | 6.5 - 10.0 m. | 9.0 - 13.0 m. | 9.0 - 13.0 m. | 10.0 - 15.5 m. | 10.5 - 18.5 m. | 11.5 - 18.5 m. | 11.5 - 20.0 m. |
| Bucket | 200 - 400 litre | 200 - 400 litre | 200 - 400 litre | 300 - 700 litre | 300 - 700 litre | 500 - 1200 litre | 650 - 1500 litre | 650 - 1500 litre | 650 - 1500 litre |
| Weight pontoon set | 10.0 ton | 10.0 ton | 10.0 ton | 12.5 ton | 14.0 ton | 20.0 ton | 22.0 ton | 23.0 ton | 24.0 ton |
| Pontoon length | 8.60 meter | 7.60 meter | 8.60 meter | 8.00 meter | 10.00 meter | 10.00 meter | 11.00 meter | 11.00 meter | 11.00 meter |
| Pontoon width | 1.35 meter | 1.40 meter | 1.35 meter | 1.60 meter | 1.50 meter | 2.00 meter | 2.00 meter | 2.00 meter | 2.00 meter |
| Pontoon height | 1.30 meter | 1.45 meter | 1.30 meter | 1.65 meter | 1.55 meter | 1.50 meter | 1.50 meter | 1.65 meter | 1.80 meter |
| Tracks | Polytrack | Polytrack | Polytrack | Polytrack | Polytrack | Polytrack | Polytrack | Polytrack | Polytrack |
| Track width | 1.35 meter | 1.40 meter | 1.35 meter | 1.60 meter | 1.50 meter | 2.00 meter | 2.00 meter | 2.00 meter | 2.00 meter |
| Chain | 2 chains 6" | 2 chains 6" | 2 chains 6" | 2 chains 6" | 2 chains 6" | 3 chains 6" | 3 chains 6" | 3 chains 6" | 3 chains 6" |
| Undercarriage width | Adjustable 2990 - 4200 mm | Adjustable 3290 - 4480 mm | Adjustable 2990 - 4200 mm | 4.70 m | Adjustable 3500 - 4740 mm | 6.00 m | 6.00 m | 6.30 m | 6.00 - 6.50 m |

Fuente: Memoria Descriptiva.

Maquina manipuladora de materiales CAT.

Modelo: 330D MH.

El operador tendrá una excelente visibilidad debido a los elevadores fijos e hidráulicos que la cabina de estos tiene. Sus frentes de dos piezas proporcionan un increíble levantamiento, además de un alto rango de actividad; además cuentan con diferentes opciones de ajuste para que la máquina se adapte a diversas necesidades. Asimismo, a estos manipuladores de materiales y residuos les ha sido incorporado un generador y controlador magnético. Son de transmisión hidrostática y de dos velocidades; mientras que sus motores mantienen las emisiones dentro de la norma, asegurando un bajo consumo de combustible, así como el mínimo ruido y vibración. La resistencia de sus brazos provoca que estos elementos puedan levantar grandes cargamentos. La pluma de algunas de estas máquinas utiliza tuberías hidráulicas de alta presión para el momento de apertura y cierre.

Fotografía II. 5. Maquina manipuladora de materiales CAT.



Fuente: Memoria Descriptiva.

Tabla II. 8. Ficha Técnica Maquina manipuladora de materiales CAT.

| ESPECIFICACIONES. | |
|---------------------------------------|----------------|
| Motor Modelo: | C9 ACERT™ CAT® |
| Potencia neta al volante: | 200.0 kW |
| Potencia neta: ISO 9249: | 200.0 kW |
| Potencia neta: SAE J1349. | 188.0 kW |
| Potencia neta - EEC 80/1269: | 200.0 kW |
| Calibre: | 112.0 mm |
| Carrera: | 149.0 mm |
| Cilindrada: | 8.8 L |
| Fabricante del motor: | Caterpillar |
| Aspiración: | Turbocompresor |
| ESPECIFICACIONES DE OPERACIÓN. | |
| Potencia de Alcance: | 16.0 m |
| Elevador de cabina: fijo: | 1.96 m |
| Elevador de cabina: hidráulico: | 2.6 m |
| Grupo electrógeno: | 20.0 kW |

Fuente: Memoria Descriptiva.

Trituradora de tolva Vermeer.

Modelo: TG5000

- Tambor doble de la Serie III está construido basándose en el rendimiento de corte demostrado de previos diseños de tambores dobles Vermeer, y hace que el mantenimiento sea más conveniente gracias a mejoras como un sistema de cuñas fijado de forma independiente y un mejor equilibrio del tambor.
- Dispone de una cabina de cargadora opcional con garfio que aumenta la eficiencia y puede levantar hasta 1587 kg (3500 lb) para el alcance máximo.
- Los controles eléctricos sobre hidráulicos de la cargadora proporcionan la flexibilidad para que un operador use su configuración de control preferida (Vermeer, SAE o ISO), así como tres modalidades de operación con sensibilidad de palancas universales variable para satisfacer las necesidades del operador.
- La TG5000 está impulsada por un motor Caterpillar C15 Tier 4 final de 403 kW (540 hp). Se dispone de una opción de motor Tier 3 para países con reglamentación de menos emisiones.
- El sistema de restricción de objetos lanzados (TORS) patentado reduce la cantidad y la distancia de los objetos lanzados, y tiene un lado inferior liso para mejorar el flujo de materiales.
- La TG5000, con características como caudal variable hidráulico y ventilador de enfriamiento invertible Flexxaire, está hecha para obtener una máxima eficiencia de operación. El ventilador ajusta la inclinación de las hojas basándose en la temperatura, lo que puede aumentar la potencia disponible en el molino para aumentar la eficiencia de procesamiento.

Fotografía II. 6. Trituradora de tolva Vermeer.



Fuente: Memoria Descriptiva.

Volteadora de composta Vermeer

Modelo: CT1010TX

- Mejora de esfuerzos para producir compost con la tecnología de superficie de elevación patentada que voltea el compost en la primera pasada.
- Forma una pila continua que ahorra espacio o hileras eficientes dependiendo de sus necesidades y del espacio disponible.
- Reduce los atascos, ya que la CT1010TX tiene un interruptor de una sola pulsación que escalona los tiempos de arranque del transportador y de la superficie de elevación.
- Va a su ritmo con el sistema de impulsión planetario de orugas de dos velocidades - alta para transporte y operación normal, y baja para material mojado y pesado.

Fotografía II. 7. Volteadora de composta Vermeer.



Fuente: Memoria Descriptiva.

II.2.5 Operación y mantenimiento.

Por la naturaleza del proyecto no se contemplan actividades durante la etapa de operación, ya que el proyecto busca mejorar la conexión hidro-ecológica del Estero las Garzas, por lo que una vez conectado el canal propuesto con las aguas provenientes del mar caribe se permitirá establecer dicha conexión y la misma se desarrollará por un periodo estimado de por lo menos 100 años, es por lo antes expuesto que no se considera actividad alguna para la etapa de operación. Durante la etapa de mantenimiento se consideran las siguientes acciones que permitirán el continuar con dicha conexión hidro-ecológica del estero Las Garzas:

PROGRAMA DE MONITOREO Y MANTENIMIENTO.

El programa de monitoreo y mantenimiento considerará las siguientes actividades:

Tabla II. 9. Programa de Monitoreo y Mantenimiento de los canales de la Mejora Hidroecológica.

| ACTIVIDAD | DESCRIPCIÓN |
|---|---|
| Recorrido a lo largo de los canales de la mejora hidroecológica. | Se realizará el recorrido en los canales cada 15 días para garantizar que los mismos estén libres de residuos que pudieran interrumpir la conexión hidro-ecológica propuesta, en caso de encontrar elementos como árboles, ramas ó residuos se extraerán de manera mecánica y/o manual, evitando el cierre de los canales |
| Medición de la batimetría del canal. | Los canales de la mejora hidro ecológica, como se mencionó anteriormente, se desarrollarán a una profundidad de 2.0 metros, dicho valor es de suma importancia, ya que posterior a los sobrevuelos para generar el modelo Lidar, se estableció que era la profundidad adecuada para lograr una conexión hidroecológica optima, por lo cual se realizará un levantamiento de línea base de la batimetría de los canales, seis meses posterior a la ejecución de la obra ya que se considera un tiempo suficiente para la estabilización del material del fondo de los canales, de esta manera se garantizará la efectividad del dragado de los canales para la mejora propuesta en el Estero Las Garzas. |
| Monitoreo de la profundidad y trazo de los canales. | Una vez estabilizados los canales, se realizará un monitoreo de su profundidad y su trazo de manera anual. En caso de encontrarse zonas con asolvamiento o estrechamiento de los canales, se procederá a realizar labores manuales y mecánicas de desasolve y correcciones de profundidad, trazo y bordes. |
| Levantamiento de imágenes. | Se realizarán vuelos anuales con drone a fin de realizar un levantamiento fotográfico y videográfico del proyecto y así tener una idea clara de las condiciones que guarda el proyecto. |

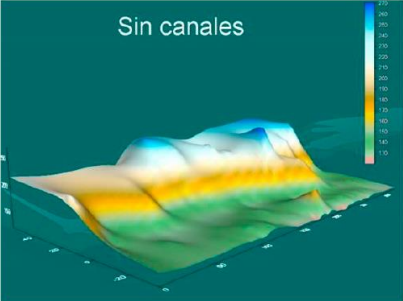
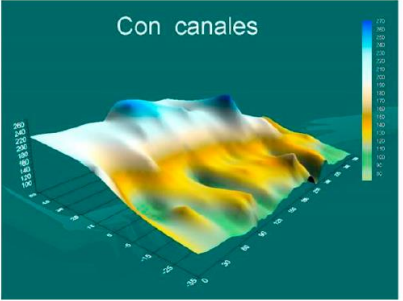
Fuente: BIOTA y SICA, 2018.

Como se muestra en la tabla anterior, las actividades de mantenimiento son mínimas, basándose en dos principales rubros: Garantizar la profundidad y trazo de los canales, su conexión hidroecológica conforme a los lineamientos técnicos propuestos, así como el empleo de tecnología de imagen remota, la cual permitirá establecer un seguimiento de las condiciones del sitio y en etapas posteriores, evaluar la eficiencia del proyecto.

PROGRAMA DE ANÁLISIS DE EFECTIVIDAD DEL PROYECTO.

Para poder contabilizar la eficiencia de la mejora hidro ecológica se propondrán los siguientes análisis específicos:

Tabla II. 10. Análisis específicos para determinar el éxito del proyecto.

| ACTIVIDAD | DESCRIPCIÓN |
|-------------------------|---|
| Salinidad del suelo | <p>Después de un año de la operación del proyecto, se realizarán análisis para determinar la salinidad del suelo, ya que dicho factor va de la mano con el desarrollo del manglar, esperando obtener una disminución significativa en la salinidad, en los actuales sitios de pérdida del manglar, esperando obtener cambios como el que muestra la siguiente gráfica.</p> <p>Gráfica II. 1. Ejemplo de disminución de salinidad en suelos con mejoras hidroecológicas.</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;">  <p>Sin canales</p> <p>DISTRIBUCIÓN DE LA SALINIDAD EN UNA MARISMA EXPERIMENTAL EN EL ESTERO DE URUAS, SINALOA</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>Con canales</p> <p>DISMINUCIÓN DE LA SALINIDAD POR LA INFLUENCIA DE CUATRO CANALES ARTIFICIALES DE PENETRACIÓN DE 130 UPSA-80 UPS</p> </div> </div> |
| Ecología del manglar | <p>Es posible generar nuevos hábitats acuáticos y asociarlos al manglar de cuenca para revertir el proceso de salinización; mejorar su estructura creando manglar del tipo fisonómico Borde; rehabilitar funciones y ampliar los servicios ambientales del ecosistema de manglar, es por ello que después de 3 años de la operación del proyecto se realizará una caracterización de las condiciones del manglar, estableciendo especial énfasis en la altura del mangle, abundancia de elementos por m² y diversidad de elementos de mangle.</p> |
| Ecológica biodiversidad | <p>Es posible conservar y aumentar la diversidad biológica original del predio creando hábitats acuáticos y litorales con manglar del tipo Borde, que representen zonas de descanso, alimentación, crianza y refugio de peces, crustáceos y moluscos, así como de aves asociadas al sistema acuático. Es por ello que tres años posterior a la ejecución del proyecto se desarrollarán estudios específicos de biodiversidad de fauna tanto terrestre como acuática, así como la vegetación acuática.</p> |

Fuente: BIOTA y SICA, 2018

II.2.6 Desmantelamiento y abandono de las instalaciones.

El proyecto como se ha mencionado anteriormente se trata de una obra de mejora hidro-ecológica del estero Las Garzas, motivo por el cual no se considera el abandono de dicha obra, ya que se busca obtener beneficios ambientales por parte del promovente, garantizando un ecosistema funcional y con una adecuada conexión hidrodinámica al interior del proyecto turístico.

II.2.7 Residuos.

Como resultado de las actividades propias de la construcción en toda obra civil se debe considerar siempre la emisión de residuos contaminantes inherentes al uso de maquinaria y mano de obra. A continuación, mencionaremos los principales residuos que se estima se generarán en las etapas de preparación del sitio, construcción del proyecto y operación de este, en referencia a la naturaleza del programa durante, al tratarse de una mejora hidro-ecológica no se considera la generación de residuos, durante la etapa de operación y mantenimiento.

- **Residuos sólidos.** Inicialmente se generarán residuos de origen vegetal constituidos principalmente por tocones y restos del desmonte. Los residuos orgánicos producto del desmonte (maderables), se darán a las autoridades municipales y estatales para que los empleen en los usos que consideren más convenientes; mientras que los residuos producto del despalle que conserven características adecuadas se ocuparán en etapas posteriores de la construcción de la obra para arropar taludes y

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL “PROYECTO DE MEJORA HIDRO-ECOLÓGICA DEL ESTERO LAS GARZAS”, SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.

recubrir áreas para minimizar afectaciones en el entorno paisajístico o bien al sitio que destine el municipio. Otro residuo que se generará durante la obra, como se mencionó anteriormente otro residuo generado será a turba ya compactada (74,548.00 m³) se triturará mediante una trituradora de tolva tipo Vermeer TG5000 y se procesará mediante una volteadora de composteo tipo Vermeer CT1010TX, a fin de generar un proceso acelerado de composteo aeróbico, el cual reducirá el volumen de la biomasa en un 75%. De esta manera, el volumen final del material dragado, drenado, procesado y compostado se calcula en 18,637.00 m³. Este material compostado podrá ser entonces utilizado para rellenos y sustratos en áreas jardinadas dentro o fuera del predio. En los frentes de obra se colocarán baños portátiles de tipo semiseco. Estos baños serán vaciados cada mes por la empresa que los rente, el producto será revuelto con el material de despalme. Los sólidos producidos por los trabajadores (residuos domésticos) se depositarán en contenedores con tapa, que serán ubicados en los frentes de trabajo. Su disposición final se realizará en forma periódica donde la autoridad local lo determine, con el fin de evitar la aparición de fauna nociva. Entre los Residuos Sólidos Industriales y Domésticos No Tóxicos, que se generarán como resultado de la estancia de los trabajadores en la obra serán: papel, empaques de cartón, bolsas y envases de plástico, latas de fierro y aluminio, vidrio, residuos orgánicos, etc. Estos residuos se dispondrán en contenedores de 200 litros rotulados y con tapa en cantidad suficiente y se almacenarán temporalmente en los patios de maquinaria y talleres, disponiéndose semanalmente en algún basurero municipal autorizado. basura de 0.45 kg/persona/día, se estima que los desechos domésticos que se generarán sumarán aproximadamente 25,318.5 kg en el lapso de que durará la construcción del proyecto. Esta basura será entregada por lo menos 3 veces por semana al sistema de limpia de la localidad más cercana al frente de obra, para evitar su acumulación.

- **Residuos peligrosos.** Las estopas con algún solvente, aceite, combustible o cualquier sustancia, deberán colocarse en el tambo para residuos peligrosos dentro de una bolsa con etiqueta que indique que contiene “RESIDUOS PELIGROSOS (ACEITES Y SOLVENTES)”. Este tipo de residuos será dispuesto dentro del proyecto “Desarrollo Tres Ríos” para que los mismos puedan ser dispuestos conforme a la normatividad aplicable y de esta manera integrarlos al plan de manejo de residuos peligrosos con el que cuenta el proyecto antes mencionado. En el caso de algún derrame accidental de hidrocarburo¹, aceite o alguna otra sustancia considerada peligrosa por la NOM-138 SEMARNAT/SS-2003 al suelo, será la empresa la responsable de su manejo y la actuación será inmediata². Se prohíbe hacer cualquier tipo de reparación fuera de los talleres autorizados, la maquinaria si requiere algún tipo de mantenimiento deberá llevarse algún taller con operación comercial. Inclusive, no se podrá cambiar aceite, lavar los automotores, o cualquier otro arreglo menor a los vehículos ni maquinaria fuera de los talleres, gasolineras y/o autolavados.
- **Residuos líquidos.** No se generarán descargas relacionadas con la higiene y uso sanitario ya que se contratará a personal del área que podrá bañarse en sus domicilios. Para este proyecto, como medida de mitigación para el correcto manejo de desechos sanitarios, se establece que en los frentes de obra se instalarán sanitarios que serán secos y portátiles (tipo semisecos o SIRDO), la empresa que rente el servicio deberá dar mantenimiento a ese equipo.

¹En caso de derrame o fuga de algún residuo que por su volumen y naturaleza sea considerado peligroso (como los hidrocarburos) se deberá realizar una caracterización después de haber tomado las medidas de urgente aplicación, por parte de la empresa contratada para el manejo de residuos peligrosos. La caracterización del sitio del derrame debe contener como mínimo los siguientes elementos: Descripción del sitio y de la afectación, Estrategia de muestreo, Plan de muestreo e Informe; el sitio quedará limpio hasta que los muestreos indiquen que ya no se presenta la sustancia (NOM-138-SEMARNAT/SS-2003)

²El límite máximo permisible para fracciones de hidrocarburos en suelo es de 3000mg/kg (base seca) para suelo forestal y de conservación (NOM-052-Semarnat-2005). Situación difícil de suceder, tendría que ser un gran derrame y no una simple fuga. Como quiera que sea se evitará cualquier reparación en derecho de vía. Es importante también recordar que el trazo ni su derecho de vía se asientan en suelos forestales.

II.2.8 Generación de gases efecto invernadero.

II.2.8.1 Generará gases efecto invernadero, como es el caso de H₂O, CO₂, CH₄, N₂O, CFC, O₃, entre otros.

El presente proyecto, se trata de una obra encaminada a la preservación del medio ambiente, por lo cual no se considera la estimación de gases de efecto invernadero durante las etapas de operación y mantenimiento, las únicas emisiones consideradas por el proyecto son aquellas producto de la maquinaria pesada, para realizar los dragados del proyecto, es importante mencionar que la maquinaria empleada considerara los parámetros y valores establecidos en la **NORMA Oficial Mexicana NOM-044-SEMARNAT-2017**, Que establece los límites máximos permisibles de emisión de monóxido de carbono, óxidos de nitrógeno, hidrocarburos no metano, hidrocarburos no metano más óxidos de nitrógeno, partículas y amoniaco, provenientes del escape de motores nuevos que utilizan diésel como combustible y que se utilizarán para la propulsión de vehículos automotores con peso bruto vehicular mayor a 3,857 kilogramos, así como del escape de vehículos automotores nuevos con peso bruto vehicular mayor a 3,857 kilogramos equipados con este tipo de motores. Los límites máximos permisibles de emisiones de óxidos de nitrógeno (NO_x), hidrocarburos no metano (HCNM) y partículas (Part), provenientes del escape de los vehículos automotores nuevos con peso bruto vehicular mayor a 3,857 kg y hasta 6,350 kg que integren motor a diésel, se indican en la siguiente tabla.

Tabla II. 11. límites máximos permisibles de emisiones de óxidos de nitrógeno (NO_x), hidrocarburos no metano (HCNM) y partículas (Part)

| ESTÁNDAR | PESO BRUTO VEHICULAR (KG) | MÉTODO DE PRUEBA | NOX | HCNM | PART |
|----------|---------------------------|------------------|---------------------|-------|-------|
| | | | G/KM ⁽¹⁾ | | |
| 3A (2) | 3,857–4,539 | FTP 75 | 0.311 | 0.121 | 0.037 |
| | 4,540–6,350 | | 0.435 | 0.143 | 0.037 |
| 3B (3) | 3,857–4,539 | FTP 75 | 0.124 | 0.121 | 0.012 |
| | 4,540–6,350 | | 0.249 | 0.143 | 0.012 |

Notas:

1. g/km = gramos por kilómetro.
2. Estándar **3A**. Límites máximos permisibles para vehículos automotores nuevos con peso bruto vehicular mayor a 3,857 kg y hasta 6,350 kg, producidos a partir de la entrada en vigor de la presente norma oficial mexicana y hasta el 30 de junio de 2019, obtenidos con el método de prueba denominado Ciclo en Ciudad FTP (FTP 75), establecido por la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos de América descrito en el numeral 3.5 de la presente norma oficial mexicana. Los valores del estándar A equivalentes en gramos por milla (g/mi) se presentan en el Apéndice D.
3. Estándar **3B**. Límites máximos permisibles para vehículos automotores nuevos con peso bruto vehicular mayor a 3,857 kg y hasta 6,350 kg, producidos a partir del 1 de enero de 2019, obtenidos con el método de prueba denominado Ciclo en Ciudad FTP (FTP 75), establecido por la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos de América descrito en el numeral 3.5 de la presente norma oficial mexicana. Los valores del estándar B equivalentes en gramos por milla (g/mi) se presentan en el Apéndice D. Este estándar requiere el uso de diésel automotriz con un contenido máximo de azufre de 15 mg/kg, el cual estará disponible en el país, conforme a lo establecido en la nota 3 de la Tabla 7 de la Norma Oficial Mexicana NOM-016-CRE-2016. Especificaciones de la calidad de los petrolíferos, publicada en el Diario Oficial de la Federación, el 29 de agosto de 2016.

Es importante mencionar que dichas emisiones se tratan de carácter puntual y la duración será limitada al proceso constructivo del proyecto.

II.2.8.2. Estimar la cantidad de energía que será disipada por el desarrollo del proyecto.

El proyecto no considera emisiones de energía que será disipada por el desarrollo del proyecto.



TRESRIOS

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

Contenido.

| | |
|--|-----|
| III.1. Vinculación Con Planes y Programas Sectoriales. | 4 |
| III.1.1. Plan Nacional de Desarrollo 2013-2018. | 4 |
| III.1.2. Plan Estatal de Desarrollo Quintana Roo 2016-2022. | 8 |
| III.1.3. Plan Municipal de Desarrollo de Solidaridad 2016-2018. | 11 |
| III.2. Vinculación con Programas de Ordenamiento Ecológico del Territorio, Áreas Naturales Protegidas u otra Zonificación Prioritaria para la Conservación (RTP y/o RHP), o la relativa a la Regulación del Uso del Suelo Urbano (PDU). | 13 |
| III.2.1. Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio. | 13 |
| III.2.2. Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe. | 21 |
| III.2.3. Plan de ordenamiento ecológico de la región denominada Corredor Cancún-Tulum. | 41 |
| III.2.4. Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Solidaridad, Quintana Roo, 2009. ... | 41 |
| III.2.5. Programa de Desarrollo Urbano del Municipio de Solidaridad. | 55 |
| III.2.6. Áreas Naturales Protegidas. | 57 |
| III.2.7. Regiones Prioritarias de acuerdo con la CONABIO. | 62 |
| III.2.7.1. Región Terrestre Prioritaria (RTP). | 62 |
| III.2.7.2. Región Hidrológica Prioritaria (RHP). | 62 |
| III.2.7.3. Región Marina Prioritaria (RMP). | 64 |
| III.2.7.4. Área de Importancia Ecológica para la Conservación de las Aves (AICA). | 65 |
| III.2.7.5. Sitios RAMSAR. | 66 |
| III.2.7.6. Sitios Prioritarios de Manglar. | 66 |
| III.3 Cumplimiento de Leyes, Reglamentos o Normas de los Tres Niveles de Gobierno. | 73 |
| III.3.1. Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente. | 73 |
| III.3.2. Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación de Impacto Ambiental. | 76 |
| III.3.3. Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Prevención y Control de la Contaminación de la Atmósfera. | 78 |
| III.3.4. Reglamento para la Protección del Ambiente contra la Contaminación Originada por la Emisión de Ruido. | 79 |
| III.3.5. Ley General de Vida Silvestre. | 80 |
| III.3.6. Ley de Aguas Nacionales. | 81 |
| III.3.7. Reglamento de la Ley de Aguas Nacionales. | 83 |
| III.3.8. Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable. | 85 |
| III.3.9. Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable. | 86 |
| III.3.10. Ley General para la Preservación y Gestión de los Residuos y su Reglamento. | 88 |
| III.3.11. Reglamento de La Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos. | 90 |
| III.3.12. Ley General de Cambio Climático. | 93 |
| III.3.13. Normas Oficiales Mexicanas | 95 |
| III.3.13.1. Vinculación con la NOM-022-SEMARNAT-2003. | 98 |
| III.4. Acuerdos y Convenciones Internacionales. | 106 |
| III.4.1. ACUERDO por el que se establece veda para las especies y subespecies de tortuga marina en las aguas de jurisdicción federal del Golfo de México y Mar Caribe, así como las del Océano Pacífico, Incluyendo el Golfo de California. | 106 |
| III. 4.2. Convención Interamericana para la Protección y Conservación de las Tortugas Marinas. | 107 |

Tablas.

| | |
|---|----|
| Tabla III. 1. Ficha descriptiva de la UAB 64 POEGT. | 16 |
| Tabla III. 2. Estrategias del Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio. | 17 |
| Tabla III. 3. Lineamientos ecológicos del Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio. | 20 |
| Tabla III. 4. Descripción de las Unidades de Gestión Ambiental aplicables al Proyecto. | 23 |
| Tabla III. 5 Acciones generales de las UGA 139 y 178. | 24 |

| | |
|--|-----|
| Tabla III. 6. Acciones específicas de la UGA 139. | 28 |
| Tabla III. 7. Acciones específicas UGA 178. | 32 |
| Tabla III. 8. Criterios de regulación ecológica para la Zona Costera Inmediata al Municipio de Solidaridad, Quintana Roo. | 34 |
| Tabla III. 9. Ficha descriptiva UGA 17 POEL Municipio de Solidaridad | 43 |
| Tabla III. 10. Criterios Generales de Regulación Ecológica. | 45 |
| Tabla III. 11. Criterios aplicables para el uso Turístico POEL Municipio de Solidaridad. | 49 |
| Tabla III. 12. UGA del POELMS agrupadas por su vocación de uso de suelo para el PDUMS. | 56 |
| Tabla III. 13. Lista de ANP en el estado de Quintana Roo. | 58 |
| Tabla III. 14. Características de la RHP 105. | 63 |
| Tabla III. 15. Ficha descriptiva RMP 65. | 64 |
| Tabla III. 16. Niveles máximos permisibles de ruido. | 79 |
| Tabla III. 17. Vinculación con las Normas Oficiales Mexicanas. | 95 |
| Tabla III. 18. Vinculación con la NOM-022-SEMARNAT-2003. | 98 |
| Tabla III. 19. Vinculación con el acuerdo por el que se establece veda para las especies y subespecies de tortuga marina en las aguas de jurisdicción federal del Golfo de México y Mar Caribe, así como las del Océano Pacífico, Incluyendo el Golfo de California | 106 |
| Tabla III. 20. Vinculación con la convención Interamericana para la Protección y Conservación de las Tortugas Marinas. | 107 |

Imagen

| | |
|---|-----|
| Imagen III. 1. Esquema del Plan Nacional de Desarrollo 2013-2018. | 4 |
| Imagen III. 2. Ejes del Plan Municipal de Desarrollo 2016-2018. | 11 |
| Imagen III. 3. Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio. | 15 |
| Imagen III. 4. Ubicación del proyecto con relación al Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe. | 22 |
| Imagen III. 5. Localización del predio del proyecto conforme a la UGA aplicable del Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Solidaridad. | 42 |
| Imagen III. 6. Áreas Naturales Protegidas Federales. | 60 |
| Imagen III. 7. Áreas Naturales Protegidas Estatales. | 61 |
| Imagen III. 8. Región Terrestre Prioritaria. | 67 |
| Imagen III. 9. Regiones Hidrológicas Prioritarias. | 68 |
| Imagen III. 10. Regiones Marinas Prioritarias. | 69 |
| Imagen III. 11. Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves. | 70 |
| Imagen III. 12. Sitios Ramsar. | 71 |
| Imagen III. 13. Sitios Prioritarios de Manglar. | 72 |
| Imagen III. 14. Sembrado del Sistema de Canales de Mejora Hidro-ecológica del DTR. | 103 |
| Imagen III. 15. Sistema de Canales de Mejora Hidro-ecológica del DTR. | 104 |
| Imagen III. 16. Corte ilustrativo del Sistema de Canales de Mejora Hidro-ecológica. | 105 |

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL "PROYECTO DE MEJORA HIDRO-ECOLÓGICA DEL ESTERO LAS GARZAS", SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.

El propósito de este capítulo es identificar los diferentes instrumentos de planeación y política ambiental previstos en la LGEEPA aplicables al "Manifestación de Impacto Ambiental, Modalidad Regional "Proyecto Mejora Hidro-Ecológica del Estero las Garzas" y analizar la congruencia del proyecto con ellos. En este marco de referencia, el análisis comprende la vinculación del proyecto, con los Ordenamientos vigentes, así como las normas oficiales mexicanas y otros instrumentos regulatorios sobre los cuales se destaca también su vinculación y cumplimiento.

III.1. Vinculación Con Planes y Programas Sectoriales.

III.1.1. Plan Nacional de Desarrollo 2013-2018.

El Plan Nacional de Desarrollo 2013-2018 pretende orientar las políticas y programas del Gobierno de la República durante los próximos seis años. Para lograr esta condición se proponen cinco Metas Nacionales y tres Estrategias Transversales, enfocadas a resolver las barreras identificadas. De manera esquemática, en la Imagen III.1 se resume el objetivo del Plan Nacional de Desarrollo, las metas y estrategias para alcanzarlo.

Imagen III. 1. Esquema del Plan Nacional de Desarrollo 2013-2018.



Fuente: BIOTA y SICA, 2018.

El Plan Nacional de Desarrollo presenta cada una de las metas y propone los objetivos, estrategias y líneas de acción para alcanzarlas. No se presentan capítulos específicos para las Estrategias Transversales ya que se reflejan e integran en cada una de las Metas Nacionales.

En consideración al Desarrollo sustentable se indica que, durante la última década, los efectos del cambio climático y la degradación ambiental se han intensificado. Las sequías, inundaciones y ciclones entre 2000 y 2010 han ocasionado alrededor de 5,000 muertes, 13 millones de afectados y pérdidas económicas por 250,000 millones de pesos (mmp). Hoy, existe un reconocimiento por parte de la sociedad acerca de que la conservación del capital natural y sus bienes y servicios ambientales, son un elemento clave para el desarrollo de los países y el nivel de bienestar de la población. En este sentido, México ha demostrado un gran compromiso con la agenda internacional de medio ambiente y desarrollo sustentable, y participa en más de 90 acuerdos y protocolos vigentes, siendo líder en temas como cambio climático y biodiversidad. No obstante, el crecimiento económico del país sigue estrechamente vinculado a la emisión de compuestos de efecto invernadero, generación excesiva de residuos sólidos, contaminantes a la atmósfera, aguas residuales no tratadas y pérdida de bosques y selvas. El costo económico del agotamiento y la degradación ambiental en México en 2016 se eleva a un monto de 921,814 millones de pesos, lo que representa en 4.58% del PIB, según el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI).

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL "PROYECTO DE MEJORA HIDRO-ECOLÓGICA DEL ESTERO LAS GARZAS", SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.

Las estrategias son:

- a) Democratizar la Productividad
- b) Gobierno Cercano y Moderno
- c) Perspectiva de Género.

La estrategia 'Mayor productividad' se vincula con la meta 'México prospero' al establecer el Plan de Acción 'Eliminación de las trabas que limitan el potencial productivo'. Este plan se llevará a cabo a través de los siguientes objetivos particulares:

- a) Mantener la estabilidad macroeconómica del país.
- b) Democratizar el acceso al financiamiento de proyectos con potencial de crecimiento.
- c) Promover el empleo de calidad.
- d) Impulsar y orientar un crecimiento verde incluyente y facilitador que preserve nuestro patrimonio natural al mismo tiempo que genere riqueza, competitividad y empleo.
- e) Democratizar el acceso a servicios de telecomunicaciones.
- f) Abastecer de energía al país con precios competitivos, calidad y eficiencia a lo largo de la cadena productiva.
- g) Garantizar reglas claras que incentiven el desarrollo de un mercado interno competitivo.
- h) Desarrollar los sectores estratégicos del país.
- i) Contar con una infraestructura de transporte que se refleje en menores costos para realizar la actividad económica.
- j) Construir un sector agropecuario y pesquero productivo que garantice la seguridad alimentaria del país.
- k) Aprovechar el potencial turístico de México para generar una mayor derrama económica en el país.

Con relación al desarrollo sustentable, el Plan considera que el incremento de la productividad del país se debe llevar a cabo siempre que se asegure que los recursos naturales continúen proporcionando los servicios ambientales, pues reconoce que la sustentabilidad ambiental es un pilar indispensable para afianzar el desarrollo económico y social, sin comprometer el patrimonio natural del país y la calidad de vida de las generaciones futuras. Con respecto al Sector turístico, representa la posibilidad de crear trabajos, incrementar los mercados donde operan las pequeñas y medianas empresas, así como la posibilidad de preservar la riqueza natural y cultural de los países. México debe aprovechar integralmente el crecimiento del sector turístico a nivel mundial. Se debe mejorar el valor agregado de la oferta de este tipo de productos. Los países emergentes hoy en día son los que ofrecen mayor potencial para el crecimiento de la afluencia de turistas. Por tanto, es necesario considerar estrategias de promoción que atraigan a visitantes de estos países y regiones, como Rusia, China, Corea y América Latina. México se encuentra bien posicionado en el segmento de sol y playa, pero otros como el turismo cultural, ecoturismo y aventura, de salud, deportivo, de lujo de negocios y reuniones o de cruceros, ofrecen la oportunidad de generar más derrama económica. Sin embargo, se deben fomentar esquemas financieros especializados y accesibles que sirvan para promover inversiones turísticas. Asimismo, es indispensable consolidar el modelo de desarrollo turístico sustentable, que compatibilice el crecimiento del turismo y los beneficios que éste genera, a través de la preservación y el mejoramiento de los recursos naturales y culturales. Adicionalmente, se requiere fortalecer el impacto del turismo en el bienestar social de las comunidades receptoras, para mejorar las condiciones de vida de las poblaciones turísticas.

En este sentido, todas las políticas de desarrollo del sector deben considerar criterios enfocados a incrementar la contribución del turismo a la reducción de la pobreza y la inclusión social. En el **Objetivo 4.4**, se plantea Impulsar y orientar un crecimiento verde incluyente y facilitador que preserve nuestro patrimonio natural al mismo tiempo que genere riqueza, competitividad y empleo. En este sentido se tiene la **Estrategia 4.4.1**. Implementar una política integral de desarrollo que vincule la sustentabilidad ambiental con costos y beneficios para la sociedad.

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL "PROYECTO DE MEJORA HIDRO-ECOLÓGICA DEL ESTERO LAS GARZAS", SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.

LÍNEAS DE ACCIÓN:

- Actualizar y alinear la legislación ambiental para lograr una eficaz regulación de las acciones que contribuyen a la preservación y restauración del medio ambiente y los recursos naturales.
- Impulsar la planeación integral del territorio, considerando el ordenamiento ecológico y el ordenamiento territorial para lograr un desarrollo regional y urbano sustentable.
- Impulsar una política en mares y costas que promueva oportunidades económicas, fomente la competitividad, la coordinación y enfrente los efectos del cambio climático protegiendo los bienes y servicios ambientales.
- Colaborar con organizaciones de la sociedad civil en materia de ordenamiento ecológico, desarrollo económico y aprovechamiento sustentable de los recursos naturales.

En la **Estrategia 4.4.2.** Implementar un manejo sustentable del agua, haciendo posible que todos los mexicanos tengan acceso a ese recurso.

LÍNEAS DE ACCIÓN:

- Ordenar el uso y aprovechamiento del agua en cuencas y acuíferos afectados por déficit y sobreexplotación, propiciando la sustentabilidad sin limitar el desarrollo.
- Reducir los riesgos de fenómenos meteorológicos e hidrometeorológicos por inundaciones y atender sus efectos.

Estrategia 4.4.4. Proteger el patrimonio natural.

LÍNEAS DE ACCIÓN:

- Promover la generación de recursos y beneficios a través de la conservación, restauración y aprovechamiento del patrimonio natural, con instrumentos económicos, financieros y de política pública innovadores.
- Incrementar la superficie del territorio nacional bajo modalidades de conservación, buenas prácticas productivas y manejo regulado del patrimonio natural.
- Focalizar los programas de conservación de la biodiversidad y aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, para generar beneficios en comunidades con población de alta vulnerabilidad social y ambiental.
- Recuperar los ecosistemas y zonas deterioradas para mejorar la calidad del ambiente y la provisión de servicios ambientales de los ecosistemas.

Asimismo, para darle énfasis al sector turismo se tiene la **Estrategia 4.11.2.** Impulsar la innovación de la oferta y elevar la competitividad del sector turístico.

LÍNEAS DE ACCIÓN:

- Fortalecer la infraestructura y la calidad de los servicios y los productos turísticos.
- Fomentar la colaboración y coordinación con el sector privado, gobiernos locales y prestadores de servicios.
- Imprimir en el Programa Nacional de Infraestructura un claro enfoque turístico.

Estrategia 4.11.3. Fomentar un mayor flujo de inversiones y financiamiento en el sector turismo y la promoción eficaz de los destinos turísticos.

LÍNEAS DE ACCIÓN:

- Detonar el crecimiento del mercado interno a través del desarrollo de nuevos productos turísticos, para consolidarlo como el principal mercado nacional.

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL "PROYECTO DE MEJORA HIDRO-ECOLÓGICA DEL ESTERO LAS GARZAS", SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.

Estrategia 4.11.4. Impulsar la sustentabilidad y que los ingresos generados por el turismo sean fuente de bienestar social.

LÍNEAS DE ACCIÓN:

- Crear instrumentos para que el turismo sea una industria limpia, consolidando el modelo turístico basado en criterios de sustentabilidad social, económica y ambiental.
- Impulsar el cuidado y preservación del patrimonio cultural, histórico y natural del país.
- Convertir al turismo en fuente de bienestar social.

En ese orden de ideas, es posible afirmar que el Proyecto es compatible con el Plan Nacional de Desarrollo 2013-2018, en virtud de que se trata de un proyecto de conservación y a la vez productivo que generará empleos y contribuirá a posicionar a México como un país altamente competitivo. Asimismo, contribuirá a la mejora de las condiciones ambientales de un área con manglar, lo que permitirá su conservación y permitirá que poblaciones vinculadas puedan mantenerse, teniendo una zona conservada de gran importancia ecológica. Lo anterior se debe, en gran medida, a que el proyecto ha sido diseñado y desarrollado como un proyecto productivo que integra y armoniza los ejes y objetivos del desarrollo económico, con la observancia de los criterios de la sustentabilidad ambiental y social, así como el cumplimiento irrestricto de la normatividad que lo rige.

Por otra parte, para cumplir con los objetivos y la atención de las prioridades establecidas en el Plan Nacional de Desarrollo, las entidades y sectores de la Administración Pública Federal formulan, en cada período de administración los programas sectoriales, institucionales, regionales y especiales respectivos. De ese gran conjunto de programas, se han seleccionado los que se consideran relevantes por abordar materias y prioridades nacionales con las cuales la **Manifestación de Impacto Ambiental, Modalidad Regional "Proyecto Mejora Hidro-Ecológica del Estero las Garzas"**, ubicado en el municipio de Solidaridad Estado de Quintana Roo, mantiene algún grado de vinculación, los cuales se analizan a continuación.

VINCULACIÓN

La **Manifestación de Impacto Ambiental, Modalidad Regional "Proyecto Mejora Hidro-Ecológica del Estero las Garzas"** se apega a las políticas establecidas en el Plan de Desarrollo Nacional, ya que a través de la operación del Proyecto se genera una mayor conservación, así como fuente de empleos permanentes, para el Municipio de Solidaridad y poblaciones cercanas.

III.1.2. Plan Estatal de Desarrollo Quintana Roo 2016-2022.

El Plan Estatal de Desarrollo: Quintana Roo 2016-2022 ofrece un diagnóstico sobre el contexto sociodemográfico, económico, político, cultural y medioambiental, así como un análisis estratégico tomando como metodología el marco lógico para identificar los factores críticos que inhiben el desarrollo del Estado. En este sentido, el Plan sintetiza los esfuerzos que se han realizado en analizar la situación actual de nuestra Entidad en materia de desarrollo y lo que nos espera para los próximos años. Desde el inicio del periodo de transición, inmediatamente después de que el voto de los quintanarroenses se trabajó con toda la información obtenida con el objetivo de conformar el documento rector de planeación que de manera ordenada y eficiente guíe cada uno de los programas y acciones que desarrollaremos durante la presente administración. Para ello se conformaron grupos de trabajo integrados por especialistas y ciudadanos con experiencia en la gestión pública. Con el apoyo del Comité de Planeación para el Desarrollo del Estado de Quintana Roo, se realizó la consulta ciudadana para la elaboración del Plan Estatal de Desarrollo 2016-2022.

El Plan Estatal de Desarrollo 2016-2022 establece un orden de la acción pública del gobierno en el corto, mediano y largo plazos; en su estructura se mantiene una relación estratégica entre ciudadanía y gobierno; está integrado por cinco ejes rectores:

1. Desarrollo y Diversificación Económica con Oportunidades para todos.
2. Gobernabilidad, Seguridad y Estado de Derecho.
3. Gobierno Moderno, Confiable y Cercano a la Gente.
4. Desarrollo Social y Combate a la Desigualdad.
5. Crecimiento Ordenado con Sustentabilidad Ambiental.

Cada uno de estos ejes contiene un objetivo general con su respectiva estrategia; está integrado por programas estratégicos, estos a su vez poseen líneas de acción. Los diferentes componentes del Plan Estatal de Desarrollo tienen vínculo con la **Manifestación de Impacto Ambiental, Modalidad Regional "Proyecto Mejora Hidro-Ecológica del Estero las Garzas"**, estos se describen a continuación:

EJE 1. DESARROLLO Y DIVERSIFICACIÓN ECONÓMICA CON OPORTUNIDADES PARA TODOS.

PROGRAMA 1. EMPLEO Y JUSTICIA LABORAL

- ✓ **Objetivo:** Generar las condiciones para la creación de empleos dignos que garanticen los derechos de los trabajadores, mejoren sus ingresos y promuevan la igualdad de oportunidades laborales.
- ✓ **Estrategia:** Diseñar y ejecutar esquemas de colaboración con los sectores empresarial, educativo y social para propiciar la creación de fuentes de empleo y autoempleo, con énfasis en las zonas centro y sur del estado
- ✓ **Líneas de Acción:** 1.1.2 Incrementar el número de beneficiarios del programa "Empleo Temporal" en municipios y zonas que presentan mayores grados de pobreza y marginación

PROGRAMA 2. DESARROLLO, INNOVACIÓN Y DIVERSIFICACIÓN ECONÓMICA.

- ✓ **Objetivo:** Impulsar con la participación de los sectores privado, educativo y de la sociedad, un desarrollo económico, equilibrado y sostenido que permita incrementar los niveles de bienestar de la población en las distintas regiones de Quintana Roo.
- ✓ **Estrategia:** Incrementar la inversión en los sectores económicos para promover la diversificación, el desarrollo, la innovación y la modernización tecnológica.
- ✓ **Líneas de Acción:** 1.2.5 Estimular el desarrollo de los sectores económicos bajo una política de responsabilidad ambiental. 1.2.24 Impulsar el desarrollo de actividades económicas sustentable en áreas naturales protegidas. 1.2.25 Fortalecer las industrias locales de la construcción y de la manufactura para incrementar su competitividad.

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL "PROYECTO DE MEJORA HIDRO-ECOLÓGICA DEL ESTERO LAS GARZAS", SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.

PROGRAMA 3. COMPETITIVIDAD E INVERSIÓN.

- ✓ **Objetivo:** Impulsar un clima de negocios propicio que permita la creación de nuevas empresas competitivas y la atracción de inversiones directas multisectoriales que generen desarrollo integral y equitativo, fuentes de empleo y crecimiento económico entre las regiones del estado.
- ✓ **Estrategia:** Dotar al estado de un órgano específico para el fomento de inversiones y proyectos detonadores, que garantice seguridad y certeza jurídica, así como el establecimiento de programas de incentivos que permitan diversificar las inversiones regionales de acuerdo con sus vocaciones productivas y eleven su competitividad.
- ✓ **Líneas de Acción:** 1.3.7 Establecer un programa de incentivos por sector estratégico para proyectos detonadores. 1.3.8 Incrementar la comercialización de productos y servicios quintanarroenses intensificando las relaciones comerciales dentro y fuera del país. 1.3.12 Facilitar la creación de clúster regionales según las vocaciones productivas del estado.

PROGRAMA 4. DIVERSIFICACIÓN Y DESARROLLO DEL TURISMO.

- ✓ **Objetivo:** Consolidar a Quintana Roo como un destino competitivo y líder de la actividad turística y que como motor del desarrollo económico y social del estado genere bienestar para todos.
- ✓ **Estrategia:** Impulsar la actividad turística mediante el fomento de las inversiones, el desarrollo y modernización de la infraestructura, la mejora en la calidad de la prestación de servicios, el mejoramiento del marco regulatorio y la diversificación a través de la puesta en valor del patrimonio cultural y natural del estado.
- ✓ **Líneas de Acción:** 1.4.3 Diseñar e implementar proyectos de desarrollo ecoturístico y de arqueología que sean estratégicos para la entidad. 1.4.5 Promover el trabajo conjunto de todos los sectores de la actividad turística y otorgar facilidades para su desarrollo. 1.4.6 Diseñar e implementar el programa integral de construcción, ampliación y modernización de infraestructura turística con apoyo del sector empresarial, en coordinación con la Secretaria de Infraestructura y Transportes, así como establecer un fondo para la restitución de los recursos naturales utilizados en el desarrollo turístico. 1.4.16 Consolidar el turismo en sus diferentes líneas de producto e impulsar nuevas ofertas turísticas. 1.4.23 Posicionar el Caribe Mexicano como una marca turística multiproducto y diversificado. 1.4.26 Desarrollar una estrategia de marketing digital que abarque todas las marcas y productos turísticos del estado.

EJE 5. CRECIMIENTO ORDENADO CON SUSTENTABILIDAD AMBIENTAL.

PROGRAMA 27. DESARROLLO URBANO SOSTENIBLE Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL CON VISIÓN REGIONAL Y METROPOLITANA.

- ✓ **Objetivo:** Consolidar un estado ordenado, habitable, sustentable, equitativo, con cohesión y desarrollo, que mejore la calidad de vida de los habitantes y en consecuencia detone su competitividad.
- ✓ **Estrategia:** Establecer y desarrollar las políticas de planeación y ordenamiento sustentable, territorial, urbano y metropolitano en un trabajo coordinado entre los tres niveles de gobierno, los sectores empresarial, social y académico.
- ✓ **Líneas de acción:** 5.27.5 Asegurar el patrimonio social, económico, cultural y medioambiental natural en el estado, mediante el fortalecimiento a los instrumentos normativos. 5.27.9 Fortalecer y respetar el patrimonio cultural y natural fomentando la convivencia de las comunidades urbanas y rurales con los bienes culturales y ambientales. 5.27.12 Desarrollar el ordenamiento territorial evitando la fragmentación de los paisajes naturales. 5.27.26 Privilegiar el establecimiento de superficies de áreas verdes, corredores biológicos y bio corredores del paisaje en la gestión del espacio público. 5.27.30 Impulsar que los nuevos desarrollos, cuenten de forma obligatoria con instalaciones de cableado subterráneo y nuevas tecnologías que abonen a la sustentabilidad e inserción amigable en el entorno. 5.27.33 Implementar políticas de diversificación turística y económica, en la planeación y el ordenamiento territorial.

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL "PROYECTO DE MEJORA HIDRO-ECOLÓGICA DEL ESTERO LAS GARZAS", SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.

PROGRAMA 28. MEDIO AMBIENTE Y SUSTENTABILIDAD.

- ✓ **Objetivo:** Garantizar la protección, conservación y aprovechamiento sustentable de los recursos naturales para mejorar la calidad de vida de los quintanarroenses, mitigando los impactos derivados de las principales actividades productivas, que generan afectación al medio ambiente y a la biodiversidad.
- ✓ **Estrategia:** Desarrollar instrumentos, mecanismos y programas orientados a concientizar, regular, cumplir y vigilar la normatividad ambiental aplicable en los proyectos, actividades, desarrollos existentes y futuros, en corresponsabilidad con los sectores público, privado y social.
- ✓ **Líneas de acción:** 5.28.2 Fortalecer, en coordinación con el gobierno federal y municipal, la gestión integral de los residuos sólidos en el estado. 5.28.3 Promover, en coordinación con los sectores público, privado y social, campañas de reciclaje de residuos sólidos. 5.28.6 Capacitar al sector social, público y empresarial para la elaboración adecuada de sus planes de manejo de residuos. 5.28.8 Promover la inversión de la iniciativa privada en el reciclado, manejo y aprovechamiento de residuos sólidos. 5.28.15 Establecer mecanismos y acciones con los gobiernos federales y municipales, el sector público y privado y la sociedad civil en materia de biodiversidad, vida silvestre y bienestar animal. 5.28.19 Promover la implementación de instrumentos económicos, ambientales a fin de promover políticas para la preservación y mejoramiento de los recursos naturales. 5.28.20 Implementar un modelo de gestión integral de las actividades turísticas para el cuidado y conservación de los recursos naturales con visión de sustentabilidad. 5.28.21 Realizar actividades de difusión para el uso racional y sustentable de los recursos naturales. 5.28.31 Implementar acciones de seguimiento del mangle y otros ecosistemas degradados. 5.28.32 Regular las fuentes fijas y móviles de competencia estatal a fin de promover la preservación y mejoramiento de la calidad del aire en Quintana Roo. 5.28.33 Aplicar la normatividad y vigilar la emisión de contaminantes al suelo, aire y agua, generado por fuentes fijas de competencia estatal. 5.28.34 Promover la implementación de energías renovables o tecnologías limpias para las fuentes fijas y móviles de competencia estatal. 5.28.36 Actualizar y dar seguimiento al Plan Estatal de Cambio Climático. 5.28.37 Implementar y dar seguimiento al acuerdo para la sustentabilidad de la Península de Yucatán. 5.28.47 Promover, con el sector hotelero y de servicios turísticos, el uso eficiente de agua, reducción de emisiones contaminantes y reciclaje. 5.28.48 Implementar incentivos para que los nuevos desarrollos turísticos adopten medidas que mitiguen los efectos de cambio climático y la contaminación de recursos, así como a predios que destinen superficies para la conservación.

PROGRAMA 30. INFRAESTRUCTURA PARA EL DESARROLLO DEL ESTADO.

- ✓ **Objetivo:** Contar con infraestructura que mejore la calidad de vida de las personas y consolide a Quintana Roo como un estado competitivo, con modernidad y sustentabilidad.
- ✓ **Estrategia:** Implementar planes y programas de infraestructura social, económica y servicios básicos; optimizando recursos y con mayor cobertura para el beneficio de los habitantes, visitantes y turistas.
- ✓ **Líneas de acción:** 5.30.4 Efectuar un programa de infraestructura con criterios de sustentabilidad. 5.30.5 Implementar, para todos los proyectos de infraestructura el estudio de prevención de riesgos para garantizar la seguridad. 5.30.9 Colaborar, en coordinación con el gobierno federal, a fin de fortalecer la infraestructura aérea y marítima en la entidad. 5.30.13 Desarrollar infraestructura deportiva y recreativa para mejorar la calidad de vida de las personas.

VINCULACIÓN

La **Manifestación de Impacto Ambiental, Modalidad Regional "Proyecto Mejora Hidro-Ecológica del Estero las Garzas"**, se apega a las políticas y lineamientos establecidos en el Plan Estatal de Desarrollo de Quintana Roo, generando empleos, contribuyendo con la economía de la población cercana, así como cumpliendo con los instrumentos jurídicos en materia de protección al medio ambiente. En particular se buscará robustecer los mecanismos de coordinación intersectorial para permitir el diseño y aplicación de propuestas integrales enfocadas a la cooperación pública-privada en el fomento y facilitación de actividades que combinen producción y conservación de la naturaleza. Asimismo, se tienen acciones que protegen y ayudan a conservar los recursos naturales.

III.1.3. Plan Municipal de Desarrollo de Solidaridad 2016-2018.

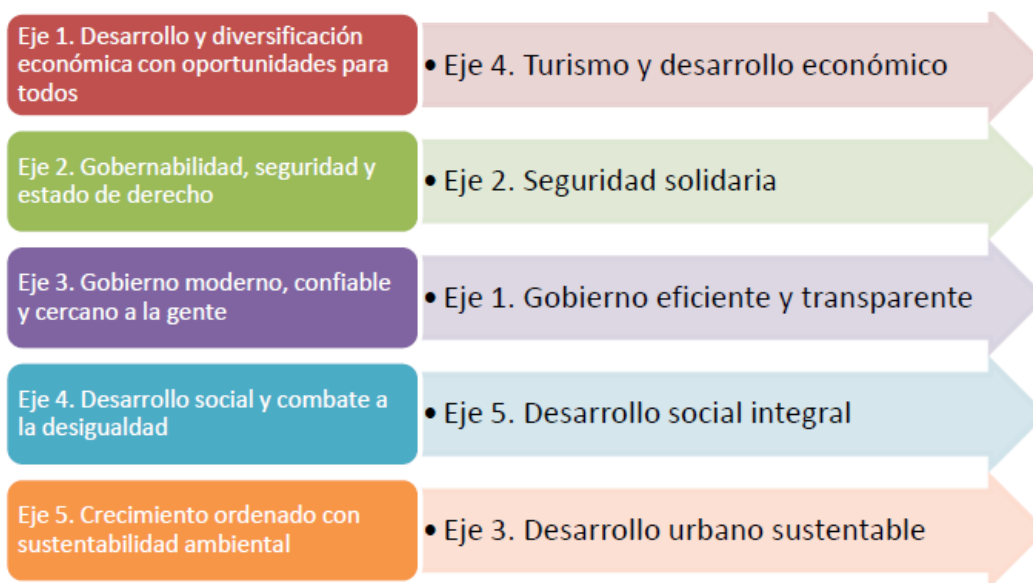
El Plan Municipal de Desarrollo 2016-2018 del Ayuntamiento Constitucional del Municipio de Solidaridad, Quintana Roo, expresa las voces de profesionistas, trabajadores, empresarios, estudiantes, campesinos, amas de casa, jóvenes, líderes comunitarios y representantes de grupos vulnerables. Establece como ejes transversales los principios de transparencia, rendición de cuentas y participación ciudadana. Con esto en consideración, el Plan Municipal de Desarrollo 2016-2018 está conformado por los siguientes ejes programáticos:

- Eje 1. Gobierno eficiente y transparente.
- Eje 2. Seguridad solidaria.
- Eje 3. Desarrollo urbano sustentable.
- Eje 4. Turismo y desarrollo económico.
- Eje 5. Desarrollo social integral.

ALINEACIÓN CON EL PLAN ESTATAL DE DESARROLLO

El Plan Municipal de Desarrollo 2016-2018 (PMD)¹ está alineado al Plan Estatal de Desarrollo 2016-2022 (PED)², en todos sus ejes programáticos.

Imagen III. 2. Ejes del Plan Municipal de Desarrollo 2016-2018.



Fuente: BIOTA y SICA, 2018.

Dentro de Plan Municipal se tiene:

EJE 3. DESARROLLO URBANO SUSTENTABLE.

En este eje se tiene como objetivo general garantizar que el desarrollo urbano, ordenamiento territorial y servicios públicos sean compatibles con el medioambiente y la biodiversidad existente en nuestro estado y en nuestro municipio; pues este es el patrimonio de Solidaridad para México y el mundo y el legado para nuestras futuras generaciones.

Dentro de los Programas relevantes se tiene:

3.3. PRESERVACIÓN DEL MEDIO AMBIENTE

- ✓ **Objetivo:** Contar con mecanismos que permitan a las futuras generaciones el disfrute del patrimonio natural.

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL "PROYECTO DE MEJORA HIDRO-ECOLÓGICA DEL ESTERO LAS GARZAS", SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.

- ✓ **Estrategia:** Realizar programas que contribuyan a preservar los ecosistemas naturales y su biodiversidad.
- ✓ **Líneas de acción:** 3.3.1. Combatir la deforestación provocada por el crecimiento urbano. 3.3.3. Incentivar la cultura del reciclaje en la población. 3.3.4. Promover la concientización para la preservación de sistemas ecológicos en la población. 3.3.6. Proteger y conservar las tortugas marinas endémicas.

EJE 4. TURISMO Y DESARROLLO ECONÓMICO.

En este Eje el objetivo general es consolidar al municipio como líder en la industria turística, y a partir de ello propiciar la diversificación productiva que permita fortalecer la economía local. Se tiene como estrategia general promover e incentivar las capacidades productivas, los servicios y la autogestión, reconociendo la vocación turística y la necesidad de fortalecer las cadenas de integración comercial con nuevas actividades productivas que fortalezcan nuestra economía frente a factores exógenos.

Dentro de los Programas se considera:

4.1. INNOVACIÓN Y COMPETITIVIDAD EMPRESARIAL

- ✓ **Objetivo:** Impulsar la competitividad de productores y empresas locales.
- ✓ **Estrategia:** Generar programas que permitan identificar oportunidades empresariales, de capacitación y apoyo a los productores locales de forma regularizada.
- ✓ **Líneas de acción:** 4.1.1. Incentivar la creación de nuevas empresas. 4.1.5. Identificar áreas de inversión adecuadas a las necesidades de desarrollo económico del municipio

4.2. TRABAJO DIGNO E INCLUSIVO.

- ✓ **Objetivo:** Incentivar la participación de jóvenes, madres solteras y adultos de la tercera edad en el mercado laboral con empleos dignos que promuevan la igualdad de oportunidades
- ✓ **Estrategia:** Vincular a jóvenes, madres solteras y adultos de la tercera edad, generar alianzas con la iniciativa privada para incluirlos al empleo formal y crear programas de autoempleo digno para las mujeres.
- ✓ **Líneas de acción:** 4.2.2. Vincular al sector empresarial con sectores laborales vulnerables. 4.2.3. Vincular a estudiantes con experiencias laborales afines a sus estudios

VINCULACIÓN.

El proyecto es congruente con el Plan Municipal de Desarrollo, ya que cumple con los criterios que ahí se plantean, además de que será una fuente generadora de empleo y podrán contar con una industria que seguirá impulsando el sector secundario del municipio, por lo que no contraviene al Plan, y coadyuvando a la protección de los recursos naturales.

III.2. Vinculación con Programas de Ordenamiento Ecológico del Territorio, Áreas Naturales Protegidas u otra Zonificación Prioritaria para la Conservación (RTP y/o RHP), o la relativa a la Regulación del Uso del Suelo Urbano (PDU).

III.2.1. Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio.

El Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (POEGT) tiene sustento legal en la LGEEPA y su Reglamento de la LGEEPA en Materia de Ordenamiento Ecológico (RLGEEPAOE). El objeto del POEGT es llevar a cabo una regionalización ecológica del territorio nacional y de las zonas sobre las cuales la nación ejerce soberanía y jurisdicción, identificando áreas de atención prioritaria y áreas de aptitud sectorial. Asimismo, tiene por objeto establecer los lineamientos y estrategias ecológicas necesarias para promover la preservación, protección, restauración y aprovechamiento sustentable de los recursos naturales; Promover medidas de mitigación de los posibles impactos ambientales causados por las acciones, programas y proyectos de las dependencias y entidades de la Administración Pública Federal (APF); Orientar la ubicación de las actividades productivas y de los asentamientos humanos; Fomentar el mantenimiento de los bienes y servicios ambientales; Promover la protección y conservación de los ecosistemas y la biodiversidad; Fortalecer el Sistema Nacional de Áreas Naturales Protegidas; Apoyar la resolución de los conflictos ambientales, así como Promover la sustentabilidad e incorporar la variable ambiental en los programas, proyectos y acciones de los Sectores de la Administración Pública Federal (APF). Las regiones ecológicas se integran por un conjunto de la Unidad Ambiental Biofísica (UAB) que comparten la misma prioridad de atención, de aptitud sectorial y de política ambiental. A cada UAB le fueron asignados lineamientos y estrategias ecológicas específicas, de la misma manera que ocurre con las Unidades de Gestión Ambiental (UGA) previstas en los Programas de Ordenamiento Ecológico Regionales y Locales.

LINEAMIENTOS Y ESTRATEGIAS ECOLÓGICAS. Los 10 lineamientos ecológicos que se formularon para este Programa, mismos que reflejan el estado deseable de una región ecológica o unidad biofísica ambiental, se instrumentan a través de las directrices generales que en lo ambiental, social y económico se deberán promover para alcanzar el estado deseable del territorio nacional. Por su parte, las estrategias ecológicas, definidas como los objetivos específicos, las acciones, los proyectos, los programas y los responsables de su realización dirigidas al logro de los lineamientos ecológicos aplicables en el territorio nacional, fueron construidas a partir de los diagnósticos, objetivos y metas comprendidos en los programas sectoriales, emitidos respectivamente por las dependencias de la APF que integran el Grupo de Trabajo Intersecretarial. Las estrategias se implementarán a partir de una serie de acciones que cada uno de los sectores en coordinación con otros sectores deberán llevar a cabo, con base en lo establecido en sus programas sectoriales o el compromiso que asuman dentro del Grupo de Trabajo Intersecretarial para dar cumplimiento a los objetivos de este POEGT. En este sentido, se definieron tres grandes grupos de estrategias: las dirigidas a lograr la sustentabilidad ambiental del territorio, las dirigidas al mejoramiento del sistema social e infraestructura urbana y las dirigidas al fortalecimiento de la gestión y la coordinación institucional. Los lineamientos ecológicos aplicables para el presente proyecto son los siguientes:

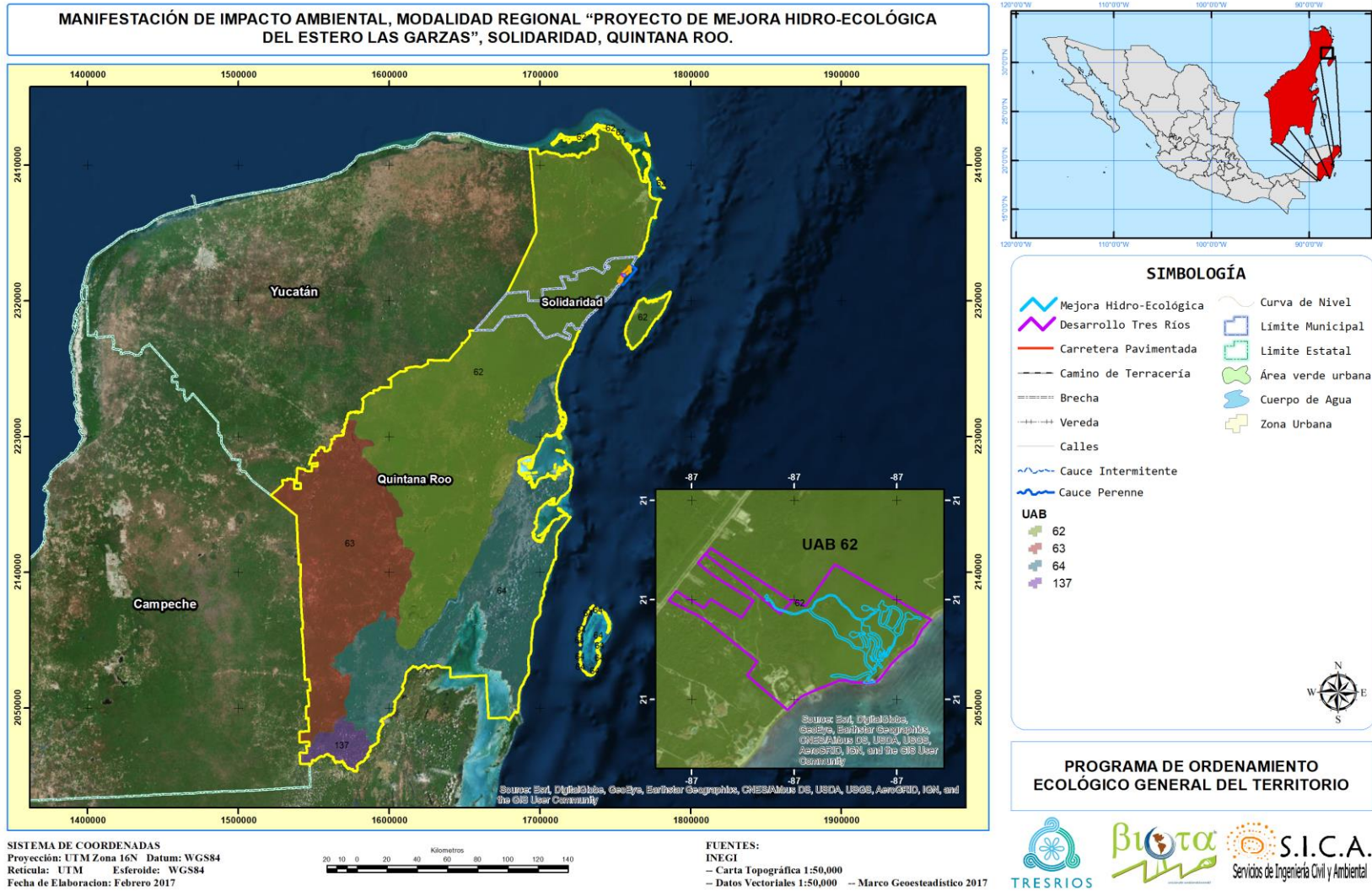
1. Proteger y usar responsablemente el patrimonio natural y cultural del territorio, consolidando la aplicación y el cumplimiento de la normatividad en materia ambiental, desarrollo rural y ordenamiento ecológico del territorio.
2. Mejorar la planeación y coordinación existente entre las distintas instancias y sectores económicos que intervienen en la instrumentación del programa de ordenamiento ecológico general del territorio, con la activa participación de la sociedad en las acciones en esta área.
3. Contar con una población con conciencia ambiental y responsable del uso sustentable del territorio, fomentando la educación ambiental a través de los medios de comunicación y sistemas de educación y salud.

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL "PROYECTO DE MEJORA HIDRO-ECOLÓGICA DEL ESTERO LAS GARZAS", SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.

4. Contar con mecanismos de coordinación y responsabilidad compartida entre los diferentes niveles de gobierno para la protección, conservación y restauración del capital natural.
5. Preservar la flora y la fauna, tanto en su espacio terrestre como en los sistemas hídricos a través de las acciones coordinadas entre las instituciones y la sociedad civil.
6. Promover la conservación de los recursos naturales y la biodiversidad, mediante formas de utilización y aprovechamiento sustentable que beneficien a los habitantes locales y eviten la disminución del capital natural.
7. Brindar información actualizada y confiable para la toma de decisiones en la instrumentación del ordenamiento ecológico territorial y la planeación sectorial.
8. Fomentar la coordinación intersectorial a fin de fortalecer y hacer más eficiente al sistema económico.
9. Incorporar al SINAP las áreas prioritarias para la preservación, bajo esquemas de preservación y manejo sustentable.
10. Reducir las tendencias de degradación ambiental, consideradas en el escenario tendencial del pronóstico, a través de la observación de las políticas del Ordenamiento Ecológico General del Territorio.


La propuesta del programa de ordenamiento ecológico está integrada por la regionalización ecológica (que identifica las áreas de atención prioritaria y las áreas de aptitud sectorial) y los lineamientos y estrategias ecológicas para la preservación, protección, restauración y el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, aplicables a esta regionalización. De acuerdo con la naturaleza del proyecto y conforme a lo que establece el recientemente publicado POEGT se identificó que las obras y/o actividades que propone el proyecto se ubican en la UAB 62; denominada "Karst de Yucatan y Quinta Roo" (Región 17.33).

Imagen III. 3. Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio.



**MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL
 "PROYECTO DE MEJORA HIDRO-ECOLÓGICA DEL ESTERO LAS GARZAS",
 SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.**

Tabla III. 1. Ficha descriptiva de la UAB 64 POEGT.

| CLAVE REGIÓN | 17.33 |
|---|---|
|  | |
| UAB | 62 |
| NOMBRE DE LA UAB | Karst de Yucatán y Quintana Roo |
| LOCALIZACION | Oeste, centro, norte y este de Yucatán. Centro, norte y noreste de Quintana Roo |
| SUPERFICIE EN Km² | 59,542.35 Km ² |
| POBLACION TOTAL | 2,982,494 |
| POBLACION INDIGENA | Maya |
| ESCENARIO AL 2033 | Inestable a Crítico |
| PRIORIDAD DE ATENCION | Alta |
| RECTORES DEL DESARROLLO | Preservación de Flora y Fauna- Turismo |
| COADYUVANTES DEL DESARROLLO | Desarrollo Social - Forestal |
| ASOCIADOS DEL DESARROLLO | Agricultura - Ganadería |
| OTROS SECTORES DE INTERES | Pueblos Indígenas |
| POLITICA AMBIENTAL | Restauración, Protección y Aprovechamiento Sustentable |
| NIVEL DE ATENCION PRIORITARIA | Media |
| ESTRATEGIAS SECTORIALES | 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 |

Fuente: BIOTA y SICA, 2018.

**MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL
"PROYECTO DE MEJORA HIDRO-ECOLÓGICA DEL ESTERO LAS GARZAS",
SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.**

Tabla III. 2. Estrategias del Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio

| ESTRATEGIAS. UAB 62 | | |
|--|---|--|
| | ESTRATEGIA | VINCULACIÓN |
| GRUPO I. DIRIGIDAS A LOGRAR LA SUSTENTABILIDAD AMBIENTAL DEL TERRITORIO | | |
| A) Preservación | 1. Conservación <i>in situ</i> de los ecosistemas y su biodiversidad. | El proyecto contempla la implementación de medidas preventivas y de mitigación para garantizar la conservación del ecosistema presente en el área del proyecto, así como de las zonas circundantes. Dichas medidas se describen detalladamente en el capítulo VI del presente documento. |
| | 2. Recuperación de especies en riesgo. | El DTR y el presente proyecto contemplan la implementación y aplicación de un programa de vigilancia ambiental en donde se incluyen acciones de rescate y recuperación de especies faunísticas y vegetales en riesgo. |
| | 3. Conocimiento análisis y monitoreo de los ecosistemas y su biodiversidad | El análisis se efectúa al realizar la MIA y el ETJ los cuales se desarrollan por especialistas multidisciplinarios aunado a esto se el DTR cuenta con un programa de monitoreo en el que se incluyen la zona del presente proyecto. |
| B) Aprovechamiento sustentable | 4. Aprovechamiento sustentable de ecosistemas, especies, genes y recursos naturales. | El proyecto no contempla el aprovechamiento de recursos naturales, sin embargo, se llevarán a cabo acciones para minimizar los impactos que se puedan generar hacia los ecosistemas dichas acciones o medidas se describen en el capítulo VI |
| | 5. Aprovechamiento sustentable de los suelos agrícolas y pecuarios | No aplica. El proyecto no contempla la ejecución de actividades de aprovechamiento para ninguno de los recursos naturales presentes ni de suelos agrícolas y pecuarios |
| | 6. Modernizar la infraestructura hidroagrícola y tecnificar las superficies agrícolas. | No aplica, ya que la empresa no pretende el aprovechamiento de los recursos forestales |
| | 7. Aprovechamiento sustentable de los recursos forestales. | La empresa no pretende el aprovechamiento alguno de los recursos forestales. |
| | 8. Valoración de los servicios ambientales. | Según los resultados que se obtengan de la evaluación de los impactos se desarrollaran diversos instrumentos donde se realice la valoración de los servicios ambientales. |
| C) Protección de los recursos naturales | 9. Propiciar el equilibrio de las cuencas y acuíferos sobreexplotados. | No aplica, el proyecto no intervendrá el funcionamiento de las cuencas |
| | 10. Reglamentar para su protección, el uso del agua en las principales cuencas y acuíferos. | No aplica, es función de la autoridad |
| | 11. Mantener en condiciones adecuadas de funcionamiento las presas administradas por CONAGUA. | No aplica, es función de la autoridad |
| | 12. Protección de los ecosistemas. | El proyecto se realizará fomentando la conservación de la biodiversidad, además se contempla la ejecución de medidas de mitigación para prevenir y mitigar impactos ambientales esto con el afán de no causar desequilibrios ecológicos. |

**MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL
"PROYECTO DE MEJORA HIDRO-ECOLÓGICA DEL ESTERO LAS GARZAS",
SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.**

| ESTRATEGIAS. UAB 62 | | |
|--|--|---|
| | ESTRATEGIA | VINCULACIÓN |
| | 13. Racionalizar el uso de agroquímicos y promover el uso de biofertilizantes. | No aplica. El Proyecto no contempla la utilización agroquímicos o el uso de bio-fertilizantes para la revegetación y/o reforestación. |
| D) Dirigidas a la Restauración | 14. Restauración de ecosistemas forestales y suelos agrícolas. | El proyecto contempla medidas de mitigación donde se proponen acciones orientadas a rehabilitación y restauración aunado a esto se pretende realizar una mejora hidro-ecológica en la zona de manglar ubicada dentro del predio del DTR. Dicha mejora está sujeta a evaluación y en caso de ser aprobada fungirá como un proyecto de restauración de alta importancia a nivel local y regional. |
| E) Aprovechamiento sustentable de recursos naturales no renovables y actividades económicas de producción y servicios | 21. Rediseñar los instrumentos de política hacia el fomento productivo del turismo. | No aplica, esta actividad es función de la autoridad. Sin embargo, el proyecto se rige bajo políticas internas que fomentan el turismo sustentable y productivo como son los siguientes: * Diseño y operación de un hotel, cuyo segmento turístico objetivo es el de un alto poder adquisitivo, pero sensible a escenarios turísticos de alta calidad ambiental y respeto a la naturaleza. * Contribución al desarrollo global de la región a través de la generación de beneficios sociales y económicos para la población local y de la región. |
| | 22. Orientar la política turística del territorio hacia el desarrollo regional. | |
| | 23. Sostener 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). | La oferta de turismo pretendida en el presente proyecto contempla el diseño y operación de un hotel, cuyo segmento turístico objetivo es el de un alto poder adquisitivo, pero sensible a escenarios turísticos de alta calidad ambiental y respeto a la naturaleza Con lo cual se diversificará la oferta y se mantendrá un alto estándar de calidad turística. |
| GRUPO II. DIRIGIDAS AL MEJORAMIENTO DEL SISTEMA SOCIAL E INFRAESTRUCTURA URBANA | | |
| D) Infraestructura y equipamiento urbano y regional | 31. Generar e impulsar las condiciones necesarias para el desarrollo de ciudades y zonas metropolitanas seguras, competitivas, sustentables, bien estructuradas y menos costosas. | No aplica. Sin embargo, con el proyecto se pretende dar una contribución al desarrollo global de la región a través de la generación de beneficios sociales y económicos para la población local y de la región |
| | 32. Frenar la expansión desordenada de las ciudades, dotarlas de suelo apto para el desarrollo urbano y aprovechar el dinamismo, la fortaleza y la riqueza de estas para impulsar el desarrollo regional. | El presente proyecto se adaptará a los lineamientos estipulado en los instrumentos de ordenamiento aplicables para impulsar el desarrollo regional de una forma ordenada y coherente con las normas aplicables. |
| E) Desarrollo Social | 36. 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. | No aplica ya que la naturaleza del proyecto es turística y no contempla actividades del sector agroalimentario. |
| | 37. Integrar a mujeres indígenas y grupos vulnerables al sector económico-productivo en núcleos agrarios y localidades rurales vinculadas. | No aplica ya que el predio donde se encuentra inmersa el área del proyecto no abarca total o |

**MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL
"PROYECTO DE MEJORA HIDRO-ECOLÓGICA DEL ESTERO LAS GARZAS",
SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.**

| ESTRATEGIAS. UAB 62 | | |
|--|--|--|
| | ESTRATEGIA | VINCULACIÓN |
| | | parcialmente ningún núcleo agrario o localidad rural, sin embargo, se contempla promover diferentes acciones que coadyuven en el sector económico de la región y que sean incluyentes con la población. |
| | 38. Fomentar el desarrollo de capacidades básicas de las personas en condición de pobreza. | Se contempla promover diferentes acciones que coadyuven en el sector económico de la región y que sean incluyentes con la población. Además de que se generaran empleos fijos para la población de la zona. |
| | 39. Incentivar el uso de los servicios de salud, especialmente de las mujeres y los niños de las familias en pobreza. | Los empleos que se generen durante las diversas etapas del proyecto serán formales y se proveerá de las prestaciones de ley a los trabajadores con lo cual tendrán acceso a servicios de salud. |
| | 40. 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 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 | Este lineamiento es responsabilidad de la autoridad. |
| GRUPO III. DIRIGIDAS AL FORTALECIMIENTO DE LA GESTIÓN Y LA COORDINACIÓN INSTITUCIONAL | | |
| A) Marco Jurídico | 42. Asegurara la definición y el respeto a los derechos de propiedad rural. | Dado que el proyecto se realiza en terrenos privados, no afecta los derechos de propiedad rural por lo que No aplica esta estrategia. |
| B) Planeación del Ordenamiento Territorial | 43. Integrar, modernizar y mejorar el acceso al Catastro Rural y la Información Agraria para impulsar proyectos productivos. | No aplica. La empresa no tomará acciones para modernizar y mejorar el acceso al Catastro Rural y la Información Agraria para impulsar proyectos productivos. |
| | 44. 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. | No aplica. La empresa no está sujeto a impulsar el ordenamiento territorial, sin embargo, se adaptará a los lineamientos estipulado en los instrumentos de ordenamiento aplicables para impulsar el desarrollo regional de una forma ordenada y coherente con las normas aplicables. |

Fuente: BIOTA y SICA, 2018.

Con base en la descripción plasmada, respecto al desarrollo de las actividades que se pretenden realizar en el presente proyecto respecto a la política ambiental; refleja la importancia y rumbo del desarrollo que se desea inducir en la Unidad Ambiental Biofísica (UAB), esto en relación a un buen desarrollo por parte del proyecto en observancia al POEGT; ya que como se indicó con anterioridad, el proyecto cumple ampliamente con el Plan de Desarrollo Ecológico General del Territorio, se ajusta a las directrices aplicables, toda vez que se han propuesto acciones tendientes a la conservación del medio ambiente, evitando la contaminación al entorno, así como la protección y conservación de ecosistemas. Por otra parte, tenemos que para el Programa se formularon 10 Lineamientos Ecológicos, a través de las directrices generales que en lo ambiental, social y económico se deberá promover para alcanzar el estado deseable del territorio nacional.

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL "PROYECTO DE MEJORA HIDRO-ECOLÓGICA DEL ESTERO LAS GARZAS", SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.

Tabla III. 3. Lineamientos ecológicos del Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio.

| LINEAMIENTO | VINCULACIÓN |
|--|--|
| 1. Proteger y usar responsablemente el patrimonio natural y cultural del territorio, consolidando la aplicación y el cumplimiento de la normatividad en materia ambiental, desarrollo rural y ordenamiento ecológico del territorio. | Tomando en cuenta las características del proyecto se presenta la Manifestación de Impacto Ambiental con el objetivo de que la ejecución del proyecto no ponga en riesgo la preservación del medio ambiente aunado a las medidas de mitigación aplicables suscritas en el Capítulo VI siempre cumpliendo la normatividad aplicable. |
| 2. Mejorar la planeación y coordinación existente entre las distintas instancias y sectores económicos que intervienen en la instrumentación del programa de ordenamiento ecológico general del territorio, con la activa participación de la sociedad en las acciones en esta área. | Se promoverá la coordinación sectorial y con la sociedad para el desarrollo adecuado de las actividades. |
| 3. Contar con una población con conciencia ambiental y responsable del uso sustentable del territorio, fomentando la educación a través de los medios de comunicación y sistemas de educación y salud. | Se promoverá la coordinación sectorial y con la sociedad para el desarrollo adecuado de las actividades. |
| 4. Contar con mecanismos de coordinación y responsabilidad compartida entre los diferentes niveles de gobierno para la protección, conservación y restauración del capital natural. | La evaluación y determinación de la factibilidad del proyecto en materia de impacto ambiental corresponde a la SEMARNAT y deberá ajustarse a la normatividad a cargo del Gobierno del Estado de Quintana Roo. |
| 5. Preservar la flora y la fauna, tanto en su espacio terrestre como en los sistemas hídricos a través de las acciones coordinadas entre las instituciones y la sociedad civil. | Con el objetivo de preservar la flora y la fauna se proponen medidas de prevención y mitigación en el Capítulo V, así mismo el proyecto en si pretende preservar y conservar la flora y fauna del sitio. |
| 6. Promover la conservación de los recursos naturales y la biodiversidad, mediante formas de utilización y aprovechamiento sustentable que beneficien a los habitantes locales y eviten la disminución del capital natural. | La propuesta de mejora hidro ecológica la cual es el sujeto de evaluación del presente proyecto, plantea restaurar la integridad de un flujo hidrológico regular agua-manglar para aminorar la evaporación y reducir la desecación y mortalidad de un ecosistema frágil como lo es el manglar. Por lo anterior y analizando la naturaleza propia del proyecto se concluye que el proyecto propiciara la mejora y aumento del capital natural en la región, beneficiando directa e indirectamente a la población de las zonas aledañas. |
| 7. Brindar información actualizada y confiable para la toma de decisiones en la instrumentación del ordenamiento ecológico territorial y la planeación sectorial. | Es materia de las autoridades de SEMARNAT. |
| 8. Fomentar la coordinación intersectorial a fin de fortalecer y hacer más eficiente al sistema económico. | Se promoverá la coordinación sectorial y con la sociedad para el desarrollo adecuado de las actividades. |
| 9. Incorporar al SINAP las áreas prioritarias para la preservación, bajo esquemas de preservación y manejo sustentable. | Es materia de las autoridades de SEMARNAT. |
| 10. Reducir las tendencias de degradación ambiental, consideradas en el escenario tendencial del pronóstico, a través de la observación de las políticas del Ordenamiento Ecológico General del Territorio. | El mejoramiento hidroecológico del humedal a través del establecimiento de un sistema de canales artificiales, permitirá restaurar y mejorar las condiciones hidro-ecológicas de los humedales reduciendo las tendencias de degradación ambiental. El diseño y construcción de las obras y/o actividades que se consideran en el Capítulo II, se harán en observancia a este lineamiento en la medida de evidenciar la viabilidad ambiental y factibilidad con los ordenamientos aplicables al mismo |

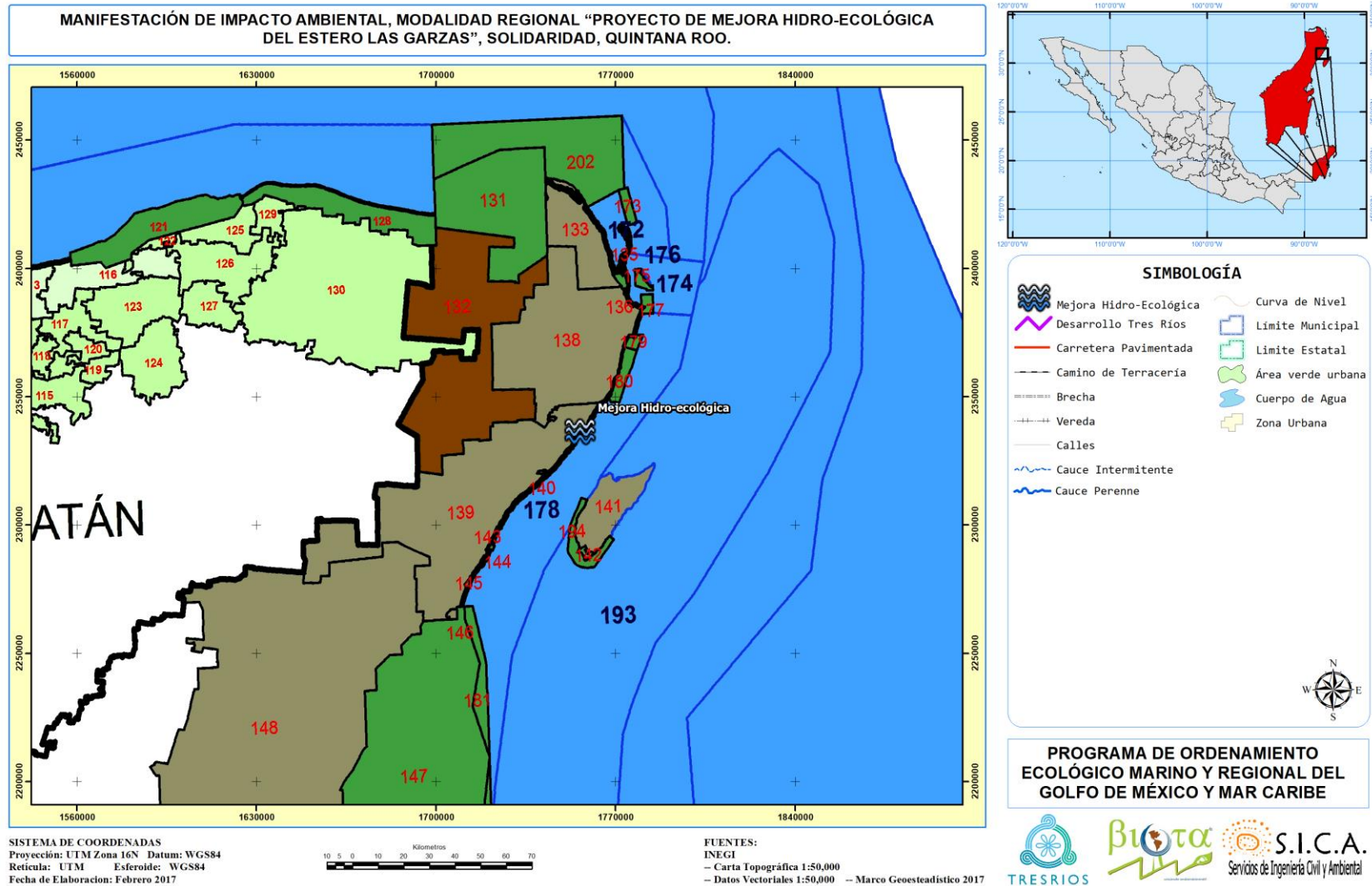
Fuente: BIOTA y SICA, 2018.

III.2.2. Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe.

El POEM y RGM y MC fue publicado en el Diario Oficial de la Federación el 24 de noviembre de 2012 y regula 203 Unidades de Gestión Ambiental clasificadas en Áreas Marinas y Áreas Regionales. El Programa de Ordenamiento Ecológico considera un modelo con lineamientos ecológicos, unidades de gestión ambiental y una estrategia ecológica con objetivos específicos, acciones generales, específicas y criterios ecológicos de acuerdo con la UGA correspondiente. El área del proyecto se ubicará en el área de ZOFEMAT y zona marina adyacente, por lo que de acuerdo con el Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe abarcará parcialmente las UGA 139 y 178.

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL “PROYECTO DE MEJORA HIDRO-ECOLÓGICA DEL ESTERO LAS GARZAS”, SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.

Imagen III. 4. Ubicación del proyecto con relación al Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe.



Fuente: BIOTA y SICA, 2018.

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL "PROYECTO DE MEJORA HIDRO-ECOLÓGICA DEL ESTERO LAS GARZAS", SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.

- a) Lineamientos Ecológicos, que incluyen 27 metas o enunciados generales que reflejan el estado deseable de las UGA, orientados a la atención de las tendencias de deterioro ambiental identificados en la Agenda Ambiental, durante la etapa de diagnóstico, pronóstico y en el ejercicio de visión prospectiva.
- b) Unidades de Gestión Ambiental (UGA), que incluyen 203 unidades clasificadas en Marinas y Regionales.
 - Área Marina, que comprende las áreas o superficies ubicadas en zonas marinas mexicanas, incluyendo zonas federales adyacentes del Golfo de México y Mar Caribe. También incluye 26 Áreas Naturales Protegidas, de competencia Federal con parte de su extensión en la zona marina. Cabe señalar, que en dichas áreas aplica el Decreto y el Programa de Manejo correspondiente, así como las acciones generales y específicas que establece este Programa, de acuerdo con su ubicación.
 - El Área Regional abarca una región ecológica ubicada en 142 municipios con influencia costera de 6 entidades federativas (Quintana Roo, Yucatán, Campeche, Tabasco, Veracruz y Tamaulipas). En esta área se incluyen 3 ANP de competencia Federal que no tienen contacto directo con el mar, en las cuales aplica solamente el Decreto y el Programa de Manejo correspondiente. Asimismo, se incluyen 14 ANP Estatales.

Cada UGA incluye una ficha que contiene su toponimia, ubicación y características, como presencia de puertos y áreas de exclusión entre otros datos. Además, las fichas contienen una tabla con las acciones específicas aplicables a la UGA correspondiente.

Tabla III. 4. Descripción de las Unidades de Gestión Ambiental aplicables al Proyecto.

| CONCEPTO | UGA 139 | UGA 178 |
|--------------------------|--|---|
| Tipo de UGA: | Regional | Marina |
| Nombre: | Solidaridad | Zona Marina de Competencia Federal |
| Municipio: | Solidaridad | - |
| Estado: | Quintana Roo | - |
| Población: | 135, 237 habitantes | 0 habitantes |
| Superficie | 327,229.174 Ha | 311,046.005 Ha |
| Subregión: | Aplicar criterios de Zona Costera Inmediata Mar Caribe | Aplicar criterios de Zona Costera Inmediata Mar Caribe |
| Islas: | - | Presentes: aplicar criterios para islas |
| Puerto turístico: | Presente | - |
| Puerto comercial: | Presente | - |
| Nota: | | En la unidad existe una zonificación marina a mayor detalle entre la línea de alta marea a la isóbata de 50 m, a lo largo del litoral, desde Punta Maroma (20°45'3.42" N y 87°10'24.45" W), donde aplican algunos criterios para la zona costera inmediata (ZCI) al municipio de Solidaridad, Quintana Roo. |

Fuente: BIOTA y SICA, 2018.

Las acciones generales de las UGA 139 y 178 se describen y vinculan a continuación

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL "PROYECTO DE MEJORA HIDRO-ECOLÓGICA DEL ESTERO LAS GARZAS", SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.

Tabla III. 5 Acciones generales de las UGA 139 y 178

| CLAVE | ACCIONES GENERALES | VINCULACIÓN |
|-------|---|---|
| G001 | Promover el uso de tecnologías y prácticas de manejo para el uso eficiente del agua en coordinación con la CONAGUA y demás autoridades competentes. | Se realizarán los trámites correspondientes ante CONAGUA, para contar con el agua potable y tener un uso eficiente de la misma. |
| G002 | Promover el establecimiento del pago por servicios ambientales hídricos en coordinación con la CONAGUA y las demás autoridades competentes. | Se establecerá un programa que permita contar con el pago de servicios ambientales hídricos. |
| G003 | Impulsar y apoyar la creación de UMA para evitar el comercio de especies de extracción y sustituirla por especies de producción. | El proyecto no contempla la creación de UMA's, por lo que esta acción no es aplicable. |
| 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). | El proyecto no consiste en la realización de actividades extractivas de flora y fauna silvestre, por lo tanto, la presente acción no aplica. |
| G005 | Establecer bancos de germoplasma, conforme a la legislación aplicable. | Por la naturaleza del proyecto, la presente acción no aplica. |
| G006 | Reducir la emisión de gases de efecto invernadero. | Se contará con un programa de mantenimiento de los vehículos involucrados en el proyecto, para tener emisiones dentro de la normatividad vigente. |
| 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. | Se contará con un programa de mantenimiento de los vehículos involucrados en el proyecto, para tener emisiones dentro de la normatividad vigente, estableciendo además metas de reducción de las emisiones |
| G008 | El uso de Organismos Genéticamente Modificados debe realizarse conforme a la legislación vigente. | Por la naturaleza del proyecto este apartado no aplica. |
| G009 | Planificar las acciones de construcción de infraestructura, en particular la de comunicaciones terrestres para evitar la fragmentación del hábitat. | El proyecto no contempla la construcción de infraestructura y se realizará en una zona turística donde ya existen comunicaciones terrestres, por lo que no será necesaria la apertura de éstas y no habrá fragmentación del hábitat. |
| G010 | Instrumentar campañas y mecanismos para la reutilización de áreas agropecuarias para evitar su expansión hacia áreas naturales. | Debido a la naturaleza del proyecto, la presente acción no aplica. |
| G011 | Instrumentar medidas de control para minimizar las afectaciones producidas a los ecosistemas costeros por efecto de las actividades humanas. | El sitio del proyecto se encuentra inmerso en una zona con infraestructura turística, se llevarán a cabo las medidas pertinentes, las cuales se describen en el Capítulo VI del presente documento, de igual forma las acciones propuestas estarán sujetas a monitoreo mediante un plan y programa de vigilancia ambiental. por lo tanto, se cumple con la presente acción. |
| G012 | Impulsar la ubicación o reubicación de parques Industriales en sitios ya perturbados o de escaso valor ambiental. | Dada que la naturaleza del proyecto no consta de parques industriales, la presente acción no aplica. |
| G013 | Evitar la introducción de especies potencialmente invasoras en o cerca de las coberturas vegetales nativas. | Durante el desarrollo del proyecto no se contempla introducir o manejar especies con estas características por lo cual el criterio resulta no aplicable |
| G014 | Promover la reforestación en los márgenes de los ríos. | Se realizarán programas de reforestación en los márgenes de los canales con las especies nativas. |
| G015 | Evitar el asentamiento de zonas industriales o humanas en los márgenes o zonas inmediatas a los cauces naturales de los ríos. | Dada la naturaleza del proyecto y a que no consta de parques industriales, la presente acción no aplica. Asimismo, no se realizarán actividades agrícolas. |
| G016 | Reforestar las laderas de las montañas con vegetación nativa de la región. | |
| G017 | Desincentivar las actividades agrícolas en las zonas con pendientes mayores a 50%. | |
| G018 | Recuperar la vegetación que consolide los márgenes de los cauces en el ASO, de conformidad por lo dispuesto | Se realizarán programas de reforestación en los márgenes de los canales con las especies nativas. |

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL "PROYECTO DE MEJORA HIDRO-ECOLÓGICA DEL ESTERO LAS GARZAS", SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.

| CLAVE | ACCIONES GENERALES | VINCULACIÓN |
|-------|--|--|
| | en la Ley de Aguas Nacionales, la Ley General de Vida Silvestre y demás disposiciones jurídicas aplicables. | |
| 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. | El proyecto no consiste en el establecimiento de asentamientos humanos, por lo tanto, la presente acción no aplica. |
| G020 | Recuperar y mantener la vegetación natural en las riberas de los ríos y zonas inundables asociadas a ellos. | Se realizarán programas de reforestación en los márgenes de los canales con las especies nativas. |
| G021 | Promover las tecnologías productivas en sustitución de las extractivas. | Dada la naturaleza del proyecto, estas acciones no le son aplicables; no se realizarán acciones extractivas sino el mejoramiento de la playa. |
| G022 | Promover el uso de tecnologías productivas intensivas en sustitución de las extensivas. | |
| G023 | Implementar campañas de control de especies que puedan convertirse en plagas. | En caso de que se implementara alguna campaña de control de especies que puedan convertirse en plagas, la promovente colaborará con éstas, cumpliendo así con la presente acción |
| 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. | Se realizarán programas de reforestación en los márgenes de los canales con las especies nativas que, junto con la mejora hídrica, coadyuvará al desarrollo de la vegetación. |
| G025 | Fomentar el uso de especies nativas que posean una alta tolerancia a parámetros ambientales cambiantes para las actividades productivas. | |
| G026 | Identificar las áreas importantes para el mantenimiento de la conectividad ambiental en gradientes altitudinales y promover su conservación (o rehabilitación). | |
| G027 | Promover el uso de combustibles de no origen fósil. | Se realizarán algunos estudios para determinar la posibilidad de implementar estas acciones en la operación del proyecto, informando a la autoridad pertinente de estas acciones |
| G028 | Promover el uso de energías renovables | |
| G029 | Promover un aprovechamiento sustentable de la energía. | |
| G030 | Fomentar la producción y uso de equipos energéticamente más eficientes. | |
| 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. | |
| G032 | Promover la generación y uso de energía a partir de hidrógeno. | |
| G033 | Promover la investigación y desarrollo en tecnologías limpias. | El proyecto no considera la construcción de industrias, viviendas y edificaciones, por lo que este punto no es aplicable. |
| 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. | |
| G035 | Establecer medidas que incrementen la eficiencia energética de las instalaciones domésticas existentes. | |
| G036 | Establecer medidas que incrementen la eficiencia energética de las instalaciones industriales existentes. | Debido a la naturaleza del proyecto, esta acción no aplica |
| G037 | Elaborar modelos (sistemas mundiales de zonificación agroecológica) que permitan evaluar la sostenibilidad de la producción de cultivos; en diferentes condiciones del suelo, climáticas y del terreno. | |
| G038 | Evaluar la potencialidad del suelo para la captura de carbono. | Se realizarán estudios para determinar la posibilidad de implementar esta acción, informando a la autoridad pertinente los resultados. |
| G039 | Promover y fortalecer la formulación e instrumentación de los ordenamientos ecológicos locales en el ASO. | Se determinará la forma de coadyuvar en esta acción. |
| G040 | Fomentar la participación de las industrias en el Programa Nacional de Auditoría Ambiental. | Debido a la naturaleza del proyecto, esta acción no aplica. |

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL "PROYECTO DE MEJORA HIDRO-ECOLÓGICA DEL ESTERO LAS GARZAS", SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.

| CLAVE | ACCIONES GENERALES | VINCULACIÓN |
|-------|---|--|
| G041 | Fomentar la elaboración de Programas de Desarrollo Urbano en los principales centros de población de los municipios. | Debido a la naturaleza del proyecto, esta acción no aplica |
| 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. | |
| 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 Acuacultura Sustentable. | |
| G044 | Contribuir a la construcción y reforzamiento de las cadenas productivas y de comercialización interna y externa de las especies pesqueras. | |
| G045 | Consolidar el servicio de transporte público en las localidades nodales. | |
| G046 | Fomentar la ampliación o construcción de infraestructuras que liberen tránsito de paso, corredores congestionados y mejore el servicio de transporte. | |
| G047 | Impulsar la diversificación de actividades productivas. | |
| G048 | Instrumentar y apoyar campañas para la prevención ante la eventualidad de desastres naturales. | El promovente cumplirá con la presente acción, adaptándose a las campañas que realicen las autoridades competentes. |
| G049 | Fortalecer la creación o consolidación de los comités de protección civil. | Debido a la naturaleza del proyecto, esta acción no aplica. |
| G050 | Promover que las construcciones de las casas habitación sean resistentes a eventos hidrometeorológicos. | |
| G051 | Realizar campañas de concientización sobre el manejo adecuado de residuos sólidos urbanos. | Durante el desarrollo de las obras, se llevarán a cabo pláticas a los trabajadores para el manejo adecuado de residuos sólidos, por se estará cumpliendo con la presente acción. |
| G052 | Implementar campañas de limpieza, particularmente en asentamientos suburbanos y urbanos (descacharrización, limpieza de solares, separación de basura, etc.). | Debido a la naturaleza del proyecto, esta acción no aplica. |
| G053 | Instrumentar programas y mecanismos de reutilización de las aguas residuales tratadas. | |
| G054 | Promover en el sector industrial la instalación y operación adecuada de plantas de tratamiento para sus descargas. | |
| 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 llevarse a cabo de conformidad con la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable y demás disposiciones jurídicas aplicables. | |
| 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 con la normatividad vigente. | |
| G057 | Promover los estudios sobre los problemas de salud relacionados con los efectos del cambio climático. | |
| G058 | La gestión de residuos peligrosos deberá realizarse conforme a lo establecido por la legislación vigente y los lineamientos de la CICOPAFEST que resulten aplicables. | |

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL "PROYECTO DE MEJORA HIDRO-ECOLÓGICA DEL ESTERO LAS GARZAS", SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.

| CLAVE | ACCIONES GENERALES | VINCULACIÓN |
|-------|---|--|
| 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. | El proyecto no se encuentra dentro de un área natural protegida por lo tanto la presente acción no es aplicable. |
| G060 | Ubicar la construcción de infraestructura costera en sitios donde se minimice el impacto sobre la vegetación acuática sumergida. | De acuerdo con la caracterización realizada en campo y que se presenta en el Capítulo IV, en el área del proyecto existe escasa vegetación acuática. El desplante de las obras está diseñado de forma que minimiza el impacto sobre la vegetación. Dado lo anterior, las obras no afectarán dicho entorno, por lo que se cumple con la presente acción. |
| G061 | La construcción de infraestructura costera se deberá realizar con procesos y materiales que minimicen la contaminación del ambiente marino. | Se cumplirá con lo establecido en esta acción ya que los materiales que se utilizarán para el proyecto no son tóxicos para el ambiente marino, además se llevará un adecuado manejo de residuos para evitar la contaminación. |
| G062 | Implementar procesos de mejora de la actividad agropecuaria y aplicar mejores prácticas de manejo. | Debido a la naturaleza del proyecto, esta acción no aplica. |
| G063 | Promover la elaboración de ordenamientos pesqueros y acuícolas a diferentes escalas y su vinculación con los ordenamientos ecológicos. | |
| 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. | |
| 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. | El proyecto no se encuentra dentro de un área natural protegida por lo tanto la presente acción no aplica. |

Fuente: BIOTA y SICA, 2018.

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL "PROYECTO DE MEJORA HIDRO-ECOLÓGICA DEL ESTERO LAS GARZAS", SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.

Tabla III. 6. Acciones específicas de la UGA 139.

| ACCIONES ESPECIFICAS | CONTENIDO | VINCULACIÓN |
|----------------------|---|---|
| A-001 | Fortalecer los mecanismos para el control de la comercialización y uso de agroquímicos y pesticidas. | Debido a la naturaleza del proyecto, esta acción no aplica. |
| A-002 | Instrumentar mecanismos de capacitación para el manejo adecuado de agroquímicos y pesticidas. | |
| A-003 | Fomentar el uso de fertilizantes orgánicos y abonos verdes en los procesos de fertilización del suelo de actividades agropecuarias y forestales. | |
| A-005 | Fomentar la reducción de pérdida de agua durante los procesos de distribución de esta. | |
| A-006 | Implementar programas para la captación de agua de lluvia y el uso de aguas grises. | |
| A-007 | Promover la constitución de áreas destinadas voluntariamente a la conservación o ANP en áreas aptas para la conservación o restauración de ecosistemas naturales. | A pesar de que no se considera destinar alguna superficie a conservación voluntaria o ANP, el proyecto propone una mejora hidro-ecológica para restaurar la integralidad de un flujo hidrológico regular agua-manglar. Con lo que se puede concluir que las actividades de este no contravienen en ningún sentido el presente criterio. |
| A-008 | Evitar las actividades humanas en las playas de anidación de tortugas marinas, salvo aquellas que estén autorizadas en los programas de conservación. | Dadas las características del proyecto no se pretenden afectaciones a estas zonas. Ya que las actividades se enfocan en las áreas de manglar y no en la zona de la barra o franja costera. Aunado a esto las condiciones actuales de la playa (erosionada), no se tienen registros de anidación de tortugas marinas en años recientes. Por lo anterior el criterio resulta no aplicable. |
| A-009 | Fortalecer la inspección y vigilancia en las zonas de anidación y reproducción de las tortugas marinas. | |
| A-010 | Fortalecer el apoyo económico de las actividades de conservación de las tortugas marinas. | |
| A-011 | Establecer e impulsar programas de restauración y recuperación de la cobertura vegetal original para revertir el avance de la frontera agropecuaria. | El proyecto propone una mejora hidro-ecológica para restaurar la integralidad de un flujo hidrológico regular agua-manglar, con estas acciones se busca mantener y recuperar zonas de manglar y reducir la mortandad existente por desecación. Por lo anterior se considera que el proyecto coadyuvará a mejorar las características de la vegetación original y que se apega totalmente a lo establecido en este criterio. |
| A-012 | 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. | Debido a la naturaleza del proyecto, esta acción no aplica, ya que las actividades de este se darán en zonas de humedal y no en zonas de dunas o franja costera. |
| A-013 | 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. | El proyecto no contempla la introducción de especies invasoras por lo que no aplica esta acción. |
| A-014 | Instrumentar campañas de restauración, reforestación y recuperación de manglares y otros humedales en las zonas de mayor viabilidad ecológica. | El proyecto coadyuvará a mejorar las características de la vegetación original, implementándose proyectos de reforestación en los márgenes de los canales. |
| A-015 | Promover e impulsar la reubicación de instalaciones que se encuentran sobre las dunas arenosas en la zona costera del ASO. | Debido a la naturaleza del proyecto, esta acción no aplica. |
| A-016 | Establecer corredores biológicos para conectar las ANP existentes o las áreas en buen estado de conservación dentro del ASO. | El sitio del proyecto no se encuentra dentro de algún Área Natural Protegida. |
| A-017 | Establecer e impulsar programas de restauración, reforestación y recuperación de zonas degradadas. | El proyecto coadyuvará a mejorar las características de la vegetación original, implementándose proyectos de reforestación en los márgenes de los canales. |
| A-018 | 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). | En el sistema ambiental se encuentran especies bajo régimen de protección de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010 (ver Capítulo IV). En caso de realizarse campañas para la recuperación de dichas especies por parte de las autoridades competentes, se colaborará con las mismas. Asimismo, se aclara que el proyecto no causará impactos sobre las poblaciones de dichas especies al contrario el proyecto promoverá un |

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL "PROYECTO DE MEJORA HIDRO-ECOLÓGICA DEL ESTERO LAS GARZAS", SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.

| | | |
|-------|--|---|
| | | mejor hábitat de estas con la implementación del proyecto, aunado a contar con programas de conservación de flora y fauna. |
| A-019 | 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. | Debido a la naturaleza del proyecto, esta acción no aplica. |
| A-020 | Promover el uso de tecnologías de manejo de la caña en verde para evitar las emisiones producidas en los periodos de zafra. | |
| A-021 | 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. | |
| A-022 | Fomentar programas de remediación y monitoreo de zonas y aguas costeras afectadas por los hidrocarburos. | Por la naturaleza del proyecto no aplica esta acción, por otra parte, la zona no está afectada por hidrocarburos. |
| A-023 | Fomentar la aplicación de medidas preventivas y correctivas de contaminación del suelo con base a riesgo ambiental, así como la aplicación de acciones inmediatas o de emergencia y tecnologías para la remediación in situ, en términos de la legislación aplicable. | Por las características del proyecto, no aplican estas acciones. No obstante, en el Capítulo VI se establecen las medidas preventivas y de control para los efectos adversos por la instalación de este proyecto |
| A-024 | 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. | |
| A-025 | 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. | Por la naturaleza del proyecto no se prevé la generación de residuos peligrosos, sin embargo, en el caso de que se generaran, serán entregados para su disposición final a empresas que se encuentren autorizadas para tal fin por la SEMARNAT, así mismo se señala que se implementará un programa de residuos peligrosos. |
| A-026 | 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. | Por las características del proyecto, se pretende cumplir con estas acciones. |
| A-027 | Mantener al mínimo posible la superficie ocupada por las instalaciones de infraestructura en las playas para evitar su perturbación. | |
| A-028 | Promover las medidas necesarias para que la instalación de infraestructura de ocupación permanente sobre el primero o segundo cordón de dunas evite generar efectos negativos sobre su estructura o función ecosistémica. | |
| A-029 | 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 meteorológica o desastre natural. | Las acciones del proyecto tendrán actividades que permitan precisamente la recuperación de las condiciones originales de la zona. |
| A-030 | Generar o adaptar tecnologías constructivas y de ingeniería que minimicen la afectación al perfil costero y a los patrones de circulación de aguas costeras. | Las características de construcción del proyecto, permitirá cumplir con estas acciones, así mismo se incluyen estudios realizados que sustentan esto, (Ver Anexos) |
| A-031 | Promover la preservación de las características naturales de las barras arenosas que limitan los sistemas lagunares costeros. | |
| A-033 | Fomentar el aprovechamiento de la energía eólica, excepto cuando su infraestructura pueda afectar corredores de especies migratorias. | |

**MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL
"PROYECTO DE MEJORA HIDRO-ECOLÓGICA DEL ESTERO LAS GARZAS",
SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.**

| | | |
|-------|---|--|
| A-037 | Promover la generación energética por medio de energía solar. | |
| A-038 | Impulsar el uso de los residuos agrícolas para la generación de energía y reducir los riesgos de incendios forestales en las regiones más secas. | |
| A-039 | Promover la reducción del uso de agroquímicos sintéticos a favor del uso de mejoradores orgánicos. | |
| A-040 | 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. | No se realizarán actividades de pesca, por lo que esta acción no es aplicable al proyecto. |
| A-044 | Diversificar la base de especies en explotación comercial en las pesquerías. | Por las características del proyecto, no aplican estas acciones. |
| A-046 | 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. | |
| A-050 | 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. | |
| A-051 | Promover la construcción de caminos rurales, de terracería o revestidos entre las localidades estratégicas para mejorar la comunicación. | |
| A-052 | 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. | |
| A-053 | Desincentivar y evitar el desarrollo de actividades productivas extensivas. | |
| A-054 | 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. | |
| A-055 | Coordinar programas de gobierno que apoyan la producción agropecuaria y la población que lo ocupa. | |
| A-056 | Identificar e implementar aquellos cultivos aptos a las condiciones ambientales cambiantes. | |
| A-057 | 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. | |
| A-058 | Realizar campañas para reubicar a personas fuera de las zonas de riesgo. | |
| A-059 | Identificar, reforzar o dotar de equipamiento básico a las localidades estratégicas para la conservación y/o el desarrollo sustentable. | |
| A-060 | Establecer y mejorar sistemas de alerta temprana ante eventos hidrometeorológicos extremos. | |
| A-061 | Mejorar las condiciones de las viviendas y de infraestructura social y comunitaria en las localidades de mayor marginación. | |
| A-062 | 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. | |
| A-063 | Instalar nuevas plantas de tratamiento de aguas residuales municipales y optimizar las ya existentes. | |

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL "PROYECTO DE MEJORA HIDRO-ECOLÓGICA DEL ESTERO LAS GARZAS", SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.

| | | |
|-------|--|---|
| A-064 | Completar la conexión de las viviendas al sistema de colección de aguas residuales municipales y a las plantas de tratamiento. | |
| A-065 | Instrumentar programas de recuperación y mejoramiento de suelos mediante el uso de lodos inactivados de las plantas de tratamiento de aguas servidas municipales. | |
| A-066 | 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. | |
| A-067 | Incrementar la capacidad de captación de aguas pluviales en las zonas urbanas y turísticas. | |
| A-068 | Promover el manejo integral de los residuos sólidos, peligrosos y de manejo especial para evitar su impacto ambiental en el mar y zona costera. | Durante el desarrollo de las obras y actividades del proyecto, se llevarán a cabo pláticas de concientización a los trabajadores sobre el manejo adecuado de residuos sólidos (separación, minimización, almacenamiento temporal y traslado). La disposición de residuos se hará según el programa de manejo de residuos, por lo que se estará cumpliendo con la presente acción. |
| A-069 | Promover el tratamiento o disposición final de los residuos sólidos urbanos, peligrosos y de manejo especial para evitar su disposición en el mar. | |
| A-070 | Realizar campañas de colecta y concentración de residuos sólidos urbanos en la zona costera para su disposición final. | |
| A-071 | 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. | El proyecto coadyuvará a mejorar las características de la vegetación original, implementándose proyectos de reforestación en los márgenes de los canales, que tendrán condiciones más atractivas para los turistas. |
| A-072 | 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. | Este proyecto se apega a esta acción. |
| A-077 | 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 acuíferos y hábitats críticos. | Por las características del proyecto, no aplica esta acción. |

Fuente: BIOTA y SICA, 2018.

**MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL
"PROYECTO DE MEJORA HIDRO-ECOLÓGICA DEL ESTERO LAS GARZAS",
SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.**

Tabla III. 7. Acciones específicas UGA 178.

| ACCIONES ESPECIFICAS | CONTENIDO | VINCULACIÓN |
|----------------------|--|---|
| A-007 | Promover la constitución de áreas destinadas voluntariamente a la conservación o ANP en áreas aptas para la conservación o restauración de ecosistemas naturales. | A pesar de que no se considera destinar alguna superficie a conservación voluntaria o ANP, el proyecto propone una mejora hidro-ecológica para restaurar la integralidad de un flujo hidrológico regular agua-manglar. Con lo que se puede concluir que las actividades de este no contravienen en ningún sentido el presente criterio. |
| A-013 | 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. | El proyecto no contempla la introducción de especies invasoras por lo que no aplica esta acción. |
| A-016 | Establecer corredores biológicos para conectar las ANP existentes o las áreas en buen estado de conservación dentro del ASO. | El sitio del proyecto no se encuentra dentro de algún Área Natural Protegida. |
| A-018 | 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). | En el sistema ambiental se encuentran especies bajo régimen de protección de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010 (ver Capítulo IV). En caso de realizarse campañas para la recuperación de dichas especies por parte de las autoridades competentes, se colaborará con las mismas. Asimismo, se aclara que el proyecto no causará impactos sobre las poblaciones de dichas especies al contrario el proyecto promoverá un mejor hábitat de estas con la implementación del proyecto, aunado a contar con programas de conservación de flora y fauna. |
| A-022 | Fomentar programas de remediación y monitoreo de zonas y aguas costeras afectadas por los hidrocarburos. | Por la naturaleza del proyecto no aplica esta acción, por otra parte, la zona no está afectada por hidrocarburos. |
| A-025 | 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. | Por la naturaleza del proyecto no se prevé la generación de residuos peligrosos, sin embargo, en el caso de que se generaran, serán entregados para su disposición final a empresas que se encuentren autorizadas para tal fin por la SEMARNAT, así mismo se señala que se implementará un programa de residuos peligrosos. |
| A-029 | 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 meteorológica o desastre natural. | Las acciones del proyecto tendrán actividades que permitan precisamente la recuperación de las condiciones originales de la zona. |
| A-033 | Fomentar el aprovechamiento de la energía eólica, excepto cuando su infraestructura pueda afectar corredores de especies migratorias. | Se realizarán algunos estudios para determinar la posibilidad de implementar estas acciones en la operación del proyecto, informando a la autoridad pertinente de estas acciones. |
| A-034 | A-034 Fomentar mecanismos de generación de energía eléctrica usando la fuerza mareomotriz. | |
| A-040 | 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. | No se realizarán actividades de pesca, por lo que esta acción no es aplicable al proyecto. |
| A-041 | Fortalecer los mecanismos de seguimiento y control de las pesquerías comerciales para evitar su sobreexplotación. | No se realizarán actividades de pesca ni actividades de extracción de especies marinas, por lo que no aplican estas acciones. |
| A-042 | Instrumentar o en su caso reforzar las campañas de vigilancia de las actividades extractivas de especies marinas de captura comercial, especialmente aquellas que se encuentran en las categorías en deterioro o en su límite máximo de explotación. | |

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL "PROYECTO DE MEJORA HIDRO-ECOLÓGICA DEL ESTERO LAS GARZAS", SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.

| ACCIONES ESPECIFICAS | CONTENIDO | VINCULACIÓN |
|----------------------|--|--|
| A-044 | Diversificar la base de especies en explotación comercial en las pesquerías. | No se realizarán actividades de pesca ni actividades de extracción de especies marinas, por lo que no aplican estas acciones. |
| A-045 | Desarrollar e impulsar el uso de la fauna de acompañamiento, salvo las especies que se encuentran en algún régimen de protección, para la producción comercial de harinas y complementos nutricionales. | |
| A-046 | 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. | |
| A-047 | Monitorear las comunidades planctónicas y áreas de mayor productividad marina para ligar los programas de manejo de pesquerías de manera predictiva con estos elementos. | |
| A-048 | Contribuir a redimensionar y ajustar las flotas pesqueras y los esfuerzos de captura a las capacidades y estados actuales y previsibles de las poblaciones en explotación. | El proyecto coadyuvará a mejorar las características de la vegetación original, implementándose proyectos de reforestación en los márgenes de los canales, que tendrán condiciones más atractivas para los turistas. |
| A-071 | 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 | |
| A-073 | Construir, modernizar y ampliar la infraestructura portuaria de gran tamaño de apoyo al turismo (embarcaciones mayores de 500 TRB (toneladas de registro bruto) y/o 49 pies de eslora), con obras sustentadas en estudios específicos, modelaciones predictivas y programas de monitoreo, que garanticen la no afectación de los recursos naturales. | |
| A-074 | Construir, modernizar y ampliar la infraestructura portuaria de gran tamaño de apoyo al tráfico comercial de mercancías (embarcaciones mayores de 500 TRB (toneladas de registro bruto) y/o 49 pies de eslora); con obras sustentadas en estudios específicos, modelaciones predictivas y programas de monitoreo, que garanticen la no afectación de los recursos naturales. | Por las características del proyecto, no aplica esta acción. |

Fuente: BIOTA y SICA, 2018.

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL "PROYECTO DE MEJORA HIDRO-ECOLÓGICA DEL ESTERO LAS GARZAS", SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.

Tabla III. 8. Criterios de regulación ecológica para la Zona Costera Inmediata al Municipio de Solidaridad, Quintana Roo.

| | CRITERIO | VINCULACIÓN |
|---|--|--|
| Criterios Zona Costera Inmediata del Mar Caribe | ZMC-01.- Con el fin de proteger y preservar las comunidades arrecifales, principalmente las de mayor extensión, y/o riqueza de especies en la zona, y aquellas que representan valores culturales particulares, se recomienda no construir ningún tipo de infraestructura en las áreas ocupadas por dichas formaciones. | Dentro de la zona se encuentra arrecifes los cuales no sufrirán ningún tipo de impacto por la construcción del proyecto. |
| | ZMC-02.- Dado que los pastos marinos representan importantes ecosistemas para la fauna marina, debe promoverse su conservación y preservación, por lo que se debe evitar su afectación y pérdida en caso de alguna actividad o proyecto. La evaluación del impacto ambiental correspondiente deberá realizarse conforme a lo dispuesto en la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, así como a las demás disposiciones jurídicas que resulten aplicables. | El criterio no es aplicable ya que dentro del área del proyecto no se presentan estas características |
| | ZMC-03.- Sólo se permitirá la captura de mamíferos marinos, aves y reptiles para fines de investigación, rescate y traslado con fines de conservación y preservación, conforme a lo dispuesto en la Ley General de Vida Silvestre y demás disposiciones jurídicas aplicables. | El proyecto no contempla la captura de fauna silvestre a menos de que sea para actividades de reubicación de estas, de igual forma estas actividades deberán llevarse a cabo dentro de lo estipulado por la ley local y conforme a los programas internos aplicables. |
| | ZMC-04.- Con el fin de preservar zonas coralinas, principalmente las más representativas por su extensión, riqueza y especies presentes, la ubicación y construcción de posibles puntos de anclaje deberán estar sujetas a estudios específicos que la autoridad correspondiente solicite. | El criterio no es aplicable ya que dentro del área del proyecto no se presentan estas características y no se pretende establecer puntos de anclaje |
| | ZMC-05.- La recolección, remoción o trasplante de organismos vivos o muertos en las zonas arrecifales u otros ecosistemas representativos, sólo podrá llevarse a cabo bajo las disposiciones aplicables de la Ley General de Vida Silvestre y demás normatividad aplicable. | El criterio no es aplicable ya que no se encuentra en una zona de arrecife, directamente el proyecto por lo que no se tendrá interacción con estos. |
| | ZMC-06.- La construcción de estructuras promotoras de playas deberán estar avaladas por las autoridades competentes y contar con los estudios técnicos y específicos que la autoridad requiera para este fin. | El criterio no es aplicable ya que dentro del área del proyecto no se presentan estas características |
| | ZMC-07.- Como una medida preventiva para evitar contaminación marina no debe permitirse el vertimiento de hidrocarburos y productos químicos de ningún tipo en los cuerpos de agua en esta zona. | Se requerirá que los vehículos y maquinaria que sean utilizados en el proyecto den cumplimiento con la normativa local, para lo cual, se les solicitará la presentación de las verificaciones vehiculares, además se implementará un programa de mantenimiento preventivo para evitar fugas o derrames de hidrocarburos. |
| | ZMC-08.- Con el objeto de coadyuvar en la preservación de las especies de tortugas que año con año arriban en esta zona costera, es recomendable que las actividades recreativas marinas eviten llevarse a cabo entre el ocaso y el amanecer, esto en la temporada de anidación, principalmente en aquellos sitios de mayor incidencia de dichas especies. | Dadas las características del proyecto no se pretenden afectaciones a estas zonas. Ya que las actividades se enfocan en las áreas de manglar y no en la zona de la barra o franja costera. Aunado a esto las condiciones actuales de la playa (erosionada), no se tienen registros de anidación de tortugas marinas en años recientes. Por lo anterior el criterio resulta no aplicable. |
| | ZMC-09.- Con el objetivo de preservar las comunidades arrecifales en la zona, es importante que cualquier actividad que se lleve a cabo en ellos y su zona de influencia estén sujetas a permisos avalados que garanticen que dichas actividades no tendrán impactos adversos sobre los valores naturales o culturales de los arrecifes, con base en estudios específicos que determinen la capacidad de carga de estos. | El criterio no es aplicable ya que dentro del área del proyecto no se presentan estas características |

**MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL
"PROYECTO DE MEJORA HIDRO-ECOLÓGICA DEL ESTERO LAS GARZAS",
SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.**

| | CRITERIO | VINCULACIÓN |
|--|--|---|
| | ZMC-10.- Con el fin de prevenir la contaminación y deterioro de las zonas marinas, es recomendable la difusión de las normas ambientales correspondientes en toda actividad náutica en la zona. | Para el presente proyecto se contempla la aplicación e implementación de un subprograma capacitación Ambiental cuyos objetivos son: a) promover la sensibilización, reflexión y concientización de los constructores y operadores del desarrollo turístico sobre el valor e importancia de preservar los ecosistemas y recursos naturales involucrados en el terreno y la zona de influencia del proyecto, b) capacitar a constructores y operadores del desarrollo turístico sobre la aplicación y cumplimiento de la normativa e instrumentos ambientales aplicables al desarrollo turístico, c) informar al personal sobre las obligaciones ambientales que adquieren al formar parte de la fuerza laboral del proyecto, d) promover una actitud responsable en el uso y manejo de los recursos naturales del predio y e) cumplir con uno de los preceptos del turismo socialmente responsable que es la comunicación y difusión ambiental de los usuarios y población de la región. |
| | ZMC-11.- Se requerirá que, en caso de alguna actividad relacionada con obras de canalización y dragado debidamente autorizadas, se utilicen mallas geotextiles y otras tecnologías que eviten la suspensión y dispersión de sedimentos, en el caso de que exista el riesgo de que se afecten o resulten dañados recursos naturales por estas obras. | La turba extraída se trasladará húmeda por lo que no existirá dispersión o levantamiento de partículas |
| | ZMC-12.- La construcción de proyectos relacionados con muelles de gran tamaño (para embarcaciones mayores de 500TRB [Toneladas de Registro Bruto] y/o 49 pies de eslora), deberá incluir medidas para mantener los procesos de transporte litoral y la calidad del agua marina, así como para evitar la afectación de comunidades marinas presentes en la zona. | El proyecto no contempla la construcción de muelles por lo que el criterio resulta no aplicable. |
| | ZMC-13.- Las embarcaciones utilizadas para la pesca comercial o deportiva deberán portar los colores y claves distintivas asignadas por la Comisión Nacional de Pesca y Acuicultura, en los Lineamientos para los Mecanismos de Identificación y Control del Esfuerzo Pesquero, así como el permiso de pesca correspondiente. | El proyecto no contempla ninguna actividad relacionada con la pesca ya sea comercial o deportiva por lo que el criterio resulta no aplicable. |
| | ZMC-14.- Por las características de gran volumen de los efluentes subterráneos de los sistemas asociados a la zona oriente de la Península de Yucatán y por la importancia que revisten los humedales como mecanismo de protección del ecosistema marino ante el arrastre de contaminantes de origen terrígeno en particular para esta región los fosfatos y algunos metales pesados producto de los desperdicios generados por el turismo, se recomienda en las UGA regionales correspondientes (UGA:139, UGA:152 y UGA:156) estudiar la factibilidad y promover la creación de áreas de protección mediante políticas, estrategias y control de uso del suelo en esquemas como los Ordenamientos Ecológicos locales o mediante el establecimiento de ANP federales, estatales, municipales, o áreas destinadas voluntariamente a la conservación que actúen de manera sinérgica para conservar los atributos del sistema costero colindante y contribuyan a completar un corredor de áreas protegidas sobre toda la zona costera del Canal de Yucatán y Mar Caribe, en particular para mantener o restaurar la conectividad de los sistemas de humedales de la Península de Yucatán. | El proyecto su objetivo principal es el conservar la vegetación de manglar a través de la implementación de canales que favorecen la Hidrología de la zona. |
| Criterios de regulación ecológica generales de la | SOL-G-1.- Las obras o actividades que impliquen la extracción de arena, los dragados, rellenos, excavaciones y cualquier obra o acción que genere sedimentos en suspensión, o modifique directa o indirectamente el contorno del litoral y el fondo marino, por su impacto en la zona de influencia, deberá considerar los impactos sinérgicos potenciales de dichas obras o actividades, y en su caso, adoptar las medidas necesarias para su prevención y mitigación, de estar sujetas a autorización en materia de impacto ambiental federal. | El proyecto contempla la apertura de canales para mejorar la dinámica hidrológica del estero las garzas, por lo que dentro del capítulo V y VI se analizan los posibles impactos que generaran las actividades asociadas al presente proyecto, así como las medidas propuestas para minimizar los impactos. |

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL "PROYECTO DE MEJORA HIDRO-ECOLÓGICA DEL ESTERO LAS GARZAS", SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.

| CRITERIO | VINCULACIÓN |
|--|---|
| SOL-G-2.- Promover y fomentar que, en toda obra, durante las etapas de preparación de sitio, construcción y operación, se apliquen las medidas adecuadas para el manejo de grasas, aceites, emisiones atmosféricas e hidrocarburos, que minimicen la afectación a los ecosistemas. En cuanto a los efectos de la emisión de energías como son vibración, ruido y energía lumínica provenientes de la maquinaria en uso, se acatarán las medidas de mitigación que establezca la autoridad competente. | Las medidas establecidas en esta modificación del proyecto aseguran una debida disposición final de los residuos, que pueda generar el Proyecto, en sitios de disposición final debidamente autorizados. Dicha disposición será monitoreada como parte del programa de manejo integral de residuos, además será documentada y se presentarán los informes requeridos a la autoridad competente en tiempo y forma. |
| SOL-G-3.- Para aquellos eventos temporales de carácter cultural, recreativo o deportivo que se realicen en la zona marina y que requieran de instalaciones o infraestructura temporales, deberán ubicarse a una distancia mínima de 100 metros de las formaciones arrecifales, y bajo la supervisión de la autoridad competente. | No se pretende instalar infraestructura temporal o permanente para eventos de carácter cultural o deportivo, por lo anterior el criterio resulta no aplicable. |
| SOL-G-4.- Evitar la instalación de infraestructura que afecte la dinámica del transporte litoral, incluyendo espigones, geotubos y cualquier barrera que obstruya o modifique los cauces principales del flujo y reflujo de marea para evitar el desbalance en los procesos costeros, con excepción de aquellos proyectos para fines de conservación y restauración de playas que impliquen una solución de manejo integral costero. | El proyecto se trata de una mejora hidro-ecológica del manglar por lo que se adapta al presente criterio. |
| SOL-G-5.- Las descargas de aguas residuales de cualquier tipo al mar o a las aguas interiores de recintos portuarios deberán cumplir estrictamente con la normatividad aplicable y con los términos de los permisos que para tales efectos se emitan. | En caso de ser necesario la disposición final de los lodos y otros residuos generados en el tratamiento de las aguas residuales, se llevará a cabo conforme a lo establecido en el programa de manejo de residuos preestablecido y siempre en cumplimiento con las disposiciones establecidas en la normativa local. |
| SOL-G-6.- Evitar el uso de explosivos que puedan dañar formaciones arrecifales y especies asociadas. | No se tiene contemplado el uso de explosivos para ejecutar las actividades del proyecto, por lo que el criterio resulta no aplicable |
| SOL-G-7.- La autorización para la prestación de servicios acuáticos motorizados, incluyendo motos acuáticas, deportes de arrastre o remolque del tipo parasailing, bananas, ski, y similares, deberá considerar la elaboración de estudios técnicos que determinen la capacidad de carga del ecosistema, con el fin de que la Secretaría de Comunicaciones y Transportes pueda regular el número máximo de embarcaciones que presten estos servicios, propiciando así condiciones de seguridad y evitando daños al ecosistema. | El criterio no es aplicable ya que el proyecto solo considera la apertura de canales para mejorar el flujo hidrológico en el área de manglar por lo que no se contemplan actividades recreativas o la prestación de servicios acuáticos. En caso de en algún futuro realizar estas actividades se realizará lo solicitado. |
| SOL-G-8.- Para asegurar el aprovechamiento sustentable de los recursos arrecifales, se evitará la acuicultura intensiva o con especies no nativas que implique: la acumulación de materia orgánica compuesta por los restos de alimentos y/o por las mismas materias fecales de los organismos en cultivo; contaminación producida por los agentes químicos utilizados en la construcción, en la protección contra la corrosión y/o en antifijación de organismos incrustantes, así como en pigmentos incorporados al alimento, desinfectantes y diferentes productos utilizados para el control de enfermedades; la abundancia de patógenos provocada por el mantenimiento en condiciones de monocultivo, en altas densidades y en un lugar determinado y por un tiempo prolongado que provocara el contagio de patógenos que afecten a otras especies silvestres; o el posible escape o liberación de los individuos cultivados cuando éstos han sido modificados genéticamente. | No se contemplan acciones relativas a la acuicultura por lo que el criterio no es aplicable. |
| SOL-G-9.- Promover ante las autoridades competentes la creación de 'zonas de refugio' pesquero previstas en la Ley General de Pesca y Acuicultura Sustentables para la recuperación de las poblaciones y ecosistemas, incrementando el atractivo natural de las zonas. | Debido a la naturaleza del proyecto, el criterio resulta no aplicable. |
| SOL-G-10.- Las actividades de pesca se realizarán preferentemente fuera de las zonas de nado, arrecifales y portuarias. | El proyecto no contempla ninguna actividad relacionada con la pesca ya sea comercial o deportiva por lo que el criterio resulta no aplicable. |

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL "PROYECTO DE MEJORA HIDRO-ECOLÓGICA DEL ESTERO LAS GARZAS", SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.

| CRITERIO | VINCULACIÓN |
|---|---|
| SOL-G-11.- Fomentar que los distintos tipos de actividades tanto pesqueras, como acuático-recreativas se realicen en horarios y zonas alternadas para evitar conflictos entre éstas y a través de acuerdos entre los sectores. | El proyecto no contempla ninguna actividad relacionada con la pesca ya sea comercial o deportiva por lo que el criterio resulta no aplicable. |
| SOL-G-12.- La pesca deportiva se realizará de acuerdo con la normatividad aplicable, conforme a buenas prácticas y con artes de pesca que minimicen el impacto a las especies capturadas. | El proyecto no contempla ninguna actividad relacionada con la pesca ya sea comercial o deportiva por lo que el criterio resulta no aplicable. |
| SOL-G-13.- Los responsables de las embarcaciones mayores que transiten en el área, cumpliendo con la normatividad aplicable, dispondrán de un sistema de captación, recuperación y manejo de aceites, grasas, combustibles y otro tipo de hidrocarburos, que pudieran verterse accidentalmente en el mar. | No se contempla el uso u operación de embarcaciones mayores en el área, por lo que el criterio no aplica. |
| SOL-G-14.- Las marinas y muelles, deberán permitir el libre paso de fauna acuática bajo sus instalaciones. | No se pretende la construcción de marinas o muelles por lo que el criterio no es aplicable. |
| SOL-G-15.- Se evitará realizar el mantenimiento, limpieza, reparación de embarcaciones y motores, abastecimiento de combustible y achicamiento de las sentinas en aguas marinas abiertas, fuera de instalaciones portuarias o adecuadas para tal efecto, con excepción de casos de emergencia. En dicho supuesto se deberá notificar a la autoridad competente. | La maquinaria y equipo se someterá a mantenimientos preventivos de manera periódica en talleres autorizados y fuera del área del proyecto para evitar cualquier tipo de contaminación al cuerpo marino. |
| SOL-G-16.- La instalación de cualquier tipo de infraestructura portuaria, previa Manifestación y Resolución de Impacto Ambiental, se realizará de tal manera que no impacte significativamente en el ambiente debido a: los cambios de flujos marinos, la obstaculización del libre paso de la fauna, la limitación de la conectividad entre ecosistemas, la generación de sedimentos en suspensión, la alteración de las propiedades bioquímicas y físicas del agua y las estructuras arrecifales. | No se contempla la instalación de infraestructura portuaria por lo que el criterio resulta no aplicable. |
| SOL-G-17.- Promover la señalización de las rutas para el tránsito de las embarcaciones en la zona, por parte de la autoridad competente. | Debido a la naturaleza del proyecto, el criterio resulta no aplicable. |
| SOL-G-18.- Promover programas de monitoreo de calidad del agua con el propósito de identificar las posibles fuentes de contaminación y establecer medidas que eviten y mitiguen daños a la salud pública y a los ecosistemas arrecifales. | Dentro del DTR se desarrollará un subprograma para el monitoreo del agua en donde se propondrá el monitoreo semestral de un paquete básico de indicadores físicos, químicos y biológicos de la calidad del agua en los canales artificiales y la zona marina adyacente al predio. |
| SOL-G-19.- Se evitará el abandono de embarcaciones. | Las embarcaciones y equipo que se utilizará para las actividades del proyecto serán retiradas una vez concluidas las actividades constructivas del proyecto. |
| SOL-G-20.- El uso de vehículos acuáticos motorizados deberá realizarse en el marco de las autorizaciones expedidas para tal efecto, y evitando daños mecánicos a los arrecifes por encallamientos, por el golpe y arrastre de anclas o alguna parte de la embarcación o motor, derrames de aceites y combustibles, o generación o resuspensión de sedimentos. | La maquinaria utilizar dentro de la zona de humedales cumplirá con los criterios y requisitos de la normativa local. |
| SOL-G-21.- Las embarcaciones utilizarán de preferencia motores de cuatro tiempos, con la finalidad de minimizar la contaminación por hidrocarburos y aceites. | La maquinaria utilizar dentro de la zona de humedales cumplirá con los criterios y requisitos de la normativa local. |
| SOL-G-22.- Por motivos de seguridad de los usuarios, las embarcaciones y la integridad de los arrecifes de la zona, se evitará el acuatizaje de aeronaves. | Debido a la naturaleza del proyecto, el criterio resulta no aplicable. |
| SOL-G-23.- Sólo se permite el acuatizaje de hidroaviones en el área de lagunas arrecifales, con fines de protección civil y vigilancia. | Debido a la naturaleza del proyecto, el criterio resulta no aplicable. |
| SOL-G-24.- Se evitará la extracción, captura o comercialización de especies de flora y fauna marina nativas, a excepción de aquellas que se extraigan, capturen o comercialicen en términos de la normatividad aplicable y de los permisos que para tal efecto haya emitido la SEMARNAT o la SAGARPA. | El proyecto no contempla la captura de fauna silvestre a menos de que sea para actividades de reubicación de estas, de igual forma estas actividades deberán llevarse a cabo dentro de lo estipulado por la ley local y conforme a los programas internos aplicables. |
| SOL-G-25.- La captura de individuos vivos de especies exóticas sólo podrá realizarse de conformidad con lo dispuesto en la Ley General de Vida Silvestre y demás disposiciones jurídicas aplicables. | El proyecto no contempla la captura de fauna silvestre a menos de que sea para actividades de reubicación de estas, de igual forma estas actividades deberán llevarse a cabo dentro de lo estipulado por la ley local y conforme a los programas internos aplicables. |

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL "PROYECTO DE MEJORA HIDRO-ECOLÓGICA DEL ESTERO LAS GARZAS", SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.

| | CRITERIO | VINCULACIÓN |
|---|--|---|
| Criterios de regulación ecológica para zonas de arrecifes de la Zona Costera Inmediata al Municipio de Solidaridad | SOL-A-1.- Impulsar y consolidar actividades de restauración arrecifal y rescate de corales mediante la instalación de estructuras u otros métodos para la fijación y propagación de individuos. La manifestación de impacto ambiental que en su caso se presente deberá incluir información que permita evaluar los efectos potenciales de dicha actividad. Asimismo, se desincentivará la construcción de arrecifes artificiales como promotores de playas. | El área del proyecto no se encuentra en zona arrecifal por lo que el criterio no es aplicable. |
| | SOL-A-2.- Evitar la instalación, colocación o uso de estructuras permanentes, tanto flotantes como fijas, incluyendo palafitos, que permitan la estancia de visitantes en las zonas marinas. | El proyecto no contempla la instalación o colocación de estructura permanentes, toda vez que solo se realizara la apertura de canales para el mejoramiento hidrológico del ecosistema de manglar. |
| | SOL-A-3.- Se evitará la colocación de cualquier infraestructura o instalación que afecte la estructura o función de los arrecifes. | El área del proyecto no se encuentra en zona arrecifal por lo que el criterio no es aplicable. |
| | SOL-A-4.- Evitar y desincentivar la instalación y la construcción de infraestructura de cualquier tipo, excepto la requerida y autorizada para fines de conservación y restauración. | El área del proyecto no se encuentra en zona arrecifal por lo que el criterio no es aplicable. |
| | SOL-A-5.- Se evitará el dragado, relleno, excavaciones y cualquier obra o acción que pueda dañar las zonas arrecifales. | El área del proyecto no se encuentra en zona arrecifal por lo que el criterio no es aplicable. |
| | SOL-A-6.- Promover la educación ambiental y difusión de buenas prácticas ambientales entre los prestadores de servicios que realicen actividades recreativas asociadas a estructuras y lagunas arrecifales. | El área del proyecto no se encuentra en zona arrecifal por lo que el criterio no es aplicable. |
| | SOL-A-7.- Los grupos de visitantes que practiquen buceo snorkel o SCUBA deberán utilizar guías locales (los que desarrollan de manera regular sus actividades en la zona) debidamente acreditados bajo las especificaciones de la NOM-09-TUR-2002, con el propósito de evitar malas prácticas ambientales. | El área del proyecto no se encuentra en zona arrecifal por lo que el criterio no es aplicable. |
| | SOL-A-8.- Se promoverá que los prestadores de servicios turístico-recreativos informen de manera verbal a los usuarios que ingresarán a un área de fragilidad ecológica por lo cual deberán evitar tocar o sustraer cualquier especie de flora y fauna, y con el propósito de evitar afectación a los arrecifes, se evitará también nadar a una distancia menor a un metro del fondo. | El área del proyecto no se encuentra en zona arrecifal por lo que el criterio no es aplicable. |
| | SOL-A-9.- Promover como obligatorio la adquisición de seguros de responsabilidad civil o de daños a terceros, por parte de los prestadores de servicios recreativos, con la finalidad de responder de cualquier daño o perjuicio que sufran las estructuras arrecifales por encallamiento u otro tipo de impacto. | El área del proyecto no se encuentra en zona arrecifal por lo que el criterio no es aplicable. |
| | SOL-A-10.- En las áreas con presencia de formaciones arrecifales someras (menores a 3 metros), minimizar o eliminar los deportes y actividades recreativas acuáticas motorizadas con o sin arrastre, el uso de motos acuáticas y la navegación con fines de propaganda comercial. | El área del proyecto no se encuentra en zona arrecifal por lo que el criterio no es aplicable. |
| | SOL-A-11.- En las áreas con presencia de formaciones arrecifales someras (menores a 3 metros), minimizar o eliminar los deportes acuáticos de vela y/o tabla del tipo surf, kite surf, windsurf y similares. | El área del proyecto no se encuentra en zona arrecifal por lo que el criterio no es aplicable. |
| | SOL-A-12.- Asegurar el aprovechamiento sustentable de los recursos arrecifales, limitando el número máximo de visitantes, para buceo libre, hasta 8 personas por Guía; para buceo autónomo diurno, hasta 6 personas por Instructor Guía, y para buceo autónomo nocturno, hasta 4 personas por Instructor Guía. | El área del proyecto no se encuentra en zona arrecifal por lo que el criterio no es aplicable. |
| | SOL-A-13.- Propiciar la reglamentación del buceo de especialidad (nocturno, profundo, de corriente y de pecios) y el que se realice con estudiantes o buzos principiantes, bajo los estándares internacionales del sector, con el propósito de asegurar la integridad de los arrecifes. Se procurará que los usuarios cuenten con la certificación de buceo que avale los estándares de seguridad para esta actividad. | El área del proyecto no se encuentra en zona arrecifal por lo que el criterio no es aplicable. |

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL "PROYECTO DE MEJORA HIDRO-ECOLÓGICA DEL ESTERO LAS GARZAS", SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.

| CRITERIO | VINCULACIÓN |
|---|--|
| SOL-A-14.- Para asegurar el aprovechamiento sustentable de los recursos arrecifales, y de acuerdo con la NOM-05-TUR-2003, NOM-09-TUR-2002 y la NOM-010-TUR-2001, se limitará el número de buzos que visiten cada arrecife a un máximo de visitas de acuerdo con el obtenido por la capacidad de carga efectiva calculada conforme a estudios ecológicos específicos de áreas particulares del arrecife. | El área del proyecto no se encuentra en zona arrecifal por lo que el criterio no es aplicable. |
| SOL-A-15.- El uso de kayak, pedalones y artefactos de baja velocidad no motorizados se llevará a cabo a una distancia mayor a 50 (cincuenta) metros de la costa y en las zonas con estructuras arrecifales de profundidades iguales o mayores a 3 metros. | El área del proyecto no se encuentra en zona arrecifal por lo que el criterio no es aplicable. |
| SOL-A-16.- En la práctica de actividades acuáticas en el arrecife, se evitará el uso de bloqueadores y bronceadores no biodegradables. | El área del proyecto no se encuentra en zona arrecifal por lo que el criterio no es aplicable. |
| SOL-A-17.- Para proteger la integridad de los arrecifes someros, las actividades acuáticas recreativas en sitios con profundidades menores a 3 metros requieren del uso permanente del chaleco salvavidas. | El área del proyecto no se encuentra en zona arrecifal por lo que el criterio no es aplicable. |
| SOL-A-18.- En las lagunas arrecifales y a menos de 100 metros de distancia de las formaciones coralinas, exceptuando los canales de navegación autorizados, se evitará la práctica de actividades recreativas que requieran el uso de equipos motorizados acuáticos como acuamotos y lanchas de arrastre para skies, paracaídas, y deslizadores. | El área del proyecto no se encuentra en zona arrecifal por lo que el criterio no es aplicable. |
| SOL-A-19.- Se evitará el uso o colocación de plataformas que propicien el buceo y snorkelero masivos, dado que representan un peligro para la integridad de las estructuras coralinas arrecifales. | El área del proyecto no se encuentra en zona arrecifal por lo que el criterio no es aplicable. |
| SOL-A-20.- En la práctica de actividades recreativas como buceo libre, autónomo y natación, se evitará que los visitantes porten o usen guantes y cuchillos. | El área del proyecto no se encuentra en zona arrecifal por lo que el criterio no es aplicable. |
| SOL-A-21.- Para asegurar el aprovechamiento sustentable de los recursos arrecifales, las actividades de buceo libre y autónomo solamente serán con fines de observación, y se deberán realizar a una distancia mayor a un metro del fondo o de las estructuras arrecifales. | El área del proyecto no se encuentra en zona arrecifal por lo que el criterio no es aplicable. |
| SOL-A-22.- Se evitará el tránsito de cualquier tipo de embarcación sobre formaciones arrecifales y en la zona de nado. | El área del proyecto no se encuentra en zona arrecifal por lo que el criterio no es aplicable. |
| SOL-A-23.- Todas las actividades que requieran el uso de embarcaciones motorizadas en zonas someras, deberán cumplir con los límites de velocidad establecidos por la Capitanía de Puerto, con el fin de evitar la suspensión de sedimentos en las lagunas arrecifales. | El área del proyecto no se encuentra en zona arrecifal por lo que el criterio no es aplicable. |
| SOL-A-24.- Para asegurar el aprovechamiento sustentable de los recursos arrecifales y evitar los daños generados por el uso de anclas, las embarcaciones sólo podrán amarrarse a las boyas designadas para tal fin, autorizadas por la autoridad competente (SCT y SEMARNAT). En caso de no existir boyas autorizadas, el anclaje de embarcaciones sólo podrá realizarse en zonas de arenales y ceibadales. | El área del proyecto no se encuentra en zona arrecifal por lo que el criterio no es aplicable. |
| SOL-A-25.- Se evitará el uso de motos acuáticas y lanchas rápidas en zonas arrecifales y de nado. | El área del proyecto no se encuentra en zona arrecifal por lo que el criterio no es aplicable. |
| SOL-A-26.- Se evitará el anclaje de embarcaciones. | El área del proyecto no se encuentra en zona arrecifal por lo que el criterio no es aplicable. |
| SOL-A-27.- Se debe evitar la realización de torneos, concursos o eventos náuticos motorizados de superficie o subacuáticos a una distancia mínima de 200 metros de las zonas arrecifales someras con profundidades menores a 3 metros. | El área del proyecto no se encuentra en zona arrecifal por lo que el criterio no es aplicable. |
| SOL-A-28.- Se evitará la navegación de embarcaciones de motor con calado mayor a 1.5 metros en las lagunas arrecifales y arrecifes. | El área del proyecto no se encuentra en zona arrecifal por lo que el criterio no es aplicable. |
| SOL-A-29.- La velocidad máxima de las embarcaciones será de 4 nudos en lagunas arrecifales y en áreas de buceo, evitando navegar por encima de los buzos que se encuentren bajo el agua. | El área del proyecto no se encuentra en zona arrecifal por lo que el criterio no es aplicable. |
| SOL-A-30.- La remoción de pastos y flora marina estará sujeta a autorización de la autoridad competente. | El área del proyecto no se encuentra en zona arrecifal por lo que el criterio no es aplicable. |

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL "PROYECTO DE MEJORA HIDRO-ECOLÓGICA DEL ESTERO LAS GARZAS", SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.

| | CRITERIO | VINCULACIÓN |
|--|---|---|
| | SOL-A-31.- Se evitará la recolección, remoción o trasplante de organismos vivos, muertos o materiales naturales; salvo en los casos en los que se cuente con la autorización pertinente. | El área del proyecto no se encuentra en zona arrecifal por lo que el criterio no es aplicable. |
| | SOL-A-32.- Durante el periodo de arribazón y anidación de tortugas marinas, las embarcaciones procurarán navegar a una velocidad no superior a 4 nudos, para evitar la afectación a dicha fauna. | El área del proyecto no se encuentra en zona arrecifal por lo que el criterio no es aplicable. |
| | SOL-A-33.- Se evitará tocar, pararse, dañar, alterar, asirse, sujetarse o recargarse en las formaciones arrecifales. | El área del proyecto no se encuentra en zona arrecifal por lo que el criterio no es aplicable. |
| Criterios de regulación ecológica para zonas portuarias de la Zona Costera Inmediata al Municipio de Solidaridad | SOL-P-1.- La acumulación y disposición de materiales producto del dragado autorizado para el mantenimiento de canales interiores se hará en los sitios designados para dicha acumulación y disposición, debiendo ser acondicionados previamente para contener y filtrar los sedimentos. | El proyecto no se localiza dentro de una zona portuaria, ni se contempla la construcción o instalación de infraestructura referente a puertos por lo que el criterio no resulta aplicable |
| | SOL-P-2.- Las actividades de dragado que tengan por finalidad la restauración, mantenimiento, limpieza de canales y bocas deberán aplicar medidas para minimizar los efectos negativos sobre la vegetación acuática sumergida, las especies de fauna y la calidad del agua. | El proyecto no se localiza dentro de una zona portuaria, ni se contempla la construcción o instalación de infraestructura referente a puertos por lo que el criterio no resulta aplicable |
| | SOL-P-3.- Se evitarán en esta zona las actividades turísticas y pesqueras. | El proyecto no se localiza dentro de una zona portuaria, ni se contempla la construcción o instalación de infraestructura referente a puertos por lo que el criterio no resulta aplicable |
| | SOL-P-4.- En situaciones de emergencia, los recintos portuarios podrán funcionar como puertos de abrigo. | El proyecto no se localiza dentro de una zona portuaria, ni se contempla la construcción o instalación de infraestructura referente a puertos por lo que el criterio no resulta aplicable |
| | SOL-P-5.- Las marinas, muelles e instalaciones de servicios asociados deberán contar con infraestructura para el acopio y manejo de los residuos producidos durante su construcción, operación y mantenimiento. | El proyecto no se localiza dentro de una zona portuaria, ni se contempla la construcción o instalación de infraestructura referente a puertos por lo que el criterio no resulta aplicable |
| | SOL-P-6.- Se permite el tránsito y resguardo de embarcaciones menores. | El proyecto no se localiza dentro de una zona portuaria, ni se contempla la construcción o instalación de infraestructura referente a puertos por lo que el criterio no resulta aplicable |
| | SOL-P-7.- Las instalaciones portuarias deberán contar con un sistema de captación, recuperación y manejo de aceites, grasas, combustibles y otro tipo de hidrocarburos, que pudieran verterse accidentalmente en el mar. Para su uso se coordinarán con las autoridades competentes. | El proyecto no se localiza dentro de una zona portuaria, ni se contempla la construcción o instalación de infraestructura referente a puertos por lo que el criterio no resulta aplicable |

Fuente: BIOTA y SICA, 2018.

III.2.3. Plan de ordenamiento ecológico de la región denominada Corredor Cancún-Tulum.

El 25 de mayo de 2009 se publicó en el Periódico Oficial del Gobierno del Estado de Quintana Roo, el decreto por el que se establece el Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Solidaridad (POELMS), el cual regula y reglamenta el desarrollo del municipio de Solidaridad, Quintana Roo, con el objetivo de alentar el desarrollo sustentable y congruente con políticas ambientales que permitan la permanencia de los recursos naturales. El cual cita en sus Artículos Transitorios

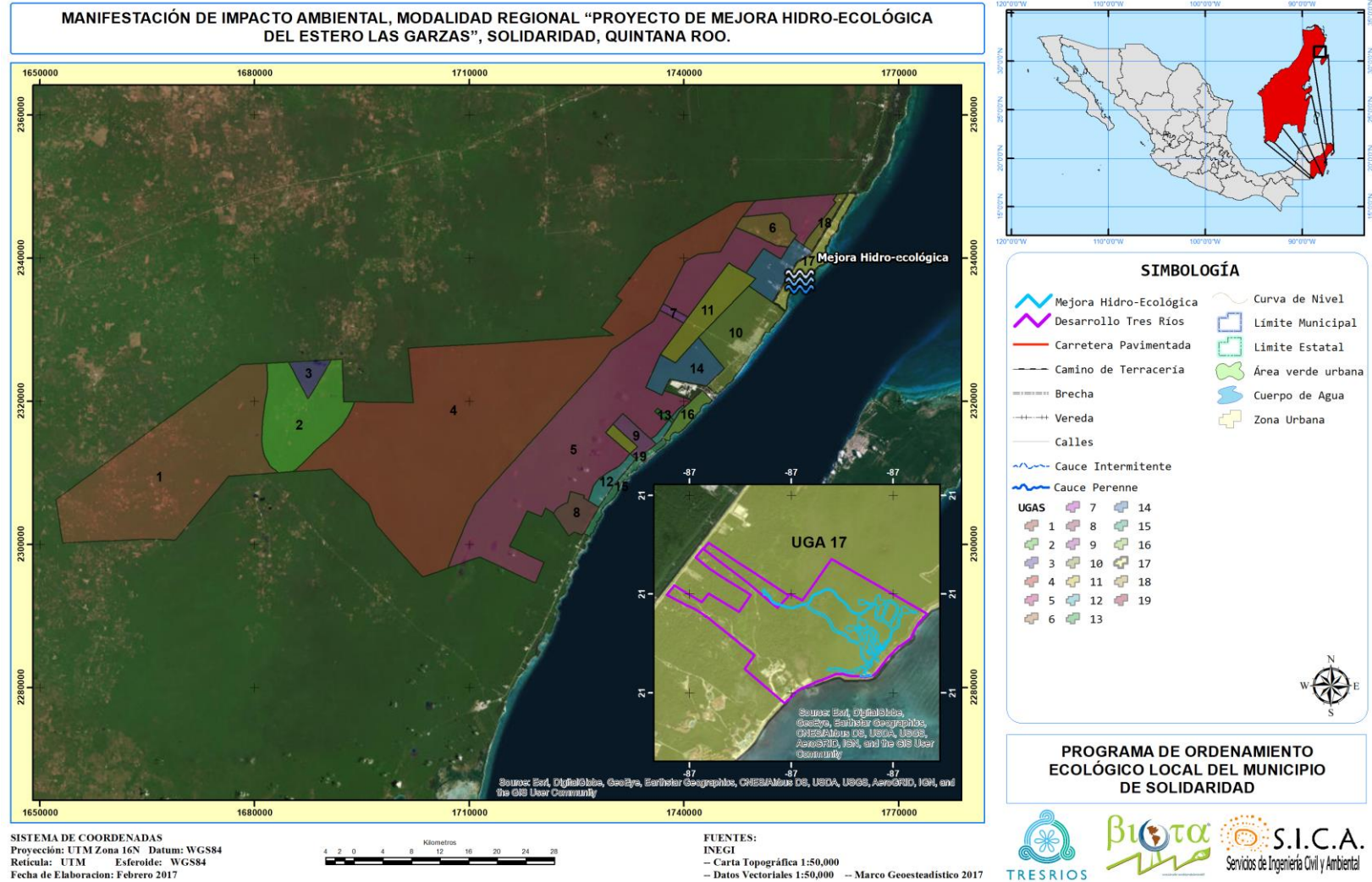
- TERCERO, "Se abroga el Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial de la Región denominada Corredor Cancún – Tulum, publicado en el Periódico Oficial del Gobierno del Estado de Quintana Roo de fecha 16 de noviembre del año 2001, única y exclusivamente en lo correspondiente al territorio del Municipio de Solidaridad, Quintana Roo, México", y su Artículo Transitorio.
- CUARTO, "Se abrogan todas las disposiciones de igual o menor jerarquía que se opongan al presente Decreto". Por lo que, en materia de ordenamiento ecológico y desarrollo sustentable, es el instrumento que regula actividades en el municipio de Solidaridad.

III.2.4. Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Solidaridad, Quintana Roo, 2009.

Debido a lo citado en el apartado anterior y con base en el Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Solidaridad, se identifica que el predio donde se localiza el proyecto se ubica sobre la poligonal de la Unidad de Gestión Ambiental 17 denominada Corredor turístico Punta Brava-Xcalacoco (ver siguiente mapa) la cual permite los usos turístico, ecoturístico, suburbano, UMA's, deportivo, parque recreativo, comercial, equipamiento, reserva natural y marina, bajo el cumplimiento de los criterios aplicables para estos.

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL “PROYECTO DE MEJORA HIDRO-ECOLÓGICA DEL ESTERO LAS GARZAS”, SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.

Imagen III. 5. Localización del predio del proyecto conforme a la UGA aplicable del Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Solidaridad.



Fuente: BIOTA y SICA, 2018.

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL "PROYECTO DE MEJORA HIDRO-ECOLÓGICA DEL ESTERO LAS GARZAS", SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.

Para la instrumentación del Ordenamiento Ecológico es necesario diseñar estrategias que permitan el cumplimiento de los lineamientos de cada UGA y que atiendan los conflictos ambientales identificados en cada una. El Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Solidaridad (POEL), Publicado en el Periódico Oficial del Estado de Quintana Roo el día 25 de mayo de 2009, que deriva del artículo 3 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente. Este artículo define al ordenamiento ecológico como el instrumento de política ambiental cuyo objeto es regular o inducir el uso del suelo y las actividades productivas, con el fin de lograr la protección del medioambiente y la preservación y el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, a partir del análisis de las tendencias de deterioro y las potencialidades de aprovechamiento de estos. El POEL, entonces, establece políticas y criterios de regulación ecológica para inducir el desarrollo sustentable. El modelo de ordenamiento observó diversos usos y vocaciones del suelo que, para el predio de interés le corresponde el de uso urbano y que se define de la siguiente manera: Aprovechamiento del territorio al interior de los centros de población legalmente establecidos, para el desarrollo de proyectos que cumplan con los usos y destinos del suelo en los términos que se indiquen en el Plan o Programa de Desarrollo Urbano vigente y de acuerdo con la Ley de Asentamientos Humanos del Estado de Quintana Roo y la Ley de Fraccionamientos del Estado de Quintana Roo. Los criterios de regulación del POEL están diferenciados. Para ello se utiliza el concepto de Unidad de Gestión Ambiental que, para efectos del instrumento que se analiza, son las áreas en las que están zonificados los polígonos del territorio sujeto a ordenamiento, definidas por rasgos geomorfológicos y ecológicos específicos, georreferenciados, en condiciones de homogeneidad.

Tabla III. 9. Ficha descriptiva UGA 17 POEL Municipio de Solidaridad

| | | |
|------------------------------------|---|---|
| UNIDAD DE GESTIÓN AMBIENTAL | 17 | |
| Nombre | Corredor Turístico Punta Brava-Xcalacoco. | |
| Política ambiental | Conservación. | |
| Escenario inicial | Esta unidad presenta en varias de sus secciones amplias áreas ocupadas por manglares, los que se ubican entre la costa y la vegetación de selva lo que condiciona el desarrollo turístico en la actualidad. la vegetación existente se encuentra fragmentada, y recientemente afectada por los huracanes Wilma y Emily. | |
| Tendencias | Se prevé un crecimiento de baja densidad que permita mantener la mayor parte de la vegetación existente como parte de las áreas naturales dentro de cada desarrollo. La existencia de manglares lleva a la realización de diseños novedosos para la industria turística. | |
| Lineamiento ambiental | Le ecoeficiencia es el elemento clave que distingue a los desarrollos de esta zona, se logra una integración de los elementos naturales en diseño de los proyectos que elimina prácticas de alto impacto ambiental. El manejo de residuos sólidos, manejo y disposición final de aguas residuales operan bajo estándares superiores a los establecidos en la normatividad vigente. | |
| Estrategias ambientales | <p>Se mantiene la cobertura del manglar y las áreas afectadas se restauran.</p> <p>El 65 % de la vegetación natural remanente se mantiene y enriquece Solo se realiza el 35 % de cambio de uso del suelo de la superficie desarrollable.</p> <p>Se realiza una disposición adecuada de aguas residuales y sus subproductos.</p> <p>Se reduce el consumo eléctrico convencional con el empleo de sistemas alternativos.</p> <p>Las playas tortugueras se mantienen funcionales para la nidación.</p> <p>No se genera contaminación al manto freático ni al suelo.</p> <p>Se promueve la certificación ambiental de los Hoteles.</p> <p>Se registra en bitácora ambiental en cumplimiento de la normatividad de cada proyecto y el proceso de cambio de uso de suelo.</p> <p>Los desarrolladores reducen, reutilizan, reciclan y compostean sus residuos.</p> | |
| Vocación del suelo | Turística. | |
| Usos condicionados | Turístico, ecoturístico, suburbano, UMA's, deportivo, parque recreativo, comercial, equipamiento, reserva natural, marina. | |
| Usos incompatibles | Forestal, agropecuario, agroforestal, agroindustrial, urbano, industrial, minero. | |
| Criterios de regulación | USO | CRITERIOS ESPECÍFICOS |
| | Turístico | 6,8,9,13,14,15,19,.21,27,36,38,53,54,56,57,59,62,64,68,69,70,71,72,73,75,79,80,81,83,84,85,87,89,91,92,93,95,100,101,102,103,104,105,106,107,108, 109 |
| | Marina | 11,27,36,40,41,53,54,44,56,58,64,65,66,79,96,97,103,104,107,108,114,115. |
| | Ecoturístico | 8,9,16,29,46,50,51,52,54,77,79,80,86,93,100. |
| | Suburbano | 13,20,27,52,54,79,80,81,85,86,93,95,100. |
| | UMA's | 4,9,16,29,46,50,51,52,54,77,79,80,82,86,93,100. |
| Deportivo | 6,9,13,15,25,37,49,50,53,54,59,61,68,75,79,80,81,85,86,91,92,93,95,100,102,104,105,106,107,108. | |

**MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL
"PROYECTO DE MEJORA HIDRO-ECOLÓGICA DEL ESTERO LAS GARZAS",
SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.**

| UNIDAD DE GESTIÓN AMBIENTAL | 17 | |
|-----------------------------|--|--|
| Parque recreativo | 6,8,9,11,28,31,49,53,54,57,58,59,64,68,69,79,80,81,85,91,92,93,95,100,102,104,105,106,107,108. | |
| Comercial | 6,9,11,27,36,40,41,53,54,55,56,58,62,64,65,79,81,83,85,86,87,88,89,90,91,92,93,95,96,97,100,101,102,103,104,105,106,107,108,109. | |
| Reserva natural | 7,16,30,80,86,100. | |
| Equipamiento | 32,53,54,78,79,85,86,93,102. | |

Fuente: BIOTA y SICA, 2018.

El uso de suelo que aplica para el predio es el Turístico Aprovechamiento del territorio para la construcción de desarrollos turísticos o fraccionamientos turísticos de acuerdo con la Ley de fraccionamientos del Estado de Quintana Roo; así como de la infraestructura de apoyo y demás servicios turísticos asociados para soportar esta actividad en los términos que establece la Ley de Turismo del Estado de Quintana Roo, su Reglamento y las Normas Oficiales Mexicanas aplicables, esto ya que específicamente la zona donde se pretende establecer el proyecto de mejoramiento hidro-ecológico del humedal se considera como infraestructura y/o servicios de apoyo para a la actividad turística toda vez que se pretende restaurar y mejorar las condiciones hidro-ecológicas de los humedales, mediante el establecimiento de un sistema de canales artificiales que permitirán reducir la desecación por efecto natural del manglar, reestableciendo así las funciones naturales del sitio y a su vez mejorar las características para actividades turísticas. Por lo que a continuación se realiza la vinculación correspondiente con los criterios que aplicables para el uso turístico:

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL “PROYECTO DE MEJORA HIDRO-ECOLÓGICA DEL ESTERO LAS GARZAS”, SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.

Tabla III. 10. Criterios Generales de Regulación Ecológica.

| NO. | CRITERIO | VINCULACIÓN |
|---|--|--|
| CRITERIOS GENERALES DE REGULACIÓN ECOLÓGICA. | | |
| CG-01 | 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. | Este estudio es parte del cumplimiento de la legislación aplicable al proyecto, así mismo se realizará todos los trámites necesarios antes las distintas dependencias de cualquier índole gubernamental |
| CG-02 | 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. | Para el proyecto se tiene contempla una seri de programas entre los que se destacan Programa de Flora, Programa de Fauna, Programa de reforestación, entre otras que se mencionan más a detalle en capítulos más adelante. |
| CG-03 | 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. | |
| CG-04 | 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. | |
| CG-05 | 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, utilizando preferentemente las áreas perturbadas por usos previos o con vegetación secundaria o acahual. | |
| CG-06 | 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 | Se realizará lo solicitado durante el proceso de construcción de la obra. |
| CG-07 | 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. | No aplica para el proyecto. |

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL “PROYECTO DE MEJORA HIDRO-ECOLÓGICA DEL ESTERO LAS GARZAS”, SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.

| NO. | CRITERIO | VINCULACIÓN |
|--------------|--|---|
| CG-08 | En cualquier obra deberá estar separada la canalización del drenaje pluvial del drenaje sanitario | |
| CG-09 | 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) | |
| CG-10 | 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. | No se tiene contemplado la utilización de este tipo de materiales, pero en caso de ser necesario se realizará lo solicitado. |
| CG-11 | En el manejo de áreas verdes, campos, canchas, pistas, viveros, plantaciones o sembradíos y para el control de plagas y pestes, 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). | No aplica para el proyecto. |
| CG-12 | 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. | El objetivo final del proyecto es conseguir la mejora del manglar y por consiguiente todo el hábitat de la zona, para lo cual se realizará una serie de programas integrados al proyecto, donde se establecerán indicadores de calidad. |
| CG-13 | 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. | No se realizará ningún tipo de disposición fuera de los sitios destinados para dicho fin, para lo cual también se hace la puntualización que se realizará un Programa de Residuos de Manejo Especial. |
| CG-14 | 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. | No se realizará la introducción de ninguna especie exótica. |
| CG-15 | 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 | La zona no es de anidación o reproducción, pero como objetivo de esta mejora hidrológica se favorecerá la reproducción y densidad de organismos faunístico en la zona. |
| CG-16 | 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. | Se utilizarán los servicios sanitarios de las instalaciones existentes, y en caso de ser necesario se contratará servicios sanitarios a una empresa dedicada a dicho fin. |
| CG-17 | El uso del fuego estará condicionado a lo establecido en la Norma Oficial Mexicana NOM015-SEMARNAT/SAGAR-1997. | No es necesario la utilización de fuego en ninguna de las fases del proyecto. |
| CG-18 | 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 | Se realizará dicha solicitud. |

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL “PROYECTO DE MEJORA HIDRO-ECOLÓGICA DEL ESTERO LAS GARZAS”, SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.

| NO. | CRITERIO | VINCULACIÓN |
|--------------|--|--|
| CG-19 | 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 | No aplica para el proyecto. |
| CG-20 | 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. | |
| CG-21 | 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 | Se tiene contemplado dar cursos de capacitación al personal que labora, así como la implementación de Programas de residuos de Manejo Especial y Peligrosos. |
| CG-22 | 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. 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 del almacén | Se realizará lo solicitado, siendo la única sustancia utilizada el combustible para la maquinaria, el cual será transportado en contenedores los cuales se utilizarán inmediatamente para evitar el almacenamiento de producto. |
| CG-23 | 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 estos, conforme a la legislación y normatividad ambiental aplicable en la materia. | Se contempla la realización de un programa de residuos peligrosos, para el cumplimiento de lo solicitado. |
| CG-24 | 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. | Se tiene contemplado lo solicitado. |
| CG-25 | 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 como los jardines, áreas públicas, albercas y áreas verdes. 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. 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. 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. | Para este punto se puntualiza que se persigue mejorar la zona de manglar la cual se está perdiendo por un proceso de salinización, si este proyecto no se realizara la tendencia es a desaparecer un ecosistema que se encuentra dañado. |
| CG-26 | 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 | Se realizará lo solicitado. |

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL “PROYECTO DE MEJORA HIDRO-ECOLÓGICA DEL ESTERO LAS GARZAS”, SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.

| NO. | CRITERIO | VINCULACIÓN |
|--------------|---|--|
| | Historia (INAH). Si el hallazgo arqueológico se realiza durante el desarrollo del proyecto se deberá informar de manera inmediata al INAH. | |
| CG-27 | 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. | No aplica para el proyecto. |
| CG-28 | Para el aprovechamiento o uso de especies vegetales o animales silvestres o nativas, partes de ellas o subproductos de estos, así como de los recursos forestales, se requiere que estos productos provengan de UMA's o Productores Forestales autorizados y den cumplimiento a lo establecido en la normatividad aplicable. | Se realizará lo solicitado. |
| CG-29 | 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. | No aplica para el proyecto. |
| CG-30 | 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. | Se tiene contemplado la aplicación de un programa de educación ambiental que incluya lo solicitado. |
| CG-31 | En caso de que se autorice la ejecución de obras o construcciones sobre cavernas, secas o inundadas, deberá realizarse programa de monitoreo de esta, el cual deberá acompañar al manifiesto de impacto ambiental, para su aprobación y, en su caso, implementación | No aplica para el proyecto. |
| CG-32 | En predios en los que existan manglares deberá cumplirse lo establecido en la Ley General de Vida Silvestre y las Normas Oficiales Mexicanas aplicables. | El proyecto busca proteger y conservar el manglar, así mismo se busca el cumplimiento de la legislación aplicable. |
| CG-33 | 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 | No aplica para el proyecto. |
| CG-34 | Se prohíbe la disposición de aguas residuales, con o sin tratamiento, en cenotes, cuevas inundadas o cuevas secas | |
| CG-35 | 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. | Se tiene contemplado la aplicación de un programa de Residuos de Manejo Especial y Residuos Peligrosos. |
| CG-36 | 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. | No aplica para el proyecto. |

Fuente: BIOTA y SICA, 2018.

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL “PROYECTO DE MEJORA HIDRO-ECOLÓGICA DEL ESTERO LAS GARZAS”, SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.

Tabla III. 11. Criterios aplicables para el uso Turístico POEL Municipio de Solidaridad.

| NO. | CRITERIO | VINCULACIÓN |
|---|---|---|
| LINEAMIENTOS PARA EL APROVECHAMIENTO SUSTENTABLE DE LOS RECURSOS NATURALES | | |
| 6 | Se deberá reutilizar el agua tratada para el riego de áreas verde, jardines, campos deportivos o áreas con vegetación natural, así como para su uso en servicios sanitarios y otros compatibles. En todo momento la calidad del agua tratada deberá cumplir los estándares indicados en la Norma Oficial Mexicana aplicable. | El proyecto al tratarse de un mejoramiento hidro-ecológico del humedal que consiste en el establecimiento de un Sistema de Canales de Mejora Hidro-ecológica, por lo que las actividades de este criterio resultan no aplicables, aunado a que los cenotes que se encuentra dentro del predio no sufrirán ningún tipo de modificación. |
| 8 | 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. | |
| 9 | En el aprovechamiento de los cuerpos de agua continentales (cenotes, cuevas inundadas o lagunas) y otras formaciones cársticas (cuevas secas, rejolladas chuntuns) 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. | |
| 13 | La densidad aplicable a un predio se determina multiplicando la superficie total del predio (convertida en hectáreas) acreditada legalmente, por el número de cuartos, cabañas o viviendas permitidos en este ordenamiento para el uso específico. En los proyectos mixtos la densidad aplicable al predio se estima por el uso predominante del proyecto. La densidad no es acumulable por usos del suelo. Si un predio está dividido en dos o más UGA's, a cada porción se le aplicará la densidad que corresponde para cada UGA. En el caso de que se obtenga una fracción, se realizará el redondeo usando sólo dos cifras significativas como sigue: hasta 0.50 se reduce al entero inferior, desde 0.51 en adelante se incrementa al entero superior. | El proyecto no contempla la construcción de complejos habitacionales ya que se trata de una mejora hidro-ecológica para mantener los servicios ambientales y mejorar el atractivo natural del predio, por lo que el criterio no es aplicable. |
| 19 | La densidad para desarrollos turísticos hoteleros es de 10 cuartos por hectárea. | |
| 21 | La densidad en fraccionamientos mixtos hoteleros-habitacional, se determinará a partir del número de cuartos que resulte de multiplicar la superficie total del predio por la densidad asignada. La conversión de cuartos hoteleros a viviendas se determinará de conformidad con las equivalencias indicadas en el criterio CE-15. | |
| 27 | La superficie máxima de aprovechamiento no podrá exceder del 35% del predio donde se realizará el desplante de las especificaciones, obra exterior, circulaciones, áreas verdes y cualquier otra obra o servicio relativo al uso permitido. La superficie restante deberá mantenerse en condiciones naturales. | |
| 36 | Se permite la modificación de hasta el 25% de la superficie del sustrato rocoso de la franja total dentro de los predios, para usos recreativos y amenidades (asoleaderos, palapas, albercas marinas. La superficie que se modifique formará parte del área de aprovechamiento del predio. | |
| 38 | El suministro parcial de energía eléctrica se deberá llevar a cabo de manera alternativa (Hidrogeno, gas natural, biogás, solares, eólicos, mareomotrices o de otro tipo no contaminante) al menos en un porcentaje igual al 10% del consumo proyectado el desarrollo | Con relación a la energía eléctrica, el sitio del proyecto cuenta con la red de distribución de la Comisión Federal de Electricidad (CFE), cuyas líneas se ubican adyacentes a la carretera. Estas líneas de energía eléctrica tienen la capacidad para cubrir los requerimientos del proyecto en su fase construcción, por lo que, para tal efecto, se realizaran los tramites que correspondan ante la CFE para la conexión de energía eléctrica. |
| LINEAMIENTOS PARA LA PREVENCIÓN Y CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN DEL AIRE, AGUA Y SUELO | | |
| 53 | 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 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 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 | Las únicas aguas residuales que generará el proyecto serán las resultantes de sanitarios portátiles por lo que serán manejadas a través de fosas sépticas y sanitarios portátiles y no será necesaria la instalación de una PTAR, sin embargo, en caso de ser necesario se contempla que se puedan utilizar las PTAR instaladas en el DTR. |

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL “PROYECTO DE MEJORA HIDRO-ECOLÓGICA DEL ESTERO LAS GARZAS”, SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.

| NO. | CRITERIO | VINCULACIÓN |
|-----|---|---|
| | volumen de agua tratado, tipo y características de los lodos y otros residuos generados, tratamiento aplicado a los lodos, resultado del análisis CRETIB y sitio o forma de disposición final. | |
| 54 | 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. | En caso de ser necesario la disposición final de los lodos y otros residuos generados en el tratamiento de las aguas residuales, se llevará a cabo conforme a lo establecido en el programa de manejo de residuos preestablecido y siempre en cumplimiento con las disposiciones establecidas en la normativa local. |
| 55 | El desarrollo contará permanentemente con un programa de atención a contingencias derivadas de derrames o vertimientos accidentales al medio terrestre o acuático de sustancias contaminantes, residuos líquidos (aguas negras, tratadas o de rechazo) o peligrosos. | Para cualquier actividad de carácter constructivo dentro del DTR, se aplicará el Programa de Seguridad y Atención a Contingencias Ambientales establecido previamente el cual considera cualquier eventualidad que pudieran generarse en situaciones de riesgo involuntarias o accidentales que pongan en riesgo al personal, usuarios o turistas del desarrollo. Son dos los objetivos de este programa: a) implementar un sistema de prevención y atención a contingencias ocasionadas por incendios, inundaciones, huracanes, derrames de sustancias peligrosas al suelo y agua, entre otros y b) operar un comité de seguridad y atención a contingencias ambientales, en coordinación con autoridades competentes. |
| 56 | En el diseño, construcción y operación del desarrollo se aplicarán medidas que prevengan las descargas de agua y el arrastre de sedimentos diferentes a los naturales, hacia zonas inundables y áreas costeras adyacentes. | La propuesta de mejora hidro-ecológica plantea restaurar la integralidad de un flujo hidrológico regular agua-manglar, mediante la implementación de un sistema acuático que elimine los obstáculos topográficos, permita el drenaje, evite el anegamiento, aminore la evaporación y reduzca la desecación por efecto natural, por lo que las actividades del proyecto serán un coadyuvante para el cumplimiento de este criterio. |
| 57 | En cenotes y lagunas interiores o continentales, solo se permite el empleo de embarcaciones sin motor. | |
| 59 | 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 esta, conforme a los criterios ecológicos de calidad de 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 calidades 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. | Las actividades del proyecto son con fines de restauración por lo que no se contempla el uso de la superficie para actividades recreativas y el criterio no es aplicable. |
| 62 | Los manglares podrán ser utilizados para el tratamiento terciario de aguas residuales tratadas en concordancia con la normatividad aplicable. Para tal efecto, deberá realizarse un estudio detallado que demuestre técnicamente que no será rebasada la capacidad de carga del humedal para el metabolismo de nutrientes y que justifique la no afectación de su estructura y funciones ambientales básicas. El estudio que demuestre la viabilidad ambiental del humedal deberá contener a) un estudio de línea base b) el estudio de capacidad de carga c) el programa de manejo de las áreas de vertidos influencia de las aguas residuales tratadas d) un programa de monitoreo con indicadores ambientales para el ecosistema y e) la planimetría georreferenciada de las áreas de manglar planteadas para el vertido de las aguas residuales tratadas. | Dentro del proyecto no se pretende realizar esta actividad, solamente se contempla la apertura de canales con fines de restauración. |
| 64 | Los materiales producto del dragado de mantenimiento de canales interiores serán dispuestos en sitios acondicionados previamente para contenerlos y filtrar el agua. | La turba que será extraída mediante la excavadora anfibia se colocará en un chalán de carga montado sobre una panga tipo flexi-float, que tendrá |

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL “PROYECTO DE MEJORA HIDRO-ECOLÓGICA DEL ESTERO LAS GARZAS”, SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.

| NO. | CRITERIO | VINCULACIÓN |
|-----|--|--|
| | | <p>una artesa de drenado y lavado con rejillas Irving, que permiten separar los lodos salobres y el agua. Desde allí inicia el proceso de composteo de la biomasa extraída. De igual manera, el chalán de carga tendrá una trituradora a fin de picar las raíces y troncos para incorporarlos a la turba extraída.</p> <p>Una vez que el agua y los lodos salobres han drenado, una excavadora anfibia transfiere el material restante a un chalán de traslado, para ser transportado a la zona de procesamiento, la cual se localizará en el actual estacionamiento del DTR. Es muy importante que el agua drene en el mismo sitio de apertura del canal, a fin de no transportarla hacia el área de procesamiento.</p> <p>Por lo anterior se concluye que se dará cumplimiento con el presente criterio.</p> |
| 68 | En el desarrollo de actividades con vehículos a través o dentro de los ecosistemas presentes en el municipio, estos deberán contar con silenciador con la finalidad de evitar molestar o afectar a las especies de fauna, por lo que el nivel permisible de emisión de ruido por las fuentes móviles será de 68 db. La medición de este parámetro debe ser realizada en el sitio donde se desarrolla la actividad por una unidad de verificación registrada ante la Entidad Mexicana de Acreditación, de acuerdo con las técnicas y métodos establecidos en la normatividad aplicable. Los prestadores de servicio deberán presentar reportes anuales de dichas mediciones a la Dirección de Ordenamiento Ambiental y Urbano del municipio, así como a la SEDUMA para su valoración e inclusión en la Bitácora Ambienta. | Dentro del plan de mantenimiento preventivo de maquinaria y equipo se establecerán las fechas para la verificación de cada vehículo por utilizar, esto con el afán de que la emisión de ruido por fuentes móviles no rebase los 68 db y se cumplimiento con este criterio. |
| 69 | Para el desarrollo de las actividades permitidas solo se podrá emplear motocicletas triciclos y cuatrimotos con motor de cuatro tiempos, con la finalidad de reducir las emisiones de contaminantes. | |
| 70 | Las plantas de premezclado, dosificadoras o similares deberán contar con un programa de cumplimiento ambiental para la regulación de emisiones a la atmosfera, ruido y generación de residuos peligrosos que dé cumplimiento a la normatividad vigentes. Este programa se deberá presentar junto con la manifestación de impacto ambiental de la planta. | En caso de realizarse esta actividad se acatará el criterio. |
| 71 | Se deberá instalar una malla o barrera perimetral para reducir la dispersión de polvos hacia el exterior de las áreas de trabajo. | |
| 72 | Los silos de las maquinarias que almacenan los materiales pétreos o agregados deberán estar equipados con filtros bolsas que retengan las partículas sólidas durante el proceso de carga, permitiendo la salida del aire libre de partículas de mezcla. El dosificador múltiple deberá contar con un colector filtro de bolsa, el cual captará las partículas emitidas durante la descarga de los materiales pétreos, el cemento, el agua y los aditivos a los camiones de mezclado (ollas). Las bandas de abastecimiento deberán tener una tolva que minimice la emisión de partículas suspendidas. | Dentro del proyecto no se pretende realizar esta actividad. |
| 73 | En las áreas de carga y mezclado de materiales pétreos deberán instalarse cortinas o barreras, con la finalidad de minimizar la dispersión de partículas sólidas volátiles a la atmosfera y mantenerlas dentro de los niveles máximos permisibles establecidos en la norma Oficial Mexicana NOM-043-SEMARNAT-1993. | |
| 75 | Durante el transporte de materiales pétreos estos deberán humedecerse y cubrirse con una lona anti dispersante, la que debe sujetarse adecuadamente y encontrarse en buen estado con objeto de minimizar la dispersión de partículas de polvo. | El único material que será transportado y que se contempla dentro de las actividades del proyecto es la turba y molienda vegetal extraída producto de la excavación necesaria para la apertura de los canales, por lo que el material extraído está totalmente humedecido y se dará cumplimiento total con el presente criterio. |

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL “PROYECTO DE MEJORA HIDRO-ECOLÓGICA DEL ESTERO LAS GARZAS”, SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.

| NO. | CRITERIO | VINCULACIÓN |
|---|---|---|
| LINEAMIENTOS PARA LA PRESERVACIÓN Y PROTECCIÓN DE LA BIODIVERSIDAD | | |
| 79 | Los proyectos que pretendan realizarse en predios que coinciden con playas aptas para la anidación de tortugas marinas deberán incorporar medidas preventivas que minimicen el impacto negativo a estos animales tanto durante la temporada de arribo y anidación de las hembras como durante el periodo de desarrollo de los huevos y eclosión de las crías. Dichas medidas deberán manifestarse en el estudio de impacto ambiental aplicable al proyecto, para su valoración y en su caso, validación y autorización por la Dirección de Vida Silvestre de la SEMARNAT. | Dadas las características del proyecto no se pretenden afectaciones a estas zonas; además debido a las condiciones de la playa (erosionada), no se tienen registros de anidación de tortugas marinas en años recientes. |
| 80 | 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 establecerán en un vivero provisional y posteriormente se reintroducirán dentro de la franja de protección. | Dentro de la superficie del proyecto o en las zonas adyacentes no se localizan cenotes o cuevas, por lo que el criterio no resulta aplicable. |
| 81 | Las cercas, bardas o muros perimetrales que se instalen en los diferentes tipos de vegetación, unidades naturales y ecosistemas deberán permitir el libre paso a la fauna. | Dentro del proyecto no se pretende realizar esta actividad. |
| 83 | Las vialidades interiores y de acceso al desarrollo deberán contar con elementos y sistemas de protección que faciliten el libre tránsito de la fauna silvestre entre las zonas de conservación y áreas naturales. | Los caminos de acceso existentes y los caminos de acceso autorizados para el Proyecto Crisálida serán utilizados para la construcción de los canales. De esta manera, el camino de acceso a la obra se ubicará sobre el mismo trazo de los caminos finales permanentes, a fin de aminorar los impactos ambientales. |
| 84 | En caso de ser necesario se establecerán sitios de albergue temporal de fauna rescatada durante las etapas de preparación del terreno, construcción y operación, con apego a lo indicado en la Ley General de Vida Silvestre. | En caso de realizarse esta actividad se acatará el criterio, además deberá entrar en acción el programa de protección de fauna existente y aplicable para el DTR. |
| 85 | En las áreas de aprovechamiento proyectadas se deberá mantener en pie la vegetación arbórea y palmas de la vegetación original que por el dueño 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. | Dada que la naturaleza del proyecto es de restauración, se contempla la remoción de vegetación sin embargo están plenamente justificadas debido a que se con ellas se recuperarán servicios ambientales y se reducirá la tasa de pérdida de manglar en el predio. |
| 87 | Se deberán mantener en pie e integrar al diseño del proyecto los árboles con diámetro normal (1.30 cm del suelo) igual o mayor a 40 cm. Para evitar daño a las raíces deberá establecerse un radio de producción de 5 m alrededor del tronco del árbol. | |
| 89 | El diseño de proyectos adyacentes a predios con edificios e instalaciones en proceso de construcción o de operación, debe considerar las áreas impactadas por estos y las áreas de conservación que mantengan su vegetación primaria. Esto con la finalidad de que las áreas de conservación que defina el proyecto aseguren la contigüidad del ecosistema y el mantenimiento de la diversidad florística y faunística. | |
| 91 | En las playas, dunas y post dunas solo se permitirá el uso de cuadrúpedos para la realización de paseos, actividades turísticas, recreativas o de exhibición, fuera de temporada de anidación de tortuga marina y en predios y en áreas concesionadas a nombre del promovente de la actividad. | El proyecto no contempla estas actividades, por lo que resulta no aplicable. |
| 92 | En las playas, dunas y post dunas solo se permite el uso de vehículos motorizados para situaciones de limpieza, vigilancia, así como para actividades autorizadas que hagan las personas públicas o privadas participantes en los programas de protección a la tortuga marina. | |
| 93 | Se deberá mantener libre de obras e instalaciones de cualquier tipo (permanentes o temporales) una franja de por lo menos 10 m dentro del predio, aledaña a los terrenos ganados al mar o la Zona Marítimo Terrestre, en la que se preservará la vegetación costera original, salvo lo previsto en otros criterios específicos en este instrumento. La amplitud y continuidad de la franja se podrá modificar cuando se demuestre en el estudio de impacto ambiental correspondiente que dicha modificación no generará impactos ambientales significativos al sistema costero. | En el área del proyecto no se tienen estas características. |

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL “PROYECTO DE MEJORA HIDRO-ECOLÓGICA DEL ESTERO LAS GARZAS”, SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.

| NO. | CRITERIO | VINCULACIÓN |
|---|--|--|
| 95 | En los predios en los que exista vegetación exótica o invasora deberá llevarse a cabo un programa de erradicación de dichas especies. | |
| 96 | La restauración o rehabilitación de manglares afectados se deberá realizar de conformidad con lo establecido en la normatividad aplicable. | Dado que la naturaleza del proyecto es de restauración, se han contemplado todas las medidas y especificaciones aplicables para su ejecución, por lo que el presente criterio será cumplido en su totalidad. |
| 97 | Los embarcaderos y muelles dentro del sistema de canales deberán permitir el libre paso de fauna acuática. | Dentro del proyecto no se pretende realizar esta actividad. |
| LINEAMIENTOS PARA LA PRESERVACIÓN, RESTAURACIÓN Y MEJORAMIENTO DEL AMBIENTE. | | |
| 100 | Alrededor de los cenotes y accesos a cuevas se deberá mantener una franja perimetral de protección constituida por vegetación natural o, 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 usos de suelo en esta superficie. | En el área del proyecto no se tienen estas características. |
| 101 | En todas sus fases –construcción. Operación y mantenimiento- el desarrollo deberá contar con un programa de difusión ambiental que incluya los aspectos necesarios de información, concientización y capacitación a los diversos actores involucrados, que complemente o refuerce los fines de los demás programas aplicables al proyecto. | Para el presente proyecto se contempla la aplicación e implementación de un subprograma capacitación Ambiental cuyos objetivos son: a) promover la sensibilización, reflexión y concientización de los constructores y operadores del desarrollo turístico sobre el valor e importancia de preservar los ecosistemas y recursos naturales involucrados en el terreno y la zona de influencia del proyecto, b) capacitar a constructores y operadores del desarrollo turístico sobre la aplicación y cumplimiento de la normativa e instrumentos ambientales aplicables al desarrollo turístico, c) informar al personal sobre las obligaciones ambientales que adquieren al formar parte de la fuerza laboral del proyecto, d) promover una actitud responsable en el uso y manejo de los recursos naturales del predio y el DTR y e) cumplir con uno de los preceptos del turismo socialmente responsable que es la comunicación y difusión ambiental de los usuarios y población de la región. |
| 102 | Con la finalidad de evitar el efecto de islas de calor se deberá establecer, en por lo menos el 50% de las losas planas de las construcciones, un jardín de azotea o roof garden en el que se utilicen preferentemente especies nativas. | Debido a que el proyecto solo contempla la apertura de canales para el mejoramiento de la dinámica hidrológica del área de manglar y no se pretende la construcción de ningún tipo de infraestructura, el criterio resulta no aplicable. |
| 103 | En el caso de que el ecosistema de duna costera se encuentre afectado o carezca de vegetación, esta se deberá restaurar o reforestar con la finalidad de promover la protección de las playas, de la zona de anidación de las tortugas marinas y para el mantenimiento de la vegetación costera. Para el cumplimiento de este criterio deberá presentarse de manera conjunta con el estudio ambiental correspondiente, el programa de restauración de vegetación costera. La restauración se realizará en el primer año a partir de la fecha de inicio de obras del proyecto autorizado. Las actividades de restauración deberán obtener de manera previa a su inicio la autorización correspondiente. | En el área del proyecto no se tienen estas características |
| 104 | La estructura de la duna costera o bermas rocosas, así como la vegetación que las ocupa se debe mantener en estado natural en por lo menos el 75% de su superficie dentro del predio. | |
| 105 | Se permiten los andadores de acceso a la playa de conformidad con lo establecido en la normatividad vigente, los cuales siempre tendrán un trazo que atraviesen la franja de vegetación costera en forma diagonal con la finalidad | |

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL “PROYECTO DE MEJORA HIDRO-ECOLÓGICA DEL ESTERO LAS GARZAS”, SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.

| NO. | CRITERIO | VINCULACIÓN |
|------------|--|---|
| | de evitar la erosión de la duna o playa. Los andadores o accesos a la playa tendrán una anchura máxima de tres metros y se podrá establecer uno por cada 100 metros de frente de playa de cada predio. | |
| 106 | Los andadores de acceso a la playa se establecerán sobre el terreno natural, sin rellenos, ni pavimentos, sólo se permitirá la delimitación de este con rocas u otros ornamentos no contaminantes. Se permite el establecimiento de andadores elevados que respeten el relieve natural de la duna. | |
| 107 | Para efectos del perfil de diseño del proyecto y el nivel de desplante, deben evaluarse los niveles de inundación y caudales de precipitación ante diversos escenarios de lluvia. Lo anterior como criterio para la definición del nivel de desplante que asegure el mantenimiento de la hidrología superficial y sub-superficial del predio y la región, así como la seguridad de la infraestructura planteada. | La comunicación del estero Las Garzas con el mar ha cambiado su geomorfología a lo largo del tiempo por lo que el estero Las Garzas del predio Tres Ríos funciona solo ocasionalmente como un sistema estuarino y predominantemente solo como un humedal polihalino |
| 108 | Se deberá garantizar el funcionamiento hidrodinámico de los canales interiores. Su diseño constructivo y operación se deberá fundamentar en estudios especializados, los que se presentará de manera conjunta con el estudio de impacto ambiental respectivo. | La creación canales artificiales con funcionamiento natural y su vinculación con el estero Las Garzas se fundamenta en la posibilidad extenderlo dentro de la planicie de inundación y de establecer un ecosistema integrado con funcionamiento hidrodinámico estuarino completo, el cual dé soporte para la creación natural de los hábitats y nichos acuáticos y litorales característicos de los humedales que se establecerán asociados a dicho funcionamiento, con el consecuente aumento de la biodiversidad actual. Los canales serán excavados a una profundidad promedio de -2.00 m |
| 109 | Se permite la instalación temporal de plantas de premezclado, dosificadoras o similares dentro del área de desmonte permitida en el interior de predios para abastecer al proyecto únicamente durante su construcción. Debiendo ser retiradas una vez que se concluya la construcción de este. El área ocupada por la planta deberá integrarse al proyecto. | Para el presente proyecto no se contempla de infraestructura temporal para la construcción de los canales, sin embargo, se realizarán actividades temporales con la operación de equipo y maquinaria pesada las cuales serán retiradas durante las actividades de la etapa de operación y mantenimiento, dando así cumplimiento total a este criterio. |

Fuente: BIOTA y SICA, 2018.

III.2.5. Programa de Desarrollo Urbano del Municipio de Solidaridad.

El Programa de Desarrollo Urbano del Municipio de Solidaridad contiene una estrategia de desarrollo integral de gran visión, en un horizonte de planeación que abarca hasta el año 2050. Se han considerado tres etapas de desarrollo: la primera, correspondiente al corto plazo, cubre el periodo 2010-2030; la segunda etapa, correspondiente al mediano plazo, cubre el periodo 2021-2040; y la tercera etapa al largo plazo correspondiente al periodo 2041-2050. Las estrategias establecidas en el Programa de Desarrollo Urbano del Municipio de Solidaridad 2010-2050 (PDUMS), se fundamentan en el Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial del Municipio de Solidaridad (POELMC) y determina a este instrumento como indispensable para tener una correcta planeación y estrategia urbana en todo el Municipio, y ser congruentes con los esfuerzos de política ambiental y urbana ya establecidos. El Programa Municipal de Desarrollo del Municipio de Solidaridad considera las políticas y estrategias del Programa de Ordenamiento Ecológico Local del municipio de Solidaridad (POEL), siendo las principales:

- **Aprovechamiento sustentable:** La utilización de los recursos naturales en forma que se respete la integridad funcional y las capacidades de carga de los ecosistemas de los que forman parte dichos recursos, por períodos indefinidos;
- **Aprovechamiento Urbano:** La ocupación del territorio al interior de los centros de población de acuerdo con los parámetros de ocupación y uso del suelo establecidos en los planes o programas de desarrollo urbano vigentes.
- **Preservación del equilibrio ecológico:** El conjunto de políticas y medidas para mantener las condiciones que propicien la evolución y continuidad de los ecosistemas y hábitat naturales, así como conservar las poblaciones viables de especies en sus entornos naturales y los componentes de la biodiversidad fuera de sus hábitats naturales;
- **Protección de los recursos naturales:** El conjunto de políticas y medidas para mejorar el ambiente y controlar su deterioro; y
- **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.

Estas cinco políticas se reflejan en las 19 Unidades de Gestión Ambiental (UGA) que lo conforman, siendo las de Preservación del equilibrio ecológico y Conservación las que abarcan la mayor superficie del territorio municipal con un 85.61 % y las de Aprovechamiento sustentable y Aprovechamiento urbano aplicables en el 13.07 % del municipio. Como se mencionó en la vinculación del presente proyecto con el POEL del Municipio de Solidaridad, el DTR dentro del cual se localiza el área del presente proyecto se ubica en su totalidad dentro de la poligonal de la UGA 17. Por lo anterior y partiendo de la vocación y uso de suelo, se agruparon las UGA's de la siguiente manera, para facilitar la identificación de las áreas para la planeación urbana del municipio de Solidaridad.

**MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL
"PROYECTO DE MEJORA HIDRO-ECOLÓGICA DEL ESTERO LAS GARZAS",
SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.**

Tabla III. 12. UGA del POELMS agrupadas por su vocación de uso de suelo para el PDUMS.

| VOCACIÓN DE USO DEL SUELO | NOMBRE Y NÚMERO DE UGA |
|--------------------------------------|--|
| ÁREA NATURAL | Corredor ecoturístico Punta Laguna – Coba (2) |
| | Anp otoch ma'ax yetel kooh (3) |
| | Reserva geohidrológica (4) |
| | Corredor cárstico (5) |
| | Corredor turístico Paamul-Yalku (15) |
| | Corredor turístico Punta Venado-Paamul (16) |
| | Corredor turístico Punta Brava-Xcalacoco (17) |
| PROTECCIÓN DE LOS RECURSOS NATURALES | Zona agropecuaria (6) |
| | Camino a pozos (7) |
| APROVECHAMIENTO URBANO | Zona urbana de Akumal (8) |
| | Zona urbana de Ciudad Aventuras (9) |
| | Zona urbana de Playa del Carmen (10) |
| | Reserva urbana de Solidaridad (11) |
| | Corredor Calica Akumal (12) |
| | Aeródromo (13) |
| | Reserva urbana norte-sur de Playa del Carmen (14) |
| | Corredor norponiente (18) |
| | Carretera federal (19) |

Fuente: BIOTA y SICA, 2018.

Como se puede observar la UGA 17 donde se ubica el proyecto tiene una vocación de uso de suelo orientada hacia la conservación, sin embargo, los usos del suelo propuestos para las diferentes UGA's se subdividieron en dos tipos: condicionado e incompatible, siendo sus definiciones las siguientes:

- ✓ **Uso del suelo condicionado:** indica las diferentes opciones de aprovechamiento del territorio de acuerdo con sus aptitudes, potencialidades o tendencias
- ✓ **Uso del suelo incompatible:** indica los usos que por su naturaleza no se permiten en la unidad de gestión ambiental definida

VINCULACIÓN

Como resultado de esta subdivisión, se tiene que la UGA 17 tiene como uno de sus usos condicionados el turístico mismo al que pertenece el predio del proyecto de la MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL "PROYECTO MEJORA HIDRO-ECOLÓGICA DEL ESTERO LAS GARZAS", por lo anterior y con base en el numeral 3.6.12 del Programa de Desarrollo Urbano se determina que el área del proyecto al pertenecer a la UGA 17 pertenece a una Zona Turística. (UGAS 15, 16 y 17) y que se registrará en su totalidad por los criterios establecidos en el Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Solidaridad mismos con los que ya fue vinculado en apartados anteriores del presente documento.

III.2.6. Áreas Naturales Protegidas.

Teniendo como conocimiento, que las Áreas Naturales Protegidas están sujetas a regímenes especiales de protección, conservación, restauración y desarrollo, según categorías establecidas en la Ley, específicamente con las disposiciones del Título Segundo de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección del Ambiente (LGEEPA) sobre Biodiversidad y su Reglamento en materia de Áreas Naturales Protegidas (ANP), específicamente en lo que se establece en el artículo 44, en el que se dispone la zonas del territorio nacional y aquellas sobre las que la Nación ejerce soberanía y jurisdicción, en los que los ambientes originales no han sido significativamente alterados por la actividad del ser humano, o que requieren ser preservadas y restauradas, quedaran sujetas al régimen previsto en la Ley y los demás ordenamientos aplicables. El Artículo 45° de la LGEEPA, señala que el establecimiento de las ANP tiene por objeto preservar los ambientes naturales representativos de las diferentes regiones biogeográficas y ecológicas y de los ecosistemas más frágiles, para asegurar el equilibrio y la continuidad de los procesos evolutivos ecológicos; de acuerdo con el artículo 46 de la misma Ley que son competencia federal las áreas naturales protegidas comprendidas como:

- . Reservas de la Biosfera
- . Parques nacionales;
- . Monumentos naturales
- . Áreas de protección de recursos naturales
- . Áreas de protección de flora y fauna;
- . Santuarios
- . Parques y reservas estatales; y
- . Zona de preservación ecológica de los centros de población.

La zona colinda con la Reserva de la Biosfera denominada Caribe Mexicano y se encuentra cercana a el Área de protección de Flora y Fauna denominada porción norte y la franja costera oriental, terrestres y marinas de la Isla de Cozumel. Actualmente el Sistema de Áreas Naturales Protegidas (Ansa) del estado de Quintana Roo, está integrado por 11 áreas protegidas, 10 bajo manejo estatal y una bajo protección municipal. Como se aprecia en la siguiente Tabla y Figura, las Ansa están ubicadas en diferentes regiones y representan tanto ecosistemas terrestres como acuáticos, los cuales se han considerado prioritarios para su conservación dentro del estado.

Conforme al Sistema Estatal de Áreas Naturales Protegidas (SEANPQROO), hasta junio de 2014, se encuentran registrados **11 Áreas Naturales Protegidas**, con una superficie total por decreto de **312,864.672 hectáreas**, de las cuales **90.91%** son de **competencia estatal** y **9.09%** de **competencia municipal**.

VINCULACIÓN.

Se realizó una consulta al listado del Sistema Nacional de Áreas Naturales Protegidas Federales y Estatales para confirmar que la zona donde se asienta el proyecto de la MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL "PROYECTO MEJORA HIDRO-ECOLÓGICA DEL ESTERO LAS GARZAS", no se encuentra dentro de dicho listado o en una zona en proyecto de establecerse como tal, ni tampoco colinda con ninguna área, siendo congruente a lo señalado.

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL “PROYECTO DE MEJORA HIDRO-ECOLÓGICA DEL ESTERO LAS GARZAS”, SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.

Tabla III. 13. Lista de ANP en el estado de Quintana Roo.

| NO | NOMBRE | CATEGORÍA | COMPETENCIA | ADMINISTRACIÓN | UBICACIÓN (REFERENCIA) | MUNICIPIO | FECHA DE DECRETO | AÑO | SUPERFICIE DECRETO EN (HA) | % DE OCUPACIÓN RESPECTO AL TOTAL DE ANP |
|-----------------------------------|---|--|-------------|--|---|------------------------------|------------------|------|----------------------------|---|
| ANP DE COMPETENCIA ESTATAL | | | | | | | | | | |
| 1 | Laguna de Chankanaab | Parque natural | Estatal | Fundación de parques y museos de Cozumel | Suroeste del fundo legal de la ciudad de isla de Cozumel | Cozumel | 26 de septiembre | 1983 | 13.647 | 0.004% |
| 2 | Parque Kabah | Parque urbano | Estatal | Patronato parque Kabah | Av. Kabah esq., av. Nichupté, ciudad de Cancun | Benito Juárez | 10 de noviembre | 1995 | 41.489 | 0.013% |
| 3 | Bahía de Chetumal, santuario del manatí | Reserva estatal | Estatal | SEMA | Bahía de Chetumal y zona continental de laguna guerrero, calderas barlovento, villa cortes, etc. | Othón p. Blanco | 24 de octubre | 1986 | 277,733.669 | 88.771% |
| 4 | Xcacec-xcachelito | Zona sujeta a conservación ecológica, santuario de la tortuga marina | Estatal | SEMA | Límite norte del parque xel-ha, límite sur del desarrollo chemuyil, km 245+518 carr. Fed. 307 chet-can. | Tulum | 21 de febrero | 1998 | 362.100 | 0.116% |
| 5 | Laguna manatí | Zona sujeta a conservación ecológica, refugio estatal de flora y fauna | Estatal | SEMA | Prolongación Bonampak, a un costado de la colonia lombardo toledano, cd. De Cancún | Benito Juárez | 9 de agosto | 1999 | 202.990 | 0.065% |
| 6 | Laguna Colombia | Parque ecológico estatal | Estatal | Fundación de parques y museos de Cozumel | Laguna Colombia, punta sur de la isla Cozumel | Cozumel | 15 de julio | 1996 | 1,130.644 | 0.361% |
| 7 | Sistema lagunar Chichankanab | Reserva estatal | Estatal | SEMA | Laguna Chichankanab a 5 km al norte de José María Morelos | José María Morelos | 1 de abril | 2011 | 11,609.732 | 3.711% |
| 8 | Parque lagunar de bacalar | Parque ecológico estatal | Estatal | SEMA | A un costado del balneario ejidal de bacalar | Bacalar | 1 de abril | 2011 | 5.367 | 0.002% |
| 9 | Sistema lagunar Chacmochuch | Zona sujeta a conservación ecológica, refugio | Estatal | SEMA | Camino antiguo basurero de Cancún, atrás de la | Isla mujeres y Benito Juárez | 9 de agosto | 1999 | 1,914.520 | 0.612% |

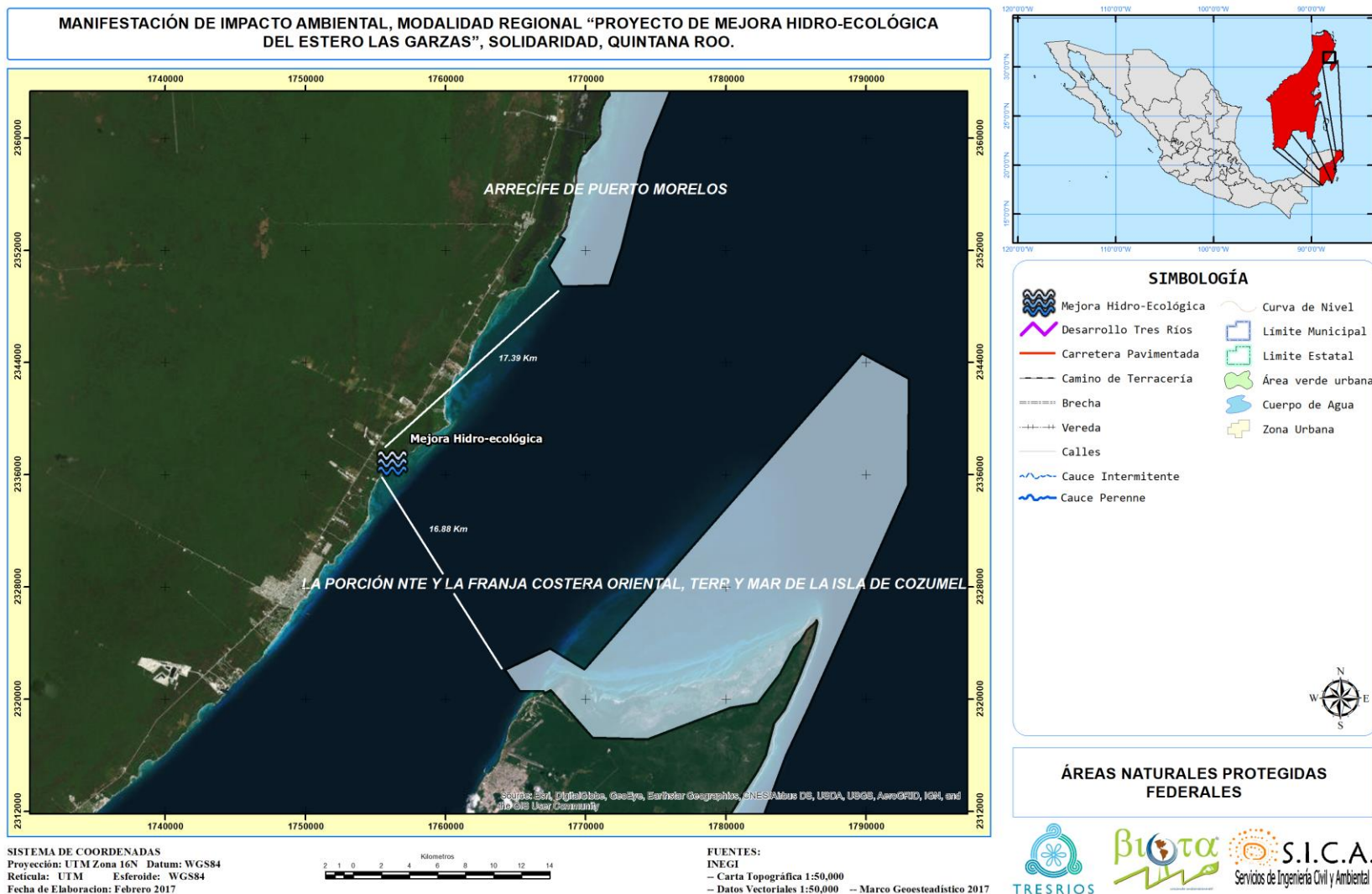
MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL “PROYECTO DE MEJORA HIDRO-ECOLÓGICA DEL ESTERO LAS GARZAS”, SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.

| | | | | | | | | | | |
|-------------------------------------|-------------------------------|-----------------------------|-----------|------|---|---------------|---------------|------|------------|--------|
| | | estatal de flora y fauna | | | universidad del caribe | | | | | |
| 10 | Selvas y humedales de Cozumel | Reserva estatal | Estatad | SEMA | Porción central y norte de la isla de Cozumel | Cozumel | 1 de abril | 2011 | 19,846.450 | 6.343% |
| ANP DE COMPETENCIA MUNICIPAL | | | | | | | | | | |
| 11 | Omblijo verde | Reserva ecológica municipal | Municipal | Mbj | Lote 1 y 2, mza. 1, sm 33, lte 1, mza.1, sm 34 av. Kabah de la ciudad de Cancún | Benito Juárez | 22 de octubre | 2012 | 4.064 | 0.001% |

Fuente: BIOTA y SICA, 2018.

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL “PROYECTO DE MEJORA HIDRO-ECOLÓGICA DEL ESTERO LAS GARZAS”, SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.

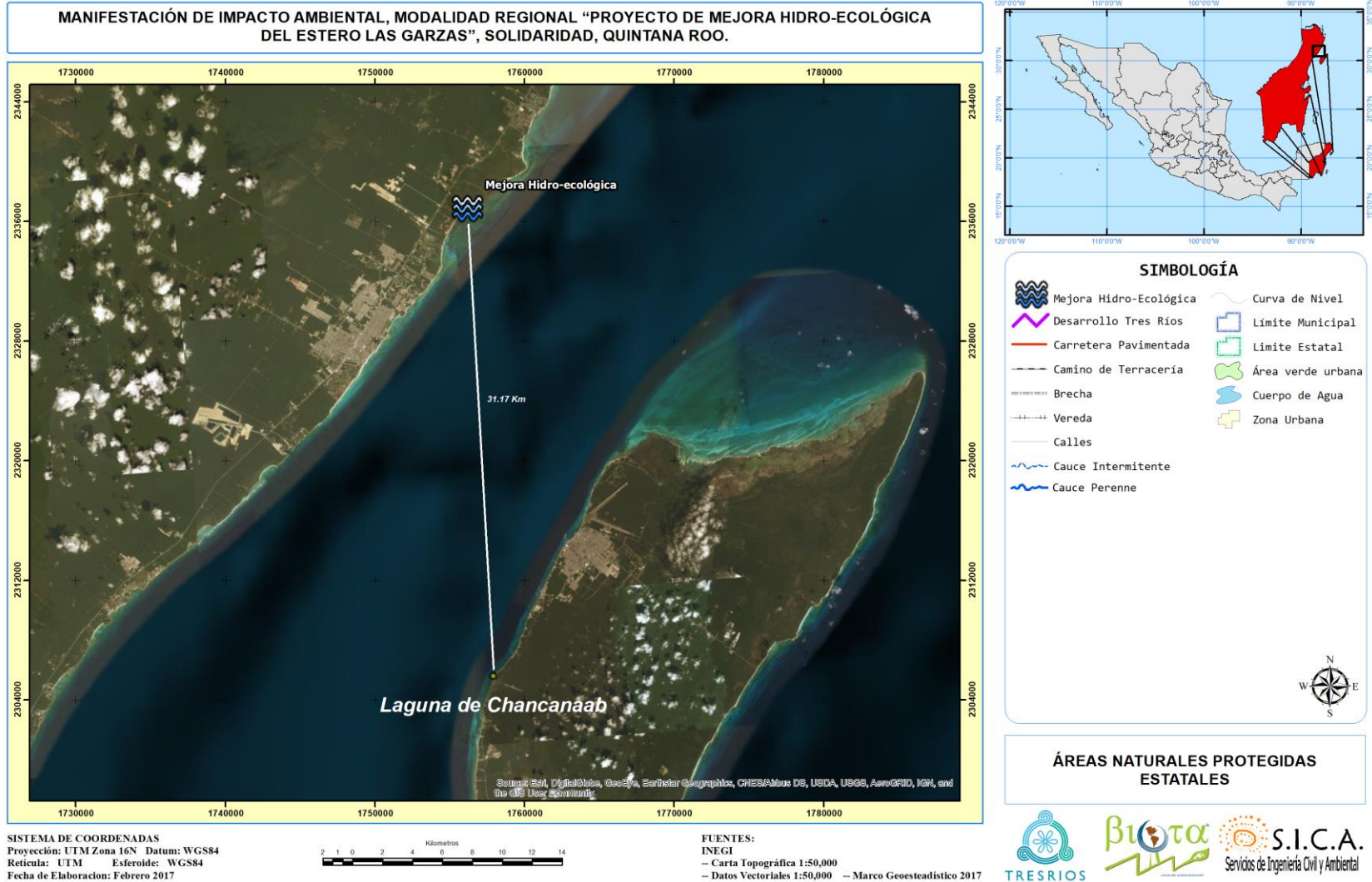
Imagen III. 6. Áreas Naturales Protegidas Federales.



Fuente: BIOTA y SICA, 2018.

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL “PROYECTO DE MEJORA HIDRO-ECOLÓGICA DEL ESTERO LAS GARZAS”, SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.

Imagen III. 7. Áreas Naturales Protegidas Estatales.



III.2.7. Regiones Prioritarias de acuerdo con la CONABIO.

Con el fin de optimar los recursos financieros, institucionales y humanos en materia de conocimiento de la biodiversidad en México, la CONABIO ha impulsado un programa de identificación de regiones prioritarias para la biodiversidad, considerando los ámbitos terrestre (regiones terrestres prioritarias), marino (regiones prioritarias marinas) y acuático epicontinental (regiones hidrológicas prioritarias), para los cuales, mediante sendos talleres de especialistas, se definieron las áreas de mayor relevancia en cuanto a la riqueza de especies, presencia de organismos endémicos y áreas con un mayor nivel de integridad ecológica, así como aquéllas con mayores posibilidades de conservación en función a aspectos sociales, económicos y ecológicos. Así mismo surgió el programa de las AICAS como una idea conjunta de la Sección Mexicana del Consejo Internacional para la preservación de las aves (CIPAMEX) y BirdLife International. Inició con apoyo de la Comisión para la Cooperación Ambiental de Norteamérica (CCA) con el propósito de crear una red regional de áreas importantes para la conservación de las aves. Con este marco de planeación regional, se espera orientar los esfuerzos de investigación que optimicen el conocimiento de la biodiversidad en México. CONABIO. Estos programas junto con los Programas de Regiones Marinas Prioritarias y Regiones Terrestres Prioritarias forman parte de una serie de estrategias instrumentadas por la CONABIO para la promoción a nivel nacional para el conocimiento y conservación de la biodiversidad de México. Es necesario mencionar que este trabajo, aunque exhaustivo, no es concluyente y se deberá continuar actualizando la información obtenida a la fecha e invitar a los grupos interesados a llevar a cabo acciones similares en el ámbito estatal y local.

Respecto a la regionalización del proyecto de la MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL "PROYECTO MEJORA HIDRO-ECOLÓGICA DEL ESTERO LAS GARZAS", presenta interacciones con regiones de este tipo, tal y como se muestra en las imágenes siguientes:

III.2.7.1. Región Terrestre Prioritaria (RTP).

Las Regiones Terrestres Prioritarias (RTP), en particular, tiene como objetivo general la determinación de unidades estables desde el punto de vista ambiental en la parte continental del territorio nacional, que destaquen la presencia de una riqueza ecosistémica y específica comparativamente mayor que en el resto del país, así como una integridad ecológica funcional significativa y donde, además, se tenga una oportunidad real de conservación. La localización del proyecto no se localiza dentro de ninguna región de este tipo, lo más cercana es la denominada "Dzilam-Ría Lagartos-Yum Balam" a 57 km al norte.

III.2.7.2. Región Hidrológica Prioritaria (RHP).

Estas regiones comprenden a las principales sub cuencas y sistemas acuáticos del país, y fueron designadas considerando las características de biodiversidad y los patrones sociales y económicos de cada una, para establecer un marco de referencia que pueda ser considerado por los diferentes sectores para el desarrollo de planes de investigación, conservación, uso y manejo sostenido.

Problemática:

- ✓ Modificación del entorno: desforestación, construcción de muelles y hoteles.
- ✓ Contaminación: basura, derivados del petróleo y aguas residuales.
- ✓ Uso de recursos: pesca ilegal; tráfico ilegal de especies; presión sobre las poblaciones de tortugas.

De acuerdo con las coordenadas de las regiones hidrológicas propuestas por la CONABIO, el proyecto se encuentra inmerso dentro de la superficie de la Región 105 denominada Corredor Cancún – Tulum, tal y como se muestra en la siguiente imagen, es importante señalar que este proyecto busca como objetivo principal es mejorar las condiciones del Manglar que se está perdiendo por un proceso de salinización natural que se presenta en el sitio por lo que el proyecto es vinculante pretendiendo coadyuvar a la restauración de la vegetación.

Tabla III. 14. Características de la RHP 105.

| | |
|--|--|
| Extensión: | 1,715 km ² |
| Polígono: | Latitud 21°10'48" - 20°20'24" N Longitud 87°28'12" - 86°44'24" W |
| RECURSOS HÍDRICOS PRINCIPALES | |
| Lénticos: | Lagunas de Chakmochuk y Nichupté, cenotes, estuarios, humedales |
| Lóticos: | Aguas subterráneas |
| Limnología Básica: | ND |
| Geología/Edafología: | Suelos tipo Litosol, Rendzina y Zolonchak. Los suelos se caracterizan por poseer una capa superficial abundante en humus y fértil, que descansa sobre roca caliza |
| Características varias: | Clima cálido subhúmedo con lluvias en verano. Temperatura promedio anual 26-28 °C. Precipitación total anual 1000-2000 mm. |
| Principales poblados: | Cancún, Playa del Carmen, Pto. Morelos, Tulum, Akumal, Xel-ha. |
| Actividad económica principal: | Turismo, forestal y pecuaria. |
| Indicadores de calidad de agua: | ND |
| Biodiversidad: | Tipos de vegetación: selva mediana subperennifolia, selva baja perennifolia, selva baja inundable, manglar, sabana, palmar inundable y vegetación de dunas costeras. |
| Aspectos económicos: | Pesquerías de caracol y langosta. Cultivo de peces en la laguna de Nichupté. Turismo y ecoturismo. Porcicultura en Pto. Morelos. |
| Problemática: | - Modificación del entorno: perturbación por complejos turísticos, obras de ingeniería para corredores turísticos, deforestación, modificación de la vegetación (tala de manglar) y de barreras naturales, relleno de áreas inundables y formación de canales. - Contaminación: aguas residuales y desechos sólidos. - Uso de recursos: pesca ilegal en la laguna de Chakmochuk y plantaciones de coco <i>Cocos nucifera tasiste</i> . |
| Conservación: | Se necesita restaurar la vegetación, frenar la contaminación de acuíferos y dar tratamiento a las aguas residuales. Se desconoce la influencia de afloramientos de agua en la zona de la laguna de Nichupté. Están considerados Parques Nacionales Punta Cancún, Punta Nizuc y Tulum. El Parque Nacional Tulum está siendo afectado por la construcción urbana, el saqueo de material vegetal, la construcción de un tren turístico, la presencia de puestos comerciales de artesanías para los turistas y la gran cantidad de basura arrojada a las zonas de manglar y de selva mediana subperennifolia |

Fuente: BIOTA y SICA, 2018.

VINCULACIÓN.

A manera de análisis y con base en la información presentada anteriormente, se puede decir que la regionalización establecida por la CONABIO correspondiente a las Regiones Hidrológicas Prioritarias (RHP) es una herramienta y apoyo a las actividades de conservación, sin embargo, al carecer estas regiones de la aplicación de instrumentos regulatorios como planes de manejo y/o políticas de conservación específicas para cada regionalización propuesta, solamente fungen como un marco de referencia que puede ser utilizado en la toma de decisiones para definir programas que ejecutan los diferentes sectores del gobierno y no como ordenamientos territoriales. Sin embargo, se hace énfasis en la importancia que tienen estas áreas como coadyuvantes y marco de referencia para la conservación de ecosistemas por lo que, aunque se cuenta con poca información específica sobre la Región Hidrológica Prioritaria Numero 105 y se carece de políticas de conservación dentro de la zonificación geográfica de esta, durante el desarrollo de las actividades del proyecto se pretende mejorar las condiciones ambientales del predio en cuanto a servicios ambientales y calidad visual se refiere. Con las actividades del proyecto se pretende contribuir a disminuir algunas de las problemáticas que enmarcan a esta RHP, así como promover acciones de conservación como son:

- Establecer en el nuevo sistema acuático un funcionamiento estuarino con flujo y reflujo mareal y drenaje al mar en época de lluvias, con rangos de salinidad apropiados para el desarrollo del ecosistema de manglar tipo borde.
- Incrementar la estructura física del mangle rojo del tipo fisonómico matorral y mejorar su productividad forestal dentro de la cuenca de evaporación, asociándolo a un sistema acuático integrado estero-canales con funcionamiento estuarino.
- Transformar una porción del mangle rojo del tipo fisonómico matorral, en canales con funcionamiento estuarino natural y litorales de mangle rojo del tipo fisonómico borde, creando,

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL "PROYECTO DE MEJORA HIDRO-ECOLÓGICA DEL ESTERO LAS GARZAS", SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.

como nuevo componente de la cuenca de evaporación, un ecosistema acuático con posibilidad de flujo y reflujo marea y drenaje permanente

- Incrementar la biodiversidad y densidad de ictiofauna y otros organismos acuáticos como de reptiles, mamíferos y en particular la avifauna tanto local como migratoria

Es decir, el proyecto en cuestión fungirá como una herramienta de importancia para mejorar las condiciones ambientales e incrementar los atractivos naturales del sitio. Por lo anterior se concluye que las actividades del proyecto se adhieren a las prácticas de conservación para el mejoramiento ambiental a una escala local y su naturaleza se enmarca en la restauración ecológica por lo que se considera compatible con las recomendaciones de conservación citadas para la RHP 105.

III.2.7.3. Región Marina Prioritaria (RMP).

Las RMP se desarrollan dentro de un marco de referencia para contribuir a la planificación, conservación y manejo sustentable de los ambientes marinos en México incluyendo zonas oceánicas, islas, lagunas, costas, arrecifes, manglares, marismas, bahías, caletas, dunas y playas, que considere los sitios de mayor biodiversidad y los de uso actual y potencial en el país.

Problemática

- ✓ Modificación del entorno: por tala de manglar, relleno de áreas inundables (pérdida de permeabilidad de la barra), remoción de pastos marinos, construcción sobre bocas, modificación de barreras naturales. Daño al ambiente por embarcaciones pesqueras, mercantes y turísticas. Existe deforestación (menor retención de agua) e impactos humanos (Cancún y otros desarrollos turísticos). Blanqueamiento de corales.
- ✓ Contaminación: por descargas urbanas y falta de condiciones de salubridad.
- ✓ Uso de recursos: presión sobre peces (boquinete) y langostas. Pesca ilegal en la laguna Chakmochuk; campamentos irregulares en el área continental del Municipio de Isla Mujeres.
- ✓ Especies introducidas de *Cassuarina spp* y *Columbrina spp*.

La zona del proyecto se encuentra en la Región Marina Prioritaria denominada Punta Maroma-Punta Nizuc, cuyas características se muestran a continuación:

Tabla III. 15. Ficha descriptiva RMP 65.

| | |
|-----------------------------|--|
| Extensión: | 1 005 km ² |
| Polígono: | Latitud. 21°11'24" a 20°32'24" Longitud. 87°7'48" a 86°40'12" |
| Clima: | Cálido subhúmedo con lluvias en otoño. Temperatura media anual 22-26°C. Ocurren tormentas tropicales, huracanes, nortes |
| Geología: | Placa de Norteamérica, rocas sedimentarias, plataforma amplia. |
| Descripción: | Arrecifes, lagunas, playas, dunas costeras, estuarios. |
| Oceanografía: | Predomina la corriente de Yucatán. Oleaje variable. Aporte de agua dulce por lagunas. Hay giros y contracorriente. |
| Biodiversidad: | Moluscos, poliquetos, equinodermos, crustáceos, esponjas, corales, artrópodos, tortugas, peces, aves, mamíferos marinos, manglares, selva baja inundable. Zona de reproducción de tortugas y merostomados |
| Aspectos económicos: | Zona de poca pesca organizada en cooperativas y libres. Se explotan crustáceos y peces. Crianza de peces en la laguna Nichupté. Turismo de alto impacto, ecoturismo y buceo. Hay porcicultura en Puerto Morelos, Quintana Roo |
| Problemática: | <ul style="list-style-type: none"> • Modificación del entorno: por tala de manglar, relleno de áreas inundables (pérdida de permeabilidad de la barra), remoción de pastos marinos, construcción sobre bocas, modificación de barreras naturales. Daño al ambiente por embarcaciones pesqueras, mercantes y turísticas. Existe deforestación (menor retención de agua) e impactos humanos (Cancún y otros desarrollos turísticos). Blanqueamiento de corales. • Contaminación: por descargas urbanas y falta de condiciones de salubridad. • Uso de recursos: presión sobre peces (boquinete) y langostas. Pesca ilegal en la laguna Chakmochuk; campamentos irregulares en el área continental del Municipio de Isla Mujeres. • Especies introducidas de <i>Cassuarina spp</i> y <i>Columbrina spp</i>. |
| Conservación: | Ya están protegidos los arrecifes de Puerto Morelos; se recomienda dar impulso a su plan de manejo y a su bonificación. La laguna de Nichupté debería estar sujeta a normas de uso y protección. |

Fuente: BIOTA y SICA, 2018.

VINCULACIÓN.

A manera de análisis y con base en la información presentada anteriormente, se puede decir que la regionalización establecida por la CONABIO correspondiente a las Regiones Marinas Prioritarias (RMP) es una herramienta y apoyo a las actividades de conservación por lo que se hace énfasis en la importancia de estas y aunque se cuenta con poca información específica sobre la región marina prioritaria N°63 y se carece de políticas de conservación dentro de la zonificación geográfica de esta, durante el desarrollo de las actividades del proyecto se pretende mejorar las condiciones ambientales del predio en cuanto a servicios ambientales y calidad visual se refiere. La mejora hidro-ecológica que se propone a partir de la situación actual tendría los siguientes objetivos ambientales específicos:

Ecológicos:

- Revertir el proceso de deterioro por salinización en la planicie de inundación
- Crear manglar de borde los litorales de canales artificiales
- Diversificar y crear nuevos bienes y servicios en el ecosistema de manglar
- Mejorar el manglar la estructura del matorral remanente

Hidrológicos:

- Crear la conectividad para tener hidroperiodo mareal permanente
- Crear un aporte dulceacuícola permanente
- Reducir el efecto de la evaporación

Topográficos:

- Crear una nueva congruencia microtopográfica.

Por lo anterior y debido a la naturaleza del proyecto, se puede decir que las acciones de mejora hidro ecológica dentro del proyecto contribuirán de manera significativa a aminorar las problemáticas ambientales que presenta la RMP como son:

- Relleno de áreas inundables.
- Construcción sobre bocas.
- Pesca ilegal en la laguna.
- Especies introducidas.

Además, es importante destacar que siempre será tan importante rehabilitar funciones ecológicas críticas o crear nuevas, como puede ser el aumento de la biodiversidad del ecosistema de manglar o de su resiliencia ante tormentas tropicales y huracanes; como mejorar en la estructura forestal del manglar y que ambos fines son perfectamente compatibles y vinculatorios.

III.2.7.4. Área de Importancia Ecológica para la Conservación de las Aves (AICA).

Las AICAS son regiones denominadas por CONABIO que denotan la importancia de las regiones dada la diversidad avifaunística de la zona. Según la regionalización realizada por la Comisión Nacional para el Uso y Conocimiento de Biodiversidad (CONABIO), existen varias áreas de importancia para la conservación de las aves cercanas al sitio del Proyecto. Las AICA cercanas se encuentra la Isla de Cozumel al este y el Corredor Central Vallarta-Punta Laguna al norte-noreste. Sin embargo, el proyecto no cruza zonas de atención prioritaria por la CONABIO como se demuestra más adelante en la Imagen correspondiente.

III.2.7.5. Sitios RAMSAR.

El Convenio de Ramsar, o Convención relativa a los Humedales de Importancia Internacional especialmente como Hábitat de Aves Acuáticas, fue firmado en la ciudad de Ramsar, Irán, el 2 de febrero de 1971 y entró en vigor en 1975. Actualmente (octubre de 2009) cuenta con 159 Partes Contratantes (Estados miembros) en todo el mundo dentro de los que se incluye a México. Entre los compromisos de las Partes Contratantes, se encuentra el "incluir las cuestiones referidas a los humedales en la planificación del uso del suelo a nivel nacional, de manera que se promueva el uso racional de todos los humedales". Los sitios RAMSAR no tienen que ser necesariamente áreas protegidas ya que son lineamientos de política ambiental a los que se someterá la autoridad evaluadora competente. RAMSAR permite un aprovechamiento sustentable de los humedales al indicar el "uso racional", sin embargo, deberán mantenerse las condiciones ecológicas de los mismos, desde un punto de vista ecosistémico. El sitio del proyecto se encuentra fuera de cualquier sitio RAMSAR sin embargo el proyecto tomara en cuenta la sustentabilidad recomendada por la convención.

III.2.7.6. Sitios Prioritarios de Manglar.

En 2005 la CONABIO inició diversas acciones para conocer con mayor precisión la distribución de los manglares en México, usando datos de sensores remotos como línea base para conformar el componente espacial del sistema de monitoreo de este ecosistema.

Entre el año 2008 y 2013 se da seguimiento a la propuesta del proyecto de manglares con el objetivo general del trabajo es desarrollar un programa de monitoreo sistematizado de los manglares de México a largo plazo a través de indicadores ambientales, para determinar las condiciones de la vegetación y los principales agentes de transformación de los manglares del país, a través de técnicas de percepción remota y trabajo in situ, que sirva para identificar oportunamente sitios de conservación, manejo o rehabilitación de este hábitat. Se obtienen 81 sitios de manglar identificados, 10 corresponden a la región del Pacífico norte, 6 al Pacífico centro, 13 al Pacífico sur, 27 al Golfo de México y 25 a Península de Yucatán. Aunque el predio no se ubique dentro de los Sitios Prioritarios de Manglar, por la presencia de humedales se recomienda realizar las medidas necesarias para el desarrollo sustentable del proyecto.

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL “PROYECTO DE MEJORA HIDRO-ECOLÓGICA DEL ESTERO LAS GARZAS”, SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.

Imagen III. 8. Región Terrestre Prioritaria.

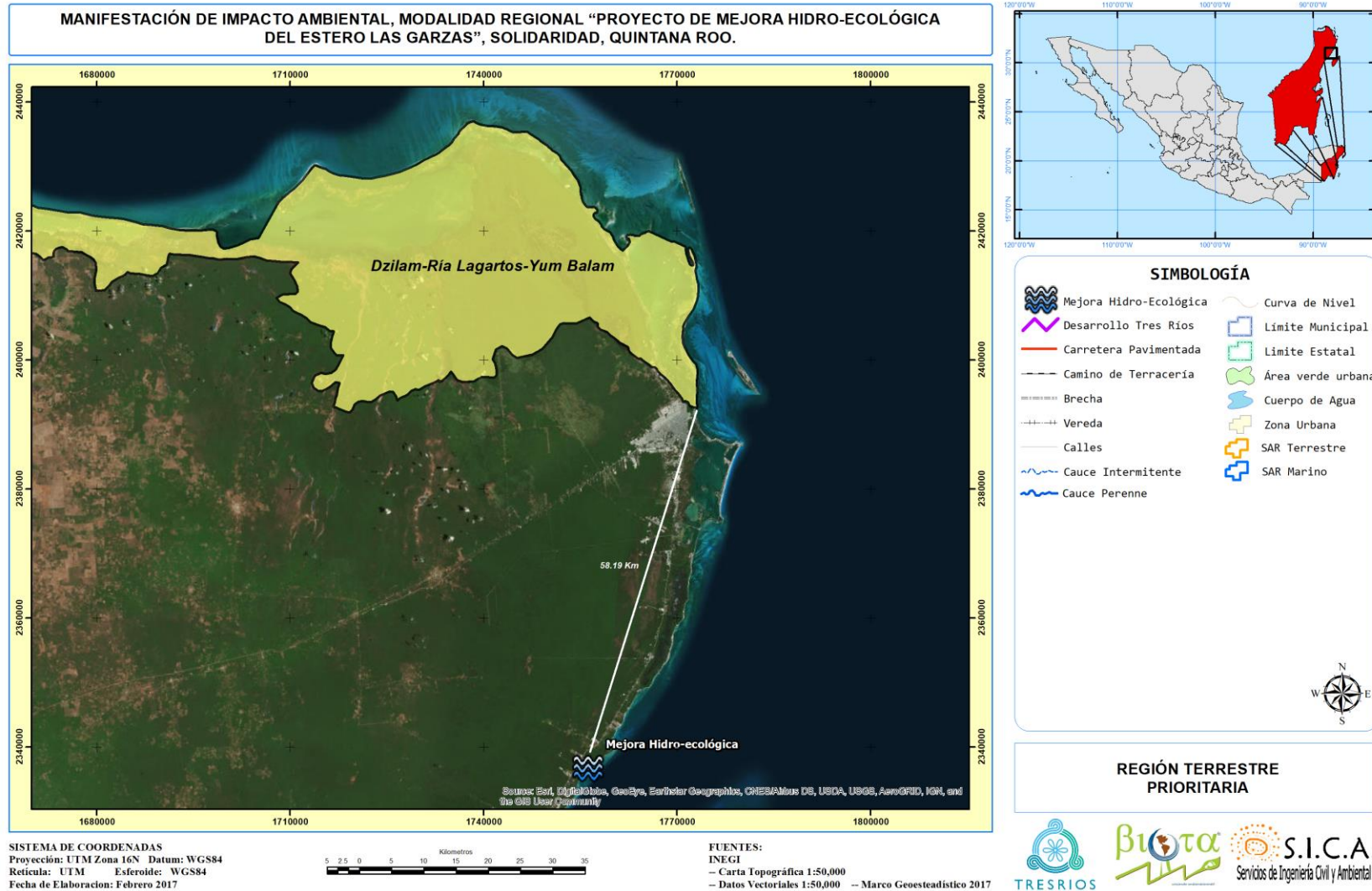
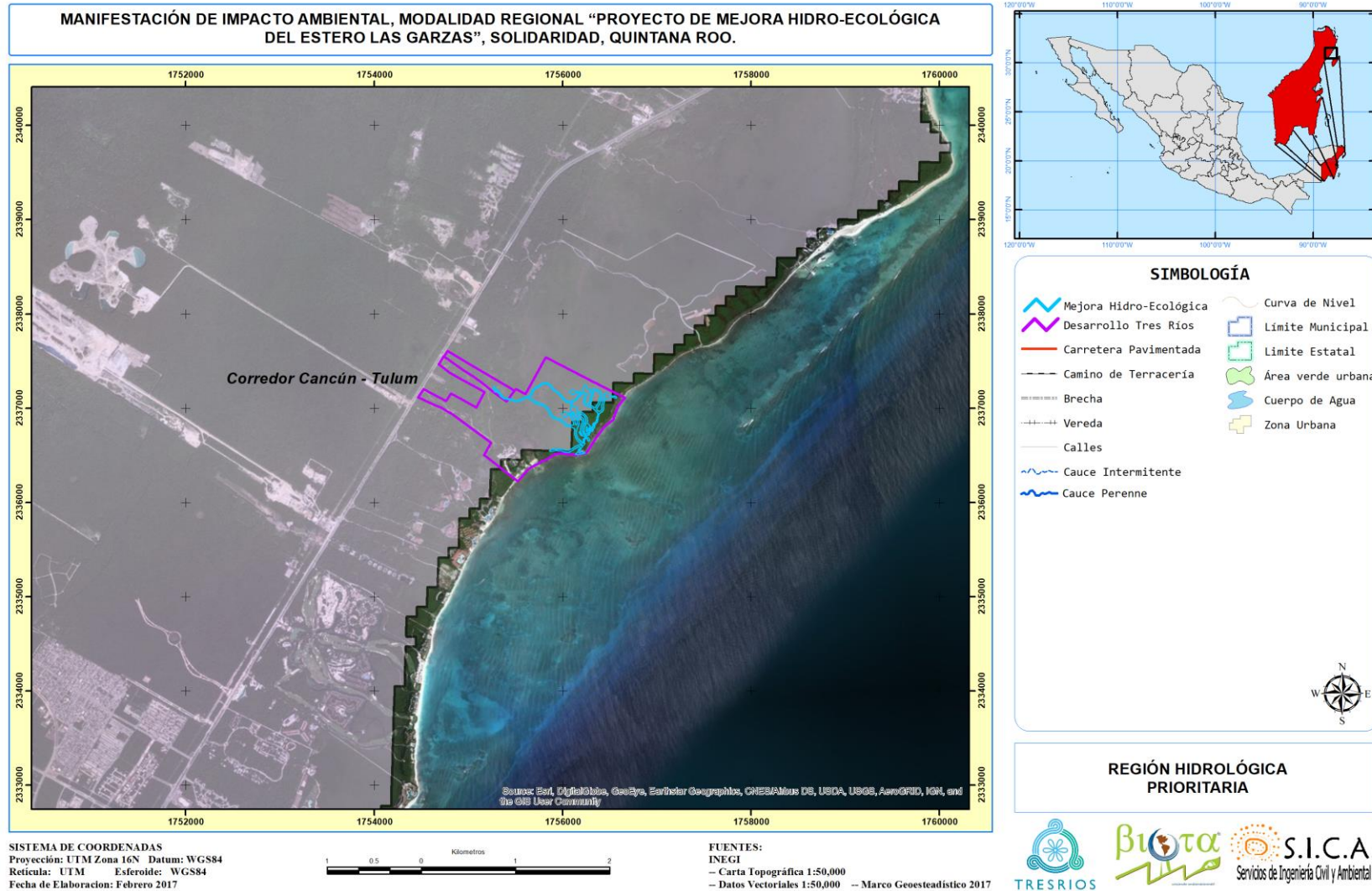
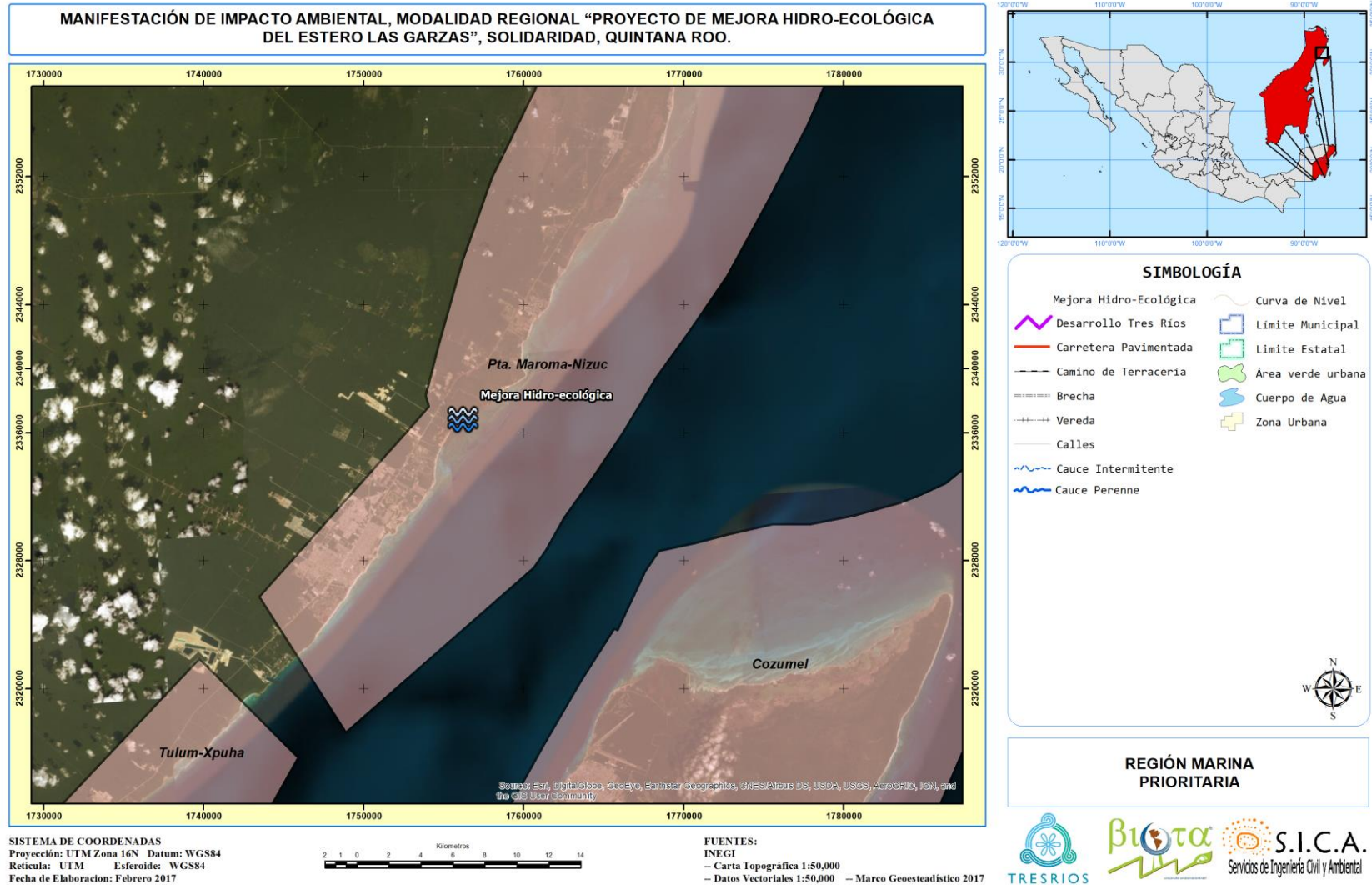


Imagen III. 9. Regiones Hidrológicas Prioritarias.



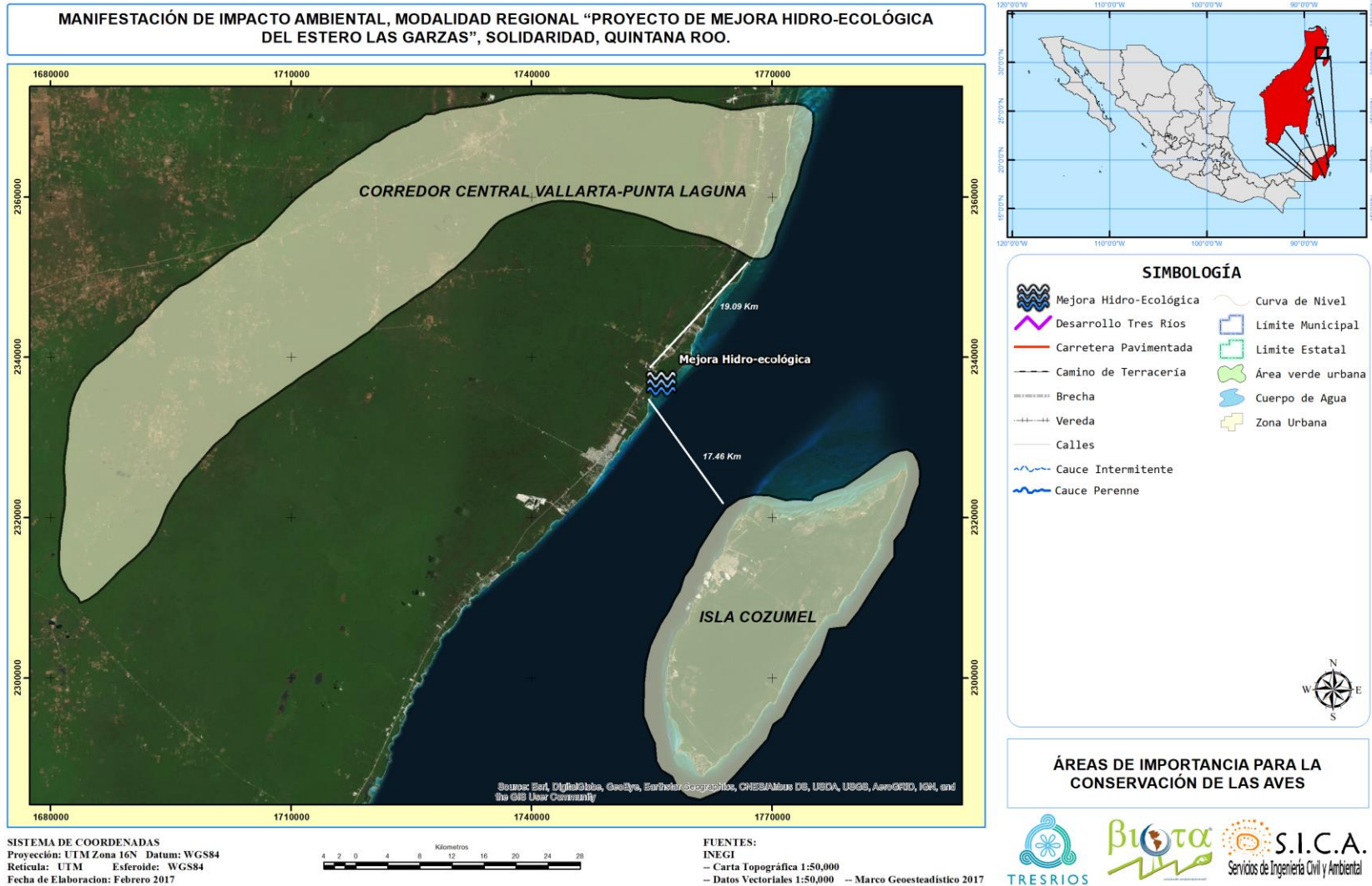
Fuente: BIOTA y SICA, 2018.

Imagen III. 10. Regiones Marinas Prioritarias.



Fuente: BIOTA y SICA, 2018.

Imagen III. 11. Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves.



Fuente: BIOTA y SICA, 2018.

Imagen III. 12. Sitios Ramsar.

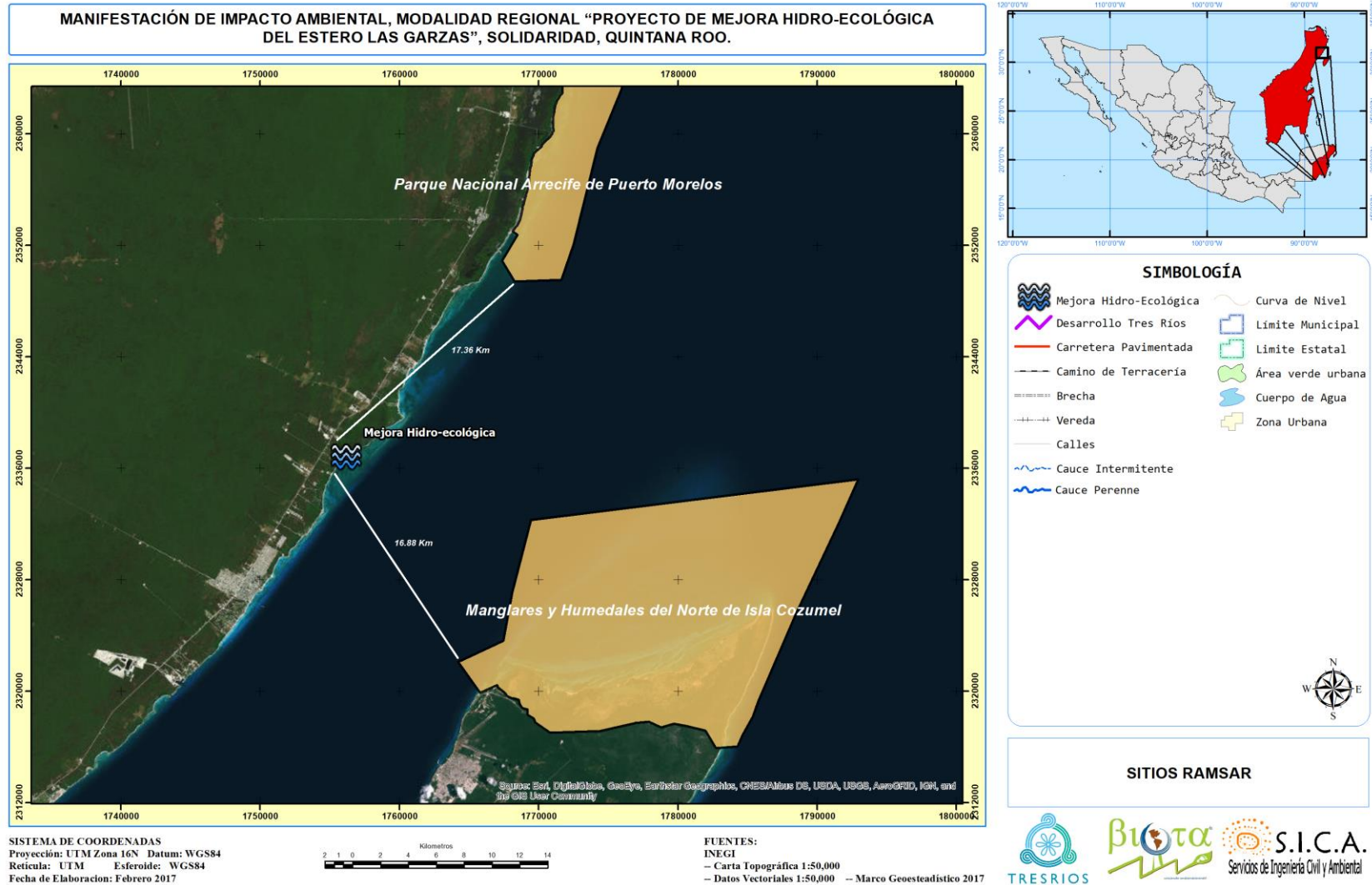
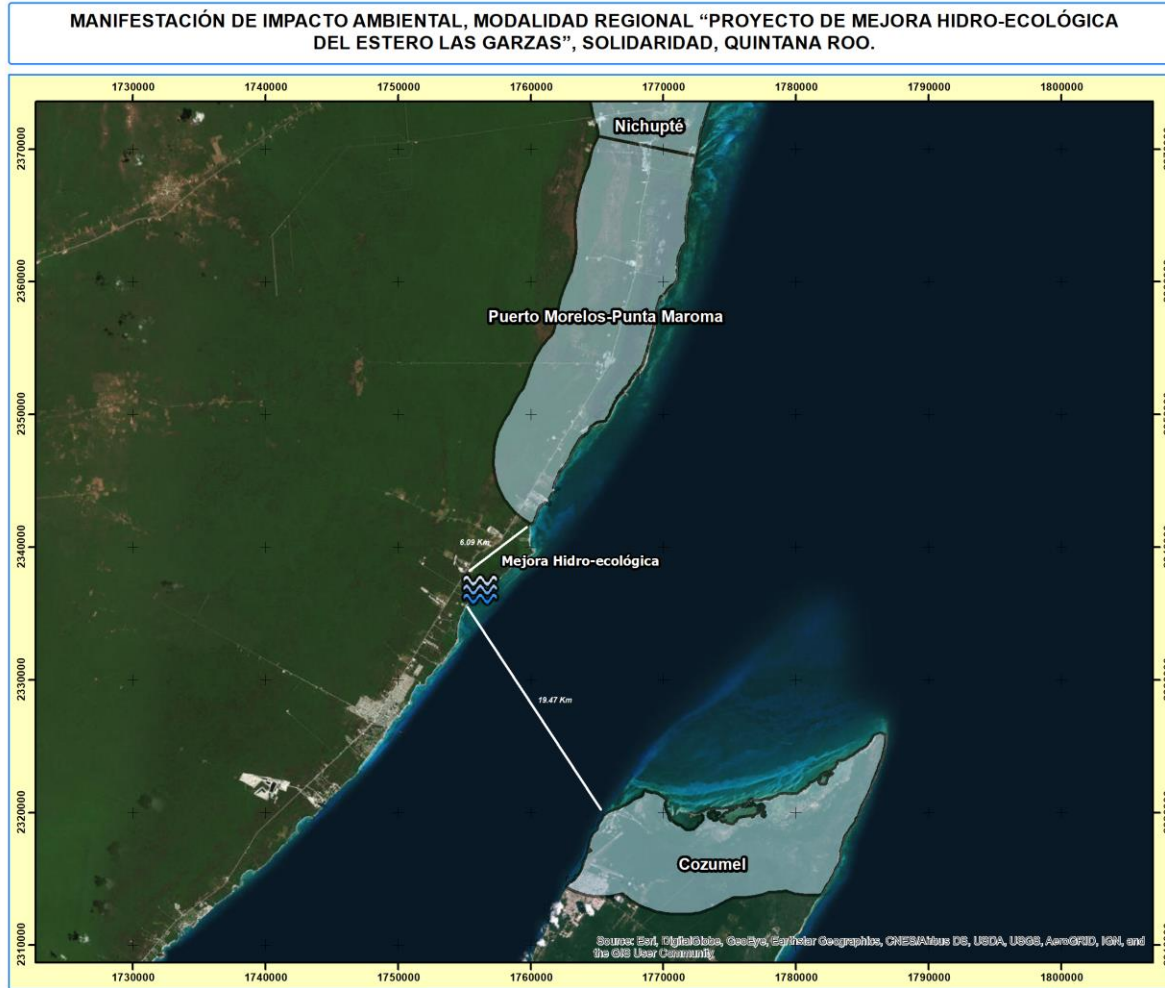


Imagen III. 13. Sitios Prioritarios de Manglar.



SISTEMA DE COORDENADAS
 Proyección: UTM Zona 16N Datum: WGS84
 Reticula: UTM Esferoide: WGS84
 Fecha de Elaboración: Febrero 2017



FUENTES:
 INEGI
 - Carta Topográfica 1:50,000
 - Datos Vectoriales 1:50,000 -- Marco Geostadístico 2017



SIMBOLOGÍA

| | |
|------------------------|-------------------|
| Mejora Hidro-Ecológica | Curva de Nivel |
| Desarrollo Tres Ríos | Límite Municipal |
| Carretera Pavimentada | Límite Estatal |
| Camino de Terracería | Área verde urbana |
| Brecha | Cuerpo de Agua |
| Vereda | Zona Urbana |
| Calles | SAR Terrestre |
| Cauce Intermitente | SAR Marino |
| Cauce Perenne | |

N
E
S
W

SITIOS PRIORITARIOS DE MANGLAR

III.3 Cumplimiento de Leyes, Reglamentos o Normas de los Tres Niveles de Gobierno.

El sistema jurídico mexicano está conformado por la Constitución Política, Leyes de corte Federal y Estatal y sus Reglamentos, diversos Códigos de los que se desprenden permisos, licencias y autorizaciones, además de Normas Oficiales Mexicanas que establecen parámetros, límites máximos permisibles y procedimientos, así como por Normas Mexicanas mediante las cuales se determinan métodos y pautas de regularización y control de actividades y/o rubros (agua, aire, contaminación, residuos, vida silvestre, exploración, etc.) estratégicos de interés. En materia de uso de suelo, el artículo 27 Constitucional establece que la Nación tendrá en todo tiempo derecho de dictar las medidas necesarias para ordenar los asentamientos humanos y establecer adecuadas provisiones, usos, reservas, y destinos de tierras, a efecto de ejecutar obras públicas y de planear y regular la fundación, conservación, mejoramiento y crecimiento de los centros de población; para preservar y restaurar el equilibrio ecológico. Por lo anterior, para la elaboración del presente capítulo se han revisado los documentos relativos a las Leyes y Reglamentos, Federales y Estatales, en materia de impacto ambiental, equilibrio ecológico y protección al ambiente, así como los planes federales estatal y municipal de desarrollo urbano y demás instrumentos de política ambiental aplicables o de interés para la región de estudio. El proyecto se encuentra regulado ambiental y territorialmente por diversas legislaciones y ordenamientos, los principales que se vinculan con el desarrollo del proyecto son:

- La Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección del Ambiente.
- Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación de Impacto Ambiental.
- Reglamento de la Ley General Del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Prevención y Control de la Contaminación de la Atmósfera.
- Reglamento para la Protección del Ambiente contra la Contaminación originada por la Emisión de Ruido.
- Ley General de Vida Silvestre
- Ley de Aguas Nacionales
- Reglamento de la Ley de Aguas Nacionales.
- Ley General de Protección Civil.
- Reglamento para el Transporte Terrestre de Materiales y Residuos Peligrosos.
- Ley General para la Preservación y Gestión de los Residuos.
- Reglamento de la Ley General para la Preservación y Gestión de los Residuos.
- Ley General de Cambio Climático

III.3.1. Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente.

Esta Ley fue publicada en el Diario Oficial de la Federación el 28 de enero 1988. Esta Ley y su Reglamento, mencionan que el uso de suelo deberá ser compatible con su vocación natural y que al hacer uso de él no se altere el equilibrio de los ecosistemas. En este caso el proyecto se inclinará hacia el aprovechamiento de los recursos naturales que serán removidos, haciéndolo con respeto a su capacidad productiva, evitando actividades y prácticas que propicien daños al medio ambiente, modificación substancial a largo plazo del ecosistema. Así mismo, se hace referencia a que cuando un proyecto genere algún daño al ecosistema, se deberán introducir tecnologías y actividades suficientes que ayuden a revertir y/o mitigar los impactos ocasionados por dicha actividad. Los Artículos de la LGEEPA aplicables para el desarrollo del proyecto son: 15, 28, 29, 30, 79 y 113:

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL "PROYECTO DE MEJORA HIDRO-ECOLÓGICA DEL ESTERO LAS GARZAS", SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.

- ✓ **Artículo 15.** Quien realice obras o actividades que afecten o dañen el ambiente, estará obligado a prevenir, minimizar, o reparar los daños que acuse, así como asumir los costos que dicha alteración involucre.

VINCULACIÓN

El cumplimiento de este artículo, se contemplarán en la Evaluación de Impacto Ambiental diversas actividades y/o medidas para la prevención y mitigación de los posibles impactos negativos que pudiera ocasionar el proyecto, aunque es de señalarse que el proyecto es una medida que coadyuvará al entorno protegiendo al Manglar y el ecosistema que en él se desarrolla.

- ✓ **Artículo 28.** La evaluación del impacto ambiental es el procedimiento a través del cual la Secretaría establece las condiciones a que se sujetará la realización de obras y actividades que puedan causar desequilibrio ecológico o rebasar los límites y condiciones 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 medio ambiente. Para ello, en los casos en que determine el Reglamento que al efecto se expida, quienes pretendan llevar a cabo, alguna de las siguientes obras o actividades, requerirán previamente la autorización en materia de impacto ambiental de la Secretaría:

X.- Obras y actividades en humedales, manglares, lagunas, ríos, lagos y esteros conectados con el mar, así como en sus litorales o zonas federales;

VINCULACIÓN.

El proyecto de la Manifestación de Impacto Ambiental, Modalidad Regional "Proyecto Mejora Hidro-Ecológica del Estero las Garzas", se somete al procedimiento de evaluación del impacto ambiental, por tratarse de actividades en humedales y manglares.

- ✓ **Artículo 29.-** Los efectos negativos que sobre el ambiente, los recursos naturales, la flora y la fauna silvestre y demás recursos a que se refiere esta Ley, pudieran causar las obras o actividades de competencia federal que no requieran someterse al procedimiento de evaluación de impacto ambiental a que se refiere la presente sección, estarán sujetas en lo conducente a las disposiciones de la misma, sus reglamentos, las normas oficiales mexicanas en materia ambiental, la legislación sobre recursos naturales que resulte aplicable, así como a través de los permisos, licencias, autorizaciones y concesiones que conforme a dicha normatividad se requiera.

VINCULACIÓN.

Se acatarán las disposiciones que apliquen al desarrollo del presente proyecto.

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

VINCULACIÓN.

Se presenta la Manifestación de Impacto Ambiental, Modalidad Regional "Proyecto Mejora Hidro-Ecológica del Estero las Garzas", la cual contempla la información necesaria, a fin de dar cumplimiento a lo establecido en el Artículo 30.

**MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL
"PROYECTO DE MEJORA HIDRO-ECOLÓGICA DEL ESTERO LAS GARZAS",
SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.**

- ✓ **Artículo 79.** Para la preservación y aprovechamiento sustentable de la flora y fauna silvestre, se considerarán los siguientes criterios:
 - I.- La preservación y conservación de la biodiversidad y del hábitat natural de las especies de flora y fauna que se encuentran en el territorio nacional y en las zonas donde la nación ejerce su soberanía y jurisdicción; ...
 - III.- La preservación de las especies endémicas, amenazadas, en peligro de extinción o sujetas a protección especial;

VINCULACIÓN.

El promovente contempla previamente presentar ante la autoridad ambiental aplicable (DGIRA), las acciones de protección y conservación de flora y fauna, a través de los programas de acciones de protección y rescate y reubicación de flora y fauna planteados en la presente MIA y a los que estará condicionado el proyecto. Por consiguiente, el proyecto no contraviene el presente criterio.

- ✓ **Artículo 113.** No deberán emitirse contaminantes a la atmósfera que ocasionen o puedan ocasionar desequilibrios ecológicos o daños al ambiente. En todas las emisiones a la atmósfera, deberán ser observadas las previsiones de esta Ley y de las disposiciones reglamentarias que de ella emanen, así como las normas oficiales mexicanas expedidas por la Secretaría.

VINCULACIÓN.

Las emisiones a la atmósfera que generará el proyecto serán generadas principalmente durante la etapa de construcción, provenientes de los vehículos y maquinaria; estas emisiones se ajustarán a cumplir con lo establecido en las normas aplicables.

III.3.2. Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación de Impacto Ambiental.

Este Reglamento se Publicó en el Diario Oficial de la Federación el 30 de mayo de 2000, se retoman los términos bajo los cuales se particularizan las formalidades para presentar el estudio de impacto ambiental puntualizados en la LGEEPA. El proyecto se vincula con los siguientes artículos del Reglamento en materia de Impacto Ambiental de la LGEEPA.

- ✓ **Artículo 5.** Quienes pretendan llevar a cabo, alguna de las siguientes obras o actividades, requerirán previamente la autorización de la Secretaría en materia de impacto ambiental.

R) OBRAS Y ACTIVIDADES EN HUMEDALES, MANGLARES, LAGUNAS, RÍOS, LAGOS Y ESTEROS CONECTADOS CON EL MAR, ASÍ COMO EN SUS LITORALES O ZONAS FEDERALES:

I. Cualquier tipo de obra civil, con excepción de la construcción de viviendas unifamiliares para las comunidades asentadas en estos ecosistemas, y II. Cualquier actividad que tenga fines u objetivos comerciales, con excepción de las actividades pesqueras que no se encuentran previstas en la fracción XII del artículo 28 de la Ley, y que de acuerdo con la Ley General de Pesca y Acuicultura Sustentables y su reglamento no requieren de la presentación de una manifestación de impacto ambiental, así como de las de navegación, autoconsumo o subsistencia de las comunidades asentadas en estos ecosistemas.

VINCULACIÓN

Derivado de que el proyecto se refiere al desarrollo de canales que incluye diversas actividades estipuladas en este artículo, se requiere previamente la autorización de la Secretaría en Materia de Impacto Ambiental.

- ✓ **Artículo 9.** Los promoventes deberán presentar 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 respecto de la que se solicita autorización.

La información que contenga la manifestación de impacto ambiental deberá referirse a circunstancias ambientales relevantes vinculadas con la realización del proyecto.

VINCULACIÓN

Se presenta la Manifestación de Impacto Ambiental en su Modalidad Regional, misma que incluye la información ambiental relevante relacionada con el proyecto, para exponer los factores ambientales susceptibles de ser afectados y las respectivas medidas de mitigación que deberán ejecutarse a fin de minimizar de la mejor forma los efectos adversos atribuibles al proyecto.

- ✓ **Artículo 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.

En los demás casos, la manifestación deberá presentarse en la modalidad particular.

VINCULACIÓN.

Se presenta la Manifestación de Impacto Ambiental en su Modalidad Regional debido a que el proyecto cumple con los requerimientos citados en el presente artículo para presentar esta modalidad, específicamente con lo comprendido en el párrafo III, ya que se considera parte de un conjunto de proyectos de obras y

**MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL
"PROYECTO DE MEJORA HIDRO-ECOLÓGICA DEL ESTERO LAS GARZAS",
SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.**

actividades que se pretenden realizar en una región ecológica con ecosistemas de alta importancia para la biodiversidad.

- ✓ **Artículo 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, y
 - III. Una copia sellada de la constancia del pago de derechos correspondientes.
 - IV. Cuando se trate de actividades altamente riesgosas en los términos de la Ley, deberá incluirse un estudio de Riesgo

VINCULACIÓN

Se presentan los considerandos en los párrafos I, II y III.

III.3.3. Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Prevención y Control de la Contaminación de la Atmósfera.

Este Reglamento fue Publicado en el Diario Oficial de la Federación el 25 de noviembre de 1988 y complementa las disposiciones del artículo 113 de la LGEEPA; configura aspectos tendientes a la prevención y control de la contaminación mediante medidas que incidan en la reducción de emisiones y partículas contaminantes a la atmósfera. Resulta relevante practicar un ejercicio de correlación con el Proyecto debido a que en todas las etapas del Proyecto se emitirán, en mayor o menor medida, emisiones contaminantes a la atmósfera.

- ✓ **Artículo 10.-** Serán responsables del cumplimiento de las disposiciones del Reglamento y de las normas técnicas ecológicas que de él se deriven, las personas físicas o morales, públicas o privadas, que pretendan realizar o que realicen obras o actividades por las que se emitan a la atmósfera olores, gases o partículas sólidas o líquidas.

VINCULACIÓN

El proyecto producirá estas emisiones, por lo que se cumplirán las disposiciones dictadas para tal fin.

- ✓ **Artículo 13.-** Para la protección a la atmósfera se considerarán los siguientes criterios:

II.- Las emisiones de contaminantes a la atmósfera, sean de fuentes artificiales o naturales, fijas o móviles, deben ser reducidas o controladas, para asegurar una calidad del aire satisfactoria para el bienestar de la población y el equilibrio ecológico.

VINCULACIÓN

El proyecto producirá estas emisiones, por lo que se cumplirán las disposiciones dictadas para tal fin.

Artículo 28.- Las emisiones de olores, gases, así como de partículas sólidas y líquidas a la atmósfera que se generen por fuentes móviles, no deberán exceder los niveles máximos permisibles de emisión que se establezcan en las normas técnicas ecológicas que expida la Secretaría en coordinación con la Secretaría de Comercio y Fomento Industrial y de Energía, Minas e Industria Paraestatal, tomando en cuenta los valores de concentración máxima permisible para el ser humano de contaminantes en el ambiente determinados por la Secretaría de Salud.

VINCULACIÓN

El proyecto producirá estas emisiones, por lo que se cumplirán las disposiciones dictadas para tal fin.

III.3.4. Reglamento para la Protección del Ambiente contra la Contaminación Originada por la Emisión de Ruido.

El Reglamento para la Protección del Ambiente contra la Contaminación originada por la Emisión de Ruido, publicado en el Diario Oficial de la Federación el día 6 de diciembre de 1982, en él se establecen los límites máximos permisibles de emisión de ruido proveniente de fuentes fijas y móviles. Asimismo, dispone las medidas necesarias para mitigar el ruido, así como los estudios y métodos de realización para determinar los niveles de ruido. Este Reglamento resulta aplicable al Proyecto, en tanto que durante todas sus fases se emitirá ruido, no obstante, es prudente señalar que la ubicación del Proyecto en un contexto preponderantemente suburbano lejano de los asentamientos humanos limita las molestias generadas por esta fuente. Las disposiciones a considerar de este Reglamento son:

- ✓ **Artículo 11.-** El nivel de emisión de ruido máximo permisible en fuentes fijas es de 68 dB (A) de las seis a las veintidós horas, y de 65 dB de las veintidós a las seis horas. Estos niveles se medirán en forma continua o semicontinua en las colindancias del predio, durante un lapso no menor de quince minutos, conforme a las normas correspondientes.

El grado de molestia producido por la emisión de ruido máximo permisible será de 5 en una escala Likert modificada de 7 grados. Este grado de molestia será evaluado en un inverso estadístico representativo conforme a las normas correspondientes

VINCULACIÓN

Durante el desarrollo del proyecto en sus diversas etapas se cumplirá lo establecido en este apartado, cuidando de no rebasar los límites y cumpliendo los horarios.

- ✓ **Artículo 15.-** Los establecimientos industriales, comerciales, de servicio público y en general toda edificación, deberán construirse de tal forma que permitan un aislamiento acústico suficientes para que el ruido generado en su interior no rebase los niveles permitidos en el Artículo 11 de este Reglamento, al trascender a las construcciones adyacentes, a los predios colindantes o a la vía pública, lo anterior sin perjuicio de las facultades que competen al Departamento del Distrito Federal.

En caso de que técnicamente no sea posible conseguir este aislamiento acústico, dichas construcciones deberán localizarse dentro del predio, de tal forma que la dispersión acústica cumpla con lo dispuesto en el citado Artículo.

VINCULACIÓN

Las instalaciones cumplirán con este lineamiento.

- ✓ **Artículo 29.-** Para efectos de prevenir y controlar la contaminación ambiental originada por la emisión de ruido, ocasionada por automóviles, camiones, autobuses, tractocamiones y similares, se establecen los siguientes niveles permisibles expresados en dB (A).

VINCULACIÓN

Se cumplirá con lo establecido en esta tabla:

Tabla III. 16. Niveles máximos permisibles de ruido.

| PESO BRUTO VEHICULAR. | HASTA 3,000 KG. | MAS DE 3,000 KG Y HASTA 10,000 KG. | MAS DE 10,000 KG. |
|--------------------------------|-----------------|------------------------------------|-------------------|
| Nivel Máximo Permisible dB (A) | 79 | 81 | 84 |

Fuente: BIOTA y SICA, 2018.

Los valores anteriores serán medidos a 15 m de distancia de la fuente por el método dinámico de conformidad con la norma correspondiente.

III.3.5. Ley General de Vida Silvestre.

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

Los propietarios o legítimos poseedores de los predios en donde se distribuye la vida silvestre tendrán derechos de aprovechamiento sustentable sobre sus ejemplares, partes y derivados en los términos prescritos en la presente Ley y demás disposiciones aplicables. Los derechos sobre los recursos genéticos estarán sujetos a los tratados internacionales y a las disposiciones sobre la materia.

VINCULACIÓN.

La naturaleza del proyecto se enmarca en las actividades consideradas como de restauración o rehabilitación, por lo que con la implementación de este se busca:

- Aumentar la cantidad, extensión y diversidad de los nichos y hábitats acuáticos y litorales del estero actual y que queden disponibles para la colonización, ocupación o utilización temporal o permanente por fauna acuática, anfibia, terrestre y aérea, mediante la creación en la cuenca de evaporación de un nuevo ecosistema acuático integrado estero-canales de canales con funcionamiento natural estuarino.
- Incrementar la biodiversidad y densidad de ictiofauna y otros organismos acuáticos como de reptiles, mamíferos y en particular la avifauna tanto local como migratoria.
- Aumentar la biodiversidad de la cuenca de evaporación mediante la creación de un sistema de canales con funcionamiento estuarino.

Por lo anterior se considera que el proyecto no contraviene en ningún sentido lo establecido en el artículo 4 de esta ley y que por el contrario podrá fungir como un coadyuvante para proteger e incrementar la vida silvestre en el sitio.

- ✓ **ARTÍCULO 60 TER.** Queda prohibida la remoción, relleno, transplante, poda, o cualquier obra o actividad que afecte la integralidad del flujo hidrológico del manglar; del ecosistema y su zona de influencia; de su productividad natural; de la capacidad de carga natural del ecosistema para los proyectos turísticos; de las zonas de anidación, reproducción, refugio, alimentación y alevinaje; o bien de las interacciones entre el manglar, los ríos, la duna, la zona marítima adyacente y los corales, o que provoque cambios en las características y servicios ecológicos.

Se exceptuarán de la prohibición a que se refiere el párrafo anterior las obras o actividades que tengan por objeto proteger, restaurar, investigar o conservar las áreas de manglar.

VINCULACIÓN

La propuesta de mejora hidro-ecológica plantea restaurar la integralidad de un flujo hidrológico regular agua-manglar, mediante la implementación de un sistema acuático que elimine los obstáculos topográficos, permita el drenaje, evite el anegamiento, aminore la evaporación y reduzca la desecación por efecto natural de un hidro-periodo con mezcla de agua dulce y marina dentro de la cuenca, lo cual conjuntamente revierta el proceso de salinización del agua intersticial y del suelo; reduzca el deterioro natural del manglar de matorral y evite su mortalidad por desecación, por lo anterior se puede decir que la naturaleza del proyecto se enmarca en las actividades consideradas como de restauración o rehabilitación por lo que el proyecto queda exento de la aplicación del artículo 60 TER de la LGVS.

III.3.6. Ley de Aguas Nacionales.

Publicada en el Diario Oficial de la Federación (DOF) el 1 de diciembre de 1992 y reformada el 29 de abril de 2004. Esta Ley determina, entre otros aspectos, las obligaciones en el uso y explotación de los recursos hídricos. Esta ley es de observancia general en todo el territorio nacional, sus disposiciones son de orden público e interés social, tiene por objeto regular la explotación, uso o aprovechamiento de dichas aguas, su distribución y control, así como la preservación de su cantidad y calidad para lograr su desarrollo integral sustentable. Sus disposiciones aplican a todas las aguas nacionales ya sean superficiales o del subsuelo. Por lo que se vincula con el proyecto de la siguiente manera:

- ✓ **ARTÍCULO 3.** Para los efectos de esta Ley se entenderá por:
 - ...XI. "Cauce de una corriente": El canal natural o artificial que tiene la capacidad necesaria para que las aguas de la creciente máxima ordinaria escurran sin derramarse. Cuando las corrientes estén sujetas a desbordamiento, se considera como cauce el canal natural, mientras no se construyan obras de encauzamiento; en los orígenes de cualquier corriente, se considera como cauce propiamente definido, cuando el escurrimiento se concentre hacia una depresión topográfica y éste forme una cárcava o canal, como resultado de la acción del agua fluyendo sobre el terreno. Para fines de aplicación de la presente Ley, la magnitud de dicha cárcava o cauce incipiente deberá ser de cuando menos de 2.0 metros de ancho por 0.75 metros de profundidad;
 - XXXVII. "Materiales Pétreos": Materiales tales como arena, grava, piedra y/o cualquier otro tipo de material utilizado en la construcción, que sea extraído de un vaso, cauce o de cualesquiera otros bienes señalados en Artículo 113 de esta Ley;
 - XX. Modificar o desviar los cauces, vasos o corrientes cuando sean propiedad nacional, sin el permiso correspondiente; cuando se dañe o destruya una obra hidráulica de propiedad nacional;

VINCULACIÓN.

El Sistema de Canales de Mejora Hidro-ecológica (SCMH) que se pretende realizar, tendrá anchos variables, con un mínimo de 12 metros, una profundidad promedio de 2 metros y una superficie de construcción total de 9.090 ha, asimismo se harán los trámites para obtener los permisos correspondientes.

- ✓ **ARTÍCULO 7.** Se declara de utilidad pública:
 - II. La protección, mejoramiento, conservación y restauración de cuencas hidrológicas, acuíferos, cauces, vasos y demás depósitos de agua de propiedad nacional, zonas de captación de fuentes de abastecimiento, zonas federales, así como la infiltración natural o artificial de aguas para reabastecer mantos acuíferos acorde con las "Normas Oficiales Mexicanas" y la derivación de las aguas de una cuenca o región hidrológica hacia otras;
- ✓ **ARTÍCULO 97.** Los usuarios de las aguas nacionales podrán realizar, por sí o por terceros, cualesquiera obras de infraestructura hidráulica que se requieran para su explotación, uso o aprovechamiento. La administración y operación de estas obras serán responsabilidad de los usuarios o de las asociaciones que formen al efecto, independientemente de la explotación, uso o aprovechamiento que se efectúe de las aguas nacionales.
- ✓ **ARTÍCULO 98.** Cuando con motivo de dichas obras se pudiera afectar el régimen hidráulico o hidrológico de los cauces o vasos propiedad nacional o de las zonas federales correspondientes, así como en los casos de perforación de pozos en zonas reglamentadas o de veda, se requerirá de permiso en los términos de los Artículos 23 y 42 de esta Ley y de sus reglamentos. Para este efecto la Autoridad competente expedirá las Normas Oficiales Mexicanas que correspondan. "La Autoridad del Agua" supervisará la construcción de las obras, y podrá en cualquier momento adoptar las medidas correctivas necesarias para garantizar el cumplimiento del permiso y de dichas normas.

VINCULACIÓN.

La propuesta de mejora hidro-ecológica plantea restaurar la integralidad de un flujo hidrológico regular agua-manglar, mediante la implementación de un sistema acuático que elimine los obstáculos topográficos, permita el drenaje, evite el anegamiento, aminore la evaporación y reduzca la desecación por efecto natural

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL "PROYECTO DE MEJORA HIDRO-ECOLÓGICA DEL ESTERO LAS GARZAS", SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.

de un hidroperíodo con mezcla de agua dulce y marina dentro de la cuenca, lo cual conjuntamente revierte el proceso de salinización del agua intersticial y del suelo; reduzca el deterioro natural del manglar de matorral y evite su mortalidad por desecación. Para la realización de este proyecto se presenta la Manifestación De Impacto Ambiental y se realizarán los trámites para obtener los permisos correspondientes.

- ✓ **ARTÍCULO 113.** La administración de los siguientes bienes nacionales queda a cargo de "la Comisión":
 - III.** Los cauces de las corrientes de aguas nacionales;
 - IV.** Las riberas o zonas federales contiguas a los cauces de las corrientes y a los vasos o depósitos de propiedad nacional, en los términos previstos por el Artículo 3 de esta Ley;
 - V.** Los terrenos de los cauces y los de los vasos de lagos, lagunas o esteros de propiedad nacional, descubiertos por causas naturales o por obras artificiales;
 - VII.** Las obras de infraestructura hidráulica financiadas por el gobierno federal, como presas, diques, vasos, canales, drenes, bordos, zanjas, acueductos, distritos o unidades de riego y demás construidas para la explotación, uso, aprovechamiento, control de inundaciones y manejo de las aguas nacionales, con los terrenos que ocupen y con las zonas de protección, en la extensión que en cada caso fije "la Comisión".

VINCULACIÓN.

La propuesta de mejora hidro-ecológica plantea restaurar la integralidad de un flujo hidrológico regular agua-manglar, y la administración permanece de acuerdo con este artículo.

- ✓ **ARTÍCULO 113 BIS.** Quedarán al cargo de "la Autoridad del Agua" los materiales pétreos localizados dentro de los cauces de las aguas nacionales y en sus bienes públicos inherentes. Será obligatorio contar con concesión para el aprovechamiento de los materiales referidos. "La Autoridad del Agua" vigilará la explotación de dichos materiales y revisará periódicamente la vigencia y cumplimiento de las concesiones otorgadas a personas físicas y morales, con carácter público o privado.

VINCULACIÓN.

En el proyecto se efectuarán dragados, los materiales resultantes serán depositados en sitios destinados expresamente y serán del conocimiento de la autoridad. No se pretende el aprovechamiento de los materiales pétreos.

- ✓ **ARTÍCULO 116.** Los terrenos ganados por medios artificiales al encauzar una corriente pasarán al dominio público de la Federación. Los terrenos descubiertos al limitar o desecar parcial o totalmente un vaso de propiedad nacional, seguirán en el dominio público de la Federación. Las obras de encauzamiento o limitación se considerarán como parte integrante de los cauces y vasos correspondientes, y de la zona federal y de la zona de protección respectivas, por lo que estarán sujetas al dominio público de la Federación.
- ✓ **ARTÍCULO 119.** "La Autoridad del Agua" sancionará conforme a lo previsto por esta Ley, las siguientes faltas:
 - XX.** Modificar o desviar los cauces, vasos o corrientes cuando sean propiedad nacional, sin el permiso correspondiente; cuando se dañe o destruya una obra hidráulica de propiedad nacional;

VINCULACIÓN.

La propuesta de mejora hidro-ecológica plantea restaurar la integralidad de un flujo hidrológico regular agua-manglar, mediante la implementación de un sistema acuático que elimine los obstáculos topográficos, permita el drenaje, evite el anegamiento, aminore la evaporación y reduzca la desecación por efecto natural de un hidroperíodo con mezcla de agua dulce y marina dentro de la cuenca, lo cual conjuntamente revierta el proceso de salinización del agua intersticial y del suelo; reduzca el deterioro natural del manglar de matorral y evite su mortalidad por desecación. Para la realización de este proyecto se presenta la Manifestación De Impacto Ambiental y se realizarán los trámites para obtener los permisos correspondientes. Así mismos se respeta lo estipulado en estos artículos.

III.3.7. Reglamento de la Ley de Aguas Nacionales.

El Reglamento de la Ley de Aguas Nacionales fue publicado en el Diario Oficial de la Federación el 12 de enero de 1994 y su última reforma es del 24 de mayo de 2011.

- ✓ **Artículo 30.**-Juntamente con la solicitud de concesión o asignación para la explotación, uso o aprovechamiento de aguas nacionales se solicitará, en su caso, el permiso de descarga de aguas residuales, el permiso para la realización de las obras que se requieran para el aprovechamiento del agua y la concesión para la explotación, uso o aprovechamiento de cauces, vasos o zonas federales a cargo de "La Comisión".

VINCULACIÓN.

La propuesta de mejora hidro-ecológica plantea restaurar la integralidad de un flujo hidrológico regular agua-manglar, mediante la implementación de un sistema acuático que elimine los obstáculos topográficos, permita el drenaje, evite el anegamiento, aminore la evaporación y reduzca la desecación por efecto natural de un hidroperíodo con mezcla de agua dulce y marina dentro de la cuenca, lo cual conjuntamente revierta el proceso de salinización del agua intersticial y del suelo; reduzca el deterioro natural del manglar de matorral y evite su mortalidad por desecación. Para la realización de este proyecto se presenta la Manifestación De Impacto Ambiental y se realizarán los trámites para obtener los permisos correspondientes.

- ✓ **Artículo 134.** Las personas físicas o morales que exploten usen o aprovechen aguas en cualquier uso o actividad, están obligadas, bajo su responsabilidad y en los términos de ley, 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.

VINCULACIÓN.

El proyecto se realizará de acuerdo con lo que indica este precepto.

- ✓ **Artículo 151.**- Se prohíbe depositar, en los cuerpos receptores y zonas federales, basura, materiales, lodos provenientes del tratamiento de descarga de aguas residuales 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 en las normas oficiales mexicanas respectivas

VINCULACIÓN.

El proyecto se realizará de acuerdo con lo que indica este precepto.

- ✓ **Artículo 157.** Para efectos del artículo 98 de la "Ley", las personas que pretendan realizar obras que impliquen desviación del curso de las aguas nacionales de su cauce o vaso, alteración al régimen hidráulico de las corrientes o afectación de su calidad, al solicitar el permiso respectivo de "La Comisión", deberán acompañar el proyecto y programa de ejecución de las obras que pretendan realizar, y demostrar que no se afecta riesgosamente el flujo de las aguas ni los derechos de terceros aguas abajo.

"La Comisión" resolverá si acepta o rechaza el proyecto y, en su caso, dará a conocer a los interesados las modificaciones que deban de hacer a éste para evitar que cualquier afectación al régimen hidrológico de las corrientes no imponga riesgos en la seguridad de las personas y sus bienes, no altere la calidad del agua ni los derechos de terceros. En el permiso respectivo, "La Comisión" fijará los plazos aproximados para que los solicitantes realicen los estudios y formulen los proyectos definitivos, inicien las obras y las terminen. El procedimiento a que se refiere este artículo se aplicará a las obras o trabajos que se realicen para dragar, desecar y en general, modificar el régimen hidráulico de los cauces, vasos, lagos, lagunas y demás depósitos de agua de propiedad nacional.

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL "PROYECTO DE MEJORA HIDRO-ECOLÓGICA DEL ESTERO LAS GARZAS", SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.

VINCULACIÓN.

La propuesta de mejora hidro-ecológica plantea restaurar la integralidad de un flujo hidrológico regular agua-manglar, mediante la implementación de un sistema acuático que elimine los obstáculos topográficos, permita el drenaje, evite el anegamiento, aminore la evaporación y reduzca la desecación por efecto natural de un hidoperíodo con mezcla de agua dulce y marina dentro de la cuenca, lo cual conjuntamente revierta el proceso de salinización del agua intersticial y del suelo; reduzca el deterioro natural del manglar de matorral y evite su mortalidad por desecación. Para la realización de este proyecto se presenta la Manifestación De Impacto Ambiental y se realizarán los trámites para obtener los permisos correspondientes.

III.3.8. Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable.

- ✓ **Artículo 1.** La presente Ley es reglamentaria del Artículo 27 de La Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, sus disposiciones son de orden e interés público y de observancia general en todo el territorio nacional, y tiene por objeto regular y fomentar la conservación, protección, restauración, producción, ordenación, el cultivo, manejo y aprovechamiento de los ecosistemas forestales del país y sus recursos así como distribuir competencias que en materia forestal correspondan a La Federación, los Estados, el Distrito Federal y los Municipios.
- ✓ **Artículo 2.** Sus objetivos generales de esta Ley:
 - I.- Contribuir al desarrollo, social, económico, ecológico y ambiental del país mediante el manejo integral sustentable de los recursos forestales, así como de las cuencas y ecosistemas hidrológico-forestales, sin perjuicio de lo previsto en otros ordenamientos;
 - III.- Desarrollar los bienes y servicios ambientales y proteger, mantener y aumentar la biodiversidad que brindan los recursos forestales;
 - V.- Respetar el derecho al uso y disfrute preferente de los recursos forestales de los lugares que ocupan y habitan las comunidades indígenas, en los términos del artículo 2 fracción VI de La Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos y demás normatividad aplicable.

VINCULACIÓN.

En el proyecto será necesaria la aplicación de este apartado ya que se tendrá la remoción de vegetación forestal. Por otro lado, el proyecto se apega al precepto I, del Artículo 2, debido a que fomentará el desarrollo social, económico y ambiental de la región por lo cual podrá dar cabida al proyecto de manera sustentable siempre y cuando el promovente ejecute el cumplimiento de las medidas de mitigación y compensación establecidas en este documento y en su caso las que determine la autoridad competente.

- ✓ **Artículo 7.** Para los efectos de esta Ley se entenderá por:
 - ...XLV. Vegetación forestal: El conjunto de plantas y hongos que crecen y se desarrollan en forma natural, formando bosques, selvas, zonas áridas y semiáridas, y otros ecosistemas, dando lugar al desarrollo y convivencia equilibrada de otros recursos y procesos naturales;

VINCULACIÓN.

Se hará una remoción de Vegetación Forestal la cual sobrepasa la requerida para la realización del Estudio Técnico Justificativo por lo que se realizará este y se presentará a la autoridad respectiva para su autorización.

III.3.9. Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable.

- ✓ **Artículo 1.** La presente Ley es reglamentaria del Artículo 27 de La Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, sus disposiciones son de orden e interés público y de observancia general en todo el territorio nacional, y tiene por objeto regular y fomentar la conservación, protección, restauración, producción, ordenación, el cultivo, manejo y aprovechamiento de los ecosistemas forestales del país y sus recursos así como distribuir competencias que en materia forestal correspondan a La Federación, los Estados, el Distrito Federal y los Municipios. Sus objetivos generales de esta Ley:
I.- Contribuir al desarrollo, social, económico, ecológico y ambiental del país mediante el manejo integral sustentable de los recursos forestales, así como de las cuencas y ecosistemas hidrológico-forestales, sin perjuicio de lo previsto en otros ordenamientos;
...III.- Desarrollar los bienes y servicios ambientales y proteger, mantener y aumentar la biodiversidad que brindan los recursos forestales;
V.- Respetar el derecho al uso y disfrute preferente de los recursos forestales de los lugares que ocupan y habitan las comunidades indígenas, en los términos del artículo 2 fracción VI de La Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos y demás normatividad aplicable.

VINCULACIÓN.

En el proyecto será necesaria la aplicación de este apartado ya que se hará la remoción de vegetación forestal.

- ✓ **Artículo 2.** Para los efectos del presente Reglamento, además de la terminología contenida en la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, se entenderá por:
...XXXI. Selva, vegetación forestal de clima tropical en la que predominan especies leñosas perennes que se desarrollan en forma espontánea, con una cobertura de copa mayor al diez por ciento de la superficie que ocupa, siempre que formen masas mayores a 1,500 metros cuadrados, excluyendo a los acahuals. En esta categoría se incluyen a todos los tipos de selva, manglar y palmar de la clasificación del Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática;

VINCULACIÓN.

En el proyecto sobrepasa la superficie prevista en este artículo por lo que se realizará un Estudio Técnico Justificativo que se presentará a la autoridad respectiva para su autorización.

- ✓ **Artículo 120.** Para solicitar la autorización de cambio de uso del suelo en terrenos forestales, el interesado deberá solicitarlo mediante el formato que expida la Secretaría, el cual contendrá lo siguiente:
I. Nombre, denominación o razón social y domicilio del solicitante;
II. Lugar y fecha;
III. Datos y ubicación del predio o conjunto de predios, y
IV. Superficie forestal solicitada para el cambio de uso de suelo y el tipo de vegetación por afectar.
Junto con la solicitud deberá presentarse el estudio técnico justificativo, así como copia simple de la identificación oficial del solicitante y original o copia certificada del título de propiedad, debidamente inscrito en el registro público que corresponda o, en su caso, del documento que acredite la posesión o el derecho para realizar actividades que impliquen el cambio de uso del suelo en terrenos forestales, así como copia simple para su cotejo. 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.

VINCULACIÓN.

Al momento de solicitar la autorización se presentará el ETJ que contenga toda la información solicitada, así como todos los documentos probatorios.

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL "PROYECTO DE MEJORA HIDRO-ECOLÓGICA DEL ESTERO LAS GARZAS", SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.

- ✓ **Artículo 121.** Los estudios técnicos justificativos a que hace referencia el artículo 117 de la Ley, deberán contener la información siguiente:
- I. Usos que se pretendan dar al terreno;
 - II. Ubicación y superficie del predio o conjunto de predios, así como la delimitación de la porción en que se pretenda realizar el cambio de uso del suelo en los terrenos forestales, a través de planos 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.

VINCULACIÓN.

El Estudio Técnico Justificativo que se presente, contendrá información y documentos de apoyo de los quince apartados de este artículo.

III.3.10. Ley General para la Preservación y Gestión de los Residuos y su Reglamento.

La Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos fue publicada en el Diario Oficial de la Federación el 8 de octubre de 2003. Su objeto es garantizar el derecho de toda persona al medio ambiente adecuado y propiciar el desarrollo sustentable a través de la prevención de la generación, valorización y la gestión integral de los residuos peligrosos, de los residuos sólidos urbanos y de manejo especial; prevenir la contaminación de sitios con estos residuos y llevar a cabo su remediación, así como para establecer criterios generales que serán definidos con mayor precisión en el Reglamento, así como en las Leyes Estatales y ordenamientos Municipales que se deriven de la misma Ley. La Ley establece una serie de obligaciones para los generadores de residuos peligrosos, en función de las cantidades de residuos que generen anualmente, así como obligaciones en el caso de manejo y de accidentes o derrames de residuos peligrosos. Establece también disposiciones generales para el caso del manejo de residuos de manejo especial y sólidos urbanos, que deberán ser desarrollados por las disposiciones locales.

- ✓ **Artículo 16.** La clasificación de un residuo como peligroso, se establecerá en las normas oficiales mexicanas que especifiquen la forma de determinar sus características, que incluyan los listados de estos y fijen los límites de concentración de las sustancias contenidas en ellos, con base en los conocimientos científicos y las evidencias acerca de su peligrosidad y riesgo.

VINCULACIÓN.

La Empresa realizará la clasificación de residuos de acuerdo con las normas expedidas y utilizará los programas de manejo de residuos de las instalaciones previamente desarrolladas.

- ✓ **Artículo 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.

VINCULACIÓN.

La Empresa realizará la clasificación de residuos de acuerdo con sus características en orgánicos e inorgánicos, de acuerdo con los ordenamientos legales vigentes, y utilizará los programas de manejo de residuos de las instalaciones previamente desarrolladas.

- ✓ **Artículo 19.** Los residuos de manejo especial se clasifican como se indica a continuación, salvo cuando se trate de residuos considerados como peligrosos en esta Ley y en las normas oficiales mexicanas correspondientes: ...

VINCULACIÓN.

La Empresa realizará la clasificación de residuos de manejo especial de acuerdo con las normas expedidas y conforme se produzcan, y utilizará los programas de manejo de residuos de las instalaciones previamente desarrolladas.

- ✓ **Artículo 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.

VINCULACIÓN.

La Empresa manejará de acuerdo con la normatividad los residuos peligrosos generados, y utilizará los programas de manejo de residuos de las instalaciones previamente desarrolladas.

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL "PROYECTO DE MEJORA HIDRO-ECOLÓGICA DEL ESTERO LAS GARZAS", SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.

- ✓ **Artículo 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.

VINCULACIÓN.

La Empresa tendrá el manejo adecuado de los residuos peligrosos, asimismo dará el seguimiento de estos, y utilizará los programas de manejo de residuos de las instalaciones previamente desarrolladas.

- ✓ **Artículo 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.

La Empresa tendrá el manejo adecuado de los residuos peligrosos, cuidando de no mezclarlos.

III.3.11. Reglamento de La Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos.

Este Reglamento fue publicado en el Diario Oficial de la Federación el 30 de noviembre de 2006. Tiene relación con el Proyecto en virtud de que se generarán residuos sólidos urbanos, de manejo especial y peligrosos durante su ciclo de vida.

- ✓ **Artículo 17.** Los sujetos obligados a formular y ejecutar un plan de manejo podrán realizarlo en los términos previstos en el presente Reglamento o las normas oficiales mexicanas correspondientes, o bien adherirse a los planes de manejo establecidos.

VINCULACIÓN.

El proyecto utilizará los programas de manejo de residuos de las instalaciones previamente desarrolladas.

- ✓ **Artículo 18.** Los residuos sólidos urbanos podrán sub-clasificarse 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.

VINCULACIÓN.

Los residuos sólidos urbanos que se lleguen a generar en las zonas del proyecto corresponden principalmente a los residuos procedentes de los procesos de construcción y operación, esto por el uso de envases plásticos, papel, bolsas de plástico, y residuos orgánicos que se generan con esta actividad. Se llevará un Plan Integral para el manejo y disposición adecuada de los residuos sólidos urbanos. Los residuos generados durante la etapa de preparación del sitio y construcción serán separados en orgánicos e inorgánicos, destinando en contenedores para el mismo fin, realizando la disposición final según sea el tipo de residuo. Todos estos residuos serán destinados al relleno sanitario más cercano al proyecto.

- ✓ **Artículo 21.** Con objeto de prevenir y reducir los riesgos a la salud y al ambiente, asociados a la generación y manejo integral de residuos peligrosos, se deberán considerar cuando menos alguno de los siguientes factores que contribuyan a que los residuos peligrosos contribuyan a un riesgo:
 - I.- La forma de manejo
 - II.- La cantidad
 - III.- La persistencia de las sustancias tóxicas y la virulencia de los agentes infecciosos contenidos en ellos.
 - IV.- la capacidad de sustancias tóxicas o agentes infecciosos contenidos en ellos, de movilizarse hacia donde se encuentren seres vivos o cuerpos de agua de abastecimiento
 - V.- la biodisponibilidad de las sustancias tóxicas contenidas en ellos y su capacidad de bioacumulación
 - VI.- La duración e intensidad de la exposición,
 - VII.- La vulnerabilidad de los seres humanos y demás organismos vivos que se expongan a ellos.

VINCULACIÓN.

Durante cada una de las etapas del proyecto, se generarán desechos que previo a su disposición serán analizados, a efecto de evitar un daño al medio ambiente a la salud. El manejo y disposición de los desechos generados durante la etapa de construcción serán manejados por empresas que estén debidamente autorizadas por la autoridad en la materia y que están contratadas por los desarrollos previamente construidos.

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL "PROYECTO DE MEJORA HIDRO-ECOLÓGICA DEL ESTERO LAS GARZAS", SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.

- ✓ **Artículo 22.** Las personas que generen o manejen residuos y que requieran determinar si éstos son peligrosos, conforme a lo previsto en este ordenamiento, deberán remitirse a lo que establezcan las normas oficiales mexicanas que los clasifican como tales.

VINCULACIÓN.

El proyecto utilizará los programas de manejo de residuos de las instalaciones previamente desarrolladas. Dentro del proyecto se considera la generación de residuos peligrosos provenientes del mantenimiento de los vehículos automotores, así como algunos productos usados durante la construcción, el manejo de estos se hará de acuerdo con lo establecido, en esta Ley y en las NOM's aplicables.

- ✓ **Artículo 31.** Estarán sujetos a un plan de manejo los siguientes residuos peligrosos y los productos usados, caducos, retirados del comercio o que se desechen y que estén clasificados como tales en la norma oficial mexicana correspondiente:
 - I. Aceites lubricantes usados;
 - II. Disolventes orgánicos usados
 - III. Convertidores catalíticos de vehículos automotores;
 - IV. Acumuladores de vehículos automotores conteniendo plomo;

VINCULACIÓN.

El proyecto utilizará los programas de manejo de residuos de las instalaciones previamente desarrolladas, para aquellos que se contemplan serán generados durante el desarrollo del proyecto así mismo se establecerán medidas que se presentan en el Capítulo VI, del presente documento.

- ✓ **Artículo 35.** Los residuos peligrosos se identificarán de acuerdo con lo siguiente:
 - I. Los que sean considerados como tales, de conformidad con lo previsto en la Ley;
 - II. Los clasificados en las normas oficiales mexicanas a que hace referencia el artículo 16 de la Ley, mediante: [...]
 - III. Los derivados de la mezcla de residuos peligrosos con otros residuos; los provenientes del tratamiento, almacenamiento y disposición final de residuos peligrosos y aquellos equipos y construcciones que hubiesen estado en contacto con residuos peligrosos y sean desechados.

VINCULACIÓN.

La Empresa realizará la clasificación de residuos peligrosos de acuerdo con la normatividad vigente, y utilizará los programas de manejo de residuos de las instalaciones previamente desarrolladas.

- ✓ **Artículo 40.** Los residuos peligrosos deberán ser manejados conforme a lo dispuesto en la presente Ley, su Reglamento, las normas oficiales mexicanas y las demás disposiciones que de este ordenamiento se deriven.
- ✓ **Artículo 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.
- ✓ **Artículo 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.

VINCULACIÓN.

El manejo de los residuos peligrosos se hará en apego a lo dispuesto por la LGPGIR y demás disposiciones aplicables, cumpliendo con lo establecido en los artículos 40, 41 y 45. El proyecto utilizará los programas de manejo de residuos de las instalaciones previamente desarrolladas.

**MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL
"PROYECTO DE MEJORA HIDRO-ECOLÓGICA DEL ESTERO LAS GARZAS",
SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.**

- ✓ **Artículo 82.-** Las áreas de almacenamiento de residuos peligrosos de pequeños y grandes generadores, así como de prestadores de servicios deberán cumplir con las condiciones siguientes, además de las que establezcan las normas oficiales mexicanas para algún tipo de residuo en particular:
 - I. Condiciones básicas para las áreas de almacenamiento:
 - a) Estar separadas de las áreas de producción, servicios, oficinas y de almacenamiento de materias primas o productos terminados;
 - [...]

VINCULACIÓN.

El proyecto utilizará los programas de manejo y almacén de residuos de las instalaciones previamente desarrolladas.

III.3.12. Ley General de Cambio Climático.

La Ley General de Cambio Climático se publicó en el Diario Oficial de la Federación el 6 de junio de 2012 y es vigente a partir del 10 de octubre de 2012; "establece disposiciones para enfrentar los efectos adversos del cambio climático y es reglamentaria de las disposiciones de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos en materia de protección al ambiente, desarrollo sustentable, preservación y restauración del equilibrio ecológico." (Artículo 1º) además de complementar y sustituir los compromisos asumidos en la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático, a efecto de asegurar la disponibilidad de recursos (bonos de carbono) a escala nacional y reducir la dependencia de los recursos internacionales; a continuación, se reproducen las disposiciones que resultan vinculatorias con el Proyecto.

- ✓ **Artículo 26.** En la formulación de la política nacional de cambio climático se observarán los principios de:
 - VIII. Responsabilidad ambiental, quien realice obras o actividades que afecten o puedan afectar al medio ambiente, estará obligado a prevenir, minimizar, mitigar, reparar, restaurar y, en última instancia, a la compensación de los daños que cause;
 - IX. El uso de instrumentos económicos en la mitigación, adaptación y reducción de la vulnerabilidad ante el cambio climático incentiva la protección, preservación y restauración del ambiente; el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, además de generar beneficios económicos a quienes los implementan;

VINCULACIÓN.

La Empresa está comprometida con la prevención, minimización, mitigación, reparación, restauración de los daños que cause y en última instancia realizará medidas de compensación. Así como con la protección y preservación del medio ambiente.

- ✓ **Artículo 29.** Se considerarán acciones de adaptación:
 - XVIII. La infraestructura estratégica en materia de abasto de agua, servicios de salud y producción y abasto de energéticos.

VINCULACIÓN.

La Empresa contará con la infraestructura adecuada para cumplir con este artículo.

- ✓ **Artículo 33.** Los objetivos de las políticas públicas para la mitigación son:
 - XV. Promover la participación de los sectores social, público y privado en el diseño, la elaboración y la instrumentación de las políticas y acciones nacionales de mitigación, y

VINCULACIÓN.

La Empresa se vinculará con los sectores adecuados para la elaboración y la instrumentación de las políticas y acciones nacionales de mitigación.

- ✓ **Artículo 34.** Para reducir las emisiones, las dependencias y entidades de la administración pública federal, las Entidades Federativas y los Municipios, en el ámbito de su competencia, promoverán el diseño y la elaboración de políticas y acciones de mitigación asociadas a los sectores correspondientes, considerando las disposiciones siguientes:
 - I. Reducción de emisiones en la generación y uso de energía:
 - b) Desarrollar y aplicar incentivos a la inversión tanto pública como privada en la generación de energía eléctrica proveniente de fuentes renovables y tecnologías de cogeneración eficiente. Dichos incentivos se incluirán en la Estrategia Nacional, la Estrategia Nacional de Energía, la Prospectiva del Sector Eléctrico y en el Programa Sectorial de Energía.

VINCULACIÓN.

La Empresa se vinculará con los sectores adecuados para la elaboración y la instrumentación de las políticas y acciones relativas a emisiones en la generación y uso de energía.

**MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL
"PROYECTO DE MEJORA HIDRO-ECOLÓGICA DEL ESTERO LAS GARZAS",
SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.**

- ✓ **Artículo 35.** Con el objetivo de impulsar la transición a modelos de generación de energía eléctrica a partir de combustibles fósiles a tecnologías que generen menores emisiones, la Secretaría de Energía establecerá políticas e incentivos para promover la utilización de tecnologías de bajas emisiones de carbono, considerando el combustible a utilizar.

VINCULACIÓN.

La Empresa se vinculará con los sectores adecuados para la transición a energías limpias.

- ✓ **Artículo 93.** Se consideran prioritarias, para efectos del otorgamiento de los estímulos fiscales que se establezcan conforme a la Ley de Ingresos de la Federación, las actividades relacionadas con:
I. La investigación, incorporación o utilización de mecanismos, equipos y tecnologías que tengan por objeto evitar, reducir o controlar las emisiones; así como promover prácticas de eficiencia energética.

VINCULACIÓN.

La Empresa se vinculará con los sectores adecuados el cumplimiento de este ordenamiento.

III.3.13. Normas Oficiales Mexicanas

El sistema jurídico mexicano está conformado por la Constitución Política, Leyes de corte Federal y Estatal y sus reglamentos, diversos códigos de los que se desprenden permisos, licencias y autorizaciones, además de Normas Oficiales Mexicanas que establecen parámetros, límites máximos permisibles y procedimientos, así como por normas mexicanas mediante las cuales determinan métodos.

Tabla III. 17. Vinculación con las Normas Oficiales Mexicanas

| NORMA OFICIAL MEXICANA | APLICACIÓN | QUIEN DEBE CUMPLIRLA | CUMPLIMIENTO |
|---|---|---|--|
| NOM-041-SEMARNAT-1999. Que establece los límites máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación que usan gasolina como combustibles. | Es de observancia obligatoria para los responsables de los vehículos automotores que circulan en el país, que usan gasolina como combustible, verificar los límites de emisión de contaminantes tales como: emisión de hidrocarburos, monóxido de carbono, oxígeno, máximo y mínimo de dilución, y óxidos de nitrógeno. | La empresa contratante y la Constructora, quienes realizarán la supervisión de la maquinaria y automotores que se utilizara en el proyecto. | Se requerirá que los vehículos que sean utilizados en el proyecto den cumplimiento a esta Norma, para lo cual, se les solicitará la presentación de las verificaciones vehiculares. |
| NOM-043-SEMARNAT-1993. Que establece los niveles máximos permisibles de emisiones al a atmósfera de partículas sólidas provenientes de fuentes fijas. | De observancia durante la construcción operación del proyecto, aplica en el uso de Plantas de Emergencia. | La Empresa deberá tener control de sus emisiones | Se establecerá un programa de mantenimiento preventivo y correctivo de Plantas de Emergencia y se verificará el cumplimiento de este por medio de Bitácoras de mantenimiento. |
| NOM-044-SEMARNAT-2006. Que establece los límites máximos permisibles de emisión de hidrocarburos totales, hidrocarburos no metano, monóxido de carbono, óxidos de nitrógeno, partículas y opacidad de humo provenientes del escape de motores nuevos que usan diésel como combustible y que se utilizarán para la propulsión de vehículos automotores nuevos con peso bruto vehicular mayor de 3,857 kilogramos, así como para unidades nuevas con peso bruto vehicular mayor a 3,857 kilogramos equipadas con este tipo de motores. | Que establece los límites máximos permisibles de emisión de hidrocarburos totales, hidrocarburos no metano, monóxido de carbono, óxidos de nitrógeno, partículas y opacidad de humo provenientes del escape de motores nuevos que usan diésel como combustible y que se utilizarán para la propulsión de vehículos automotores nuevos con peso bruto vehicular mayor de 3,857 kilogramos, así como para unidades nuevas con peso bruto vehicular mayor a 3,857 kilogramos equipadas con este tipo de motores. | La empresa constructora y la contratante, quienes realizarán la supervisión de la maquinaria y automotores que se utilizara en el proyecto. | Se deberá cumplir con esta norma durante la operación, aplicando para los vehículos pesados que estén involucrados. |
| NOM-045-SEMARNAT-1996. Establece los niveles máximos permisibles de opacidad del humo proveniente del escape de vehículos automotores en circulación que usan diésel o mezclas que incluyan diésel como combustible | Los niveles máximos permisibles de opacidad del humo proveniente del escape de vehículos automotores que usan diésel o mezclas como combustible. Es de observancia obligatoria para los responsables de los centros de verificación vehicular, así como para los responsables de los citados vehículos. | La empresa constructora y la contratante, quienes realizarán la supervisión de la maquinaria y automotores que se utilizara en el proyecto. | Los vehículos que sean utilizados en el proyecto deben dar cumplimiento a esta Norma, por lo cual, se les pedirá la presentación de las verificaciones vehiculares, sin rebasar los niveles máximos permisibles que establezcan las normas oficiales mexicanas correspondientes. |

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL “PROYECTO DE MEJORA HIDRO-ECOLÓGICA DEL ESTERO LAS GARZAS”, SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.

| NORMA OFICIAL MEXICANA | APLICACIÓN | QUIEN DEBE CUMPLIRLA | CUMPLIMIENTO |
|---|---|---|---|
| NOM-052-SEMARNAT-2005. Define los límites mínimos de las sustancias para clasificarse como peligrosos | Durante todas las etapas del Proyecto se generarán residuos peligrosos. | La Empresa es responsable de la clasificación y manejo de los residuos peligrosos. | Se establecerá un procedimiento de manejo integral asociado al Plan de Manejo. Actualmente se cuenta con un almacén temporal de residuos peligrosos. Las corrientes significativas de estos residuos serán los aceites y grasas residuales, lubricantes gastados y sólidos contaminados con grasa y aceite. Su disposición final se hará por medio de empresas especialistas autorizadas que serán contratadas para tal fin. |
| NOM-054-SEMARNAT-1993. Procedimiento para determinar la incompatibilidad entre dos o más residuos considerados como peligrosos | Se generarán residuos peligrosos, | La Empresa deberá tener un control del tipo de residuo y de su correcto manejo | Se establecerán las reglas de incompatibilidad para el manejo seguro de las corrientes de residuos que genere el proyecto. |
| 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. | La exposición a emisión de ruido proveniente de los vehículos automotores, motocicletas y triciclos motorizados en circulación altera el bienestar del ser humano produciendo daño en la audición | La empresa Constructora responsable de la utilización de equipo y maquinaria pesada | Se deberá monitorear la maquinaria, equipo y vehículos utilizados sobre todo cuando se trabaje cerca de las poblaciones para que no se exceda los límites máximos permisibles que establece la norma respectiva. |
| NOM- 081-SEMARNAT-1994. Que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido de las fuentes fijas y su método | A las actividades en vía pública que alteran el bienestar del ser humano emitiendo ruido el cual provoca daños, dependiendo de la magnitud y tiempo | La empresa responsable del control del ruido en sus instalaciones. | Se deberá monitorear la maquinaria, equipo y vehículos utilizados. |
| NOM-085-SEMARNAT-1994. Contaminación atmosférica. Para fuentes fijas que utilizan combustibles fósiles sólidos, líquidos o gaseosos o cualquiera de sus combinaciones. | Es de carácter obligatorio conocer las emisiones de bióxido de azufre, para el uso de los equipos de calentamiento directo por combustión. | La empresa cuidará de las emisiones. | Se deberán monitorear periódicamente sus emisiones, siempre y cuando utilicen combustibles sólidos, líquidos o gaseosos. |
| 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. | Debe de considerarse la protección a especies de flora y fauna, catalogadas dentro de alguna de las categorías de riesgo en el territorio nacional. | La empresa cuidará de no afectar flora y fauna con alguna categoría de riesgo. | Deberá contar con un Plan de Monitoreo Ambiental, que permitan prevenir y/o minimizar cualquier afectación a la vida silvestre. |
| NOM-052-SEMARNAT- 2001. Establece las características de los residuos peligrosos, el listado de estos y los límites que hacen a un residuo peligroso por su toxicidad al ambiente. | Los residuos producidos de grasas) se manejarán como residuos peligrosos conforme la norma. | La empresa debe contar con un almacenamiento temporal de residuos peligrosos y establecer un contrato de servicios con una empresa especializado en el manejo y tratamiento y | Contar con un programa integral de manejo de Residuos Peligrosos, realizando la separación, almacenamiento temporal y confinamiento especial, los cuales deben ser manejados por una empresa especializada y autorizada en el manejo de residuos peligrosos, bajo un contrato de servicio. |

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL “PROYECTO DE MEJORA HIDRO-ECOLÓGICA DEL ESTERO LAS GARZAS”, SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.

| NORMA OFICIAL MEXICANA | APLICACIÓN | QUIEN DEBE CUMPLIRLA | CUMPLIMIENTO |
|--|--|---|--|
| <p>NOM-161-SEMARNAT-2011. Que establece los criterios para clasificar a los Residuos de Manejo Especial y determinar cuáles están sujetos a Plan de Manejo; el listado de estos, el procedimiento para la inclusión o exclusión a dicho listado; así como los elementos y procedimientos para la formulación de los planes de manejo.</p> | <p>Durante todas las etapas del Proyecto se generarán residuos de manejo especial, si bien en menor escala</p> | <p>disposición final de los residuos peligrosos.</p> <p>La Empresa identificará los residuos de manejo especial conforme se produzcan</p> | <p>Se establecerá un procedimiento de manejo integral asociado al Plan de Manejo. Actualmente se cuenta con un almacén de residuos de manejo especial separados por tipo de residuos. Su disposición final se hará por medio de empresas especialistas autorizadas que serán contratadas para tal fin.</p> |

Fuente: BIOTA y SICA, 2018.

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL “PROYECTO DE MEJORA HIDRO-ECOLÓGICA DEL ESTERO LAS GARZAS”, SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.

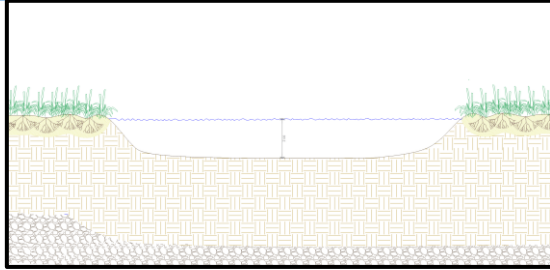
III.3.13.1. Vinculación con la NOM-022-SEMARNAT-2003.

La norma considera como humedal costero a la unidad hidrológica que contiene comunidades vegetales de manglar, y en la aplicación del principio precautorio se incorporan los tulares y popales. Con respecto a los numerales de la norma en la siguiente tabla se indica la vinculación con el proyecto.

Tabla III. 18. Vinculación con la NOM-022-SEMARNAT-2003.

| NUMERAL | NOM-022-SEMARNAT-2003 | APLICACIÓN EN EL PROYECTO |
|---------|---|--|
| 4.0 | <p>El manglar deberá preservarse como comunidad vegetal. En la evaluación de las solicitudes en materia de cambio de uso de suelo, autorización de aprovechamiento de la vida silvestre e impacto ambiental se deberá garantizar en todos los casos la integridad de este, para ello se contemplarán los siguientes puntos:</p> <ul style="list-style-type: none"> - La integridad del flujo hidrológico del humedal costero; - La integridad del ecosistema y su zona de influencia en la plataforma continental; - Su productividad natural; - La capacidad de carga natural del ecosistema para turistas; - Integridad de las zonas de anidación, reproducción, refugio, alimentación y alevinaje; - La integridad de las interacciones funcionales entre los humedales costeros, los ríos (de superficie y subterráneos), la duna, la zona marina adyacente y los corales; - Cambio de las características ecológicas; - Servicios ecológicos; - Ecológicos y eco fisiológicos (estructurales del ecosistema como el agotamiento de los procesos primarios, estrés fisiológico, toxicidad, altos índices de migración y mortalidad, así como la reducción de las poblaciones principalmente de aquellas especies en estatus, entre otros). | <p>Las actividades que se pretenden realizar serán en beneficio de la integridad del humedal costero o de la zona de influencia en la plataforma continental. La construcción del proyecto incrementará los bienes y servicios ambientales de los humedales costeros en zonas de manglar, mediante la mejora del funcionamiento hidrodinámico conectado al estero Las Garzas y que garantizará:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Mejorar las interacciones funcionales hidrodinámicas regulares entre el estero y los manglares, solucionando el actual aislamiento microtopográfico de la cuenca de evaporación, donde se ubican los manglares chaparros (manglar matorral). • Restablecimiento del flujo y reflujo dinámico mareal regular, así como su interacción con el acuífero, logrando recuperar la conectividad hidrológica entre el ecosistema acuático y el terrestre en los manglares chaparros (manglar matorral). • Lograr el funcionamiento hidrodinámico natural y drenaje a través de un sistema de canales artificiales alimentado con agua dulce subterránea. • Reducir el proceso de salinización del agua intersticial y del suelo en la cuenca de evaporación, al restituir el hidropereodo en esta cuenca y revertir el deterioro natural del manglar chaparro (manglar matorral) causado por hipersalinidad y sofocación de los manglares provocado por instrucción de arena. • Incrementar la biodiversidad del predio mediante el aumento y diversificación de ambientes, creación de hábitats y nichos ecológicos acuáticos y litorales. • Observar el mejoramiento en la estructura forestal de los manglares con la transformación del manglar chaparro (manglar matorral) en un manglar de borde, con lo anterior se pretende el establecimiento de más y mejores bienes y servicios ambientales asociados a este cambio. |
| 4.1 | <p>Toda obra de canalización, interrupción de flujo o desvío de agua que ponga en riesgo la dinámica e integridad ecológica de los humedales costeros, quedará prohibida, excepto en los casos en los que las obras descritas sean diseñadas para restaurar la circulación y así promover la regeneración del humedal costero.</p> | <p>El objetivo del proyecto es precisamente lo que indica este numeral, ya que está diseñado para restaurar la circulación y así promover la regeneración del humedal costero.</p> |
| 4.2 | <p>Construcción de canales que, en su caso, deberán asegurar la reposición del mangle afectado y programas de monitoreo para asegurar el éxito de la restauración.</p> | <p>La construcción de estos canales removerá parte de la vegetación de la zona, se tendrá un programa de reforestación en zonas aledañas a los manglares para compensar las zonas que se removerán. Asimismo, se contará con el mejoramiento en la estructura forestal de los manglares y la influencia positiva de los flujos hidráulicos generados por los canales.</p> |
| 4.3 | <p>Los promoventes de un proyecto que requieran de la existencia de canales deberán hacer una prospección con la intención de detectar los canales ya existentes que puedan ser aprovechados a fin de evitar la fragmentación del ecosistema, intrusión salina, asolvamiento y modificación del balance hidrológico.</p> | <p>En el estudio de impacto ambiental se presentan los resultados de esta prospección que incorporan el menor efecto a las zonas de vegetación y el mayor beneficio para la zona.</p> |
| 4.4 | <p>El establecimiento de infraestructura marina fija (diques, rompeolas, muelles, marinas y bordos) o cualquier otra obra que gane terreno a la unidad hidrológica en</p> | <p>No se pretende realizar ninguna infraestructura marina fija ni obras que ganen terreno, en la siguiente figura se presenta el esquema de los canales:</p> |

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL “PROYECTO DE MEJORA HIDRO-ECOLÓGICA DEL ESTERO LAS GARZAS”, SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.

| NUMERAL | NOM-022-SEMARNAT-2003 | APLICACIÓN EN EL PROYECTO |
|---------|--|---|
| | zonas de manglar queda prohibida excepto cuando tenga por objeto el mantenimiento o restauración de ésta. |  |
| 4.5 | Cualquier bordo colindante con el manglar deberá evitar bloquear el flujo natural del agua hacia el humedal costero. | El objetivo de este proyecto es mejorar el flujo natural del agua. |
| 4.6 | Se debe evitar la degradación de los humedales costeros por contaminación y asolvamiento. | Por su naturaleza, el proyecto contempla acciones para desasolver los flujos hidráulicos en la zona de manglar y revertir su degradación. Los residuos que puedan generarse durante la etapa de formación de los canales serán manejados y controlados para lo cual se utilizarán recipientes adecuados temporales y para transporte para su posterior tratamiento y disposición final, de acuerdo con la normatividad en la materia. Generalmente se tienen compañías que manejan los residuos. Las actividades de mantenimiento consideran actividades de desasolve, asimismo se evitará la remoción de vegetación fuera de los límites establecidos, se evitará el despalme innecesario. |
| 4.8 | Se deberá prevenir que el vertimiento de agua que contenga contaminantes orgánicos y químicos, sedimentos, carbón, metales pesados, solventes, grasas, aceites combustibles o modifiquen la temperatura del cuerpo de agua; alteren el equilibrio ecológico, dañen el ecosistema o a sus componentes vivos. Las descargas provenientes de granjas acuícolas, centros pecuarios, industrias, centros urbanos, desarrollos turísticos y otras actividades productivas que se vierten a los humedales costeros deberán ser tratadas y cumplir cabalmente con las normas establecidas según el caso. | No se realizarán descargas de agua a ningún cuerpo de agua. Los residuos líquidos serán manejados y controlados para lo cual se utilizarán recipientes adecuados temporales y para transporte para su posterior tratamiento y disposición final, de acuerdo con la normatividad en la materia. Generalmente se tienen compañías que manejan los residuos. |
| 4.11 | Se debe evitar la introducción de ejemplares o poblaciones que se puedan tornar perjudiciales, en aquellos casos en donde existan evidencias de que algunas especies estén provocando un daño inminente a los humedales costeros en zona de manglar, la Secretaría evaluará el daño ambiental y dictará las medidas de control correspondientes. | No se introducirán especies ajenas al manglar, el programa de reforestación, que será presentado a la autoridad correspondiente, será con base en especies nativas. |
| 4.12 | Se deberá considerar en los estudios de impacto ambiental, así como en los ordenamientos ecológicos el balance entre el aporte hídrico proveniente de la cuenca continental y el de las mareas, mismas que determinan la mezcla de aguas dulce y salada recreando las condiciones estuarinas, determinantes en los humedales costeros y las comunidades vegetales que soportan | Esta información se tendrá en el estudio de impacto ambiental que se someterá a consideración de la autoridad. |
| 4.16 | Las actividades productivas como la agropecuaria, acuícola intensiva o semi-intensiva, infraestructura urbana, o alguna otra que sea aledaña o colindante con la vegetación de un humedal costero, deberá dejar una distancia mínima de 100 m respecto al límite de la vegetación, en la cual no se permitirá actividades productivas o de apoyo. | El proyecto no contempla la utilización de alguna superficie para actividades productivas como la agropecuaria, acuícola intensiva o semi-intensiva, infraestructura urbana, como se puede se ha presentado en todo el trabajo el proyecto contempla una mejora al manglar. Con respecto a la distancia mínima de 100 m respecto al límite de la vegetación que establece este numeral de la NOM-022-SEMARNAT-2003, esta distancia no se cumple tal, sin embargo, se propondrán medidas de Reforestación |

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL “PROYECTO DE MEJORA HIDRO-ECOLÓGICA DEL ESTERO LAS GARZAS”, SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.

| NUMERAL | NOM-022-SEMARNAT-2003 | APLICACIÓN EN EL PROYECTO |
|---------|--|--|
| | | aunado a que el proyecto como se mencionó pretende la conservación y cuidado del manglar. |
| 4.17 | La obtención del material para construcción se deberá realizar de los bancos de préstamo señalados por la autoridad competente, los cuales estarán ubicados fuera del área que ocupan los manglares y en sitios que no tengan influencia sobre la dinámica ecológica de los ecosistemas que los contienen. | Todo el material que se requiriera en los canales será obtenido de bancos de préstamo autorizados. |
| 4.18 | Queda prohibido el relleno, desmonte, quema y desecación de vegetación de humedal costero, para ser transformado en potreros, rellenos sanitarios, asentamientos humanos, bordos, o cualquier otra obra que implique pérdida de vegetación, que no haya sido autorizada por medio de un cambio de utilización de terrenos forestales y especificada en el informe preventivo o, en su caso, el estudio de impacto ambiental. | El proyecto que se presenta involucra el desmonte de parte de la vegetación de la zona, con los beneficios que se mencionaron en el numeral 4.0. Se tendrá un programa de reforestación para asegurar el mantenimiento de la vegetación. El material desmontado será triturado y colocado en un sitio expresamente designado para ello, para su posterior uso o disposición final. |
| 4.19 | Queda prohibida la ubicación de zonas de tiro o disposición del material de dragado dentro del manglar, y en sitios en la unidad hidrológica donde haya el riesgo de obstrucción de los flujos hidrológicos de escurrimiento y mareas. | El material dragado será dispuesto en un sitio expresamente diseñado para ello para no obstruir ningún flujo hídrico. |
| 4.20 | Queda prohibida la disposición de residuos sólidos en humedales costeros. | En caso de tener residuos sólidos se manejarán y se enviarán a los depósitos municipales, con base en la normatividad aplicable. |
| 4.23 | En los casos de autorización de canalización, el área de manglar a deforestar deberá ser exclusivamente la aprobada tanto en la resolución de impacto ambiental y la autorización de cambio de utilización de terrenos forestales. No se permite la desviación o rectificación de canales naturales o de cualquier porción de una unidad hidrológica que contenga o no vegetación de manglar. | El proyecto a través de la MIA y del ETJ, se pondrá a consideración de las autoridades, considerando que se tomaran todas las medidas de mitigación pertinentes para asegurar la integridad del ecosistema. |
| 4.26 | Los canales de llamada que extraigan agua de la unidad hidrológica donde se ubique la zona de manglares deberá evitar, la remoción de larvas y juveniles de peces y moluscos. | En la construcción y operación de estos canales de evitará esta remoción. |
| 4.33 | La construcción de canales deberá garantizar que no se fragmentará el ecosistema y que los canales permitirán su continuidad, se dará preferencia a las obras o el desarrollo de infraestructura que tienda a reducir el número de canales en los manglares. | El diseño de los canales está hecho para asegurar la mejora del ecosistema, procurando no fragmentar el ecosistema, manteniendo la conectividad de la zona. |
| 4.35 | Se dará preferencia a las obras y actividades que tiendan a restaurar, proteger o conservar las áreas de manglar ubicadas en las orillas e interiores de las bahías, estuarios, lagunas costeras y otros cuerpos de agua que sirvan como corredores biológicos y que faciliten el libre tránsito de la fauna silvestre. | El desarrollo del proyecto está totalmente apegado a este numeral, como ya se indicó en el numeral 4.0. |
| 4.36 | Se deberán restaurar, proteger o conservar las áreas de manglar ubicadas en las orillas e interiores de las bahías, estuarios, lagunas costeras y otros cuerpos de agua que sirvan como corredores biológicos y que faciliten el libre tránsito de la fauna silvestre, de acuerdo como se determinen en el Informe Preventivo. | Se está presentando una Manifestación de Impacto Ambiental, pero el proyecto fue diseñado para permitir el libre tránsito de la fauna silvestre. |
| 4.37 | Se deberá favorecer y propiciar la regeneración natural de la unidad hidrológica, comunidad vegetales y animales mediante el restablecimiento de la dinámica hidrológica y flujos hídricos continentales (ríos de superficie y subterráneos, arroyos permanentes y temporales, escurrimientos terrestres laminares, aportes del manto freático), la eliminación de vertimientos de aguas residuales y sin tratamiento protegiendo las áreas que presenten potencial para ello. | El desarrollo del proyecto está totalmente apegado a este numeral, como ya se indicó en el numeral 4.0. |
| 4.38 | Los programas proyectos de restauración de manglares deberán estar fundamentados científica y técnicamente y aprobados en la resolución de impacto | El desarrollo del proyecto está totalmente apegado a este numeral, como ya se indicó en el numeral 4.0. |

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL “PROYECTO DE MEJORA HIDRO-ECOLÓGICA DEL ESTERO LAS GARZAS”, SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.

| NUMERAL | NOM-022-SEMARNAT-2003 | APLICACIÓN EN EL PROYECTO |
|-------------|--|--|
| | ambiental, previa consulta a un grupo colegiado. Dicho proyecto deberá contar con un protocolo que sirva de línea de base para determinar las acciones a realizar. | |
| 4.39 | La restauración de humedales costeros con zonas de manglar deberá utilizar el mayor número de especies nativas dominantes en el área a ser restaurada, tomando en cuenta la estructura y composición de la comunidad vegetal local, los suelos, hidrología y las condiciones del ecosistema donde se encuentre. | El desarrollo del proyecto está totalmente apegado a este numeral, como ya se indicó en el numeral 4.0. |
| 4.40 | Queda estrictamente prohibido introducir especies exóticas para las actividades de restauración de los humedales costeros. | El desarrollo del proyecto dentro del proyecto de reforestación utilizará especies nativas. No se introducirá ninguna especie vegetal o animal exótica. |
| 4.41 | La mayoría de los humedales costeros restaurados y creados requerirán de por lo menos de tres a cinco años de monitoreo, con la finalidad de asegurar que el humedal costero alcance la madurez y el desempeño óptimo. | Se dará el seguimiento propuesto en el programa de reforestación. |
| 4.42 | Los estudios de impacto ambiental y ordenamiento deberán considerar un estudio integral de la unidad hidrológica donde se ubican los humedales costeros. | Los estudios pertinentes se presentan en la Manifestación de impacto ambiental desarrollada. |
| 4.43 | La prohibición de obras y actividades estipuladas en los numerales 4.4 y 4.22 y los límites establecidos en los numerales 4.14 y 4.16 podrán exceptuarse siempre que en el informe preventivo o en la manifestación de impacto ambiental, según sea el caso se establezcan medidas de compensación en beneficio de los humedales y se obtenga la autorización de cambio de uso de suelo correspondiente. | Siguiendo con el compromiso ambiental del Promoventes, en pro de conservar el área y ayudar a la conservación del manglar y de la fauna y flora que habitan en el sitio y por consiguiente la forma en que interactuará, se presenta el proyecto para Mejorar la Hidroecología en la Cuenca de Inundación del Estero Las Garzas, el cual estará asociado hidrodinámicamente a un sistema de canales artificiales con funcionamiento estuarino natural y litorales con manglar tipo fisonómico de borde, con la finalidad que el manglar tipo matorral actual al vincularse a un canal artificial incremente su estructura forestal y aumente a la vez los bienes, servicios y atributos ambientales del ecosistema de manglar; así como su resiliencia a periodos de sequía e impacto por huracanes y tormentas tropicales y es el que se presentará a evaluación y autorización. Por lo que este numeral queda exceptuado ya que en la Manifestación de Impacto Ambiental (MIA) propondrá las medidas de mitigación y compensación correspondiente. |

Fuente: BIOTA y SICA, 2018.

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL "PROYECTO DE MEJORA HIDRO-ECOLÓGICA DEL ESTERO LAS GARZAS", SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.

La propuesta de mejora hidro-ecológica plantea restaurar la integralidad de un flujo hidrológico regular agua-manglar, mediante la implementación de un sistema acuático que elimine los obstáculos topográficos, permita el drenaje, evite el anegamiento, aminore la evaporación y reduzca la desecación por efecto natural de un hidropereodo con mezcla de agua dulce y marina dentro de la cuenca, lo cual conjuntamente revierta el proceso de salinización del agua intersticial y del suelo; reduzca el deterioro natural del manglar de matorral y evite su mortalidad por desecación. La mejora hidro-ecológica se realizará a través del establecimiento de un Sistema de Canales de Mejora Hidro-ecológica (SCMH) con una superficie total de construcción del canal de 90,902.89 m² (9.090 ha), de las cuales 88,099.40 m² (8.810 ha) se ubican en manglares, 2,240.91 m² (0.224 ha) en selvas, 498.71 m² (0.050 ha) en otro tipo de vegetación y 63.86 m² (0.006 ha) en otro tipo de cobertura de suelo (conexión con estero y zona marina). La construcción del SCMH tiene la finalidad de extender los canales existentes del Estero Las Garzas, mejorar la funcionalidad hidro-ecológica y así incrementar la estructura y servicios ambientales del manglar chaparro (manglar matorral) localizado en esa zona. La superficie del Estero Las Garzas y Zona Marina que se conectará con el canal es de 9,507.64 m² (0.951 ha).

La construcción del SCMH incrementará los bienes y servicios ambientales de los humedales costeros en zonas de manglar, mediante la mejora del funcionamiento hidrodinámico conectado al estero Las Garzas y que garantizará:

- Mejorar las interacciones funcionales hidrodinámicas regulares entre el estero y los manglares, solucionando el actual aislamiento microtopográfico de la cuenca de evaporación, donde se ubican los manglares chaparros (manglar matorral).
- Restablecimiento del flujo y reflujo dinámico mareal regular, así como su interacción con el acuífero, logrando recuperar la conectividad hidrológica entre el ecosistema acuático y el terrestre en los manglares chaparros (manglar matorral).
- Lograr el funcionamiento hidrodinámico natural y drenaje a través de un sistema de canales artificiales alimentado con agua dulce subterránea.
- Reducir el proceso de salinización del agua intersticial y del suelo en la cuenca de evaporación, al restituir el hidropereodo en esta cuenca y revertir el deterioro natural del manglar chaparro (manglar matorral) causado por hipersalinidad y sofocación de los manglares provocado por instrucción de arena.
- Incrementar la biodiversidad del predio mediante el aumento y diversificación de ambientes, creación de hábitats y nichos ecológicos acuáticos y litorales.
- Observar el mejoramiento en la estructura forestal de los manglares con la transformación del manglar chaparro (manglar matorral) en un manglar de borde, con lo anterior se pretende el establecimiento de más y mejores bienes y servicios ambientales asociados a este cambio.

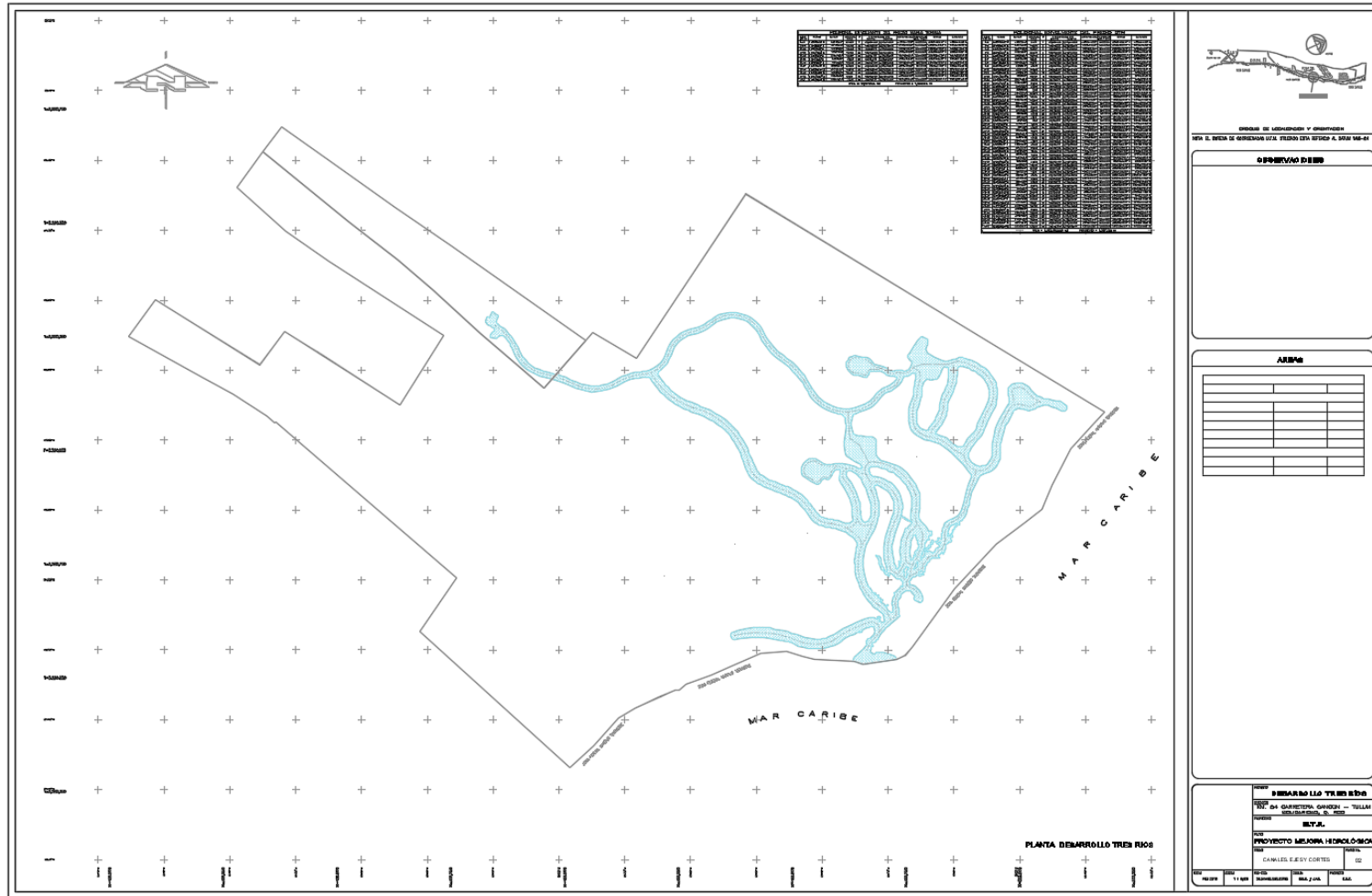
El Sistema de Canales de Mejora Hidro-ecológica (SCMH) tendrá anchos variables, con un mínimo de 12 metros, una profundidad promedio de 2 metros y una superficie de construcción total de 9.090 ha. Los planos del Proyecto Ejecutivo de Canales incluyendo el sembrado, ejes y cortes, se incluyen en los anexos.

Imagen III. 14. Sembrado del Sistema de Canales de Mejora Hidro-ecológica del DTR.



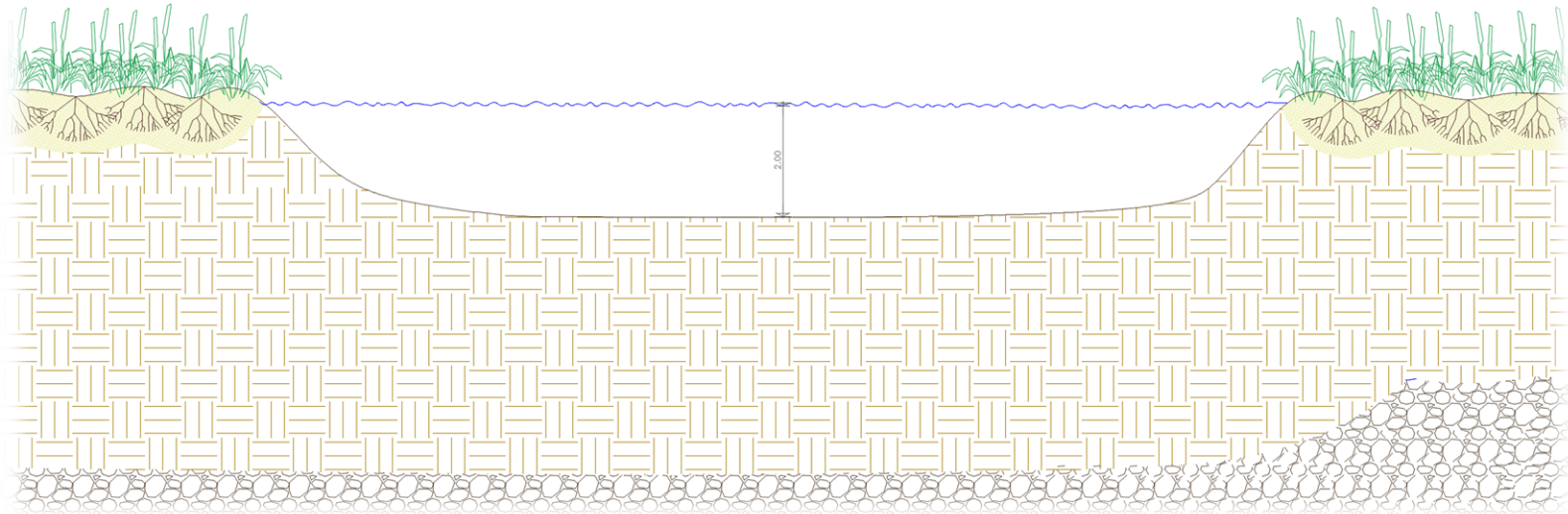
Fuente: BIOTA y SICA, 2018.

Imagen III. 15. Sistema de Canales de Mejora Hidro-ecológica del DTR.



Fuente: BIOTA y SICA, 2018.

Imagen III. 16. Corte ilustrativo del Sistema de Canales de Mejora Hidro-ecológica.



Fuente: BIOTA y SICA, 2018.

III.4. Acuerdos y Convenciones Internacionales.

III.4.1. ACUERDO por el que se establece veda para las especies y subespecies de tortuga marina en las aguas de jurisdicción federal del Golfo de México y Mar Caribe, así como las del Océano Pacífico, Incluyendo el Golfo de California.

Este acuerdo fue publicado en el D.O.F. el 31 de mayo de 1990.

Considerando que las especies de tortugas existentes en aguas de jurisdicción Federal del Golfo de México y Mar Caribe, así como del Océano Pacífico incluyendo el Golfo de California constituyen un recurso natural que forma parte de la riqueza pública de la nación, que el estado tiene el deber de conservar para que su aprovechamiento rinda los mayores beneficios a la economía nacional y que no obstante estimarse que la estrategia adoptada por el Gobierno Federal para el aprovechamiento de los recursos tortugueros, atendiendo al estado de sus poblaciones y vinculándolo a programas específicos de protección y conservación ha tenido un balance desfavorable; sin embargo, el lento desarrollo biológico que caracteriza a las especies de tortugas marinas, aunado a los inevitables efectos del proceso de industrialización e incremento de los asentamientos humanos y turísticos, que se han reflejado en mayores índices de contaminación y cambios en la ecología y hábitat donde tienen lugar los procesos de reproducción y anidación de estas especies, persistiendo el deterioro mundial de sus poblaciones es que se ha tenido a bien expedir el presente acuerdo de veda, por medio del cual se establece la: “...veda total e indefinida para las especies de tortuga marinas existentes en aguas de jurisdicción federal del Golfo de México y Mar Caribe, así como las del Océano Pacífico incluyendo el Golfo de California denominados: “tortuga golfina” (*Lepidochelys olivacea*), “tortuga lora” o “bastarda” (*Lepidochelys kempfi*), “tortuga blanca” o “verde” (*Chelonia mydas*), “tortuga prieta”, “sacadillo” o “parlama” (*Cheloma agassizi*), “tortugas caguama” y “perica” (*Caretta caretta*), tortuga de carey (*Eretmochelys imbricata*), “tortuga laúd” (*Dermochelys coriacea*), y las subespecies “tortuga caguama” o “caballera” (*Caretta caretta*), “tortuga jabalina” o “perica” (*Caretta gigas*), “tortuga de carey” (*Eretmochelys imbricata* y *Eretmochelys imbricata bissa*), “tortuga laúd” o “de cuero” (*Dermochelys coriacea coriacea*) y “tortuga laúd” “machincuepo”, “tinglada” o “garapachi” (*Dermochelys coriacea schlegelii*).

Tabla III. 19. Vinculación con el acuerdo por el que se establece veda para las especies y subespecies de tortuga marina en las aguas de jurisdicción federal del Golfo de México y Mar Caribe, así como las del Océano Pacífico, Incluyendo el Golfo de California

| CRITERIO | VINCULACIÓN |
|--|--|
| Artículo segundo. Queda estrictamente prohibido extraer, capturar, perseguir y molestar o perjudicar en cualquier forma a todas las especies y subespecies de tortugas marinas en aguas de jurisdicción federal del Golfo de México y Mar Caribe, así como del Océano Pacífico y el Golfo de California, así como en las playas de todo el territorio nacional donde arriben para desovar, al igual que destruir sus nidos y recolectar, conservar o comerciar sus huevos. | En la ejecución de este proyecto no se contempla la extracción, captura, persecución, molestia ni el perjudicar en forma alguna a las especies y subespecies de tortugas marinas o sus huevos. Se tendrá un monitoreo constante en las zonas de playa, en época de arribo de las tortugas, para implementar un plan de protección a las tortugas, sus nidos y sus crías. Se darán pláticas a los trabajadores para que respeten este criterio, y se cumplan las medidas de mitigación. |
| Artículo sexto. La Secretaría de Pesca con base en la opinión del Instituto Nacional de Pesca y en coordinación con la Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología establecerá nuevas zonas de refugio para anidamiento de las especies y subespecies de tortuga marina, cuando así se requiera para proteger su período de reproducción y anidación en ellas. La Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología no otorgará permisos, concesiones ni autorizaciones para el uso o aprovechamiento de la zona federal marítimo terrestre. | Los permisos, concesiones y autorizaciones para uso y aprovechamiento de la zona federal marítimo terrestre se solicitarán a las autoridades correspondiente de acuerdo con los procedimientos establecidos, y se deberá contar con la autorización en materia de impacto ambiental. |

Fuente: BIOTA y SICA, 2018.

III. 4.2. Convención Interamericana para la Protección y Conservación de las Tortugas Marinas.

Esta Convención se desarrolló en Caracas, Ven. El 1 de diciembre de 1996, México la firmó el 29 de diciembre de 1998 y la ratificó el 11 de septiembre de 2000, entro en vigor el 2 de mayo de 2001. El objetivo de esta Convención es promover la protección, conservación y recuperación de las poblaciones de tortugas marinas y de los hábitats de los cuales dependen, basándose en los datos científicos fidedignos disponibles y considerando las características ambientales, socioeconómicas y culturales de las Partes, al cual México se adhiere como parte de la política exterior y en concordancia con la política nacional de protección de las especies de tortugas marinas. El área de aplicación de esta Convención abarca el territorio terrestre de cada una de las Partes en el continente americano, así como las áreas marítimas del Océano Atlántico, el Mar Caribe y el Océano Pacífico, respecto a las cuales cada una de las Partes ejerce soberanía, derechos de soberanía o jurisdicción sobre los recursos marinos vivos, de acuerdo con el derecho internacional, tal como se refleja en la Convención de las Naciones Unidas sobre el Derecho del Mar. Como parte de las medidas que deben implementar las Partes de esta Convención se encuentra la protección y conservación de los hábitats de las tortugas marinas, lo cual implica que cada Parte considerará y de ser necesario, podrá adoptar, de acuerdo con sus leyes, reglamentos, políticas, planes y programas, medidas para proteger y conservar, dentro de sus territorios y en las áreas marítimas respecto a las cuales ejerce soberanía, derechos de soberanía o jurisdicción, los hábitats de las tortugas marinas, tales como:

Tabla III. 20. Vinculación con la convención Interamericana para la Protección y Conservación de las Tortugas Marinas.

| MEDIDAS | VINCULACIÓN |
|---|---|
| 1. Requerir estudios de impacto ambiental de las actividades relativas a desarrollos costeros y marinos que puedan afectar los hábitats de las tortugas marinas, incluyendo: dragado de canales y estuarios, construcción de muros de contención, muelles y marinas, extracción de materiales, instalaciones acuícolas, establecimiento de instalaciones industriales, utilización de arrecifes, depósitos de materiales de dragado y de desechos, así como otras actividades relacionadas. | El proyecto se desarrollará hasta contar la autorización en materia de impacto ambiental, considerando que las medidas de mitigación propuestas se alinean con la Convención. Se respetarán lo expresado en esta Convención. Corresponde a las autoridades mexicanas dar cumplimiento a la misma. |
| 2. Ordenar y de ser necesario, regular el uso de las playas y de las dunas costeras respecto a la localización y características de edificaciones, al uso de iluminación artificial y al tránsito de vehículos en áreas de anidación. | |
| 3. Establecer áreas protegidas y otras medidas para regular el uso de áreas de anidación o distribución frecuente de tortugas marinas, incluidas las vedas permanentes o temporales, adecuación de las artes de pesca y en la medida de lo posible, restricciones al tránsito de embarcaciones. | |

Fuente: BIOTA y SICA, 2018.



TRESRIOS

CAPÍTULO IV.

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

Contenido

| | |
|---|-----|
| IV.1. Delimitación y justificación del Sistema Ambiental Regional (SAR) donde pretende establecerse el proyecto. | 11 |
| IV.2. Caracterización y análisis del Sistema Ambiental Regional (SAR). | 22 |
| IV.2.1. Caracterización y análisis retrospectivo de la calidad ambiental del SAR. | 22 |
| IV.2.1.1. Medio abiótico..... | 22 |
| IV.2.1.1.1. Clima y Fenómenos Meteorológicos. | 22 |
| IV.2.1.1.2. Geomorfología y Geología. | 38 |
| IV.2.1.1.3. Suelos. | 67 |
| IV.2.1.1.4. Hidrología. | 76 |
| IV.2.1.1.5. Aire. | 113 |
| IV.2.1.2. Medio Biótico. | 114 |
| IV.2.1.2.1. Vegetación. | 114 |
| IV.2.1.2.2. Fauna. | 162 |
| IV.2.1.2.3. Caracterización del ambiente acuático. | 206 |
| IV.2.1.2.4. Biodiversidad..... | 232 |
| IV.2.1.2.5. Ecosistemas. | 267 |
| IV.2.1.3. Medio socioeconómico. | 271 |
| IV.3.1.4. Paisaje..... | 277 |
| IV.3. Diagnóstico ambiental..... | 287 |

Imagen

| | |
|---|----|
| Imagen IV. 1. Diferentes formatos de los mosaicos: A) Visible, B) Infrarrojo, y C) Falso color. | 12 |
| Imagen IV. 2. Patrón de zonación de un arrecife típico de la zona de Caribe Mexicano. | 13 |
| Imagen IV. 3. Unidades del Sistema Ambiental Regional..... | 15 |
| Imagen IV. 4. Imagen Satelital del Sistema Ambiental Regional | 18 |
| Imagen IV. 5. Imagen satelital del área de influencia..... | 21 |
| Imagen IV. 6. Conceptualización de la relación entre los tipos fisonómicos de manglar y los factores que modulan su deterioro y que en sentido inverso determinan la posibilidad de su restauración. | 27 |
| Imagen IV. 7. Climas del Estado de Quintana Roo y del Proyecto..... | 29 |
| Imagen IV. 8. Distancia y ubicación de la Estación Meteorológica respecto al proyecto..... | 32 |
| Imagen IV. 9. Isotacas de la CFE. | 33 |
| Imagen IV. 10. Isotermas del Estado de Quintana Roo y del Proyecto. | 36 |
| Imagen IV. 11. Isoyetas del Estado de Quintana Roo y del Proyecto. | 37 |
| Imagen IV. 12. Paleografía de la Península de Yucatán, las zonas sombreadas corresponden a las tierras emergidas y las no sombreadas a las zonas marinas en cada periodo referido..... | 40 |
| Imagen IV. 13. Evolución y rasgos geomorfológicos principales de las cuencas paralelas al mar en el Corredor Cancún Tulum..... | 40 |
| Imagen IV. 14. Rasgos geomorfológicos principales del SAR localizado en el Corredor Cancún-Tulum, destacando la interrupción de la barrera arrecifal..... | 41 |
| Imagen IV. 15. Ubicación de la descarga de agua dulce al mar por fracturas preferenciales en el SAR destacando la distribución de los tipos fisonómicos de manglar presentes en el humedal que ocupa la antigua laguna arrecifal..... | 41 |
| Imagen IV. 16. Provincias Geomórficas de la Península de Yucatán y del Proyecto. | 42 |
| Imagen IV. 17. Provincias Fisiográficas del Estado de Quintana Roo y del Proyecto. | 43 |
| Imagen IV. 18. Subprovincias Fisiográficas de Quintana Roo y del Proyecto. | 44 |
| Imagen IV. 19. Topoformas presentes en el Estado de Quintana Roo y en el Proyecto. | 46 |
| Imagen IV. 20. Topografía presente en el área del proyecto. | 47 |

**MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL.
"PROYECTO DE MEJORA HIDRO-ECOLÓGICA DEL ESTERO LAS GARZAS",
SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.**

| | |
|--|-----|
| Imagen IV. 21. Modelo Digital de Elevaciones del área del proyecto. | 48 |
| Imagen IV. 22. Plano hipsográfico del predio Tres Ríos, con relación al nivel medio del mar, | 49 |
| Imagen IV. 23. Plano de altura de la vegetación del predio Tres Ríos obtenida | 50 |
| Imagen IV. 24. Geología de la Península de Yucatán y en el Proyecto. | 53 |
| Imagen IV. 25. Corte esquemático de la geología del subsuelo del Predio..... | 58 |
| Imagen IV. 26. Sistema de fracturas para el Predio. | 59 |
| Imagen IV. 27. Geoformas carsticas identificadas en el Predio..... | 60 |
| Imagen IV. 28. Geoformas y cuerpos de agua del Predio..... | 61 |
| Imagen IV. 29. Geología del Estado de Quintana Roo y del Proyecto. | 63 |
| Imagen IV. 30. Concordancia entre las características del SAR y del predio, identificadas con base en estudios geomorfológicos, litológicos, edafológicos y aereofotogramétricos especializados | 64 |
| Imagen IV. 31. Atlas Nacional de Riesgos. | 66 |
| Imagen IV. 32. Edafología del Estado de Quintana Roo y del Predio del Proyecto. | 71 |
| Imagen IV. 33. Dinámica acuífero/mar en el humedal. | 72 |
| Imagen IV. 34. Conceptualización de la relación entre los tipos fisonómicos de manglar y los factores que modulan su deterioro y que en sentido inverso determinan la posibilidad de su restauración. | 75 |
| Imagen IV. 35. Isoyetas de la Península de Yucatán y del Predio del Proyecto. | 77 |
| Imagen IV. 36. Dirección del flujo del agua subterránea en la Península de Yucatán..... | 78 |
| Imagen IV. 37. Dirección del flujo del acuífero del Predio del Desarrollo Tres Ríos..... | 79 |
| Imagen IV. 38. Corte esquemático geohidrológico del subsuelo del Predio. | 82 |
| Imagen IV. 39. Corte esquemático de las condiciones hidrogeológicas y desarrollo del karst en la zona del predio. | 83 |
| Imagen IV. 40. Distribución espacial de la temperatura del agua (°C) en los ríos Águila y Tortuga del Predio..... | 83 |
| Imagen IV. 41. Distribución espacial de la conductividad eléctrica (m ⁵ /cm) del agua en los ríos Águila y Tortuga del Predio. | 84 |
| Imagen IV. 42. Distribución espacial de la conductividad eléctrica (mS/cm) del agua en los ríos Águila y Tortuga del Predio. | 85 |
| Imagen IV. 43. Valores de la temperatura en los puntos 1 al 7 del Río Águila y del 8 al 11 del Río Tortuga, en el Predio. | 91 |
| Imagen IV. 44. Valores de la conductividad eléctrica; (relacionada con la cantidad de sólidos totales disueltos) en los puntos 1 al 7 del Río Águila y del 8 al 11 del Río Tortuga, en el Predio. | 91 |
| Imagen IV. 45. Estimación de la conductividad hidráulica para el cenote Águila en el Predio. | 92 |
| Imagen IV. 46. Estimación de la conductividad hidráulica para el cenote Manatí en el Predio..... | 93 |
| Imagen IV. 47. Estimación de la conductividad hidráulica para el cenote Tortuga en el Predio..... | 93 |
| Imagen IV. 48. Secuencia histórica de imágenes satelitales, para destacar los cambios en las bocas del estero Las Garzas en el predio (fuente Google Earth análisis CAPAGHC)..... | 95 |
| Imagen IV. 49. Zonificación de un sistema estuarino completo en función de la salinidad promedio anual del agua y rango de variación predominante en el estero Las Garzas. | 101 |
| Imagen IV. 50. Zonificación de un sistema estuarino completo en función de la salinidad promedio anual del agua y rango de variación predominante en el estero Las Garzas del predio..... | 102 |
| Imagen IV. 51. Sistema Acuático Integral Estero-Canales. | 103 |
| Imagen IV. 52. Perfil del relieve submarino frente al Predio..... | 106 |
| Imagen IV. 53. Ejemplos de los efectos sobre la estructura y funciones de los tipos fisonómicos | 109 |
| Imagen IV. 54. Efectos de la conexión y desconexión hidrológica sobre la estructura y funciones de los tipos fisonómicos de manglar asociados al estero del predio Tres Ríos. | 110 |
| Imagen IV. 55. Cuencas Hidrológicas del Proyecto. | 111 |
| Imagen IV. 56. Subcuencas Hidrológicas del Proyecto. | 112 |
| Imagen IV. 57. Muestreo por transectos por el método de línea intercepto..... | 115 |

**MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL.
"PROYECTO DE MEJORA HIDRO-ECOLÓGICA DEL ESTERO LAS GARZAS",
SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.**

| | |
|---|-----|
| Imagen IV. 58. Forma y tamaño de los sitios de muestreo. | 117 |
| Imagen IV. 59. Sitios de muestreo del Proyecto..... | 119 |
| Imagen IV. 60. Imagen de satélite mostrando el arreglo en franjas de la secuencia de las geoformas características del SAR Punta Bete-Punta Maroma del mar hacia el continente; y el Perfil esquemático topográfico de las geoformas y los tipos de vegetación que las ocupan. | 120 |
| Imagen IV. 61. Uso de Suelo y Vegetación del SAR del Proyecto. | 122 |
| Imagen IV. 62. Uso de Suelo y Vegetación del predio del Proyecto. | 124 |
| Imagen IV. 63. Ejemplo de los efectos sobre la estructura, densidad, y servicios ambientales del manglar por aumento de la salinidad del suelo y desconexión hidrológica con la influencia mareal. | 129 |
| Imagen IV. 64. Afectación por el Proyecto. | 158 |
| Imagen IV. 65. Ubicación de los puntos de muestreo. | 164 |
| Imagen IV. 66. Ubicación de las redes de niebla, trampas Sherman y cámaras trampa. | 168 |
| Imagen IV. 67. Distribución de la fauna registrada en campo..... | 194 |
| Imagen IV. 68. Distribución de la fauna registrada en campo..... | 195 |
| Imagen IV. 69. Distribución de la fauna registrada en campo..... | 196 |
| Imagen IV. 70. Distribución de la fauna registrada en campo..... | 197 |
| Imagen IV. 71. Trazo del muestreo en el Río 1. | 210 |
| Imagen IV. 72. Trazo del muestreo en el Río 2. | 210 |
| Imagen IV. 73. Trazo del muestreo en el Río 3. | 211 |
| Imagen IV. 74. Primer cuadrante..... | 221 |
| Imagen IV. 75. Segundo cuadrante. | 222 |
| Imagen IV. 76. Primer cuadrante..... | 228 |
| Imagen IV. 77. Primer cuadrante..... | 229 |
| Imagen IV. 78. Caracterización del Ambiente Acuático..... | 231 |
| Imagen IV. 79. Distribución de los transectos realizados. | 237 |
| Imagen IV. 80. Transecto 1 Longitud y puntos intermedios..... | 238 |
| Imagen IV. 81. Transecto 2 Longitud y puntos intermedios..... | 238 |
| Imagen IV. 82. Transecto 3 Longitud y puntos intermedios..... | 239 |
| Imagen IV. 83. Transecto 4 Longitud y puntos intermedios..... | 240 |
| Imagen IV. 84. Porcentajes para cada componente dentro de los subcuadrantes (Cuadrante 1). | 253 |
| Imagen IV. 85. Porcentajes para cada componente dentro de los subcuadrantes (Cuadrante 2). | 254 |
| Imagen IV. 86. Porcentajes para cada componente dentro de los subcuadrantes (Cuadrante 3). | 255 |
| Imagen IV. 87. Porcentajes para cada componente dentro de los subcuadrantes (Cuadrante 4). | 256 |
| Imagen IV. 88. Unidades Ambiente Marino Transectos. | 258 |
| Imagen IV. 89. Unidades Ambiente Marino Transecto 1..... | 259 |
| Imagen IV. 90. Unidades Ambiente Marino Transecto 2..... | 260 |
| Imagen IV. 91. Unidades Ambiente Marino Transecto 3..... | 261 |
| Imagen IV. 92. Unidades Ambiente Marino Transecto 4..... | 262 |
| Imagen IV. 93. Ambientes y perfil esquemático del predio Tres Ríos en una sección perpendicular a la costa. | 267 |
| Imagen IV. 94. Rasgos principales del ecosistema de humedal costero en el que se la propuesta de mejora hidroecológica en una parte del predio. | 268 |
| Imagen IV. 95. Fotografía del SAR donde se pueden apreciar las características originales de la barrera arrecifal y de la línea de costa. | 269 |
| Imagen IV. 96. Efectos de la erosión marina y el vertimiento natural de arena en el litoral norte del predio Tres Ríos provocados por el huracán Wilma en el año 2005. | 270 |
| Imagen IV. 97. Retroceso de la línea de costa en el litoral norte del predio Tres Ríos entre octubre de 2004 y agosto de 2010. En la foto se observa el estero del predio. | 270 |

**MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL.
"PROYECTO DE MEJORA HIDRO-ECOLÓGICA DEL ESTERO LAS GARZAS",
SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.**

| | |
|---|-----|
| Imagen IV. 98. Concordancia entre las características del SAR y del Predio del DTR..... | 279 |
| Imagen IV. 99. Diagnóstico Ambiental del Predio del Proyecto (componente aire)..... | 288 |
| Imagen IV. 100. Diagnóstico Ambiental del Predio del Proyecto (componente suelo)..... | 290 |
| Imagen IV. 101. Diagnóstico Ambiental del Predio del Proyecto (componente hidrología)..... | 293 |
| Imagen IV. 102. Diagnóstico Ambiental del Predio del Proyecto (componente geomorfología)..... | 295 |
| Imagen IV. 103. Diagnóstico Ambiental del Predio del Proyecto (componente vegetación)..... | 297 |
| Imagen IV. 104. Diagnóstico Ambiental del Predio del Proyecto (componente fauna)..... | 299 |
| Imagen IV. 105. Diagnóstico Ambiental del Predio del Proyecto (componente presencia antrópica)..... | 301 |
| Imagen IV. 106. Diagnóstico Ambiental del Sistema Ambiental del Proyecto..... | 303 |
| Imagen IV. 107. Diagnóstico Ambiental del Sistema Ambiental del Proyecto con transparencia al 40%. | 304 |

Tablas

| | |
|--|-----|
| Tabla IV. 1. Características de la fotografía aérea digital..... | 12 |
| Tabla IV. 2. Coordenadas del Sistema Ambiental Regional..... | 16 |
| Tabla IV. 3. Coordenadas del área de influencia..... | 19 |
| Tabla IV. 4. Escala Saffir-Simpson..... | 24 |
| Tabla IV. 5. Pronóstico de la actividad de tormentas tropicales y huracanes en el Atlántico durante el 2017 (Pronóstico 18 de octubre del 2017)..... | 24 |
| Tabla IV. 6. Tipos de Climas del Municipio de Solidaridad, Quintan Roo..... | 28 |
| Tabla IV. 7. Normales Climatológicas de la estación Playa del Carmen..... | 34 |
| Tabla IV. 8. Descripción de las provincias geomórficas de la Península de Yucatán..... | 38 |
| Tabla IV. 9. Descripción de la Geología de la Península de Yucatán..... | 54 |
| Tabla IV. 10. Clave Racionalizada para los Grupos de Suelos de Referencia de la WRB..... | 69 |
| Tabla IV. 11. Tipos de suelo para el Municipio de Solidaridad..... | 70 |
| Tabla IV. 12. Estimación de la conductividad hidráulica para el cenote Águila en el Predio..... | 93 |
| Tabla IV. 13. Coordenadas de los sitios de muestreo..... | 114 |
| Tabla IV. 14. Uso de suelo y vegetación del SAR..... | 121 |
| Tabla IV. 15. Uso de suelo y Vegetación del predio del proyecto..... | 123 |
| Tabla IV. 16. Superficies de aprovechamiento de la infraestructura objeto de la presente modificación en los tipos uso del suelo y vegetación del predio del proyecto..... | 128 |
| Tabla IV. 17. Cambio Uso de Suelo..... | 128 |
| Tabla IV. 18. Acumulado del muestreo 1..... | 130 |
| Tabla IV. 19. Acumulado del muestreo 2..... | 130 |
| Tabla IV. 20. Acumulado del muestreo 3..... | 130 |
| Tabla IV. 21. Acumulado del muestreo 4..... | 130 |
| Tabla IV. 22. Acumulado del muestreo 5..... | 131 |
| Tabla IV. 23. Acumulado del muestreo 6..... | 131 |
| Tabla IV. 24. Acumulado del muestreo 7..... | 131 |
| Tabla IV. 25. Acumulado del muestreo 8..... | 132 |
| Tabla IV. 26. Acumulado del muestreo 9..... | 132 |
| Tabla IV. 27. Acumulado del muestreo 10..... | 132 |
| Tabla IV. 28. Acumulado del muestreo 11..... | 133 |
| Tabla IV. 29. Acumulado del muestreo 12..... | 133 |
| Tabla IV. 30. Acumulado del muestreo 13..... | 133 |
| Tabla IV. 31. Acumulado del muestreo 14..... | 133 |
| Tabla IV. 32. Acumulado del muestreo 15..... | 134 |
| Tabla IV. 33. Acumulado del muestreo 16..... | 134 |

**MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL.
"PROYECTO DE MEJORA HIDRO-ECOLÓGICA DEL ESTERO LAS GARZAS",
SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.**

| | |
|--|-----|
| Tabla IV. 34. Acumulado del muestreo 17..... | 135 |
| Tabla IV. 35. Acumulado del muestreo 18..... | 135 |
| Tabla IV. 36. Acumulado del muestreo 19..... | 136 |
| Tabla IV. 37. Acumulado del muestreo 20..... | 137 |
| Tabla IV. 38. Estimación del Valor de importancia del área de influencia del predio del proyecto | 140 |
| Tabla IV. 39. Relación de índices del área de influencia del predio del proyecto | 141 |
| Tabla IV. 40. Estructura vertical del área de influencia del predio del proyecto..... | 141 |
| Tabla IV. 41. Estimación del Valor de Importancia del Manglar..... | 146 |
| Tabla IV. 42. Relación de índices del Manglar. | 146 |
| Tabla IV. 43. Estructura vertical del Manglar. | 146 |
| Tabla IV. 44. Estimación del Valor de Importancia de la Selva mediana subperennifolia..... | 150 |
| Tabla IV. 45. Relación de índices de la Selva mediana subperennifolia. | 151 |
| Tabla IV. 46. Estructura vertical de la Selva mediana subperennifolia..... | 151 |
| Tabla IV. 47. Acumulado de especies de flora que serán sujetos a remoción. FB = Forma biológica, A =Árbol, Ar = Arbusto, H = Herbácea. | 159 |
| Tabla IV. 48. Número final de especies de flora que serán sujetos a remoción debido al proyecto. | 159 |
| Tabla IV. 49. Listado de especies en la NOM-059-2010 SEMARNAT DEL PROYECTO..... | 160 |
| Tabla IV. 50. Listado general de especies encontrado dentro del predio del proyecto. | 160 |
| Tabla IV. 51. Puntos de Muestreo en el proyecto y SAR | 163 |
| Tabla IV. 52. Herpetofauna registrada en campo. Tipo de registro: Observación directa (Obs), captura (Cap), por excretas (Ex), con cámaras trampa (CT), entrevistas (Ent). | 170 |
| Tabla IV. 53. Aves registradas en campo. Residencia: Residente (R), Migratorio de Inverno (MI), Migratorio de verano (MV). Tipo de registro: Observación directa (Obs), captura (Cap), por excretas (Ex), con cámaras trampa (CT), entrevistas (Ent). | 173 |
| Tabla IV. 54. Mamíferos registrados en campo. Tipo de registro: Observación directa (Obs), captura (Cap), por excretas (Ex), con cámaras trampa (CT), entrevistas (Ent). | 180 |
| Tabla IV. 55. Especies registradas con cámaras trampa. | 183 |
| Tabla IV. 56. Especies registrados en campo bajo algún estatus de conservación. (NOM-059-SEMARNAT-2010: Peligro de extinción (P), Amenazadas (A), Protección especial (Pr). | 186 |
| Tabla IV. 57. Especies endémicas registradas en campo..... | 186 |
| Tabla IV. 58. Especies registrados en campo enlistadas en la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES). | 186 |
| Tabla IV. 59. Especies de fauna silvestre registradas por punto de muestreo. | 192 |
| Tabla IV. 60. Especies de fauna silvestre registradas por punto de muestreo. | 198 |
| Tabla IV. 61. Especies de fauna registradas en Manglar en el área del proyecto. | 198 |
| Tabla IV. 62. Especies de fauna registradas en Manglar en el SAR. | 199 |
| Tabla IV. 63. Especies de fauna registradas en SMS en la zona del SAR. | 200 |
| Tabla IV. 64. Índice de diversidad de Shanon-Wiener por PM. | 201 |
| Tabla IV. 65. Índice de Margalef calculado..... | 202 |
| Tabla IV. 66. Índice de similitud Jaccard para los PM. | 202 |
| Tabla IV. 67. Especies de vertebrados terrestres exóticos registrados en el Sistema Ambiental Regional. .. | 203 |
| Tabla IV. 68. Especies de vertebrados terrestres exóticos registrados en el SAR. | 204 |
| Tabla IV. 69. Trabajos primer río. | 209 |
| Tabla IV. 70. Trabajos segundo río. | 210 |
| Tabla IV. 71. Trabajos tercer río. | 211 |
| Tabla IV. 72. Especies dominantes de flora. | 212 |
| Tabla IV. 73. Especies de algas. | 213 |
| Tabla IV. 74. Fauna ictiológica. | 214 |

**MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL.
"PROYECTO DE MEJORA HIDRO-ECOLÓGICA DEL ESTERO LAS GARZAS",
SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.**

| | |
|--|-----|
| Tabla IV. 75. Flora en agua salobre..... | 216 |
| Tabla IV. 76. Especies de algas. | 216 |
| Tabla IV. 77. Especies de peces. | 218 |
| Tabla IV. 78. Especies de crustáceos. | 220 |
| Tabla IV. 79. Primer cuadrante..... | 221 |
| Tabla IV. 80. Segundo cuadrante..... | 222 |
| Tabla IV. 81. Primer cuadrante..... | 228 |
| Tabla IV. 82. Segundo cuadrante..... | 229 |
| Tabla IV. 83. Transectos 1..... | 237 |
| Tabla IV. 84. Transectos 2..... | 238 |
| Tabla IV. 85. Transectos 3..... | 239 |
| Tabla IV. 86. Transectos 4..... | 239 |
| Tabla IV. 87. Especies de pastos marinos y macroalgas. | 241 |
| Tabla IV. 88. Especies de Peces. | 243 |
| Tabla IV. 89. Cangrejo Ermitaño. | 244 |
| Tabla IV. 90. Especie de Corales. | 245 |
| Tabla IV. 91. Presencia o ausencia de ejemplares de flora marina, transecto 1. | 248 |
| Tabla IV. 92. Presencia o ausencia de ejemplares de flora marina, transecto 2. | 249 |
| Tabla IV. 93. Presencia o ausencia de ejemplares de flora marina, transecto 3. | 250 |
| Tabla IV. 94. Presencia o ausencia de ejemplares de flora marina, transecto 4. | 251 |
| Tabla IV. 95. Porcentajes para cada componente dentro de los subcuadrantes (Cuadrante 1). | 253 |
| Tabla IV. 96. Porcentajes para cada componente dentro de los subcuadrantes (Cuadrante 2). | 254 |
| Tabla IV. 97. Porcentajes para cada componente dentro de los subcuadrantes (Cuadrante 3). | 255 |
| Tabla IV. 98. Porcentajes para cada componente dentro de los subcuadrantes (Cuadrante 4). | 256 |
| Tabla IV. 99. Distribución de la población en el estado de Quintana Roo (2015) | 271 |
| Tabla IV. 100. Proyecciones de la población del municipio de Solidaridad (2015-2025) | 271 |
| Tabla IV. 101. PIB de Quintana Roo (2010-2014, millones de pesos a precios corrientes) | 272 |
| Tabla IV. 102. Población ocupada por actividades terciarias, municipio de Solidaridad, Quintana Roo (2010-2014)..... | 273 |
| Tabla IV. 103. Afluencia de turistas a Quintana Roo por zona turística (comparativo enero-abril, 2015-2016) | 273 |
| Tabla IV. 104. Ocupación hotelera Quintana Roo (comparativo Enero- Abril, 2015-2016) | 273 |
| Tabla IV. 105. Índice de población en situación de carencia y/o tipo de pobreza comparativo Estado – Municipio de Solidaridad (2010). | 274 |
| Tabla IV. 106. Índice de rezago social de municipios de Quintana Roo (2015) | 274 |
| Tabla IV. 107. Rezago educativo de población de 15 Años y más, municipio de Solidaridad – estado de Quintana Roo (2015) | 274 |
| Tabla IV. 108. Padecimientos médicos más comunes, Solidaridad, Quintana Roo (2016) | 275 |
| Tabla IV. 109. Principales causas de muerte registradas, Solidaridad, Quintana Roo (2016) | 276 |
| Tabla IV. 110. Ponderación para la Evaluación de la Calidad Escénica..... | 277 |
| Tabla IV. 111. Sensibilidad del Paisaje por algún tipo de alteración. | 283 |
| Tabla IV. 112. Valoración del paisaje del Proyecto..... | 284 |
| Tabla IV. 113. Fragilidad visual del Sistema Ambiental Regional del Proyecto. | 285 |
| Tabla IV. 114. Base numérica para calcular la capacidad de acogida ecológica..... | 285 |
| Tabla IV. 115. Agrupación de la Capacidad de Acogida Ecológica..... | 285 |
| Tabla IV. 116. Capacidad de Acogida Ecológica del Proyecto..... | 286 |
| Tabla IV. 117. Ponderación del aire..... | 287 |
| Tabla IV. 118. Ponderación del suelo. | 289 |

| | |
|---|-----|
| Tabla IV. 119. Ponderación de la hidrología. | 292 |
| Tabla IV. 120. Ponderación de la geomorfología. | 294 |
| Tabla IV. 121. Ponderación de la vegetación. | 296 |
| Tabla IV. 122. Ponderación de la fauna. | 298 |
| Tabla IV. 123. Ponderación de la presencia antrópica. | 300 |
| Tabla IV. 124. Tabla de ponderación de la calidad ambiental. | 302 |
| Tabla IV. 125. Diagnóstico ambiental del Predio DTR. | 305 |

Gráficas

| | |
|---|-----|
| Gráfica IV. 1. Climograma de la Estación Meteorológica Playa del Carmen. | 31 |
| Gráfica IV. 2. Estructura Vertical del área de influencia del predio del proyecto. | 143 |
| Gráfica IV. 3. Índice de Valor de Importancia del área de influencia del predio del proyecto. | 144 |
| Gráfica IV. 4. Estructura Vertical del Manglar del predio del proyecto. | 147 |
| Gráfica IV. 5. Índice de Valor de Importancia del Manglar del predio del proyecto. | 148 |
| Gráfica IV. 6. Estructura Vertical de la Selva mediana subperennifolia. | 152 |
| Gráfica IV. 7. Índice de Valor de Importancia Estructura Vertical de la Selva mediana subperennifolia. | 153 |
| Gráfica IV. 8. Número de especies de fauna silvestre potenciales en el Sistema Ambiental Regional. | 162 |
| Gráfica IV. 9. Número de especies de fauna silvestre potenciales en el Sistema Ambiental Regional bajo algún estatus de conservación de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010, (Pr; Protección Especial, A: Amenazada, End: Endémicas al país) y especies en CITES: Apéndice II). | 163 |
| Gráfica IV. 10. Comparación entre la riqueza de especies de vertebrados esperados contra las registradas en campo. | 169 |
| Gráfica IV. 11. Número de especies registradas en campo (NOM-059-SEMARNAT-2010; Protección Especial, A: Amenazada, End: Endémicas al país, y especies en CITES II: Apéndice II). | 169 |
| Gráfica IV. 12. Porcentaje de las categorías de abundancia relativa. | 187 |
| Gráfica IV. 13. Comparación de la abundancia relativa de la fauna registrada en campo. | 187 |
| Gráfica IV. 14. Comparativo de las categorías de abundancia relativa de las especies registradas en el área del proyecto, en el Sistema Ambiental Regional (SAR) y Zona Adyacente (ZA; Rara = R, Común= C, Abundante = A). | 188 |
| Gráfica IV. 15. Número de puntos de muestreo en los que fue registrada la fauna con categoría de raras. | 189 |
| Gráfica IV. 16. Número de Puntos de Muestreo en los que fue registrada la fauna con categoría de comunes. | 190 |
| Gráfica IV. 17. Número de puntos de muestreo en los que fue registrada la fauna con categoría de abundantes. | 191 |
| Gráfica IV. 18. Crecimiento de la población en solidaridad (1990-2015). | 272 |
| Gráfica IV. 19. Diagnóstico Ambiental del Predio DTR. | 305 |

Fotografías

| | |
|--|----|
| Fotografía IV. 1. Pérdida parcial del manglar después de Emily y Wilma. | 25 |
| Fotografía IV. 2. Efectos de la erosión marina y el vertimiento natural de arena en el litoral norte del Predio DTR provocados por el huracán Wilma en el año 2005. | 26 |
| Fotografía IV. 3. Complejidad de topoformas presentes en el Predio del Proyecto. | 45 |
| Fotografía IV. 4. Desconexión en la planicie de inundación del predio Tres Ríos. | 51 |
| Fotografía IV. 5. Geoformas y Cuerpos de agua del Predio. | 62 |
| Fotografía IV. 6. Ejemplo de los efectos sobre la estructura, densidad, y servicios ambientales del manglar por aumento de la salinidad del suelo y desconexión hidrológica con la influencia mareal. | 73 |
| Fotografía IV. 7. Condición del manglar (tipo borde) en el Predio Mayakoba. | 74 |

**MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL.
"PROYECTO DE MEJORA HIDRO-ECOLÓGICA DEL ESTERO LAS GARZAS",
SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.**

| | |
|--|-----|
| Fotografía IV. 8. Desembocadura del Río Selva. | 86 |
| Fotografía IV. 9. Desembocadura del Río Pájaros y Río Selva. | 87 |
| Fotografía IV. 10. Cenote Águila (vista aérea). | 88 |
| Fotografía IV. 11. Cenote Águila. | 89 |
| Fotografía IV. 12. Cenote Tortuga. | 90 |
| Fotografía IV. 13. Asolvamiento y cierre total de la Boca del Estero. | 96 |
| Fotografía IV. 14. Asolvamiento y cierre total de la Boca del Estero. (Continuación). | 97 |
| Fotografía IV. 15. Estado actual del Estero Las Garzas (vista suroeste). | 98 |
| Fotografía IV. 16. Estado actual del Estero Las Garzas (vista norte). | 99 |
| Fotografía IV. 17. Estado actual del Estero Las Garzas (vista este). | 100 |
| Fotografía IV. 18. Erosión en el frente costero de Tres Ríos. | 107 |
| Fotografía IV. 19. Ruptura de la barrera arenosa de la playa en el sector sur de la zona litoral del predio. . | 108 |
| Fotografía IV. 20. Muestreo realizado en el Manglar del proyecto. | 116 |
| Fotografía IV. 21. Muestreo realizado para el proyecto. | 117 |
| Fotografía IV. 22. Utilización del Dron en prospección de campo | 118 |
| Fotografía IV. 23. Manglar de franja dominado por <i>R. mangle</i> en el predio del proyecto. | 125 |
| Fotografía IV. 24. Manglar de cuenca dominado por <i>R. mangle</i> en el DTR. | 125 |
| Fotografía IV. 25. Manglar tipo matorral chaparro de bajos servicios ambientales. | 126 |
| Fotografía IV. 26. Zonas de manglares degradadas con un proceso lento de regeneración. | 126 |
| Fotografía IV. 27. Selva mediana subperennifolia. | 127 |
| Fotografía IV. 28. Otros tipos de vegetación. | 127 |
| Fotografía IV. 29. Condiciones ambientales en las que se encuentra la zona del proyecto | 154 |
| Fotografía IV. 30. Técnicas de muestreo. | 166 |
| Fotografía IV. 31. Herpetofauna registrada en campo. | 171 |
| Fotografía IV. 32. Aves registradas en campo. | 174 |
| Fotografía IV. 33. Mamíferos registrados en campo. | 181 |
| Fotografía IV. 34. Especies registradas con cámaras trampa. | 184 |
| Fotografía IV. 35. Recorrido durante el muestreo simple. | 206 |
| Fotografía IV. 36. Vista de la desembocadura azolvada. | 208 |
| Fotografía IV. 37. Vista de los mangles dentro del Río 1. | 212 |
| Fotografía IV. 38. Raíces de mangle dentro del trazo del Río 1. | 213 |
| Fotografía IV. 39. Presencia de fauna ictiológica (Gen. <i>Rhamdia</i>). | 214 |
| Fotografía IV. 40. Presencia de fauna ictiológica (Gen. <i>Cichlasoma</i>). | 214 |
| Fotografía IV. 41. Presencia de fauna ictiológica (Gen. <i>Cichlasoma</i>). | 215 |
| Fotografía IV. 42. Vista de la desembocadura del Río 1 en el mar. | 215 |
| Fotografía IV. 43. Mangle en la desembocadura del Río 1 al mar. | 216 |
| Fotografía IV. 44. Presencia de rodofitas en la desembocadura. | 216 |
| Fotografía IV. 45. Presencia de clorofitas y rodofitas en la desembocadura. | 217 |
| Fotografía IV. 46. Presencia de feofitas y rodofitas en la desembocadura. | 217 |
| Fotografía IV. 47. Cardumen de peces en la desembocadura del Río 1 en el mar. | 218 |
| Fotografía IV. 48. Presencia de ictiofauna (Gen. <i>Lutjanus</i>). | 218 |
| Fotografía IV. 49. Presencia de ictiofauna (Gen. <i>Lutjanus</i>). | 219 |
| Fotografía IV. 50. Presencia de ictiofauna (Gen. <i>Diapterus</i>). | 219 |
| Fotografía IV. 51. Presencia de ictiofauna (Gen. <i>Diapterus</i>). | 220 |
| Fotografía IV. 52. Vista aérea del cenote Águila. | 220 |
| Fotografía IV. 53. Arena de fondo dentro del recorrido. | 223 |
| Fotografía IV. 54. Existe una gran cantidad de sedimento. | 223 |
| Fotografía IV. 55. Presencia de rodofitas dentro del cuerpo de agua. | 223 |

**MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL.
"PROYECTO DE MEJORA HIDRO-ECOLÓGICA DEL ESTERO LAS GARZAS",
SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.**

| | |
|---|-----|
| Fotografía IV. 56. Presencia de rodofitas y clorofitas dentro del cuerpo de agua. | 224 |
| Fotografía IV. 57. Arena de fondo en la zona de aguas salobres. | 224 |
| Fotografía IV. 58. Raíces de mangle en el transecto. | 224 |
| Fotografía IV. 59. Vista del cenote Tortuga. | 225 |
| Fotografía IV. 60. Abundante presencia de sedimentos. | 225 |
| Fotografía IV. 61. Dentro del cenote se encontraron algas feofitas. | 225 |
| Fotografía IV. 62. Abundante presencia de sedimentos. | 226 |
| Fotografía IV. 63. Abundante presencia de sedimentos. | 226 |
| Fotografía IV. 64. Presencia de fauna ictiológica. | 226 |
| Fotografía IV. 65. Presencia de fauna ictiológica. | 227 |
| Fotografía IV. 66. Vista del acceso azolvado en la desembocadura. | 227 |
| Fotografía IV. 67. Vista de la zona costera. | 232 |
| Fotografía IV. 68. Corales presentes en la cercanía de costa. | 232 |
| Fotografía IV. 69. Pastos marinos dentro del trazo del proyecto. | 233 |
| Fotografía IV. 70. Vista del completo turístico. | 233 |
| Fotografía IV. 71. Vista al sur de los sitios de transectos. | 234 |
| Fotografía IV. 72. Vista de la línea de costa donde se realizaron los muestreos. | 235 |
| Fotografía IV. 73. Marcaje y recorrido de transectos. | 236 |
| Fotografía IV. 74. Línea de transectos y cuadrante. | 236 |
| Fotografía IV. 75. Recorridos de los transectos. | 240 |
| Fotografía IV. 76. Algas adheridas a rocas cercanas al trazo. | 241 |
| Fotografía IV. 77. Presencia de ejemplares de la familia sargassaceae. | 241 |
| Fotografía IV. 78. Presencia de ejemplares de la familia hydrocharitaceae en los transectos. | 242 |
| Fotografía IV. 79. Presencia de ejemplares de la familia valoniaceae en los transectos. | 242 |
| Fotografía IV. 80. Presencia de ictiofauna en las cercanías de los trazos. | 243 |
| Fotografía IV. 81. Zonas coralinas en las cercanías de los trazos. | 244 |
| Fotografía IV. 82. Ejemplar de la super familia paguroidea sin identificación de género. | 244 |
| Fotografía IV. 83. Presencia de coral escleractinios en los transectos. | 245 |
| Fotografía IV. 84. Gorconaceos presentes en las zonas coralinas fuera de los transectos. | 245 |
| Fotografía IV. 85. Corales escleractinios fuera de los transectos. | 246 |
| Fotografía IV. 86. Diversidad de gorconaceos fuera de los transectos. | 246 |
| Fotografía IV. 87. Marcaje de los transectos. | 247 |
| Fotografía IV. 88. Línea de transecto sobre el cuadrante. | 247 |
| Fotografía IV. 89. Familias de cymodoceaceae y hydrocharitaceae en la zona. | 248 |
| Fotografía IV. 90. Familias de cymodoceaceae y hydrocharitaceae en línea de transecto. | 249 |
| Fotografía IV. 91. Familia de hydrocharitaceae en cuadrantes. | 250 |
| Fotografía IV. 92. Áreas sin vegetación en el fondo del transecto. | 251 |
| Fotografía IV. 93. Vista de la familia de hydrocharitaceae en cuadrantes. | 252 |
| Fotografía IV. 94. Limitaciones de vista durante los transectos. | 252 |
| Fotografía IV. 95. Unidades de paisaje localizadas en el Sistema Ambiental Regional y en el Predio Desarrollo Tres Ríos. | 280 |

IV.1. Delimitación y justificación del Sistema Ambiental Regional (SAR) donde pretende establecerse el proyecto.

La unidad fisiográfica Punta Bete-Punta Maroma ha sido previamente estudiada y utilizada como SAR terrestre para diversos proyectos turísticos ubicados en la zona, de los cuales se pueden mencionar el Proyecto Kanai, el Desarrollo Turístico Tres Ríos, Desarrollo Turístico Mayakoba, entre otros. Estos proyectos actualmente en construcción o en operación, fueron considerados como modelos de planeación de proyectos turísticos sustentables en la Riviera Maya y a nivel nacional por la SEMARNAT (SEMARNAT, 2006). El proyecto que se pretende llevar a cabo se encuentra dentro la misma unidad fisiográfica por lo que gran parte del fundamento técnico y científico para el desarrollo de esta manifestación de impacto ambiental, radica en el análisis de la información existente. La metodología para la delimitación del SAR (según lo solicita el artículo 13 del Reglamento de la LGEEPA en materia de impacto ambiental), consistió en su delimitación preliminar tanto marina como terrestre, basada en la información disponible de documentos oficiales; un equipo de especialistas en materia ambiental y de desarrollo analizaron desde sus ópticas esta delimitación ajustándola de acuerdo a las condiciones del medio para posteriormente acordar la delimitación que considerara todas las necesidades técnicas de los expertos involucrados. Tal y como se menciona con anterioridad, conforme a las características de la región los niveles de aproximación y/o escala obedecen a las extensiones territoriales que se expresan en la siguiente tabla, es decir, los análisis correspondientes al SAR son considerablemente diferentes en escala a los desarrollados para el predio del DTR y su frente costero. De acuerdo con lo anterior, para la delimitación y definición del SAR se tomaron en cuenta criterios técnicos, normativos y de planeación, que permitieron incrementar la certidumbre jurídica y técnica del proyecto. Los aspectos considerados en cada uno fueron los siguientes:

SAR TERRESTRE.

- Diferentes instrumentos de planeación: El POEL del Municipio de Solidaridad ubica al proyecto en la unidad de gestión ambiental (UGA) número 17 con una política de conservación; ésta UGA se delimita hacia el Oeste por la Carretera Federal 307, al Este por el Mar Caribe, al Norte por Punta Brava y al Sur por Xcalacoco. Dentro de esta UGA se encuentra la Unidad Fisiográfica Punta Bete- Punta Maroma. Se consideró el análisis de límites administrativos considerando su base técnica, científica y jurídica reconocida por los diferentes órdenes de gobierno.
- Los estudios realizados previamente en la Unidad Fisiográfica Punta Bete-Punta Maroma y utilizados para diversos proyectos turísticos en la zona, incluido el Proyecto Desarrollo Tres Ríos, los cuales fueron considerados como modelos de planeación de proyectos turísticos en la Riviera Maya por la SEMARNAT (SEMARNAT, 2006), esta información se considera básica dado que permite considerar factores ambientales con un enfoque retrospectivo.
- Las condiciones ambientales y funcionales detectadas en la Unidad Fisiográfica Punta Bete- Punta Maroma, la cual corresponde a una unidad natural de humedales costeros de manglar que la limitan de forma natural hacia el Sur; hacia el Norte está delimitada por infraestructura turística que fragmenta dicha unidad de manglar; hacia el Oeste por la Carretera Federal 307 y hacia el Este por el Mar Caribe. De este modo y en congruencia con el Proyecto y con una superficie aproximada de 2,223.46 ha, la Unidad Fisiográfica Punta Bete-Punta Maroma corresponde al SAR terrestre delimitado para el Proyecto.

SAR MARINO.

La delimitación del SAR Marino comprende una superficie total de 3,109.99 ha cuyo límite Norte está fundamentado por las condiciones ambientales y funcionales a nivel regional, con énfasis en la dinámica costera definida por el estudio de corrientes y dispersión de sedimentos. La delimitación de este SAR Marino siguió la misma estrategia de opiniones de expertos en diversos temas ambientales, ingenieriles y oceanográficos y consideró no solo los aspectos tangibles de los componentes del entorno sino sus aspectos funcionales y de interacción. Dadas las diferencias en la naturaleza del proyecto, las definiciones de los sistemas ambientales para la zona continental y la zona marina obedecieron a criterios diferentes que

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL. "PROYECTO DE MEJORA HIDRO-ECOLÓGICA DEL ESTERO LAS GARZAS", SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.

permiten garantizar que la evaluación de los impactos ambientales y el seguimiento de estos sea considerada como objetivo y dirigido a reducir los riesgos inherentes del proyecto, es por ello por lo que los límites de estos sistemas ambientales no son coincidentes, pero sí válidos. En la Sección Norte, el SAR Marino se delimitó tomando en cuenta el polígono de dispersión del banco Kanai 1B. En la Sección Sur, el SAR Marino se delimitó proyectando la forma fisiográfica determinante del SAR Terrestre (Punta Bete).

Hacia el NW su límite es la línea de costa mientras que al sureste lo es el inicio del talud continental y el sistema terrestre fue delimitado por la distribución de los humedales de la unidad fisiográfica.

- **Levantamiento de fotografía aérea.**

Con el fin de tener una visión a detalle y actualizada del área de estudio, se obtuvo material fotográfico en formato digital, con las siguientes características.

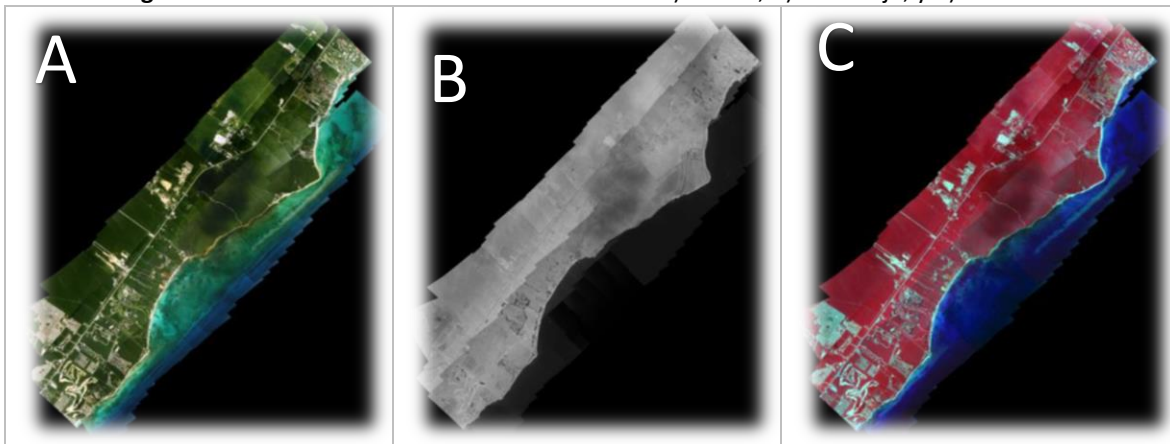
Tabla IV. 1. Características de la fotografía aérea digital.

| Fecha de toma | Resolución espacial | Resolución espectral |
|--------------------|---------------------|--|
| Septiembre de 2010 | 0.6 m por celda | Color visible, infrarrojo, composición falso color |

Fuente: Biota y SICA, 2018.

Estas fotografías pueden visualizarse estereoscópicamente debido a su sobreposición y su alta resolución. Se produjeron fotografías compuestas en falso color con la combinación de ambas bandas, lo que permitió hacer una mejor interpretación de la cubierta vegetal. También se elaboraron mosaicos ortorectificados y referenciados en la proyección cartográfica UTM con el sistema de referencia WGS84. Se obtuvieron así ortofotos en los espectros visible, infrarrojo y compuesto en falso color para el Sistema Ambiental Regional. Estos materiales fueron fundamentales para los análisis a nivel regional y a nivel local del área del Proyecto.

Imagen IV. 1. Diferentes formatos de los mosaicos: A) Visible, B) Infrarrojo, y C) Falso color.



Fuente: Biota y SICA, 2018.

DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL (TERRESTRE Y MARINO) DELIMITADO.

- **Sistema Ambiental Regional Terrestre.**

Tal y como se ha mencionado anteriormente, el área en donde se pretende desarrollar el Proyecto se inserta en el SAR Unidad Fisiográfica Punta Bete- Punta Maroma. Esta Unidad fue previamente delimitada y descrita por la SEMARNAT en el 2006 en su libro "Reflexiones y acciones para el desarrollo turístico sostenible, derivadas de la Evaluación de Impacto Ambiental en el Caribe Mexicano: Sistema Ambiental Punta Bete-Punta Maroma", así mismo ha sido utilizada como SAR para diferentes proyectos turísticos autorizados en materia de evaluación de impacto ambiental en la Riviera Maya. Se puede considerar al extenso humedal antes mencionado como el eje natural de este sistema ambiental que se encuentra conformado por 10 diferentes unidades naturales que se distribuyen paralelamente, de la línea de costa hacia el continente a partir de la

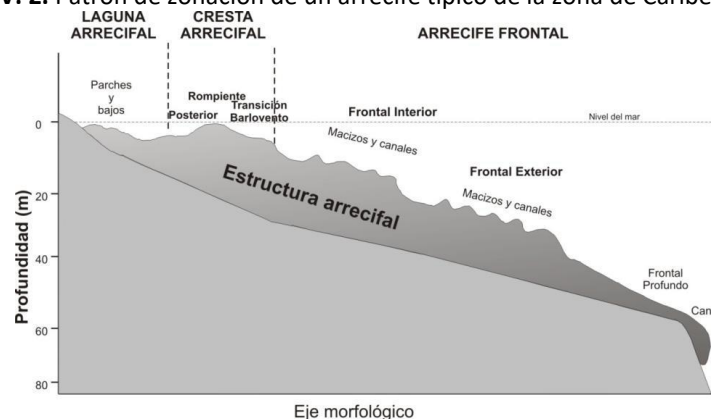
MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL. "PROYECTO DE MEJORA HIDRO-ECOLÓGICA DEL ESTERO LAS GARZAS", SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.

playa arenosa que es más extensa en las zonas protegidas por la presencia del arrecife, como son Punta Maroma y Punta Bete, formas de acumulación y acreción litoral. En la parte posterior a las playas se puede encontrar un cordón de dunas con matorral costero que, de igual forma, es variable en cuanto a su anchura y altura, en algunos casos reduciéndose a dunas incipientes, lo cual contrasta con la planicie ondulada que forman una serie de cordones alineados presentes en los alrededores de Punta Maroma en donde se desarrolla un tipo de selva baja costera; la planicie de inundación con manglar es la unidad más extensa del sistema, ya que abarca poco más del 43% de la superficie total. Hacia el norte se presenta una planicie de inundación ocasional con presencia de aguadas y desarrollo cárstico, esta unidad se presenta por un ligero declive del terreno; entre esta zona deprimida de selva y el humedal se presenta una franja en forma de terraza que sustenta selva baja de transición y que en la parte sur es sucedido hacia el terreno de mayor elevación por una planicie ondulada formada por antiguos cordones litorales cubierta por selva baja subcaducifolia. A lo largo del SAR se ha ido desarrollando infraestructura, en su mayoría turística, principalmente sobre el humedal y la selva y que incluye algunos cuerpos de agua construidos artificialmente pero que muestran el alumbramiento de agua subterránea, esta infraestructura representa ya más del 17% de la superficie del SAR. Adicionalmente se pueden encontrar cuerpos de agua naturales como cenotes y corrientes perennes, principalmente entre la planicie de inundación. En el caso del ecosistema de duna costera, el proceso dominante de erosión ha determinado un sostenido proceso natural de pérdida, que en algunos sitios se agrava por la ubicación de infraestructura costera sobre esta geoforma, llegando al extremo de eliminarla por completo. En la parte posterior del ecosistema de duna, existe una planicie donde los procesos geohidrológicos han determinado la existencia de un ecosistema de humedales costeros de manglar descrito e identificado por GPPA (2005) y DTR-GPPA (2005) como la "Unidad Natural de Humedales Costeros Punta Bete–Punta Maroma", retomado por la SEMARNAT en el 2006. El predio del proyecto se ubica en la porción centro-sur de la unidad de humedales costeros, en la transición entre una zona, al sur, de alta fragmentación e impactos ambientales derivados de la construcción y operación de desarrollos turísticos, tales como alteración hidrológica del humedal y alteración en su función de contigüidad (GPPA, 2006), y al norte otra zona en donde la concentración actual de desarrollos turísticos es mínima y presenta menor grado de fragmentación.

- **Sistema Ambiental Regional Marino.**

Como ya se ha indicado, la zona arrecifal que se encuentra entre Punta Maroma y Punta Bete presenta diferentes grados de desarrollo de su estructura arrecifal, reconociendo dos secciones principales. La Sección Arrecife (Norte), que abarca desde Punta Celis hasta la altura del límite norte del predio Tres Ríos, en donde se forma una barrera arrecifal continua con una cresta bien definida de aproximadamente 4.5 km de longitud, siendo el área donde se encuentra la mayor abundancia y diversidad de especies. La cresta arrecifal tiene una rompiente bien conformada y por lo tanto el Arrecife Posterior y la laguna arrecifal están bien definidos, de acuerdo con el patrón de zonación típico de los arrecifes del Caribe Mexicano.

Imagen IV. 2. Patrón de zonación de un arrecife típico de la zona de Caribe Mexicano.

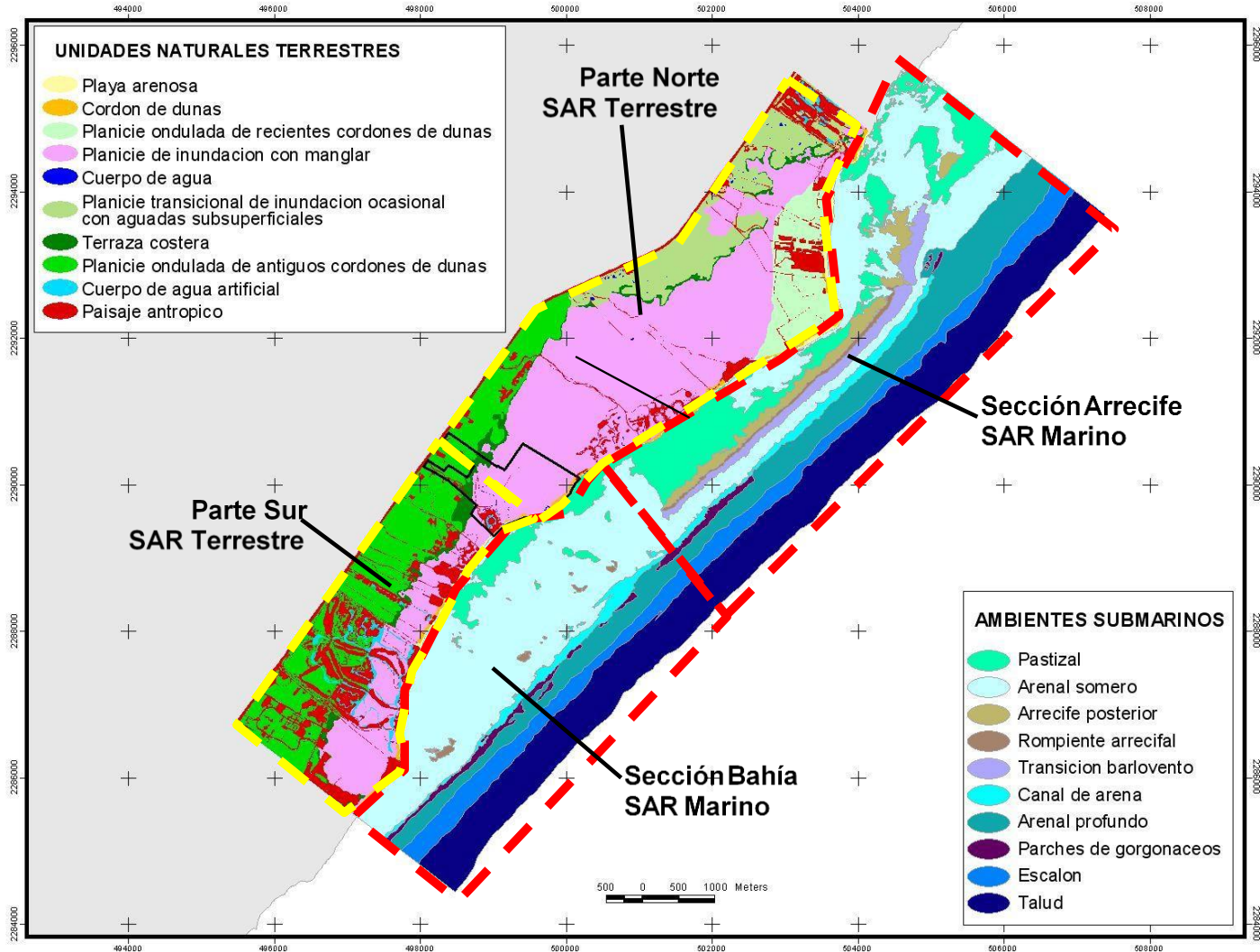


Fuente: Modificado de Gutiérrez, et al., 1993.

**MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL.
"PROYECTO DE MEJORA HIDRO-ECOLÓGICA DEL ESTERO LAS GARZAS",
SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.**

En la parte Centro – Sur (sección Bahía) del SAR, la laguna arrecifal está representada por una gran extensión de arena en la parte somera de su zona marina, en donde la presencia de pasto marino es escasa y se limita a algunos parches sobre todo en la parte contigua a la playa, encontrándose zonas desprovistas de vegetación y otras cubiertas de diferentes tipos de asociaciones de algas. La cresta arrecifal está ausente, y solamente se encuentra de manera incipiente en áreas muy pequeñas en los extremos que definen esta zona de bahías. El arrecife frontal también está muy poco desarrollado, siendo una plataforma de arena profunda en donde la presencia de biota es pobre. El bajo desarrollo de la formación coralina en esta sección se debe a la influencia del agua dulce proveniente tanto de los ríos que desembocan en la costa del DTR, como del vertimiento subterráneo. La presencia de corales escleractinios es baja además de que las colonias presentan cierto grado de afectación, sobre todo por el crecimiento de epibiontes y Blanqueamiento.

Imagen IV. 3. Unidades del Sistema Ambiental Regional



Fuente: Interpretación de fotografía aérea.

**MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL.
"PROYECTO DE MEJORA HIDRO-ECOLÓGICA DEL ESTERO LAS GARZAS",
SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.**

De tal manera el Sistema Ambiental Regional, se trata de un polígono con una superficie de 5,333.45 Ha, que se componen por una parte terrestre y una acuática, en la siguiente tabla se muestran las coordenadas del Sistema Ambiental Regional, así como la imagen satelital del mismo:

Tabla IV. 2. Coordenadas del Sistema Ambiental Regional.

| SAR MARINO = 3,109.99 Ha | | | | | SAR TERRESTRE = 2,223.46 Ha | | | | |
|--------------------------|--------|---------|-----------------|------------------|-----------------------------|--------|---------|-----------------|------------------|
| FID | ESTE | NORTE | LATITUD | LONGITUD | FID | ESTE | NORTE | LATITUD | LONGITUD |
| 0 | 504589 | 2295768 | 20° 45' 41.889" | -86° 57' 21.276" | 0 | 499669 | 2292475 | 20° 43' 54.789" | -87° 0' 11.460" |
| 1 | 507715 | 2293288 | 20° 44' 21.164" | -86° 55' 33.225" | 1 | 500280 | 2292740 | 20° 44' 3.395" | -86° 59' 50.303" |
| 2 | 498173 | 2283630 | 20° 39' 7.071" | -87° 1' 3.130" | 2 | 500856 | 2292988 | 20° 44' 11.464" | -86° 59' 30.404" |
| 3 | 496685 | 2284887 | 20° 39' 47.946" | -87° 1' 54.573" | 3 | 501256 | 2293176 | 20° 44' 17.595" | -86° 59' 16.566" |
| 4 | 496772 | 2285052 | 20° 39' 53.298" | -87° 1' 51.552" | 4 | 501481 | 2293338 | 20° 44' 22.866" | -86° 59' 8.788" |
| 5 | 496967 | 2285314 | 20° 40' 1.820" | -87° 1' 44.833" | 5 | 502477 | 2294741 | 20° 45' 8.503" | -86° 58' 34.328" |
| 6 | 497138 | 2285560 | 20° 40' 9.826" | -87° 1' 38.936" | 6 | 503025 | 2295512 | 20° 45' 33.568" | -86° 58' 15.399" |
| 7 | 497181 | 2285651 | 20° 40' 12.795" | -87° 1' 37.427" | 7 | 503829 | 2294983 | 20° 45' 16.349" | -86° 57' 47.586" |
| 8 | 497312 | 2285782 | 20° 40' 17.056" | -87° 1' 32.901" | 8 | 503882 | 2295046 | 20° 45' 18.414" | -86° 57' 45.755" |
| 9 | 497407 | 2285853 | 20° 40' 19.381" | -87° 1' 29.609" | 9 | 504099 | 2294882 | 20° 45' 13.077" | -86° 57' 38.254" |
| 10 | 497503 | 2285945 | 20° 40' 22.350" | -87° 1' 26.318" | 10 | 503861 | 2294290 | 20° 44' 53.799" | -86° 57' 46.493" |
| 11 | 497586 | 2286064 | 20° 40' 26.224" | -87° 1' 23.437" | 11 | 503607 | 2294216 | 20° 44' 51.391" | -86° 57' 55.277" |
| 12 | 497661 | 2286139 | 20° 40' 28.677" | -87° 1' 20.831" | 12 | 503570 | 2293951 | 20° 44' 42.785" | -86° 57' 56.560" |
| 13 | 497757 | 2286151 | 20° 40' 29.065" | -87° 1' 17.539" | 13 | 503559 | 2293655 | 20° 44' 33.145" | -86° 57' 56.929" |
| 14 | 497745 | 2286357 | 20° 40' 35.778" | -87° 1' 17.952" | 14 | 503511 | 2293258 | 20° 44' 20.236" | -86° 57' 58.578" |
| 15 | 497733 | 2286536 | 20° 40' 41.588" | -87° 1' 18.364" | 15 | 503469 | 2292850 | 20° 44' 6.982" | -86° 58' 0.045" |
| 16 | 497757 | 2286738 | 20° 40' 48.172" | -87° 1' 17.542" | 16 | 503501 | 2292686 | 20° 44' 1.645" | -86° 57' 58.948" |
| 17 | 497777 | 2286933 | 20° 40' 54.498" | -87° 1' 16.857" | 17 | 503734 | 2292348 | 20° 43' 50.627" | -86° 57' 50.900" |
| 18 | 497824 | 2287139 | 20° 41' 1.212" | -87° 1' 15.212" | 18 | 503797 | 2292274 | 20° 43' 48.217" | -86° 57' 48.705" |
| 19 | 497888 | 2287425 | 20° 41' 10.507" | -87° 1' 13.018" | 19 | 503686 | 2292136 | 20° 43' 43.742" | -86° 57' 52.548" |
| 20 | 497908 | 2287489 | 20° 41' 12.573" | -87° 1' 12.332" | 20 | 503369 | 2291951 | 20° 43' 37.719" | -86° 58' 3.528" |
| 21 | 497951 | 2287600 | 20° 41' 16.188" | -87° 1' 10.823" | 21 | 503019 | 2291760 | 20° 43' 31.525" | -86° 58' 15.605" |
| 22 | 497967 | 2287739 | 20° 41' 20.707" | -87° 1' 10.275" | 22 | 502723 | 2291686 | 20° 43' 29.116" | -86° 58' 25.851" |
| 23 | 498027 | 2287901 | 20° 41' 26.000" | -87° 1' 8.218" | 23 | 502596 | 2291633 | 20° 43' 27.396" | -86° 58' 30.243" |
| 24 | 498134 | 2288052 | 20° 41' 30.906" | -87° 1' 4.514" | 24 | 502331 | 2291517 | 20° 43' 23.610" | -86° 58' 39.392" |
| 25 | 498225 | 2288223 | 20° 41' 36.458" | -87° 1' 1.360" | 25 | 502093 | 2291326 | 20° 43' 17.414" | -86° 58' 47.626" |
| 26 | 498340 | 2288445 | 20° 41' 43.688" | -87° 0' 57.382" | 26 | 502030 | 2291242 | 20° 43' 14.660" | -86° 58' 49.822" |
| 27 | 498722 | 2288961 | 20° 42' 0.472" | -87° 0' 44.166" | 27 | 501876 | 2291120 | 20° 43' 10.702" | -86° 58' 55.128" |
| 28 | 498849 | 2289157 | 20° 42' 6.842" | -87° 0' 39.776" | 28 | 501786 | 2291062 | 20° 43' 8.808" | -86° 58' 58.239" |
| 29 | 498982 | 2289278 | 20° 42' 10.801" | -87° 0' 35.203" | 29 | 501733 | 2290998 | 20° 43' 6.743" | -86° 59' 0.068" |
| 30 | 499225 | 2289458 | 20° 42' 16.654" | -87° 0' 26.788" | 30 | 501686 | 2290929 | 20° 43' 4.505" | -86° 59' 1.715" |
| 31 | 499437 | 2289480 | 20° 42' 17.343" | -87° 0' 19.471" | 31 | 501628 | 2290871 | 20° 43' 2.612" | -86° 59' 3.728" |
| 32 | 499548 | 2289427 | 20° 42' 15.622" | -87° 0' 15.629" | 32 | 501511 | 2290855 | 20° 43' 2.096" | -86° 59' 7.753" |
| 33 | 499638 | 2289432 | 20° 42' 15.794" | -87° 0' 12.519" | 33 | 501453 | 2290818 | 20° 43' 0.891" | -86° 59' 9.766" |
| 34 | 499744 | 2289527 | 20° 42' 18.892" | -87° 0' 8.860" | 34 | 501368 | 2290781 | 20° 42' 59.687" | -86° 59' 12.693" |
| 35 | 499876 | 2289702 | 20° 42' 24.573" | -87° 0' 4.286" | 35 | 501299 | 2290718 | 20° 42' 57.621" | -86° 59' 15.072" |
| 36 | 499982 | 2289839 | 20° 42' 29.048" | -87° 0' 0.628" | 36 | 501247 | 2290638 | 20° 42' 55.039" | -86° 59' 16.902" |
| 37 | 500040 | 2289903 | 20° 42' 31.114" | -86° 59' 58.615" | 37 | 501172 | 2290570 | 20° 42' 52.802" | -86° 59' 19.463" |
| 38 | 500104 | 2290003 | 20° 42' 34.384" | -86° 59' 56.420" | 38 | 501008 | 2290506 | 20° 42' 50.736" | -86° 59' 25.135" |
| 39 | 500204 | 2290109 | 20° 42' 37.827" | -86° 59' 52.944" | 39 | 500876 | 2290517 | 20° 42' 51.081" | -86° 59' 29.709" |
| 40 | 500368 | 2290199 | 20° 42' 40.753" | -86° 59' 47.272" | 40 | 500749 | 2290453 | 20° 42' 49.015" | -86° 59' 34.099" |
| 41 | 500596 | 2290353 | 20° 42' 45.745" | -86° 59' 39.405" | 41 | 500596 | 2290353 | 20° 42' 45.745" | -86° 59' 39.405" |
| 42 | 500749 | 2290453 | 20° 42' 49.015" | -86° 59' 34.099" | 42 | 500368 | 2290199 | 20° 42' 40.753" | -86° 59' 47.272" |

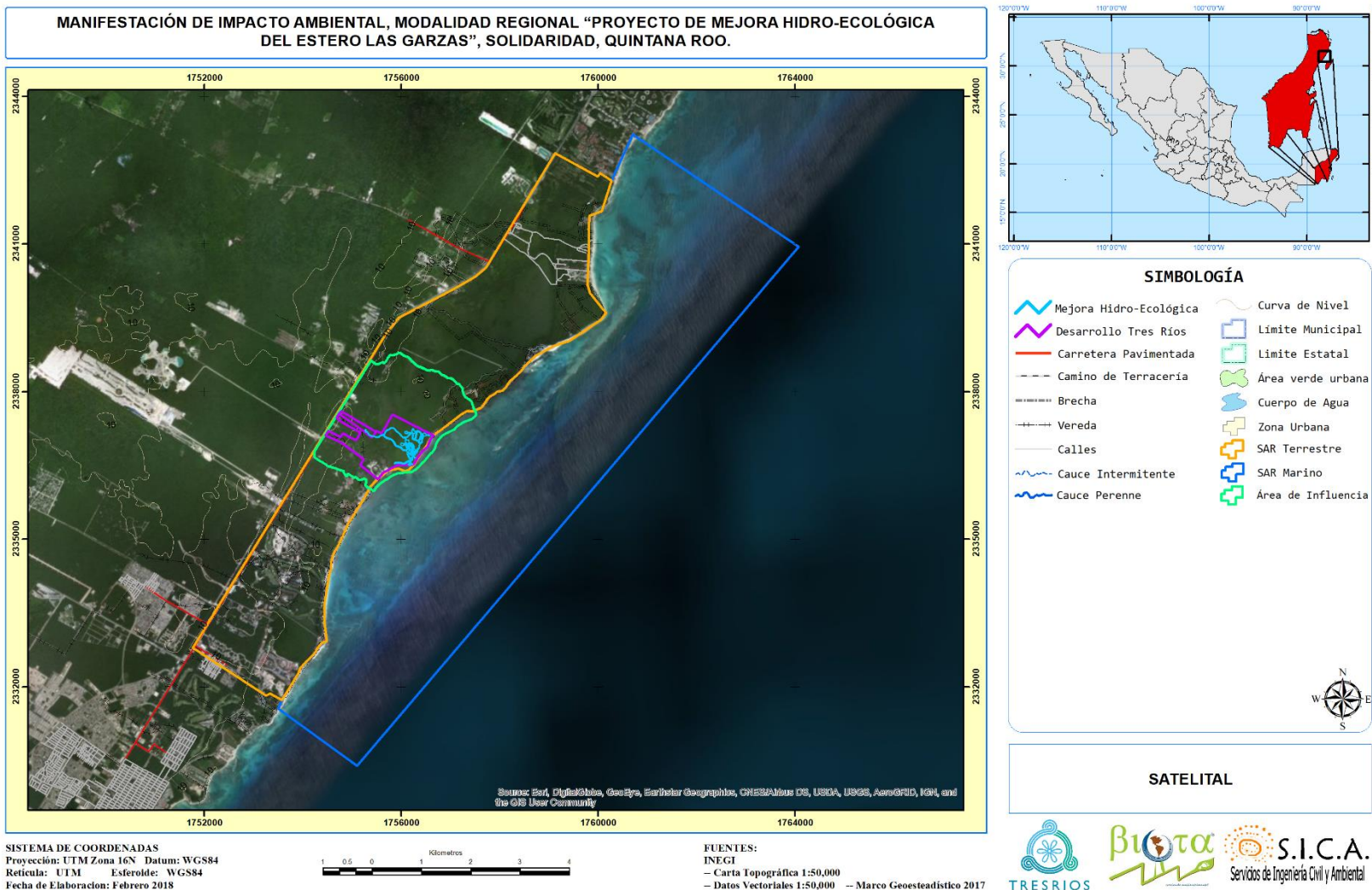
**MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL
"PROYECTO DE MEJORA HIDRO-ECOLÓGICA DEL ESTERO LAS GARZAS",
SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.**

| SAR MARINO = 3,109.99 Ha | | | | | SAR TERRESTRE = 2,223.46 Ha | | | | |
|--------------------------|--------|---------|-----------------|------------------|-----------------------------|--------|---------|-----------------|------------------|
| 43 | 500876 | 2290517 | 20° 42' 51.081" | -86° 59' 29.709" | 43 | 500204 | 2290109 | 20° 42' 37.827" | -86° 59' 52.944" |
| 44 | 501008 | 2290506 | 20° 42' 50.736" | -86° 59' 25.135" | 44 | 500104 | 2290003 | 20° 42' 34.384" | -86° 59' 56.420" |
| 45 | 501172 | 2290570 | 20° 42' 52.802" | -86° 59' 19.463" | 45 | 500040 | 2289903 | 20° 42' 31.114" | -86° 59' 58.615" |
| 46 | 501247 | 2290638 | 20° 42' 55.039" | -86° 59' 16.902" | 46 | 499982 | 2289839 | 20° 42' 29.048" | -87° 0' 0.628" |
| 47 | 501299 | 2290718 | 20° 42' 57.621" | -86° 59' 15.072" | 47 | 499876 | 2289702 | 20° 42' 24.573" | -87° 0' 4.286" |
| 48 | 501368 | 2290781 | 20° 42' 59.687" | -86° 59' 12.693" | 48 | 499744 | 2289527 | 20° 42' 18.892" | -87° 0' 8.860" |
| 49 | 501453 | 2290818 | 20° 43' 0.891" | -86° 59' 9.766" | 49 | 499638 | 2289432 | 20° 42' 15.794" | -87° 0' 12.519" |
| 50 | 501511 | 2290855 | 20° 43' 2.096" | -86° 59' 7.753" | 50 | 499548 | 2289427 | 20° 42' 15.622" | -87° 0' 15.629" |
| 51 | 501628 | 2290871 | 20° 43' 2.612" | -86° 59' 3.728" | 51 | 499437 | 2289480 | 20° 42' 17.343" | -87° 0' 19.471" |
| 52 | 501686 | 2290929 | 20° 43' 4.505" | -86° 59' 1.715" | 52 | 499225 | 2289458 | 20° 42' 16.654" | -87° 0' 26.788" |
| 53 | 501733 | 2290998 | 20° 43' 6.743" | -86° 59' 0.068" | 53 | 498982 | 2289278 | 20° 42' 10.801" | -87° 0' 35.203" |
| 54 | 501786 | 2291062 | 20° 43' 8.808" | -86° 58' 58.239" | 54 | 498849 | 2289157 | 20° 42' 6.842" | -87° 0' 39.776" |
| 55 | 501876 | 2291120 | 20° 43' 10.702" | -86° 58' 55.128" | 55 | 498722 | 2288961 | 20° 42' 0.472" | -87° 0' 44.166" |
| 56 | 502030 | 2291242 | 20° 43' 14.660" | -86° 58' 49.822" | 56 | 498340 | 2288445 | 20° 41' 43.688" | -87° 0' 57.382" |
| 57 | 502093 | 2291326 | 20° 43' 17.414" | -86° 58' 47.626" | 57 | 498225 | 2288223 | 20° 41' 36.458" | -87° 1' 1.360" |
| 58 | 502331 | 2291517 | 20° 43' 23.610" | -86° 58' 39.392" | 58 | 498134 | 2288052 | 20° 41' 30.906" | -87° 1' 4.514" |
| 59 | 502596 | 2291633 | 20° 43' 27.396" | -86° 58' 30.243" | 59 | 498027 | 2287901 | 20° 41' 26.000" | -87° 1' 8.218" |
| 60 | 502723 | 2291686 | 20° 43' 29.116" | -86° 58' 25.851" | 60 | 497967 | 2287739 | 20° 41' 20.707" | -87° 1' 10.275" |
| 61 | 503019 | 2291760 | 20° 43' 31.525" | -86° 58' 15.605" | 61 | 497951 | 2287600 | 20° 41' 16.188" | -87° 1' 10.823" |
| 62 | 503369 | 2291951 | 20° 43' 37.719" | -86° 58' 3.528" | 62 | 497908 | 2287489 | 20° 41' 12.573" | -87° 1' 12.332" |
| 63 | 503686 | 2292136 | 20° 43' 43.742" | -86° 57' 52.548" | 63 | 497888 | 2287425 | 20° 41' 10.507" | -87° 1' 13.018" |
| 64 | 503797 | 2292274 | 20° 43' 48.217" | -86° 57' 48.705" | 64 | 497824 | 2287139 | 20° 41' 1.212" | -87° 1' 15.212" |
| 65 | 503734 | 2292348 | 20° 43' 50.627" | -86° 57' 50.900" | 65 | 497777 | 2286933 | 20° 40' 54.498" | -87° 1' 16.857" |
| 66 | 503501 | 2292686 | 20° 44' 1.645" | -86° 57' 58.948" | 66 | 497757 | 2286738 | 20° 40' 48.172" | -87° 1' 17.542" |
| 67 | 503469 | 2292850 | 20° 44' 6.982" | -86° 58' 0.045" | 67 | 497733 | 2286536 | 20° 40' 41.588" | -87° 1' 18.364" |
| 68 | 503511 | 2293258 | 20° 44' 20.236" | -86° 57' 58.578" | 68 | 497745 | 2286357 | 20° 40' 35.778" | -87° 1' 17.952" |
| 69 | 503559 | 2293655 | 20° 44' 33.145" | -86° 57' 56.929" | 69 | 497757 | 2286151 | 20° 40' 29.065" | -87° 1' 17.539" |
| 70 | 503570 | 2293951 | 20° 44' 42.785" | -86° 57' 56.560" | 70 | 497661 | 2286139 | 20° 40' 28.677" | -87° 1' 20.831" |
| 71 | 503607 | 2294216 | 20° 44' 51.391" | -86° 57' 55.277" | 71 | 497586 | 2286064 | 20° 40' 26.224" | -87° 1' 23.437" |
| 72 | 503861 | 2294290 | 20° 44' 53.799" | -86° 57' 46.493" | 72 | 497503 | 2285945 | 20° 40' 22.350" | -87° 1' 26.318" |
| 73 | 504099 | 2294882 | 20° 45' 13.077" | -86° 57' 38.254" | 73 | 497407 | 2285853 | 20° 40' 19.381" | -87° 1' 29.609" |
| 74 | 504589 | 2295768 | 20° 45' 41.889" | -86° 57' 21.276" | 74 | 497312 | 2285782 | 20° 40' 17.056" | -87° 1' 32.901" |
| | | | | | 75 | 497181 | 2285651 | 20° 40' 12.795" | -87° 1' 37.427" |
| | | | | | 76 | 497138 | 2285560 | 20° 40' 9.826" | -87° 1' 38.936" |
| | | | | | 77 | 496967 | 2285314 | 20° 40' 1.820" | -87° 1' 44.833" |
| | | | | | 78 | 496772 | 2285052 | 20° 39' 53.298" | -87° 1' 51.552" |
| | | | | | 79 | 496550 | 2285203 | 20° 39' 58.203" | -87° 1' 59.235" |
| | | | | | 80 | 496467 | 2285167 | 20° 39' 57.040" | -87° 2' 2.115" |
| | | | | | 81 | 495086 | 2286226 | 20° 40' 31.499" | -87° 2' 49.862" |
| | | | | | 82 | 499385 | 2292166 | 20° 43' 44.744" | -87° 0' 21.258" |
| | | | | | 83 | 499669 | 2292475 | 20° 43' 54.789" | -87° 0' 11.460" |

Fuente: Biota y SICA, 2018.

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL “PROYECTO DE MEJORA HIDRO-ECOLÓGICA DEL ESTERO LAS GARZAS”, SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.

Imagen IV. 4. Imagen Satelital del Sistema Ambiental Regional.



MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL. "PROYECTO DE MEJORA HIDRO-ECOLÓGICA DEL ESTERO LAS GARZAS", SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.

ÁREA DE INFLUENCIA.

Adicionalmente al Sistema Ambiental Regional, se delimitará el área de influencia, se trata de un espacio geográfico en donde se espera recibir la mayor cantidad de impactos significativos, el cual estará delimitado de la siguiente forma:

- En la zona en la que está inserto el proyecto y originada por la vocación principalmente turística de la región se pueden identificar diferentes caminos de acceso en diferentes ordenes, siendo la principal vía de la región la Carretera Tulum- Cancún, se trata de una vialidad asfaltada, con dos cuerpos de circulación, adicionalmente tanto en la porción Norte y Sur del Predio se cuentan con diferentes caminos de acceso hacia diferentes complejos turísticos aledaños al desarrollo Tres Ríos, los caminos de acceso presentan una fragmentación clara de las condiciones ambientales del paisaje y la vegetación, adicionalmente por el tránsito provocan el desplazamiento de fauna a zonas menos perturbadas.
- El ambiente marino, será delimitado por la cota de los pastos marinos, así como la parte somera de la geomorfología marina, se trata de un ambiente que no presenta gran diversidad de Benton marino, ya que el mismo se desarrolla a mayores profundidades, así mismo el Área de influencia no considera la zona de arrecifes marinos, los cuales también se identifican a mayores profundidades.

De esta manera se delimita un área de una superficie de 499.27 Ha, en la siguiente tabla se muestran las coordenadas del área de influencia, así como la imagen satelital del mismo.

Tabla IV. 3. Coordenadas del área de influencia.

| FID | ESTE | NORTE | LATITUD | LONGITUD |
|-----|--------|---------|-----------------|-----------------|
| 0 | 499051 | 2291665 | 20° 43' 28.419" | -87° 0' 32.820" |
| 1 | 498828 | 2291365 | 20° 43' 18.689" | -87° 0' 40.533" |
| 2 | 498571 | 2291014 | 20° 43' 7.245" | -87° 0' 49.421" |
| 3 | 498309 | 2290656 | 20° 42' 55.596" | -87° 0' 58.466" |
| 4 | 498015 | 2290253 | 20° 42' 42.500" | -87° 1' 8.636" |
| 5 | 497793 | 2289948 | 20° 42' 32.564" | -87° 1' 16.292" |
| 6 | 497780 | 2289833 | 20° 42' 28.835" | -87° 1' 16.741" |
| 7 | 498053 | 2289624 | 20° 42' 22.040" | -87° 1' 7.305" |
| 8 | 498256 | 2289542 | 20° 42' 19.376" | -87° 1' 0.308" |
| 9 | 498338 | 2289512 | 20° 42' 18.387" | -87° 0' 57.451" |
| 10 | 498401 | 2289404 | 20° 42' 14.887" | -87° 0' 55.285" |
| 11 | 498425 | 2289454 | 20° 42' 16.502" | -87° 0' 54.436" |
| 12 | 498493 | 2289409 | 20° 42' 15.041" | -87° 0' 52.114" |
| 13 | 498523 | 2289375 | 20° 42' 13.938" | -87° 0' 51.066" |
| 14 | 498579 | 2289367 | 20° 42' 13.684" | -87° 0' 49.117" |
| 15 | 498617 | 2289320 | 20° 42' 12.164" | -87° 0' 47.807" |
| 16 | 498673 | 2289308 | 20° 42' 11.751" | -87° 0' 45.868" |
| 17 | 498718 | 2289323 | 20° 42' 12.258" | -87° 0' 44.321" |
| 18 | 498768 | 2289317 | 20° 42' 12.042" | -87° 0' 42.607" |
| 19 | 498782 | 2289258 | 20° 42' 10.142" | -87° 0' 42.111" |
| 20 | 498754 | 2289186 | 20° 42' 7.794" | -87° 0' 43.092" |
| 21 | 498838 | 2289128 | 20° 42' 5.918" | -87° 0' 40.156" |
| 22 | 498923 | 2289075 | 20° 42' 4.175" | -87° 0' 37.226" |
| 23 | 498991 | 2289158 | 20° 42' 6.875" | -87° 0' 34.866" |
| 24 | 499073 | 2289220 | 20° 42' 8.897" | -87° 0' 32.040" |
| 25 | 499145 | 2289265 | 20° 42' 10.347" | -87° 0' 29.559" |
| 26 | 499189 | 2289278 | 20° 42' 10.799" | -87° 0' 28.024" |

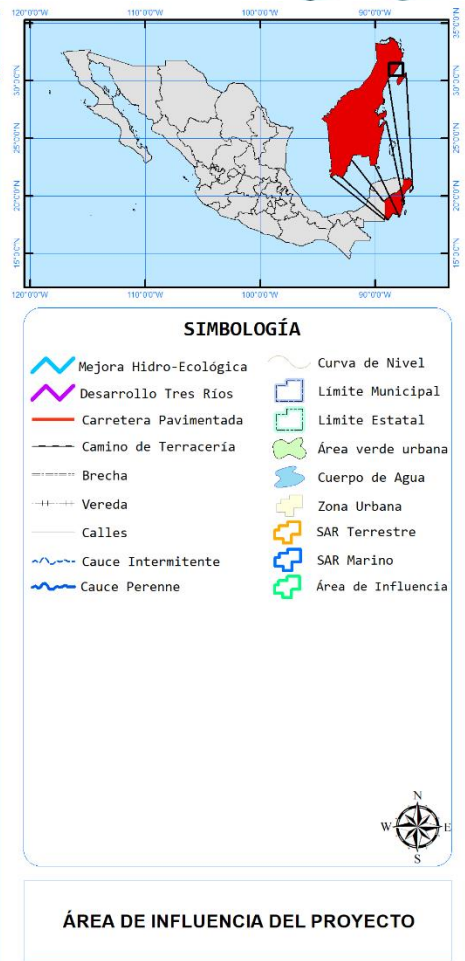
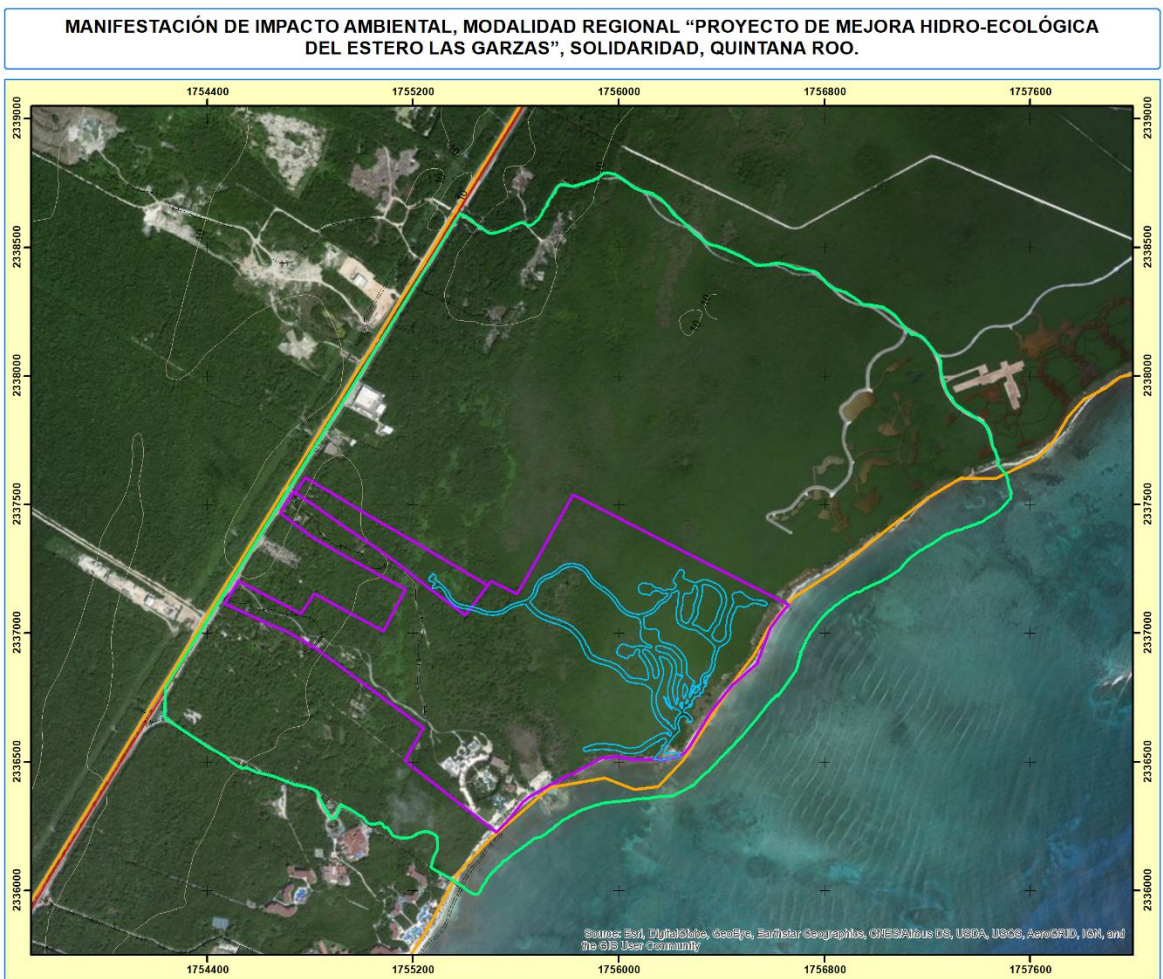
MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL.
 "PROYECTO DE MEJORA HIDRO-ECOLÓGICA DEL ESTERO LAS GARZAS",
 SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.

| FID | ESTE | NORTE | LATITUD | LONGITUD |
|-----|--------|---------|-----------------|------------------|
| 27 | 499279 | 2289336 | 20° 42' 12.671" | -87° 0' 24.935" |
| 28 | 499386 | 2289377 | 20° 42' 13.997" | -87° 0' 21.230" |
| 29 | 499515 | 2289387 | 20° 42' 14.331" | -87° 0' 16.756" |
| 30 | 499687 | 2289391 | 20° 42' 14.462" | -87° 0' 10.806" |
| 31 | 499813 | 2289463 | 20° 42' 16.792" | -87° 0' 6.449" |
| 32 | 499931 | 2289562 | 20° 42' 20.024" | -87° 0' 2.392" |
| 33 | 500032 | 2289661 | 20° 42' 23.255" | -86° 59' 58.904" |
| 34 | 500120 | 2289741 | 20° 42' 25.862" | -86° 59' 55.847" |
| 35 | 500197 | 2289837 | 20° 42' 28.986" | -86° 59' 53.177" |
| 36 | 500253 | 2289958 | 20° 42' 32.909" | -86° 59' 51.260" |
| 37 | 500349 | 2290057 | 20° 42' 36.111" | -86° 59' 47.931" |
| 38 | 500448 | 2290113 | 20° 42' 37.955" | -86° 59' 44.509" |
| 39 | 500572 | 2290161 | 20° 42' 39.496" | -86° 59' 40.224" |
| 40 | 500668 | 2290233 | 20° 42' 41.842" | -86° 59' 36.921" |
| 41 | 500800 | 2290303 | 20° 42' 44.144" | -86° 59' 32.349" |
| 42 | 500956 | 2290351 | 20° 42' 45.679" | -86° 59' 26.959" |
| 43 | 501061 | 2290429 | 20° 42' 48.216" | -86° 59' 23.332" |
| 44 | 501041 | 2290530 | 20° 42' 51.529" | -86° 59' 24.012" |
| 45 | 501003 | 2290644 | 20° 42' 55.213" | -86° 59' 25.315" |
| 46 | 500937 | 2290753 | 20° 42' 58.763" | -86° 59' 27.600" |
| 47 | 500858 | 2290835 | 20° 43' 1.422" | -86° 59' 30.322" |
| 48 | 500833 | 2290959 | 20° 43' 5.455" | -86° 59' 31.182" |
| 49 | 500765 | 2291069 | 20° 43' 9.033" | -86° 59' 33.552" |
| 50 | 500728 | 2291080 | 20° 43' 9.395" | -86° 59' 34.844" |
| 51 | 500628 | 2291189 | 20° 43' 12.946" | -86° 59' 38.304" |
| 52 | 500500 | 2291251 | 20° 43' 14.978" | -86° 59' 42.722" |
| 53 | 500389 | 2291339 | 20° 43' 17.821" | -86° 59' 46.551" |
| 54 | 500240 | 2291386 | 20° 43' 19.362" | -86° 59' 51.701" |
| 55 | 500159 | 2291384 | 20° 43' 19.298" | -86° 59' 54.494" |
| 56 | 500054 | 2291451 | 20° 43' 21.462" | -86° 59' 58.147" |
| 57 | 499926 | 2291532 | 20° 43' 24.105" | -87° 0' 2.573" |
| 58 | 499853 | 2291615 | 20° 43' 26.806" | -87° 0' 5.091" |
| 59 | 499758 | 2291695 | 20° 43' 29.420" | -87° 0' 8.368" |
| 60 | 499615 | 2291777 | 20° 43' 32.090" | -87° 0' 13.307" |
| 61 | 499526 | 2291745 | 20° 43' 31.032" | -87° 0' 16.401" |
| 62 | 499442 | 2291746 | 20° 43' 31.062" | -87° 0' 19.277" |
| 63 | 499374 | 2291661 | 20° 43' 28.318" | -87° 0' 21.657" |
| 64 | 499302 | 2291599 | 20° 43' 26.284" | -87° 0' 24.119" |
| 65 | 499154 | 2291583 | 20° 43' 25.765" | -87° 0' 29.246" |

Fuente: Biota y SICA, 2018.

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL “PROYECTO DE MEJORA HIDRO-ECOLÓGICA DEL ESTERO LAS GARZAS”, SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.

Imagen IV. 5. Imagen satelital del área de influencia.



SISTEMA DE COORDENADAS
 Proyección: UTM Zona 16N Datum: WGS84
 Reticula: UTM Esferoide: WGS84
 Fecha de Elaboración: Febrero 2018



FUENTES:
 INEGI
 - Carta Topográfica 1:50,000
 - Datos Vectoriales 1:50,000 -- Marco Geoespacial 2017

Fuente: Biota y SICA, 2018.

IV.2. Caracterización y análisis del Sistema Ambiental Regional (SAR).

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

IV.2.1.1. Medio abiótico.

IV.2.1.1.1. Clima y Fenómenos Meteorológicos.

Para el siguiente trabajo se ha tomado en cuenta el sistema de clasificación climática de Köppen, adecuado por Enriqueta García (en modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen para adaptarlos a las condiciones particulares de la República Mexicana, México Offset Larios). En nuestro país se encuentran cuatro grupos climáticos, los cuales a su vez se dividen en varios subgrupos, tipos y subtipos. En tal sentido tendríamos:

- Grupo de climas cálidos húmedos, definidos por temperatura media del mes más frío en 18°C.
- Grupo de climas templados húmedos, definido por temperatura media del mes más frío entre -3° y 18°C y la del más caliente en 6.5°C.
- Grupo de climas secos, en este caso los límites para determinar los climas secos y los húmedos se establece por medio de fórmulas que relacionan la participación anual con la temperatura y con el régimen de lluvias. Grupo de climas fríos, definido por temperatura media del mes más caliente en 6.5°C.

El Estado de Quintana Roo tiene climas cálidos subhúmedos en la mayor parte de su territorio; es cálido húmedo en la isla de Cozumel, debido, entre otros factores, a que está situada al sur del trópico de Cáncer; así mismo a que el relieve es plano con ligeras ondulaciones, y que su altitud es baja. Los climas cálidos se clasifican en tipos y subtipos con base en el régimen de humedad, la precipitación y temperatura:

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

1. Clima cálido subhúmedo con lluvias en verano.

Es el clima predominante en casi 99 % del territorio de Quintana Roo. Se distribuye en la zona continental y en las islas Contoy e Isla Mujeres; la temperatura media anual varía entre 24 y 28 °C, con una precipitación de entre 700 y más de 1 500 mm anuales. Ante el amplio rango de precipitación se pueden diferenciar tres zonas, por su grado de humedad y temperatura:

- 1) Zona de humedad mayor (de 1300 a más de 1500 mm). Comprende la parte central de la franja costera este, desde Kantunilkín Tulum y Playa del Carmen, continúa a lo largo del litoral hacia el sur, hasta el límite oriental y suroriental de la Bahía de Chetumal, así como en el sur del estado, en el límite con Belice y Guatemala y el triángulo formado por La Unión, entre el Río Hondo y el Río Azul. A lo largo de la línea de costa la humedad es mayor, ya que la precipitación anual es de 1300 a más de 1500 milímetros.
- 2) Zona de humedad media (1 100 a 1 300 mm). Se presenta en la mitad occidental (excepto tres unidades pequeñas en la periferia de Felipe Carrillo Puerto) y una angosta franja que va del norte de Kantunilkín al norte de Playa del Carmen, la humedad es media porque la precipitación anual varía de 1 100 a 1 300 milímetros.
- 3) Zona de humedad baja (menos de 1 100 mm). Abarca los terrenos del extremo noreste, que incluyen el sur de Cancún, así como dos pequeñas áreas en el centro, y otra más en el occidente. La humedad es baja porque la precipitación es menor a 1 100 mm anuales.

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL. "PROYECTO DE MEJORA HIDRO-ECOLÓGICA DEL ESTERO LAS GARZAS", SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.

Subtipos climáticos subhúmedos.

1. Cálido subhúmedo. Corresponde a la zona ubicada en el extremo norte del estado, entre Puerto Morelos y Chiquilá, al oeste de Felipe Carrillo Puerto, y en otra zona al oeste de la laguna de Bacalar. Es el más seco de los cálidos subhúmedos con régimen de lluvias de verano, su temperatura media anual es de 26.6 °C, con una variación de la media mensual menor a 5 °C entre el mes más frío y el mes más caliente, y un promedio de precipitación anual de 1,012.87 milímetros.
2. Humedad intermedia. Abarca la mayor extensión del estado, se presenta al oeste y se prolonga en Campeche y Yucatán; la temperatura media anual es de 25.5 °C, con diferencias de media mensual de 5 y 7 °C entre el mes más caliente y el mes más frío, lo que implica poca variabilidad; la precipitación promedio es de 1,224.70 mm anuales. En la franja costera occidental, desde Puerto Morelos hasta Xcalak, rige el más húmedo de los cálidos subhúmedos, con temperatura media anual de 25.5 °C y una precipitación promedio de 1 504.3 mm al año.

2. Clima cálido húmedo con abundantes lluvias en verano

Este clima corresponde a poco más de uno por ciento del estado; se presenta en la isla de Cozumel, cuya temperatura media anual es de 26 a 28 °C, con una precipitación anual de 1,504.3 milímetros.

FENÓMENOS METEOROLÓGICOS.

Las depresiones tropicales y ciclones se manifiestan durante los meses de junio a octubre, ya que la península se halla cerca de cuatro regiones de huracanes: el Golfo de Tehuantepec, la Sonda de Campeche, el Caribe Oriental y la región Atlántica; en las dos últimas se originan los que más afectan a la entidad, con vientos de entre 150 y 300 km/h. Quintana Roo ocupa el **tercer lugar** en incidencia de **huracanes**, después de Baja California Sur y Sinaloa; en la Península de Yucatán, es el estado donde impactan con mayor fuerza y poder destructivo. Los huracanes salen por las costas yucatecas y campechanas, a su paso aumenta el caudal de las rías yucatecas o se crean nuevos bancos arenosos. Según datos de la Comisión Nacional del Agua (Conagua), 30 ciclones tropicales afectaron al estado entre 1970 y 2007. **Los huracanes de mayor magnitud** fueron Janet (1955), Hallie (1966), Dorothy (1970), Carmen (1974), Eloise (1975), Gilberto (1988), el Wilma (2005) y Dean (2007), reportaron los daños materiales más cuantiosos de los que se tenga memoria. Otro factor que influye la actividad ciclónica es la variabilidad inducida por El Niño en la temperatura (temperaturas oceánicas calientes) y su contraparte La Niña (temperaturas oceánicas frías). Banichevich y Lizano (1998), al estudiar la relación entre los huracanes y el fenómeno El Niño / La Niña, encontraron que durante los años en que se presenta El Niño se ha observado una reducción en el número y fuerza de los ciclones originados en el Caribe, y cuando se manifiesta La Niña hay mayor actividad ciclónica.

CANÍCULA

La canícula es un periodo en el cual la temperatura en la región crece hasta sus máximos niveles en verano (cerca a los 40° C). Comienza el 21 de junio y termina a finales de agosto, las más altas temperaturas se registran a mitad de este periodo, aproximadamente en el mes de julio; es un periodo relativamente seco en el que el número de días lluviosos disminuye. Este fenómeno se manifiesta en pequeñas áreas ubicadas al suroeste de la laguna de Chichankanab, en las cercanías de la margen del Río Hondo y en la península de Xcalak.

**MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL
"PROYECTO DE MEJORA HIDRO-ECOLÓGICA DEL ESTERO LAS GARZAS",
SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.**

Tabla IV. 4. Escala Saffir-Simpson.

| CATEGORÍA | DAÑOS | VIENTOS | ESPECIFICACIONES |
|--------------------|---------------|------------------|--|
| Categoría 1 | Mínimos | 119 a 153 km/hr | Presión barométrica mínima, igual o superior a 980 milibares. Marejadas de 1.5 m sobre lo normal. Caminos y carreteras en costas bajas, inundados. |
| Categoría 2 | Moderados | 154 a 177 km/hr | Presión barométrica de 965 a 979 milibares, Marejadas de 2 a 2.5 m sobre lo normal. Carreteras y caminos inundados cerca de las costas. Las rutas de escape en terrenos bajos se interrumpen de dos a cuatro horas antes de la llegada del centro del huracán. |
| Categoría 3 | Extensos | 178 a 209 km/hr | Presión barométrica mínima de 945 a 964 milibares. Marejadas de 2.6 a 3.7 m sobre lo normal, inundando extensas áreas de zonas costeras con amplia destrucción de edificaciones cercanas al litoral. Las grandes estructuras cerca de las costas son seriamente dañadas por el embate de las olas y escombros flotantes. Las vías de escape en terrenos bajos se interrumpen tres a cinco horas antes de la llegada del centro del huracán, debido a la subida de las aguas. Los terrenos llanos de 1.65 m o menos sobre el nivel del mar son inundados más de 13 km tierra adentro. |
| Categoría 4 | Extremos | 210 a 249 km/hr | Presión barométrica mínima de 920 a 944 milibares. Marejadas de 4.5 a 5.5 m sobre lo normal. Los terrenos llanos de 3.30 m o menos sobre el nivel del mar son inundados hasta 10 km tierra adentro. Las rutas de escape son interrumpidas por la subida de las aguas tres a cinco horas antes de la llegada del centro del huracán. |
| Categoría 5 | Catastróficos | Más de 250 km/hr | Presión barométrica mínima por debajo de 920 milibares. Marejadas de más de 5.5 m sobre lo normal. Los terrenos llanos de 3.30 m o menos sobre el nivel del mar son inundados hasta 6 millas tierra adentro. Hay grandes daños a los pisos bajos de las estructuras cerca de las costas debido al influjo de las inundaciones y el batir de las olas llevando escombros. Las rutas de escape son interrumpidas por la subida de las aguas tres a cinco horas antes de la llegada del centro del huracán. |

Fuente: Sistema Estatal de Protección Civil, Gobierno del Estado de Quintana Roo.

**Tabla IV. 5. Pronóstico de la actividad de tormentas tropicales y huracanes en el Atlántico durante el 2017
(Pronóstico 18 de octubre del 2017).**

| NOMBRE | FECHA | VIENTOS (KM/HR) | CATEGORÍA |
|-----------------|------------------------------|-----------------|-----------------------|
| Arlene | 14 Abril - 21 Abril | 85/100 | Tormenta Tropical |
| Bret | 19 Junio - 20 Junio | 65/85 | Tormenta Tropical |
| Cindy | 22 Junio - 22 Junio | 95/120 | Tormenta Tropical |
| Don | 17 Julio - 18 Julio | 65/85 | Tormenta Tropical |
| Emily | 31 Julio - 1 Agosto | 75/95 | Tormenta Tropical |
| Franklin | 6 Agosto - 10 Agosto | 140/165 | Huracán categoría I |
| Gert | 12 Agosto - 17 Agosto | 85/100 | Huracán categoría II |
| Harvey | 17 Agosto - 31 Agosto | 215/270 | Huracán categoría IV |
| Irma | 30 Agosto - 31 Agosto | 280/340 | Huracán categoría V |
| Katia | 5 Septiembre - 9 Septiembre | 165/205 | Huracán categoría II |
| José | 5 Septiembre - 22 Septiembre | 250/300 | Huracán categoría IV |
| Lee | 14 Septiembre - | 65/85 | Tormenta Tropical |
| María | 16 Septiembre - | 195/240 | Huracán categoría III |
| NATE | 9 Octubre - 13 Octubre | 150/185 | Huracán categoría I |
| Ophelia | 9 Octubre - | 120/150 | Huracán categoría I |

Fuente: SMN, 2017

**MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL.
"PROYECTO DE MEJORA HIDRO-ECOLÓGICA DEL ESTERO LAS GARZAS",
SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.**

Cabe remarcar que, a partir del año 2005 por efecto de los huracanes Emily y Wilma, la vulnerabilidad natural de esta parte del litoral costero ante la erosión marina, se ha visto significativamente incrementada; enfrentando ya por más de una década un acelerado y continuo proceso de retroceso en la línea de costa, con la consecuente grave pérdida acumulativa de playas, dunas costeras y manglares en todo el SAR Punta Bete-Punta Maroma independientemente de la presencia o carencia de infraestructura turística. Por estar ubicado al centro del SAR en la zona de mayor vulnerabilidad, los daños ambientales naturales registrados en el litoral costero norte del predio Tres Ríos por el efecto del huracán Wilma fueron de gran magnitud; en esta zona incluyeron la pérdida total de los ecosistemas originales de playa y de duna costera, e incluso la pérdida parcial del manglar de matorral por enterramiento con arena, esto se puede observar en la siguiente imagen.

Fotografía IV. 1. Pérdida parcial del manglar después de Emily y Wilma.



Fuente: Biota y SICA, 2018.

La continuidad de estos procesos es evidente si se considera que la línea de costa del predio ha retrocedido en promedio 22 m a razón de 3.67 m/año, con valores hasta de 54 m en algunos sitios (observar la siguiente imagen), valores que muy probablemente podrían incrementarse si se considera que el incremento de la erosión costera sería sin duda un efecto más del cambio global del clima. Esta condición crea la imposibilidad de cumplir la obligación de la propiedad de conservar las superficies establecidas de manglar, duna y playa si no se realizan las acciones integrales conducentes a la recuperación de estos ambientes costeros.

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL.
"PROYECTO DE MEJORA HIDRO-ECOLÓGICA DEL ESTERO LAS GARZAS",
SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.

Fotografía IV. 2. Efectos de la erosión marina y el vertimiento natural de arena en el litoral norte del Predio DTR provocados por el huracán Wilma en el año 2005.



Fuente: Biota y SICA, 2018.

Considerando que la variabilidad derivada del **cambio global del clima** en esta región costera se ha reflejado en forma de largos períodos de sequía y cortos e intensos periodos de tormentas tropicales y huracanes, hacen evidente el riesgo de un proceso de pérdida por **erosión** y deterioro gradual del manglar de matorral del predio (que es el tipo fisonómico con menor resiliencia por estar afectado por algún estrés), que determine una mayor reducción de su estructura, densidad y servicios ambientales, si la salinidad del suelo aumenta por la evaporación y el hidoperíodo aleatorio que modula esta unidad. Sin embargo, ese mismo marco de referencia hace evidente también la validez que tiene aplicar el sentido inverso al deterioro, representado por la restauración hidroecológica que se propone, referirse a la siguiente imagen:

El aislamiento creado por la microtopografía se llega a romper por **eventos climáticos extraordinarios (huracanes)** creando inundaciones con agua salada, que al bajar el nivel del mar determinan eventos ocasionales y cortos de drenaje hacia el mar de taninos y materia orgánica, después de los cuales la planicie vuelve a quedar aislada y sujeta a una evaporación y salinización intensa del suelo procesos modulados por las lluvias o por escurrimientos terrestres asociados.

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL. "PROYECTO DE MEJORA HIDRO-ECOLÓGICA DEL ESTERO LAS GARZAS", SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.

Imagen IV. 6. Conceptualización de la relación entre los tipos fisonómicos de manglar y los factores que modulan su deterioro y que en sentido inverso determinan la posibilidad de su restauración.



Fuente: Biota y SICA, 2018.

Los efectos descritos y su continuidad hacen claramente evidente que los servicios ambientales que prestan los ecosistemas costeros del SAR Punta Bete-Punta Maroma en lo general y en particular los remanentes en el predio Desarrollo Tres Ríos, están en grave riesgo de pérdida total por estos procesos naturales de destrucción y/o deterioro gradual; así como la necesidad de restaurar la playa y la duna y disminuir la fuerza del oleaje mediante la colocación de barreras artificiales en el mar, así como reducir la vulnerabilidad actual del ecosistema de manglar en el predio del Desarrollo Tres Ríos. Por ello el presente proyecto propone mejorar hidro-ecológicamente la cuenca de inundación del Estero Las Garzas, mediante un sistema de canales artificiales con funcionamiento estuarino natural y litorales con manglar tipo fisonómico de borde, el cual, bajo estas condiciones, tendría mejor desarrollo y estructura, logrando a la vez crear nuevos hábitats, nichos y funciones ecológicas, con el consecuente aumento de la biodiversidad, así como de productos y atributos ambientales derivados de la creación de una conexión hidrológica permanente con el mar. A la vez, la mejora de la hidrología permitiría reducir la salinidad en la planicie y el estrés salino del manglar de matorral hasta donde alcanzara el efecto de la humedad, propiciando el desarrollo de una mejor estructura. Con esto se aumentarían los bienes, servicios y atributos ambientales del ecosistema de manglar, así como su resiliencia a períodos de sequía e impacto por huracanes y tormentas tropicales. En lo que respecta al Municipio de Solidaridad, se presentan dos tipos de climas, principalmente el clima cálido subhúmedo con lluvias en verano, de mayor humedad Aw (x'), con el 82.33% del total del municipio, localizado el norte del Municipio. Este tipo de clima presenta una temperatura media mayor a 22 °C, con temperatura del mes más frío superior a los 18 °C, precipitación media anual de 500 a 2,500 mm y precipitación del mes más seco entre 0 y 60 mm; lluvias de verano mayores al 102% anual. En menor proporción con un 17.67% se presenta el clima cálido subhúmedo con lluvias en verano de humedad media Aw2 (x') que presenta una temperatura media mayor de 22 °C, temperatura del mes más frío mayor de 18 °C, precipitación media anual de 500 a 2,500 mm y precipitación del mes más seco entre 0 y 60 mm lluvias de verano mayores al 10.2% anual.

**MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL.
"PROYECTO DE MEJORA HIDRO-ECOLÓGICA DEL ESTERO LAS GARZAS",
SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.**

Tabla IV. 6. Tipos de Climas del Municipio de Solidaridad, Quintan Roo.

| TIPO O SUBTIPO | % RESPECTO A SUPERFICIE. |
|--|--------------------------|
| Cálido subhúmedo con lluvias en verano, de mayor humedad | 82.33% |
| Cálido subhúmedo con lluvias en verano, de humedad media | 17.67% |
| TOTAL | 100.00% |

Fuente: INEGI, 2010

En lo concerniente al Sistema Ambiental y al Predio del Proyecto, se localizan en un clima cálido subhúmedo $Aw_1(x')$, con altitudes que oscilan entre los 0 y los 10 msnm; en seguida se presenta una descripción de este tipo de clima:

A. Corresponde al cálido.

Cálido. Temperatura media anual mayor de 22°C.

$W(x')$. Corresponde al subhúmedo

Subhúmedo. Son aquellos cuyo régimen de lluvias es de verano y presentan sequía en invierno.

1. Corresponde a humedad media.

Humedad media. Con cociente menor entre 43.2 y 55.0.

w. corresponde al de verano.

De verano. Cuando el mes de máxima precipitación se presenta dentro del período mayo-octubre, y este mes recibe por lo menos diez veces mayor cantidad de precipitación que el mes más seco del año.

(x') . corresponde a >102 . En tipo subhúmedo.

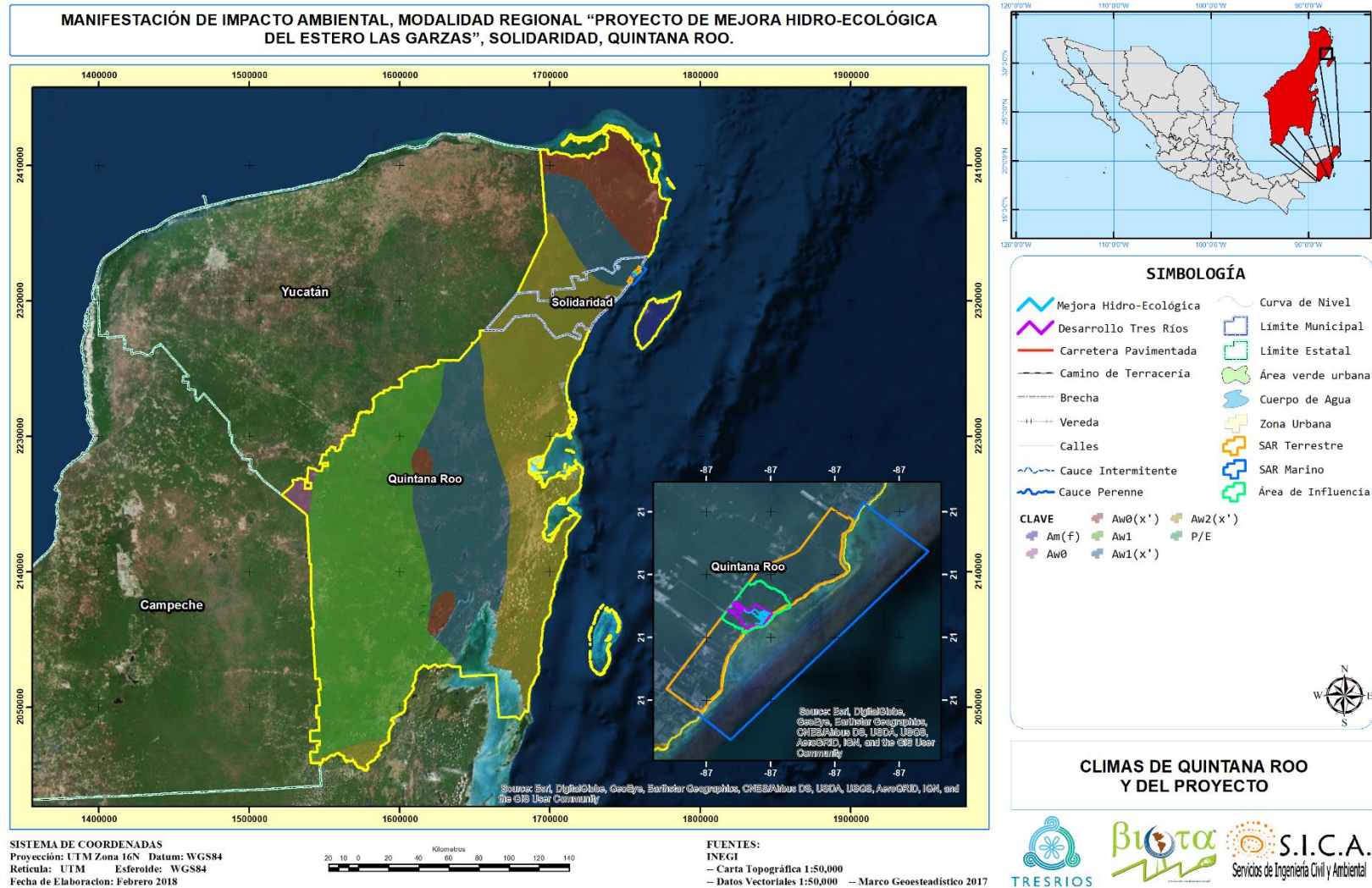
>10.2. Porcentaje de lluvia invernal correspondiente a la cantidad de lluvia en este período con respecto a la total anual.

<60. Precipitación del mes más seco que corresponde al promedio aritmético calculado a partir del total de precipitación del más seco, a lo largo de un período determinado de años.

>22. Temperatura media anual correspondiente con el promedio aritmético calculado a partir de la suma de las temperaturas medias mensuales, a lo largo de un período determinado de años.

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL “PROYECTO DE MEJORA HIDRO-ECOLÓGICA DEL ESTERO LAS GARZAS”, SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.

Imagen IV. 7. Climas del Estado de Quintana Roo y del Proyecto.



MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL. "PROYECTO DE MEJORA HIDRO-ECOLÓGICA DEL ESTERO LAS GARZAS", SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.

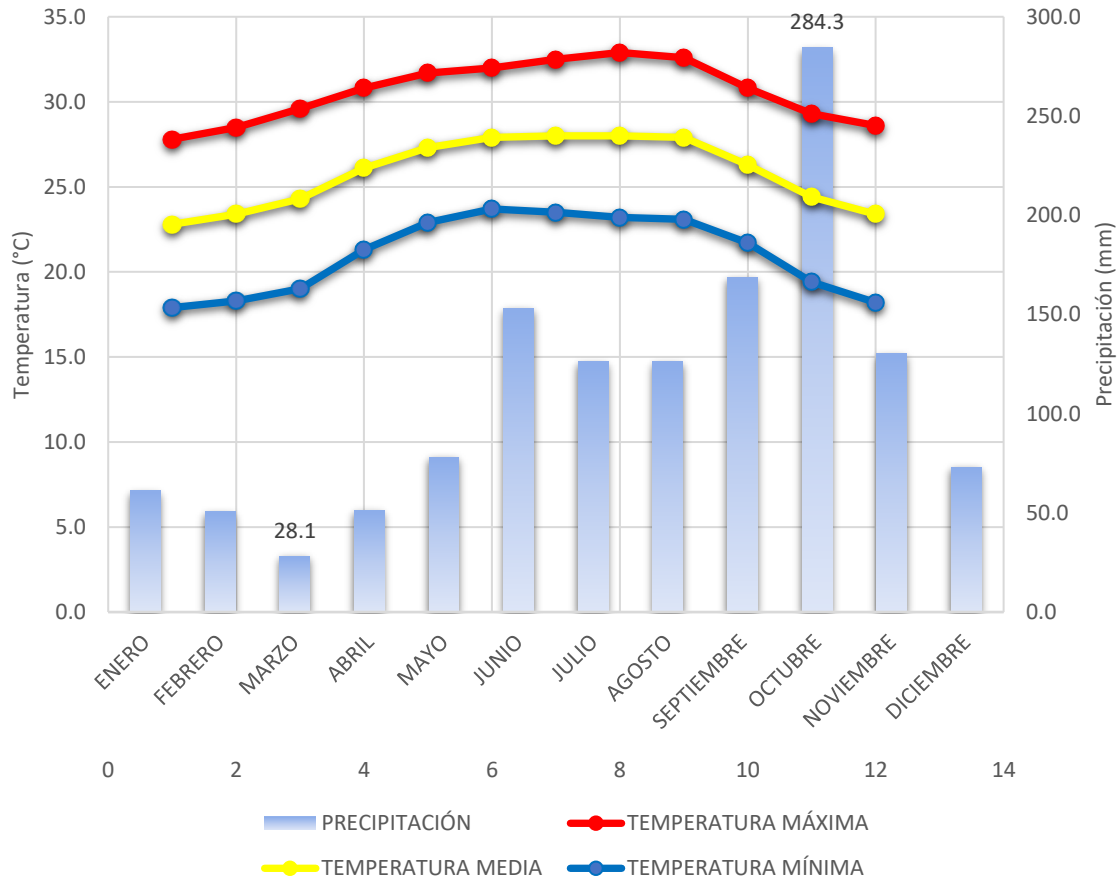
De manera complementaria se muestra el climograma en el que se representa el comportamiento mensual de los parámetros temperatura y precipitación registrados por la Estación Meteorológica Playa del Carmen, la cual cuenta con los registros estadísticos más completos, del año 1951 al 2010. De igual forma, en la gráfica señalada se puede apreciar una importante temporada de lluvias en los meses de agosto a noviembre. Se ha tomado como referencia la Estación meteorológica Playa del Carmen 23163, cuyas coordenadas geográficas son: 20°38'04" Latitud Norte y los 087°04'40" de Longitud Oeste; por su relación en cuanto distancia del Centro de Monitoreo Ambiental es decir a 10.43 kilómetros en línea recta (esto se puede confirmar en la siguiente imagen), lo cual indica datos más precisos del clima del área del proyecto, por su cercanía, ya que es la estación más cercana.

- **TEMPERATURA.** En las siguientes tablas se pueden apreciar, primero las temperaturas máximas mensual. En ella se puede notar que los meses más fríos del año son enero con 27.8 °C y febrero con 28.5 °C, los cuales corresponden con la temporada invernal, mientras que los meses más cálidos corresponden a septiembre y agosto con 32.6 °C y 32.9 °C, respectivamente. En lo que se refiere a la temperatura máxima promedio anual, ésta alcanza los 30.6 °C. En este caso la oscilación térmica es de 5.1 °C. En lo que respecta a la temperatura media se puede observar que los meses más fríos del año son enero y febrero con 22.8 °C y 23.4 °C respectivamente, los cuales corresponden con la temporada invernal, mientras que los más cálidos corresponden a julio y agosto, ambos con 28.0 °C. En lo que se refiere a la temperatura media anual, ésta alcanza los 25.8 °C. Para la temperatura media la oscilación térmica es de 5.2 °C. En tanto que en lo que se refiere a la temperatura mínima se tiene que los meses más fríos del año son enero y diciembre con 17.9 °C y 18.2 °C; respectivamente, los cuales corresponden con la temporada invernal, mientras que los más cálidos corresponden a julio y junio, con 23.5 °C y 23.7 °C, respectivamente. En lo que se refiere a la temperatura media anual, ésta alcanza los 21.0 °C. Mientras que la oscilación térmica es de 5.8 °C.
- **PRECIPITACIÓN.** El promedio de precipitación anual para los años de observación realizados en la Estación Meteorológica de Playa del Carmen indica que en la zona se tiene una media anual de 1,331.2 mm. Como puede observarse en la gráfica y en la tabla siguientes, las lluvias se registran durante todo el año, no obstante, existe un ciclo anual con una temporada de secas y lluvias. La temporada seca abarca los meses de enero a mayo, en los que se registra una precipitación media global de 269.1 mm, equivalentes al 25.34% de la precipitación anual. En tanto que, del mes de junio a diciembre se presenta la temporada de lluvias, con una precipitación media, en conjunto, de 1,062.1 mm, equivalente al 74.66% de la precipitación anual. Dentro de la temporada de lluvias, principalmente en julio y agosto, se registra el fenómeno de canícula con las temperaturas más altas y un descenso del promedio de precipitación a niveles apenas por encima de los registrados durante la temporada de secas. Los meses con mayor precipitación corresponden a septiembre y octubre con 168.8 mm y 284.3 mm, respectivamente, que corresponden con la temporada de huracanes; mientras los meses con menor precipitación son marzo y febrero con 28.1 mm y 50.5 mm, respectivamente. Los datos anteriores muestran claramente lo abundantes que son las lluvias en la zona.
- **VIENTOS.** El Sistema Ambiental Regional se encuentra sujeto a la influencia de las masas de aire marítimo tropical que son transportadas por los vientos alisios del Caribe y del Atlántico. El Sistema se sitúa dentro de la franja de circulación de los vientos alisios del Norte, los cuales atraviesan el mar y por ello están cargados de humedad. Este tipo de viento tiene su origen en el aire que llega a la superficie terrestre traído por las corrientes descendentes subtropicales que emigran de las zonas de alta presión hacia las zonas de baja presión ecuatorial. La circulación del aire no encuentra barreras físicas a causa del relieve plano que se presenta en la Península de Yucatán.
- **HUMEDAD RELATIVA.** Las isoyetas se encuentran cercanas a los 1,500 mm y el cociente precipitación/temperatura es mayor que 55.3, estando los valores medios de humedad relativa en un rango del 80 al 90% como consecuencia del régimen de lluvias prevaeciente. El balance de escurrimiento medio anual es de 0-20mm mientras que el déficit por evapotranspiración para la zona es de 600 a 700 anuales.

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL. "PROYECTO DE MEJORA HIDRO-ECOLÓGICA DEL ESTERO LAS GARZAS", SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.

- ISOTACAS.** Las isotacas son puntos con un mismo valor que se unen para trazar líneas que denotan un área de influencia de ese valor en específico (isolíneas) para la variable viento. El mapa de isotacas del Manual de Obras Civiles de la Comisión Federal de Electricidad (CFE) para varios períodos de retorno señalan a la zona del proyecto con velocidades muy altas entre 240 y 250 km/hr, lo cual es congruente ya que, Quintana Roo ocupa el tercer lugar en incidencia de huracanes. Las velocidades de diseño propuestas están basadas tanto en mediciones de viento normales, como las generadas por ciclones tropicales.

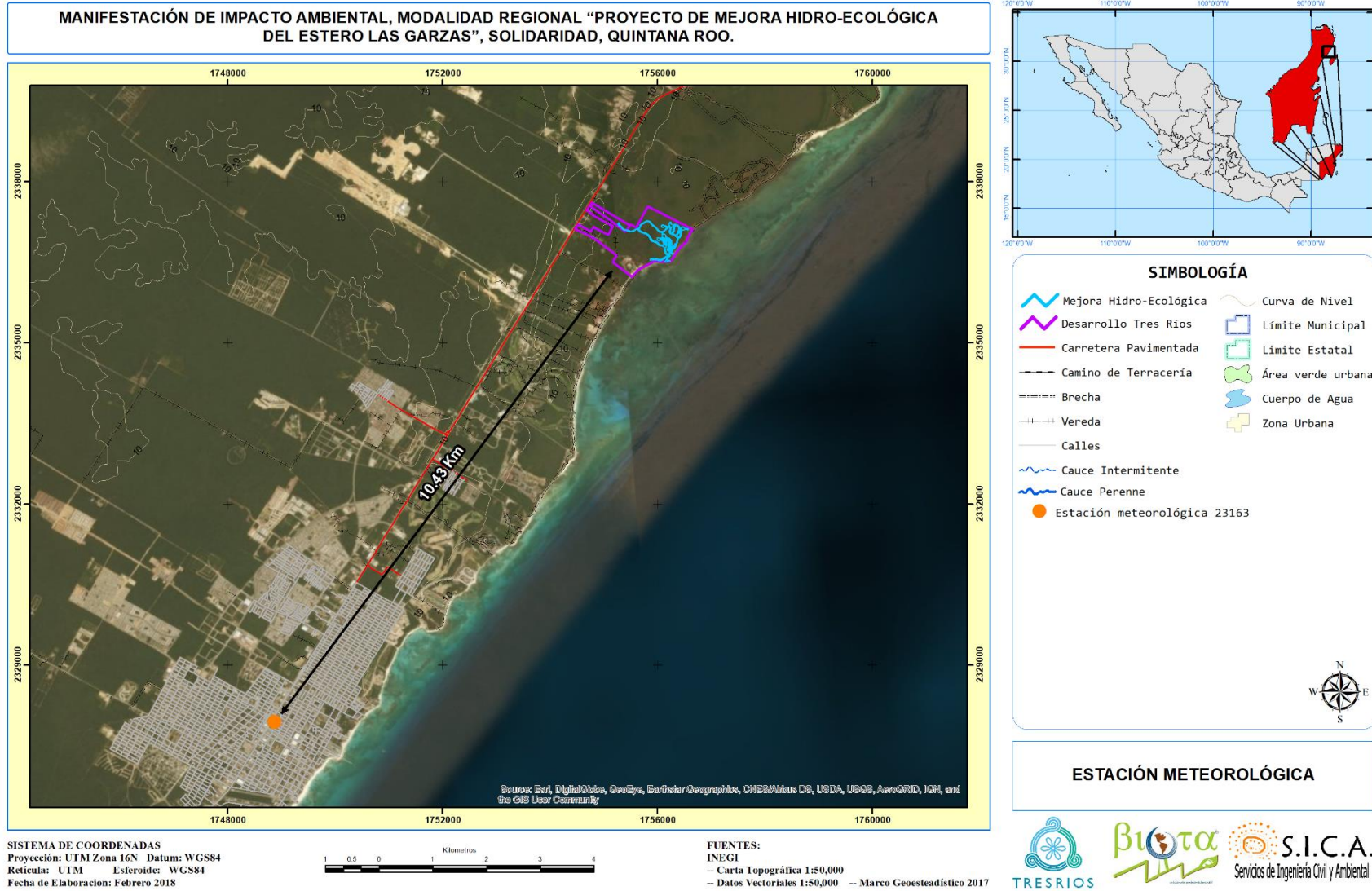
Gráfica IV. 1. Climograma de la Estación Meteorológica Playa del Carmen.



Fuente: CONAGUA, 2017.

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL “PROYECTO DE MEJORA HIDRO-ECOLÓGICA DEL ESTERO LAS GARZAS”, SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.

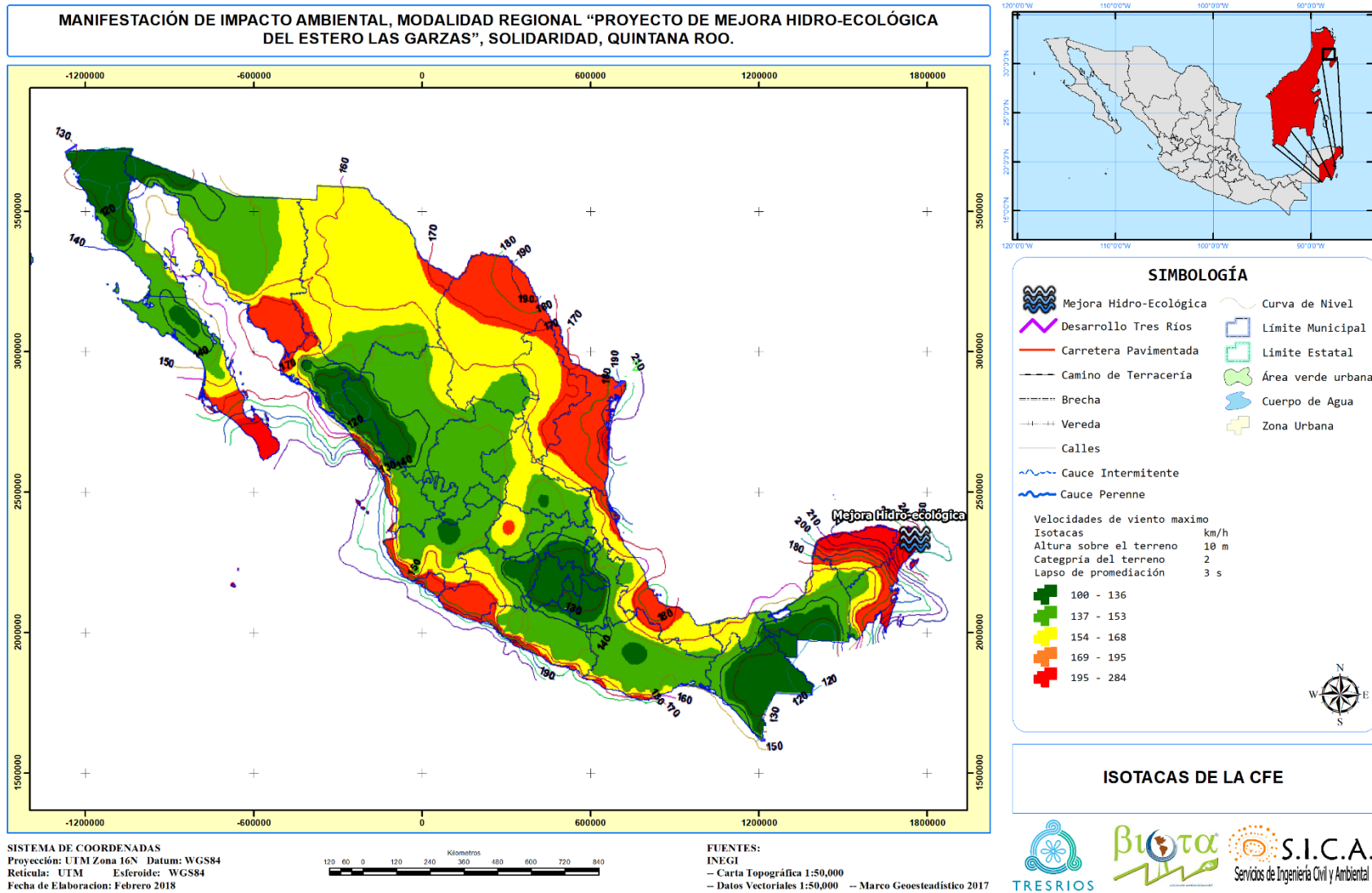
Imagen IV. 8. Distancia y ubicación de la Estación Meteorológica respecto al proyecto.



Fuente: Biota y SICA, 2018.

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL “PROYECTO DE MEJORA HIDRO-ECOLÓGICA DEL ESTERO LAS GARZAS”, SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.

Imagen IV. 9. Isotacas de la CFE.



MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL “PROYECTO DE MEJORA HIDRO-ECOLÓGICA DEL ESTERO LAS GARZAS”, SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.

Tabla IV. 7. Normales Climatológicas de la estación Playa del Carmen.

| SERVICIO METEOROLÓGICO NACIONAL | | | | | | | | | | | | | | |
|---------------------------------|---------------------------|---------|---------|------------|---------|---------|-----------|---------|---------|-------------|---------|---------|----------|-----------|
| NORMALES CLIMATOLÓGICAS | | | | | | | | | | | | | | |
| ESTADO DE: | QUINTANA ROO | | | | | | | | | | | | PERIODO: | 1951-2010 |
| ESTACIÓN: | 00023163 PLAYA DEL CARMEN | | | | | | | | | | | | | |
| | LATITUD: | | | 20°38'04'' | | | LONGITUD: | | | 087°04'40'' | | | ALTITUD: | 9.0 MSNM |
| ELEMENTOS | ENE | FEB | MAR | ABR | MAY | JUN | JUL | AGO | SEP | OCT | NOV | DIC | ANUAL | |
| TEMPERATURA MÁXIMA | | | | | | | | | | | | | | |
| NORMAL | 27.8 | 28.5 | 29.6 | 30.8 | 31.7 | 32.0 | 32.5 | 32.9 | 32.6 | 30.8 | 29.3 | 28.6 | 30.6 | |
| MÁXIMA MENSUAL | 29.2 | 29.3 | 30.9 | 32.8 | 32.9 | 33.0 | 33.5 | 33.9 | 33.2 | 31.8 | 31.8 | 31.1 | | |
| AÑO DE MÁXIMA | 1999 | 2001 | 1998 | 1998 | 1999 | 1998 | 2000 | 2004 | 1998 | 2004 | 2001 | 2001 | | |
| MÁXIMA DIARIA | 37.5 | 33.0 | 34.0 | 39.0 | 40.0 | 39.0 | 39.0 | 39.5 | 39.0 | 34.0 | 35.0 | 39.0 | | |
| FECHA MÁXIMA DIARIA | 04/1999 | 23/1998 | 28/2007 | 03/1998 | 01/2005 | 01/1998 | 30/2004 | 20/1999 | 15/2010 | 04/1998 | 23/2001 | 25/1998 | | |
| AÑOS CON DATOS | 11 | 11 | 11 | 11 | 11 | 11 | 11 | 11 | 11 | 11 | 11 | 9 | | |
| TEMPERATURA MEDIA | | | | | | | | | | | | | | |
| NORMAL | 22.8 | 23.4 | 24.3 | 26.1 | 27.3 | 27.9 | 28.0 | 28.0 | 27.9 | 26.3 | 24.4 | 23.4 | 25.8 | |
| AÑOS CON DATOS | 11 | 11 | 11 | 11 | 11 | 11 | 11 | 11 | 11 | 11 | 11 | 9 | | |
| TEMPERATURA MÍNIMA | | | | | | | | | | | | | | |
| NORMAL | 17.9 | 18.3 | 19.0 | 21.3 | 22.9 | 23.7 | 23.5 | 23.2 | 23.1 | 21.7 | 19.4 | 18.2 | 21.0 | |
| MÍNIMA MENSUAL | 13.8 | 15.8 | 15.1 | 18.5 | 19.2 | 20.2 | 19.9 | 20.7 | 20.5 | 18.4 | 16.4 | 15.5 | | |
| AÑO DE MÍNIMA | 2001 | 2000 | 1998 | 2000 | 2001 | 2001 | 2000 | 1998 | 2000 | 2000 | 1999 | 2000 | | |
| MÍNIMA DIARIA | 8.0 | 7.0 | 5.0 | 10.0 | 15.0 | 14.0 | 13.0 | 15.0 | 14.0 | 13.5 | 11.0 | 9.0 | | |
| FECHA MÍNIMA DIARIA | 05/2001 | 08/1998 | 13/1998 | 24/1998 | 08/2001 | 26/2001 | 26/2001 | 16/2000 | 01/1998 | 05/2000 | 26/1999 | 21/2000 | | |
| AÑOS CON DATOS | 11 | 11 | 11 | 11 | 11 | 11 | 11 | 11 | 11 | 11 | 11 | 9 | | |
| PRECIPITACIÓN | | | | | | | | | | | | | | |
| NORMAL | 61.2 | 50.5 | 28.1 | 51.2 | 78.1 | 153.0 | 126.3 | 126.3 | 168.8 | 284.3 | 130.3 | 73.1 | 1,331.2 | |
| MÁXIMA MENSUAL | 174.9 | 162.7 | 71.0 | 286.0 | 218.0 | 556.0 | 335.0 | 388.8 | 391.6 | 538.0 | 275.1 | 230.0 | | |
| AÑO DE MÁXIMA | 1998 | 2007 | 2006 | 2010 | 1998 | 2004 | 2010 | 2006 | 2000 | 2005 | 2009 | 2001 | | |
| MÁXIMA DIARIA | 48.0 | 60.0 | 58.0 | 81.6 | 64.0 | 283.0 | 117.0 | 160.8 | 177.0 | 240.0 | 75.3 | 88.0 | | |
| FECHA MÁXIMA DIARIA | 14/2008 | 26/2006 | 04/2001 | 14/2010 | 27/2001 | 12/2004 | 06/2010 | 08/2006 | 14/2000 | 21/2005 | 06/2009 | 17/2001 | | |
| AÑOS CON DATOS | 11 | 11 | 11 | 11 | 11 | 11 | 11 | 11 | 11 | 11 | 11 | 11 | | |
| NUMERO DE DÍAS CON | | | | | | | | | | | | | | |
| LLUVIA | 7.7 | 4.4 | 3.8 | 3.7 | 6.5 | 10.6 | 9.3 | 9.6 | 14.5 | 15.9 | 9.5 | 7.3 | 102.8 | |
| AÑOS CON DATOS | 11 | 11 | 11 | 11 | 11 | 11 | 11 | 11 | 11 | 11 | 11 | 11 | | |
| NIEBLA | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.5 | | |
| AÑOS CON DATOS | 39 | 39 | 39 | 41 | 41 | 39 | 40 | 40 | 38 | 39 | 38 | 38 | | |

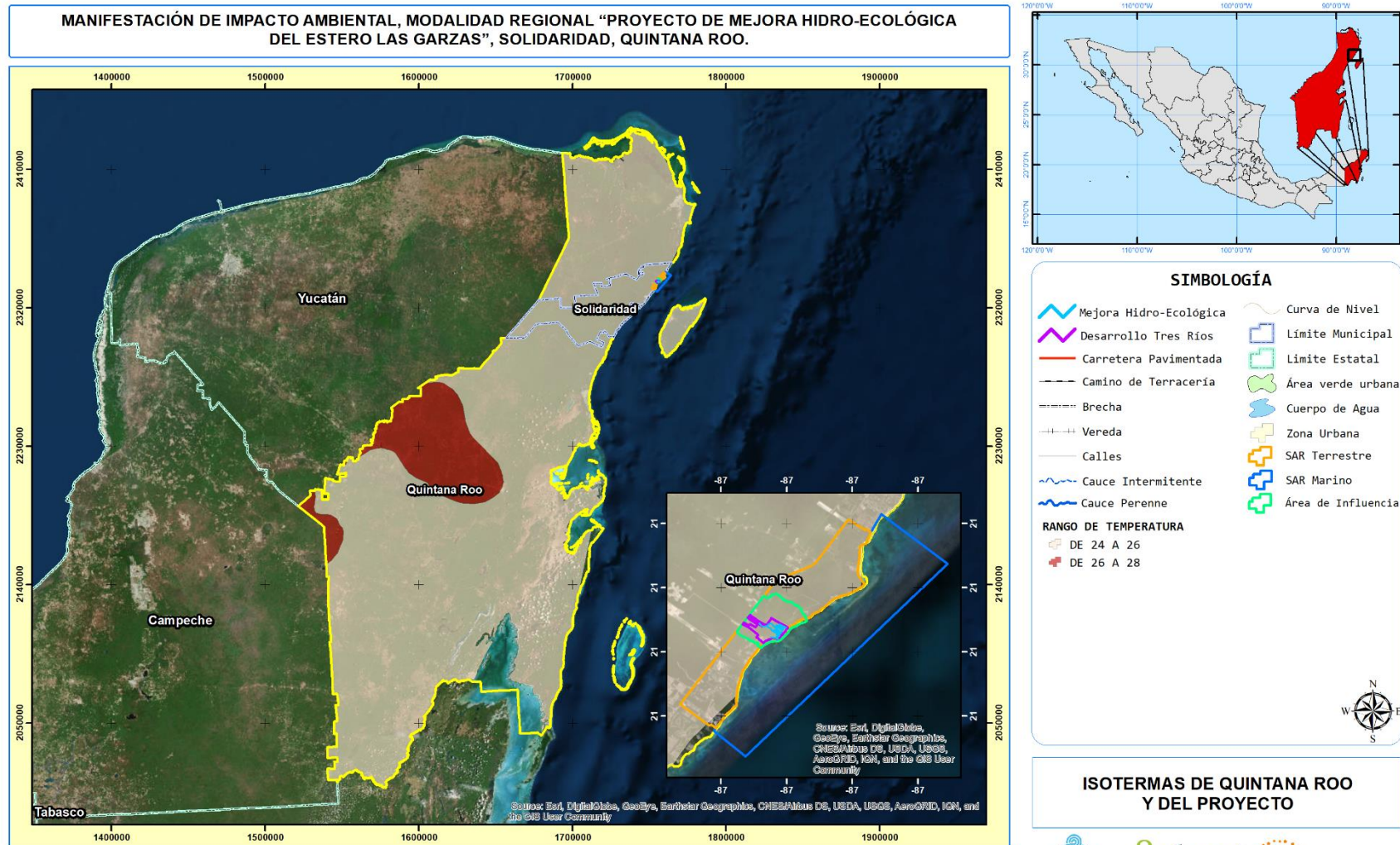
Fuente: SMA ,2018.

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL. "PROYECTO DE MEJORA HIDRO-ECOLÓGICA DEL ESTERO LAS GARZAS", SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.

- **SOTERMAS.** Las isotermas son líneas que unen puntos en un mapa, que presentan las mismas temperaturas en cierta unidad de tiempo considerada. Para el caso del Estado de Quintana Roo, se presenta principalmente la isoterma que va de los 24 a 26 °C, lo cual indica una continuidad de temperatura en la entidad, mientras que únicamente se presenta otra isoterma en el lado poniente con temperaturas que oscilan entre los 26 y los 28°C. El Sistema Ambiental se localiza en la isoterma de los 24 a 26°C. Esto se puede comprobar en la imagen adelante mostrada.
- **ISOYETAS.** La precipitación ocurre de manera regular en la entidad; los registros pluviométricos promedian anualmente valores menores al noreste y al suroeste de la entidad. En el Estado se presentan isoyetas que van de los 600 a los 800 mm anuales hasta isoyetas de 1500 a 1800 mm, siendo la isoyeta de 1200 a 1500 mm, la que mayor representación tiene en el Estado, es dentro de este rango de precipitación en el que se localiza el Predio del Proyecto, lo cual se puede verificar en la siguiente imagen.
- **RADIACIÓN O INCIDENCIA SOLAR.** Los valores más altos de radiación solar total para la Península de Yucatán se presentan en los meses de abril a julio, con 525 ly/día, donde $ly = \text{Langley} = \text{constante solar} = 1.4, \text{ Cal/gr/cm}^2/\text{min}$. En cuanto a los valores mínimos absolutos de radiación solar total, existe una diferencia entre el Norte y Sur de la región; para la Porción Norte los valores mínimos se presentan en diciembre y enero, con 375 ly/día; para la Porción Sur, se trata de los mismos meses y la variación es de 400 ly/día o sea que los valores registrados para la Porción Norte son ligeramente más bajos que los de la Porción Sur, debido a la nubosidad provocada por los nortes que llegan al territorio. A partir de noviembre el valor registrado para la parte Norte es menor que para el Sur. También para el Norte se han registrado un número menor de días despejados (de 50 a 100 días al año). En el invierno la radiación solar promedio en el Norte es de 400 ly/día y en el Sur es un poco mayor de 425 ly/día, los registros para las demás estaciones son iguales en toda la región, así tenemos que la mayor intensidad se presenta durante el verano, con 525 ly/día, en el otoño es de 450 ly/día y en la primavera de 500 ly/día. Por todo lo anterior, se deduce que la distribución de la radiación total en la región durante el año depende tanto de la posición del sol como de la distribución de la nubosidad en las diferentes estaciones. Los máximos de energía que se reciben en los meses de abril a julio, coincidentes con el desplazamiento aparente del sol hacia el norte, lo que se traduce en días más largos, de creciente energía, distribuida en forma homogénea cuando no existe orografía importante en la región (Ilizaliturri,1999), como ocurre en la Península de Yucatán.
- **CALIDAD ATMOSFÉRICA DE LA REGIÓN.** En la zona no existen datos sobre este tema. Sin embargo, puede decirse que, debido a la condición costera de la región, las características de los vientos dominantes y la carencia de fuentes significativas de contaminación atmosférica (fábricas, industrias de transformación, etc.), determinan que la calidad del aire para la región es en general muy bueno y libre de contaminantes.

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL "PROYECTO DE MEJORA HIDRO-ECOLÓGICA DEL ESTERO LAS GARZAS", SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.

Imagen IV. 10. Isotermas del Estado de Quintana Roo y del Proyecto.



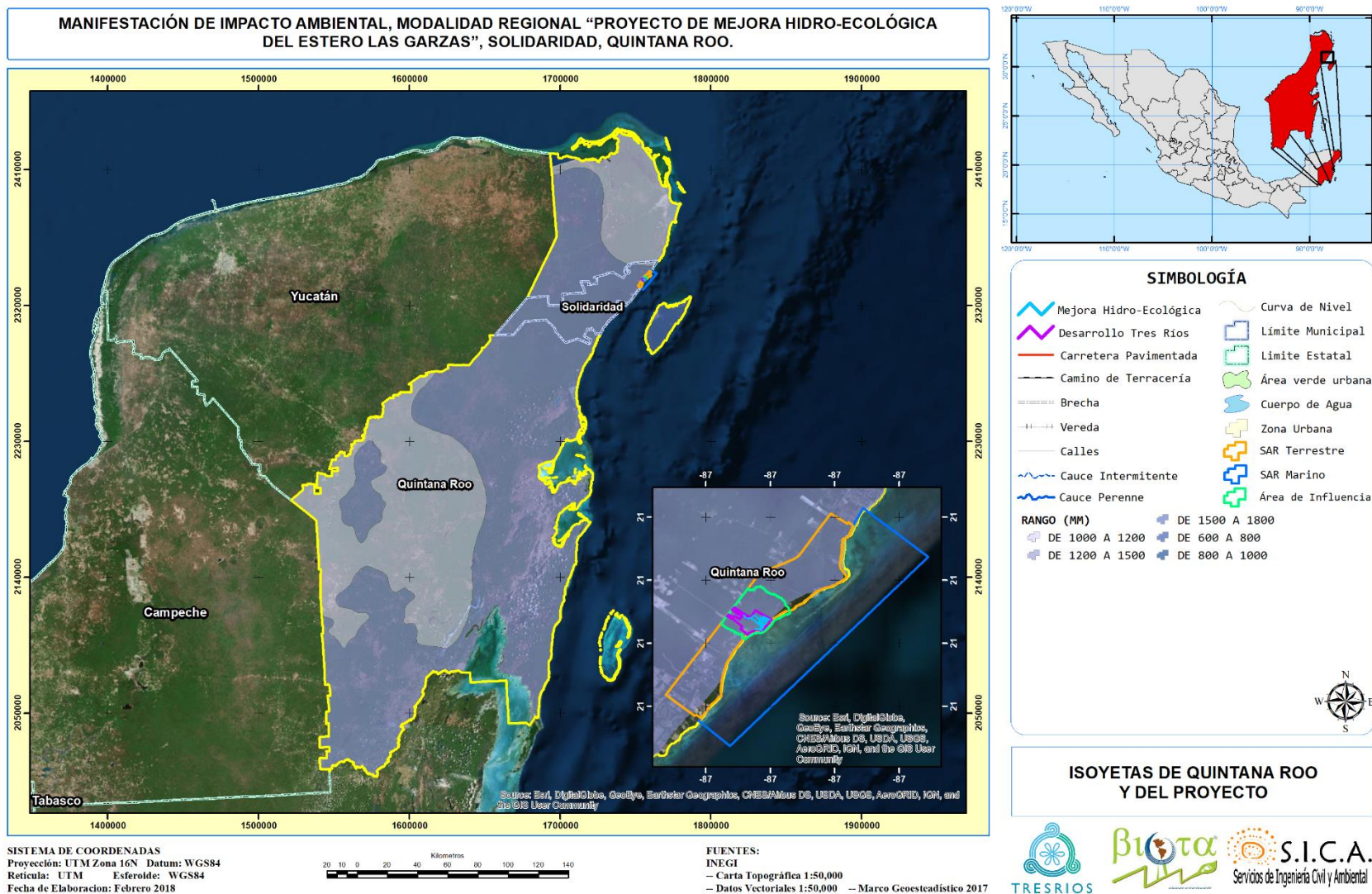
SISTEMA DE COORDENADAS
 Proyección: UTM Zona 16N Datum: WGS84
 Reticula: UTM Esferoide: WGS84
 Fecha de Elaboración: Febrero 2018



FUENTES:
 INEGI
 - Carta Topográfica 1:50,000
 - Datos Vectoriales 1:50,000 -- Marco Geostatístico 2017

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL “PROYECTO DE MEJORA HIDRO-ECOLÓGICA DEL ESTERO LAS GARZAS”, SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.

Imagen IV. 11. Isoyetas del Estado de Quintana Roo y del Proyecto.



**MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL
“PROYECTO DE MEJORA HIDRO-ECOLÓGICA DEL ESTERO LAS GARZAS”,
SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.**

IV.2.1.1.2. Geomorfología y Geología.

Quintana Roo forma parte de una masa compacta muy poco fracturada denominada losa de Yucatán, con escasas corrientes superficiales, pero abundantes ríos subterráneos y ojos de agua. El relieve de Quintana Roo es plano, con una leve inclinación no mayor de 0.01 % y pendiente de dirección oeste a este, hacia el mar Caribe, además con algunas colinas de tamaño pequeño y numerosas hondonadas; la altura media es de 10 msnm. Las principales elevaciones son los cerros: El Charro (230 msnm), Nuevo Bécar (180 msnm) y El Pavo (120 msnm). El relieve de Cozumel es ligeramente ondulado en la mayor parte de la isla, con alternancia de áreas planas y lomeríos de poca altura; relativamente plano en su porción occidental, escarpado en sus fajas costeras norte y oriental. Isla Mujeres, Contoy y el banco Chinchorro son expresiones fisiográficas del desarrollo del mar Caribe. Quintana Roo está enclavado en la provincia fisiográfica **XI Península de Yucatán**, la cual consiste en una gran plataforma de rocas calcáreas marinas que ha venido emergiendo del mar Caribe desde hace millones de años. Esta provincia comprende a su vez tres sub provincias:

- 1) **Carso y Lomeríos de Campeche,**
- 2) **Carso Yucateco y**
- 3) **Costa Baja de Quintana Roo.**

La segunda es la más extensa, abarca el centro y norte de la entidad, es precisamente dentro de esta subprovincia donde se encuentra el proyecto en cuestión.

CARSO YUCATECO.

Desde el punto de vista geomorfológico es una planicie formada en una losa calcárea, con ligera pendiente hacia el oriente y relieve ondulado; se alternan crestas y depresiones. Esta subprovincia fisiográfica se distingue por su topografía cárstica, presenta desde pequeños huecos hasta grandes depresiones, cenotes o dolinas; casi en toda su extensión carece de sistema de drenaje superficial. La Península de Yucatán ha sido dividida en cuatro provincias geomórficas:

- Zona Costera
- Planicie Interior
- Colinas y Valles
- Cuencas Escalonadas

La zona de estudio se encuentra dentro de la Provincia Geomórfica **Zona Costera**, la cual comprende gran parte de la Costa Oriente de la Península de Yucatán, misma que contiene playas rocosas y angostas, costas abruptas, playas semicirculares, caletas y manantiales submarinos. Dentro de la zona de estudio se observan numerosas depresiones conformando oquedades, rejolladas o pequeñas dolinas, cuyos diámetros varían desde unos cuantos centímetros a alrededor de una decena de metros y profundidades de hasta 1.50 m, algunas de las cuales denotan el manto acuífero, en tanto que en otras se observa que al menos en la época de lluvias llegan a contener agua.

Tabla IV. 8. Descripción de las provincias geomórficas de la Península de Yucatán.

| UNIDAD GEOMÓRFICA | SUBDIVISIONES | GEOFORMAS | UBICACIÓN | GEOLOGÍA |
|------------------------------|-----------------------|---|---|--|
| I Costera | a) Playas | Playa de barreras largas y angostas | A lo largo de las costas norte y noroccidentales | Depósitos del reciente asociados a erosión marina |
| | b) Área de mareas | Lagunas de inundación | Detrás de las playas separándolas del continente | Depósitos actuales, debidos a la acción de las mareas |
| | c) Costera del Caribe | Playas rocosas y angostas, costas abruptas. Playas semicirculares, caletas y manantiales submarinos | A lo largo de las costas de la margen oriental | Depósitos de alta energía asociada a zonas afalladas y fracturadas |
| II. Planicie Interior | a) Noroccidental | Pequeños hoyos de disolución Carso desnudo, poco relieve, suelo delgado y discontinuo. Pequeños cenotes hacia el SE | Hacia la porción noroccidental de la Península de Yucatán | De origen carstico principalmente en un estado de desarrollo juvenil |

**MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL
"PROYECTO DE MEJORA HIDRO-ECOLÓGICA DEL ESTERO LAS GARZAS".
SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.**

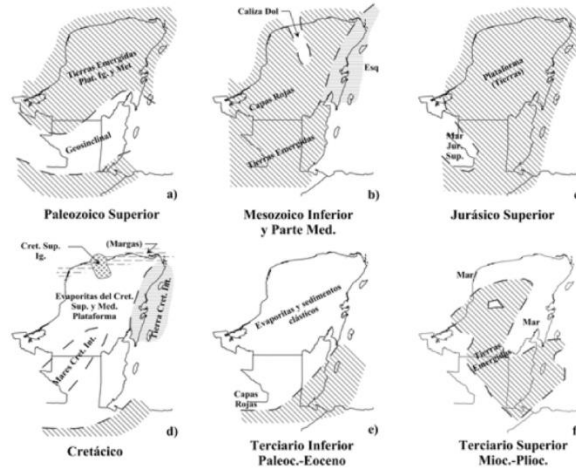
| UNIDAD GEOMÓRFICA | SUBDIVISIONES | GEOFORMAS | UBICACIÓN | GEOLOGÍA |
|-------------------------|----------------------------------|---|---|---|
| | b) Centro-norte | Dolinas de gran diámetro, relieve más acentuado (10-15 m), topografía ondulada | En la porción central y al norte de la Península de Yucatán | Desarrollo cárstico en una madurez temprana |
| | c) Central-Interior | Cenotes de varios tipos, relieve fuerte, suelos gruesos, dolinas, domos cársticos, cúpulas, cavernas y pasajes poco desarrollados | En el centro de la Península al norte de la Sierrita de Ticul | Desarrollo cárstico maduro y juvenil, al parecer hubo un truncamiento del primero |
| III. Colinas y Valles | a) Sierrita de Ticul (Área Puuc) | Alineamiento cerril NW-SE. Grandes cavernas | Desde Maxcanú hasta Oxkucab con una dirección NW-SE | Asociado a un levantamiento diferencial |
| | b) Colinas de Bolonchén | Mayor relieve, grandes espesores de suelos. Poljes de regular tamaño. Macrodomo cársticos | Toda la porción S-SW de la Península | Asociado a esfuerzos compresionales y a diapirismo |
| IV. Cuencas Escalonadas | a) Norte | Cuerpos de agua, cenotes, cúpulas y microdomos cársticos, poco relieve | NE de Quintana Roo | Desarrollo cárstico juvenil, con fallas y fracturas NE-SW |
| | b) Sur | Cuerpos de agua, domos, cenotes, relieve mayor que en el norte | Sur de Quintana Roo al NE del Río Hondo | Carso maduro-temprano, por los bloques afallados |

Fuente: Biota y SICA, 2018.

Las características fisiográficas y geomórficas de la zona de estudio están determinadas por un relieve topográfico ondulado a ligeramente ondulado, con elevaciones máximas sobre el nivel del terreno de hasta 2.5 m en la parte baja constituida por suelos lacustres y sujetos a inundación, que terminan al pie de una loma o antigua berma de la época del Pleistoceno. Destacan notablemente dentro del polígono grandes fracturas lineales que la atraviesan de sur a norte, y conforman el mayor sistema fisiográfico desarrollado, determinando depresiones topográficas entre las mismas, una al poniente y la otra al oriente, donde son apreciables también una serie de oquedades que van desde pequeños sumideros a reholladas a dolinas de regulares dimensiones. La porción poniente es más elevada que la oriente, ambas están separadas por una cresta topográfica donde se registran las máximas elevaciones de la zona. La zona en cuestión pertenece al municipio Solidaridad, Quintana Roo y se localiza a 10 Km al norte de la ciudad de Playa del Carmen. Cabe señalar, que las geoformas de la porción elevada del poniente tienen un menor desarrollo cárstico con relación a las que se ubican en la depresión topográfica de esa misma porción, los suelos son rojizos tipo laterítico como producto de la alteración de las calizas aflorantes; asimismo, se observa una vegetación alta y densa. En contraste con las características antes mencionada en la depresión de la porción oriente, se observa un mayor número de geoformas con desarrollo cárstico más avanzado, suelos color café oscuro, vegetación menos densa con especies distintas, debido a que ahí se encuentra una zona sujeta a inundación. En cuanto a lo que se refiere a las topoformas presentes en el Estado de Quintana Roo se presentan principalmente llanuras, seguidos por lomeríos en orden de importancia y en menor proporción las playas y los arrecifes. En lo que respecta al Sistema Ambiental Regional del proyecto, éste se asienta sobre llanura rocosa de piso rocoso o cementado. Como se mencionó la Península de Yucatán está conformada por una plataforma carbonatada de sedimentos mesozoicos y cenozoicos originada por los fondos oceánicos sobre un basamento paleozoico (Lugo, 1973). Como consecuencia de las variaciones del nivel del mar y de las zonas emergidas y sumergidas durante esos procesos se presentan dos subsistemas geológicos principales, en el centro y sureste de la península rocas plegadas oligocénicas y en el norte y oriente planicies de rocas y sedimentos neogeogénicos.

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL "PROYECTO DE MEJORA HIDRO-ECOLÓGICA DEL ESTERO LAS GARZAS", SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.

Imagen IV. 12. Paleografía de la Península de Yucatán, las zonas sombreadas corresponden a las tierras emergidas y las no sombreadas a las zonas marinas en cada periodo referido.



Fuente: Biota y SICA, 2018.

Como efecto de dichas variaciones del nivel del mar y de zonas emergidas y sumergidas, la zona costera situada al oriente de la península, correspondiente al Estado de Quintana Roo en su porción denominada Riviera Maya de o Corredor Cancún-Tulum, se caracteriza por presentar una secuencia de depresiones o cuencas paralelas a la línea de costa por la elevación de la Península de Yucatán en épocas geológicas pasadas y de la consecuente variación del nivel del mar. En esta secuencia los rasgos geomorfológicos principales son:

- Las zonas altas que originalmente fueron cordones de duna;
- Los taludes que marcan las antiguas líneas de costa;
- Las antiguas puntas que había en las líneas de costa; y
- Las zonas bajas o cuencas que originalmente fueron lagunas arrecifales.

Imagen IV. 13. Evolución y rasgos geomorfológicos principales de las cuencas paralelas al mar en el Corredor Cancún Tulum.



Fuente: Biota y SICA, 2018.

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL "PROYECTO DE MEJORA HIDRO-ECOLÓGICA DEL ESTERO LAS GARZAS", SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.

El área en donde se pretende desarrollar la propuesta de mejora hidro ecológica se localiza en una de estas cuencas o depresiones paralelas al mar, claramente delimitada de manera natural por dos puntas o zonas de acumulación y acreción litoral, cuya existencia está determinada por la presencia frente a ellas de estructuras coralinas que generan un ambiente de baja energía, constituyendo el Sistema Regional Ambiental (SAR) aplicable a esta propuesta.

Imagen IV. 14. Rasgos geomorfológicos principales del SAR localizado en el Corredor Cancún-Tulum, destacando la interrupción de la barrera arrecifal.



Fuente: Biota y SICA, 2018.

La zona baja o cuenca del SAR que antiguamente fue una laguna arrecifal actualmente es un humedal costero, con zonas sujetas tanto a inundación temporal o permanente, como a evaporación intensa, ocupadas por un mosaico de mangles, humedales, petenes y/o elementos de selvas inundables. Un rasgo crítico para el funcionamiento del sistema natural terrestre y marino en el SAR es la existencia de un flujo de gran magnitud de agua dulce proveniente fracturas preferenciales que tienen incluso una expresión superficial a través de corrientes fluviales de origen subterráneo ubicadas en el centro de la unidad (localmente conocidas como "rías"), cuyo efecto determina la interrupción de la barrera arrecifal y una zonificación topográfica diferente al sur y norte de dichas fracturas las cuales se ubican dentro del predio. En el humedal los litorales de los ríos presentan manglar de borde a diferencia de la zona sur (más baja) donde el manglar es del tipo cuenca y de la zona norte (más baja) en la cual el manglar es del tipo matorral. Por detrás del humedal se desarrolla la selva en distintos tipos.

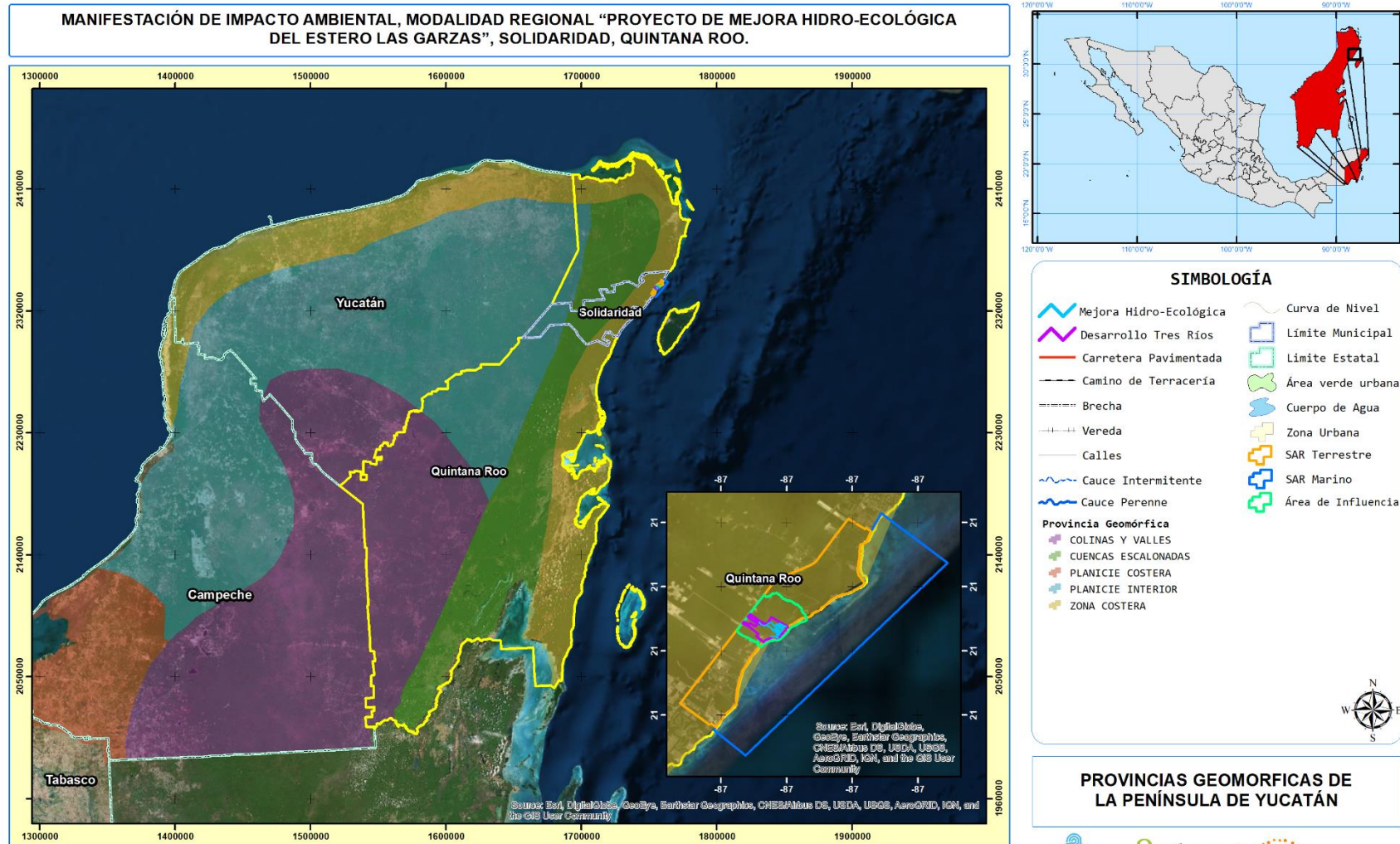
Imagen IV. 15. Ubicación de la descarga de agua dulce al mar por fracturas preferenciales en el SAR destacando la distribución de los tipos fisonómicos de manglar presentes en el humedal que ocupa la antigua laguna arrecifal.



Fuente: Biota y SICA, 2018.

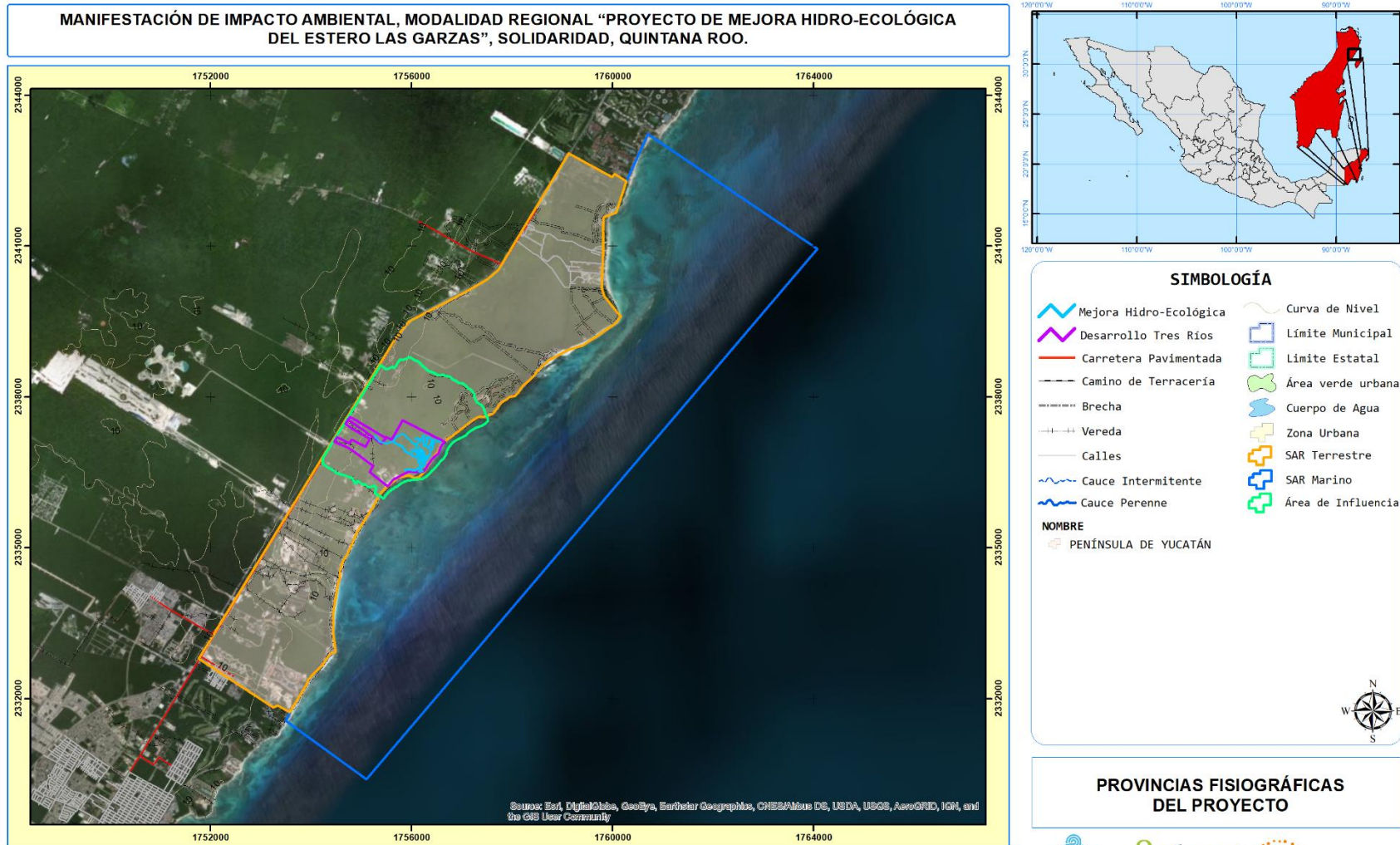
MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL “PROYECTO DE MEJORA HIDRO-ECOLÓGICA DEL ESTERO LAS GARZAS”, SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.

Imagen IV. 16. Provincias Geomórficas de la Península de Yucatán y del Proyecto.



MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL “PROYECTO DE MEJORA HIDRO-ECOLÓGICA DEL ESTERO LAS GARZAS”, SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.

Imagen IV. 17. Provincias Fisiográficas del Estado de Quintana Roo y del Proyecto.



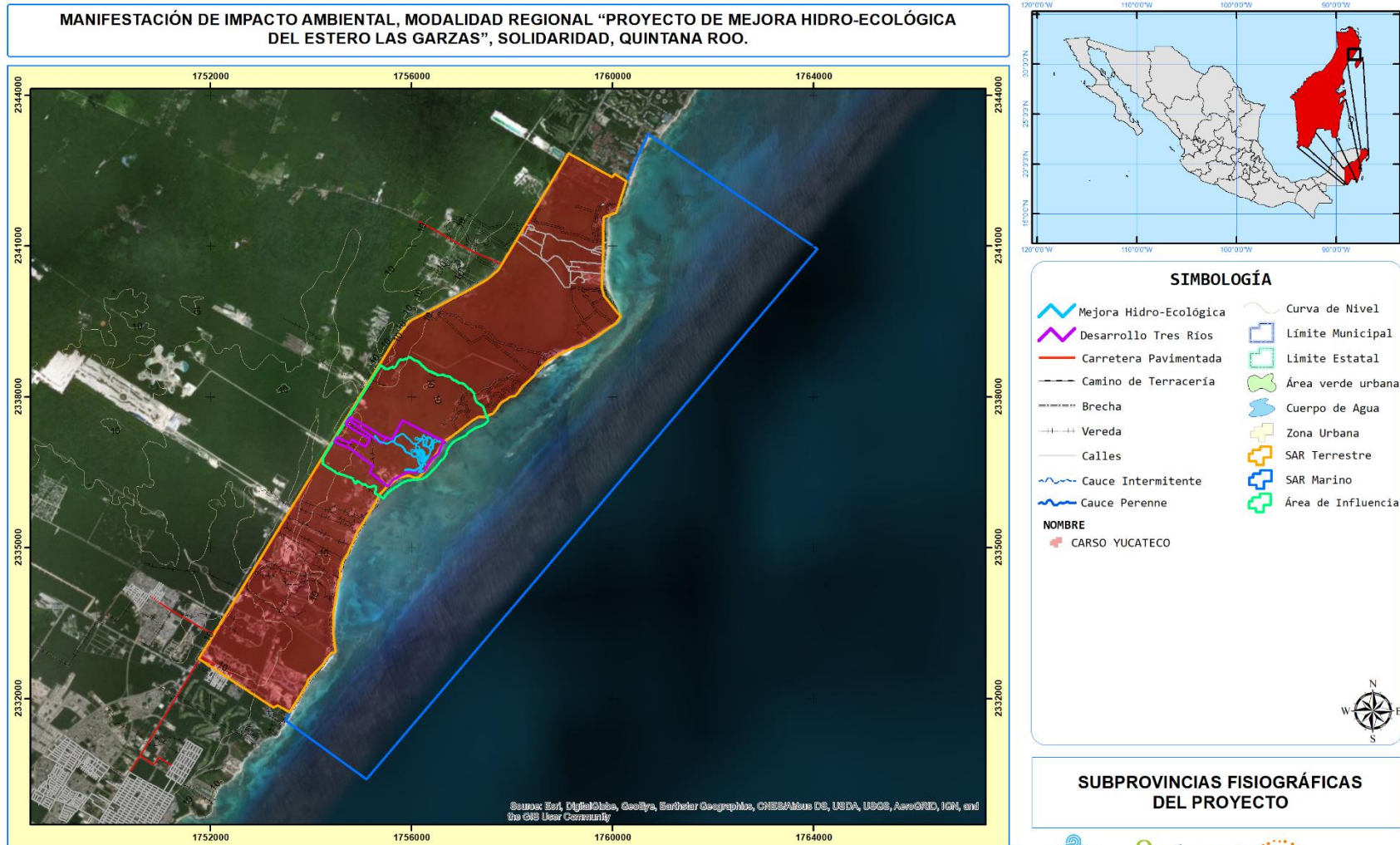
SISTEMA DE COORDENADAS
 Proyección: UTM Zona 16N Datum: WGS84
 Reticula: UTM Esferoide: WGS84
 Fecha de Elaboración: Febrero 2018



FUENTES:
 INEGI
 - Carta Topográfica 1:50,000
 - Datos Vectoriales 1:50,000 -- Marco Geoespacial 2017

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL "PROYECTO DE MEJORA HIDRO-ECOLÓGICA DEL ESTERO LAS GARZAS", SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.

Imagen IV. 18. Subprovincias Fisiográficas de Quintana Roo y del Proyecto.

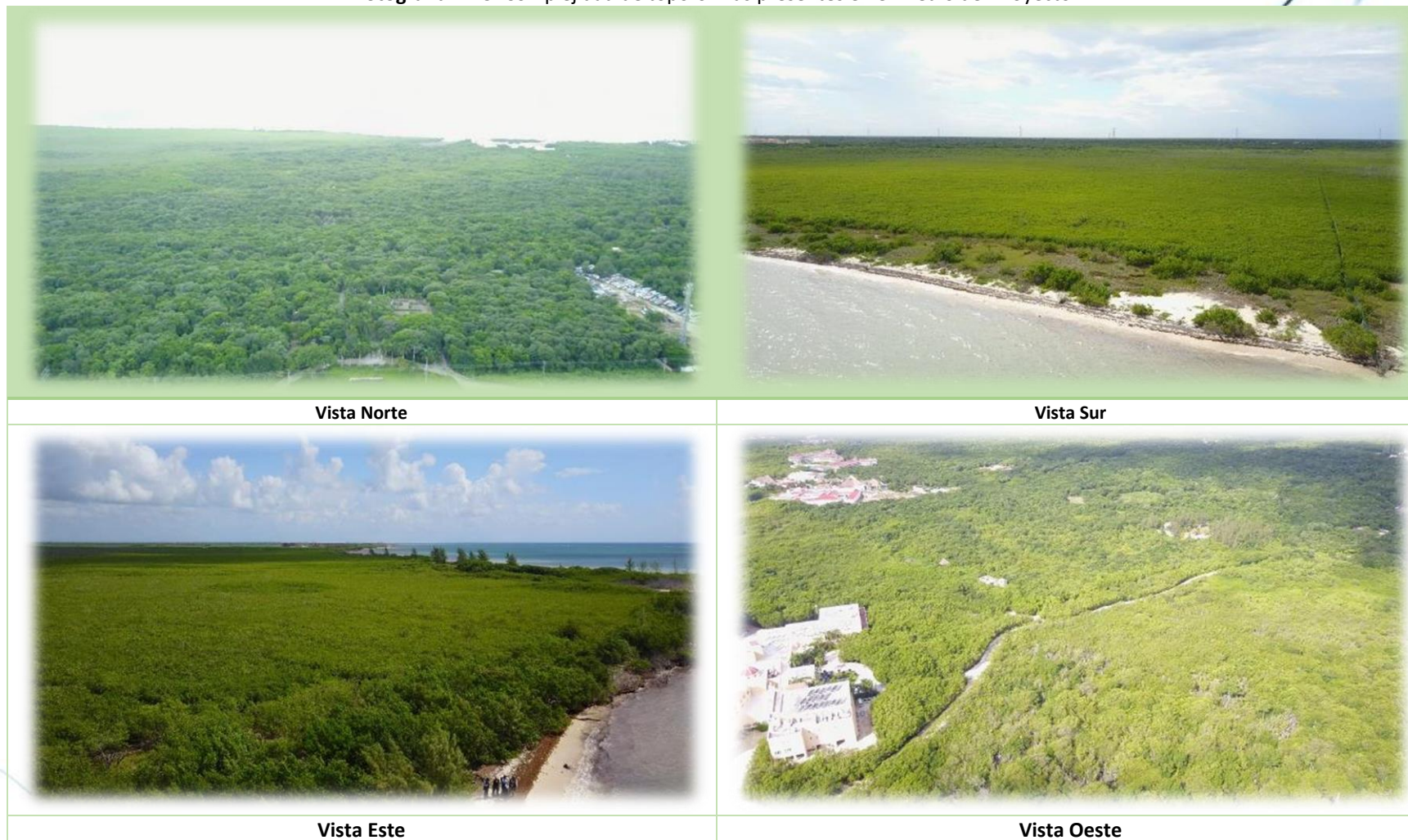


SISTEMA DE COORDENADAS
 Proyección: UTM Zona 16N Datum: WGS84
 Reticula: UTM Esferoide: WGS84
 Fecha de Elaboración: Febrero 2018



FUENTES:
 INEGI
 - Carta Topográfica 1:50,000
 - Datos Vectoriales 1:50,000 -- Marco Geoespacial 2017

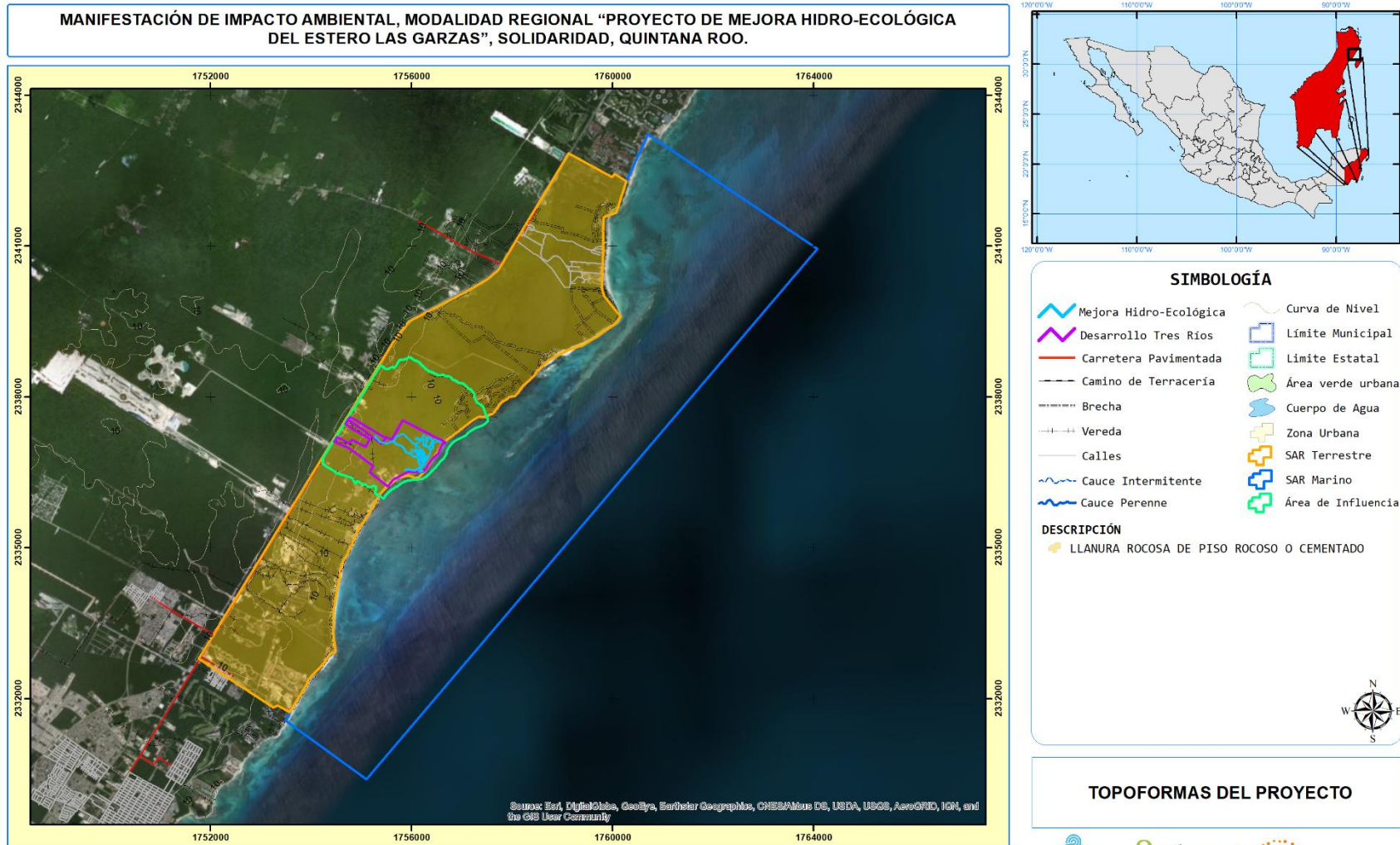
Fotografía IV. 3. Complejidad de topoformas presentes en el Predio del Proyecto.



Fuente: Biota y SICA, 2018.

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL “PROYECTO DE MEJORA HIDRO-ECOLÓGICA DEL ESTERO LAS GARZAS”, SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.

Imagen IV. 19. Topoformas presentes en el Estado de Quintana Roo y en el Proyecto.



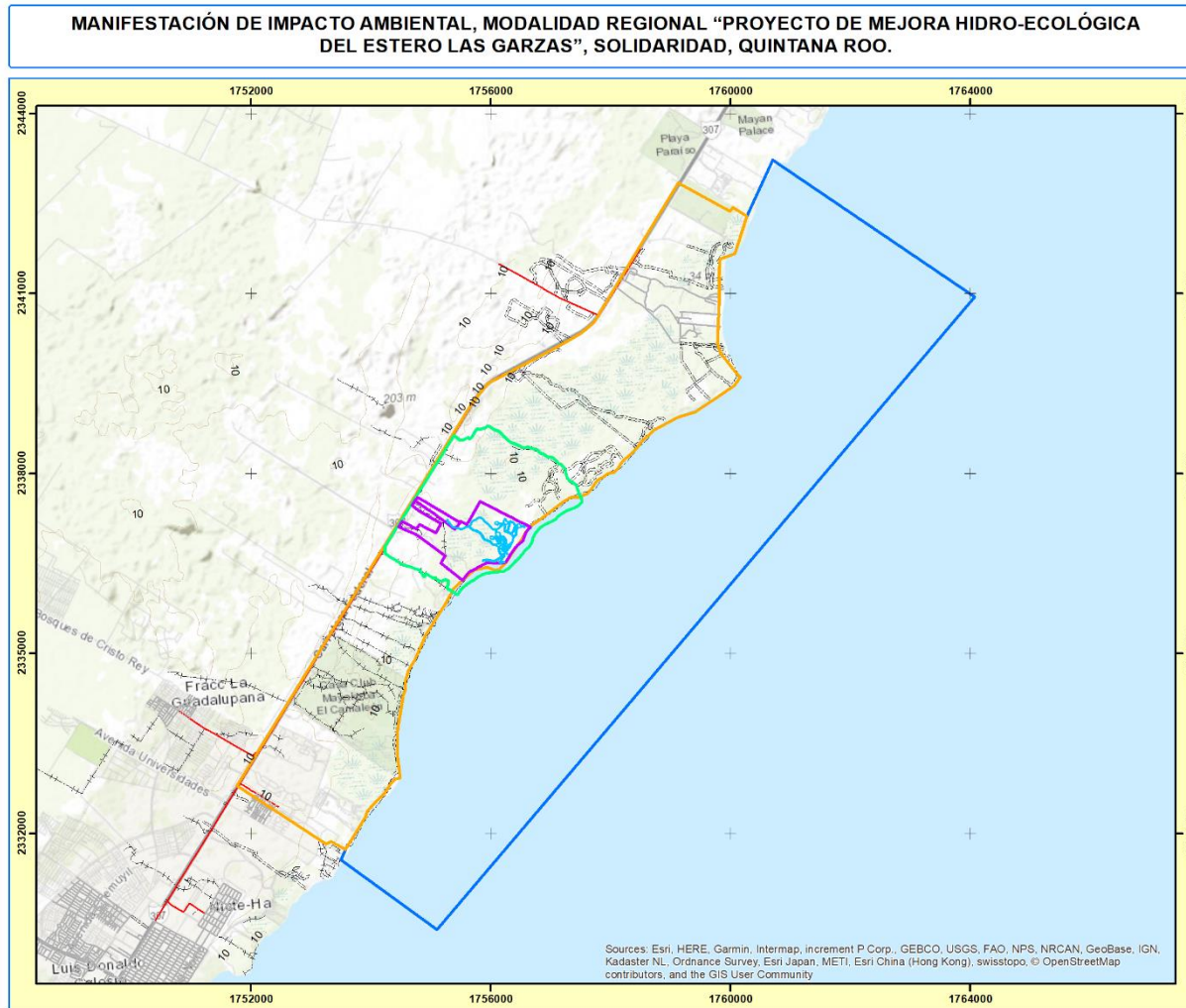
SISTEMA DE COORDENADAS
 Proyección: UTM Zona 16N Datum: WGS84
 Reticula: UTM Esferoide: WGS84
 Fecha de Elaboración: Febrero 2018



FUENTES:
 INEGI
 - Carta Topográfica 1:50,000
 - Datos Vectoriales 1:50,000 -- Marco Geoespacial 2017

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL “PROYECTO DE MEJORA HIDRO-ECOLÓGICA DEL ESTERO LAS GARZAS”, SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.

Imagen IV. 20. Topografía presente en el área del proyecto.



TOPOGRÁFICO

SISTEMA DE COORDENADAS
 Proyección: UTM Zona 16N Datum: WGS84
 Reticula: UTM Esferoide: WGS84
 Fecha de Elaboración: Febrero 2018



FUENTES:
 INEGI
 - Carta Topográfica 1:50,000
 - Datos Vectoriales 1:50,000 -- Marco Geoespacial 2017

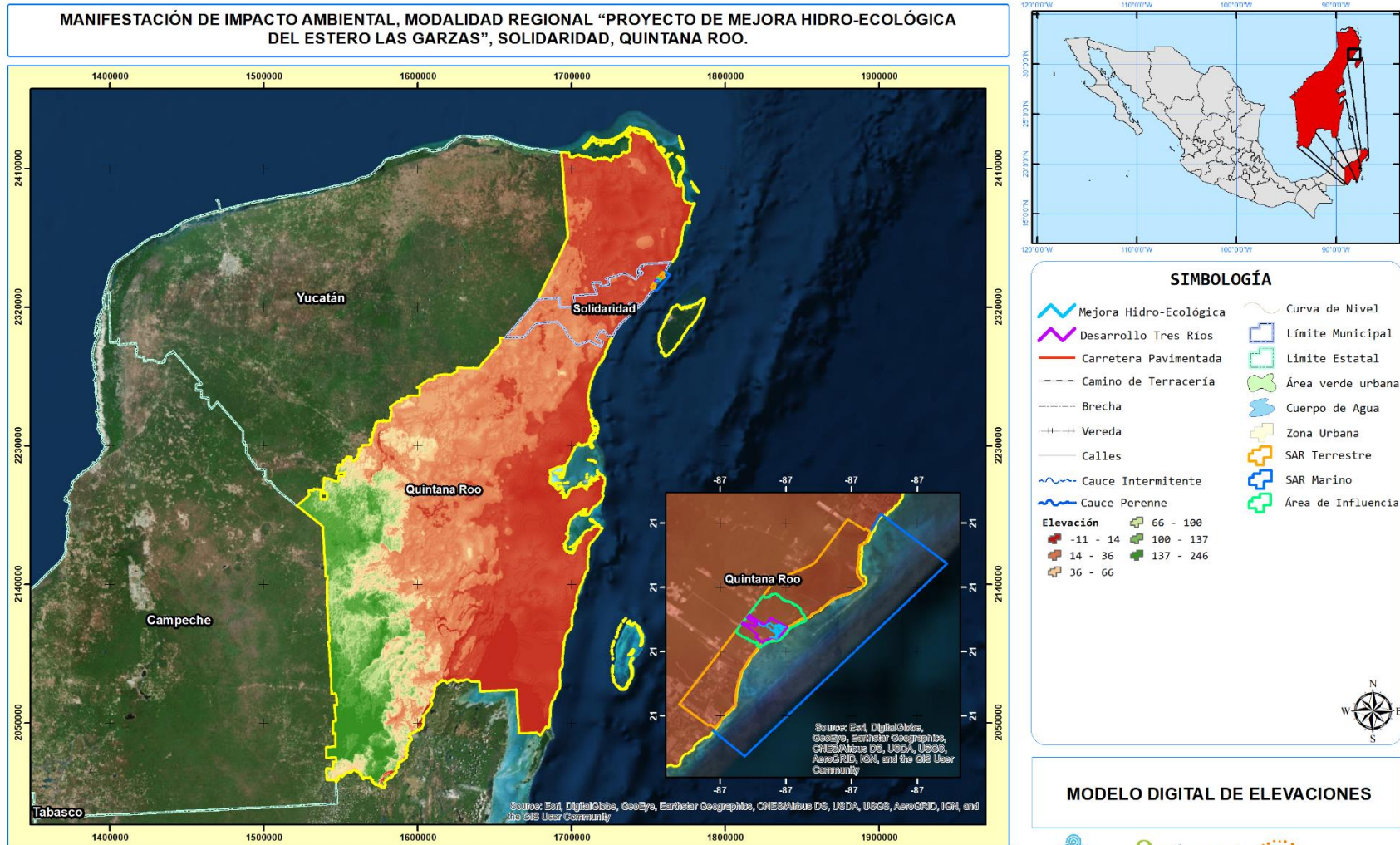


Fuente: Biota y SICA, 2018.



MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL "PROYECTO DE MEJORA HIDRO-ECOLÓGICA DEL ESTERO LAS GARZAS", SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.

Imagen IV. 21. Modelo Digital de Elevaciones del área del proyecto.



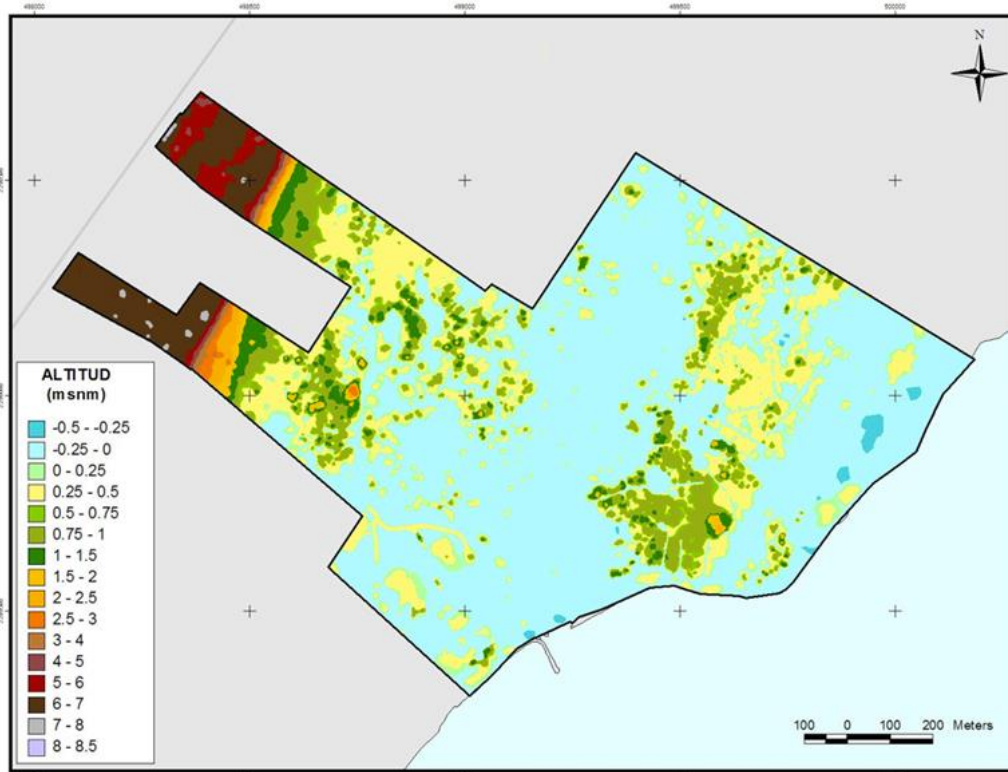
Fuente: Biota y SICA, 2018.

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL "PROYECTO DE MEJORA HIDRO-ECOLÓGICA DEL ESTERO LAS GARZAS". SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.

El predio del Desarrollo Tres Ríos presenta alturas sobre el nivel medio del mar (msnm) que van desde menos 0.5 metros en la depresión natural paralela al mar hasta 8.5 msnm en su zona más alta cercana a la carretera federal. El rango de altura predominante en el predio es de 0 a 0.25 msnm, entre más se aleja de la línea de costa la altura tiene mayores variaciones, coincidiendo con los tipos y altura de la vegetación. Desde el litoral del predio Tres Ríos y dirigiéndose hacia el continente la hipsografía del predio obtenida mediante método LIDAR (referirse a la siguiente imagen) presenta las siguientes características más relevante:

- Casi el 80% del total de la superficie del predio se encuentra en zonas con diversos grados de inundabilidad donde se desarrolla el humedal costero, mientras que las zonas altas son ocupadas por selvas de diversos tipos.
- A causa de la erosión marina la playa y duna originales se han perdido y solo mediante restauración aprobada por las autoridades competentes ha sido posible recuperar algunas zonas para quedar por encima del nivel medio del mar. En otras zonas del litoral del predio, se han restablecido por procesos naturales playas incipientes y protodunas.
- Atrás de las geofomas de playa, duna o protoduna, se ubica la depresión o cuenca natural paralela al mar, descrita en la Sección 1, ocupada por un extenso humedal con predominio de mangle rojo (*Rizophora mangle*), el cual se encuentra casi en su totalidad por debajo del nivel medio del mar y en algunas zonas ya expuesto directamente a la erosión marina por la pérdida de la playa y la duna.
- El humedal está dividido por una franja más elevada constituyendo las dos unidades naturales mayores del predio; al suroeste una cuenca de inundación ligeramente más alta y al noreste una planicie de inundación de fondo somero, más baja y sujeta a intensos procesos de evaporación,
- Finalmente, en la porción continental del humedal se inicia un pronunciado talud que en su parte alta se transforma en una terraza continental. En ambas geofomas se desarrollan distintos tipos de selvas.

Imagen IV. 22. Plano hipsográfico del predio Tres Ríos, con relación al nivel medio del mar, obtenido mediante levantamiento LIDAR.

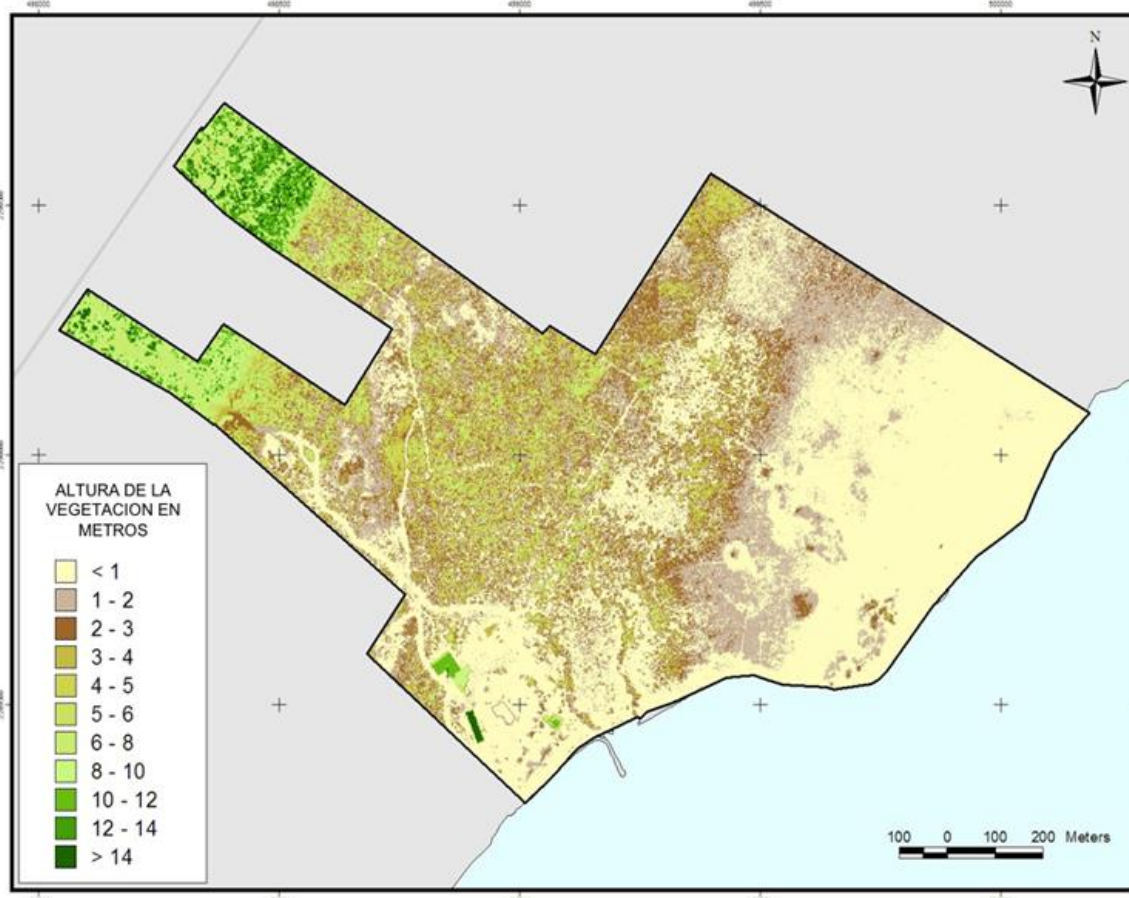


Fuente: Biota y SICA, 201.

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL "PROYECTO DE MEJORA HIDRO-ECOLÓGICA DEL ESTERO LAS GARZAS" SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.

Con base en el levantamiento LIDAR fue posible apreciar la relación directa estas características topográficas y la altura de la vegetación del predio, la cual va desde menos de 1 m, en el manglar de la zona noreste, hasta más de 14 m en la selva cercana a la carretera federal.

Imagen IV. 23. Plano de altura de la vegetación del predio Tres Ríos obtenida mediante levantamiento LIDAR.



Fuente: Biota y SICA, 201.

La características estructurales y funcionales del manglar de matorral que ocupa la zona donde se pretende desarrollar la propuesta de mejora hidroecológica, están determinadas por la **microtopografía** y la hidrología de la planicie de inundación del predio Tres Ríos, la cual se ubica ligeramente por debajo del nivel medio del mar. Es una zona baja cuya separación de las unidades naturales que las rodean está determinada por elevaciones del terreno y por los bordos naturales del estero Las Garzas lo que determina su desconexión de la influencia mareal normal pero la deja sujeta a inundaciones temporales de agua de mar o de lluvia en eventos de mareas extraordinarias o huracanes, así como a la variación del nivel del agua del acuífero y a los intensos procesos de evaporación y salinización del suelo que ocurren posteriores a los periodos de inundación; tampoco presenta una conexión superficial con aportes superficiales permanentes de agua dulce continental por lo que su funcionamiento hidrológico es aleatorio y equivalente al de una marisma de subsidencia con cristalización de sal. El origen de esta desconexión en la planicie del predio Tres Ríos se debe principalmente a que las inundaciones por eventos extraordinarios de aumento del nivel del mar y la carencia de aportes permanentes de agua dulce superficial continental, provocan la deposición de los sedimentos gruesos (arenas y gravas) en las zonas inundables inmediatas y adyacentes al estero Las Garzas y a sus venas de marea; bajo esta condición los procesos de compactación del suelo son mucho más lentos en este tipo de áreas con deposición de materiales gruesos, comparativamente con las zonas inundables con predominio de

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL "PROYECTO DE MEJORA HIDRO-ECOLÓGICA DEL ESTERO LAS GARZAS", SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.

materiales finos (turba, limos o arcillas). Como consecuencia de esta compactación diferencial se va formando un bordo en los litorales del estero y de las venas de marea que impide su alcance hidrológico hacia la zona posterior del bordo y estimula la subsidencia del suelo en la cuenca sujeta solo a eventos aleatorios e inundaciones extraordinarias. La planicie de inundación del predio Tres Ríos presenta efectos derivados de este tipo de desconexión, evidentes por el tipo de manglar de matorral de baja estructura y carente de funciones ambientales relacionadas con cuerpos de agua permanentes. La microtopografía en el noroeste del predio propicia dos zonaciones hidrológicas diferentes: por una parte, los litorales del estero Las Garzas y de sus venas de marea, con influencia continua de mareas donde se desarrolla una pequeña franja de manglar tipo borde; y por otra una extensa zona con influencia ocasional de mareas o inundaciones por eventos extraordinarios, que ocupa el manglar de matorral con menor estructura, este efecto se puede observar en la siguiente imagen.

Fotografía IV. 4. Desconexión en la planicie de inundación del predio Tres Ríos.



Fuente: Biota y SICA, 2018.

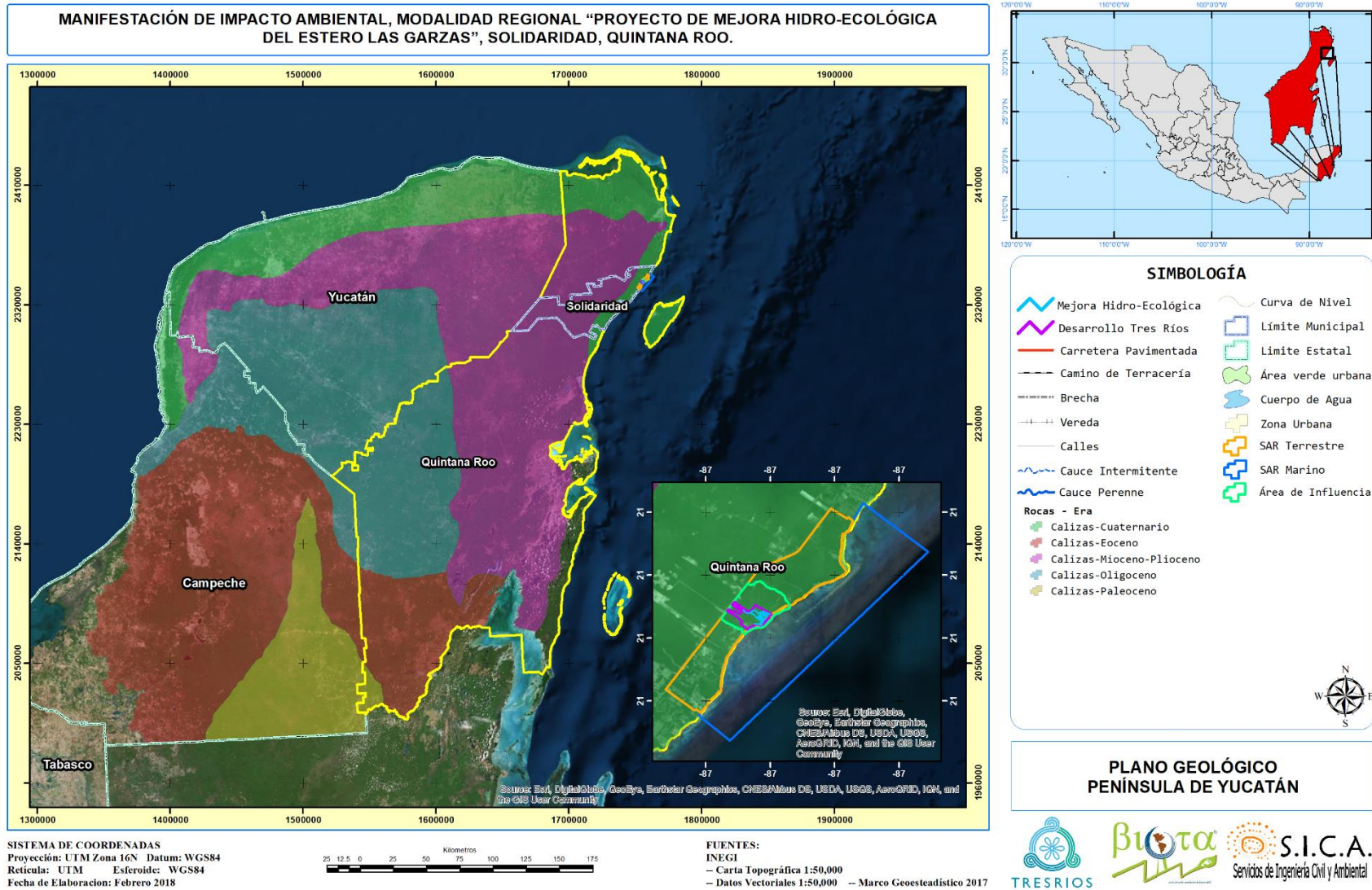
En este marco ambiental carente de inundaciones regulares y de aportes de limos y arcillas en la parte posterior del bordo; la microtopografía, la dinámica del acuífero, el aumento del nivel medio del mar por eventos extraordinarios, las inundaciones pluviales y los escurrimientos terrestres, son los factores aleatorios que modulan el hidroperíodo irregular actual de la planicie de inundación del predio, el cual determina a su vez la baja estructura y las limitadas funciones, productos y atributos ambientales del ecosistema de manglar de matorral que se desarrolla en la planicie de inundación de fondo somero atrás del estero.

GEOLOGÍA.



















Los principales ejes estructurales de la península presentan una orientación ONO-ESE y NNE-SSO, mismos que están asociados con la Sierrita de Ticul y el Sistema Bacalar-Río Hondo respectivamente. Este último probablemente explica la extensión hacia el norte de las formaciones eocénicas hasta la región de Dzitás, en donde el eje anticlinal de dirección NNE-SSO se hunde progresivamente. Para explicar esta doble dirección Bonet y Butterlin (1960) establecieron que la primera orientación que aparece en las series eocénicas y parece unir a Yucatán a las Grandes Antillas, estaría ligada a la orogénesis del Eoceno Superior que ha afectado considerablemente a las islas antillanas (Bonet, 1956). Fue sin duda mucho menos intensa en Yucatán, donde posiblemente representó la zona terminal de su acción y debió producir un abombamiento. Sin embargo, fue bastante fuerte como para impedir la invasión por el mar de la región central de la península en el Oligoceno y en el Mioceno Inferior y Medio. La segunda orientación, que se manifiesta aun claramente en la topografía del estado de Campeche y del oeste de Yucatán, debe estar ligada a deformaciones relativamente recientes, probablemente con la orogénesis Mio-Pliocénica que afectó también las regiones más occidentales de México y las Antillas. La Península de Yucatán está constituida por sedimentos calcáreos de origen marino del período Terciario y Reciente (Butterlin y Bonet, 1963); las rocas más antiguas se localizan al sur y centro de esta, en tanto que en el estado de Quintana Roo se encuentran al suroeste y corresponden a calizas dolomitizadas, silicificadas o recristalizadas del Paleoceno-Eoceno Indiferenciado, que incluye a rocas evaporitas de la formación Icaiché, constituida por yeso y anhidrita ricas en sulfatos. Sobre estas rocas y aflorando en la parte centro occidental de la entidad, se encuentran calizas fosilíferas del Eoceno Medio. Una secuencia de rocas del Mioceno Superior-Plioceno están expuestas en la región de Bacalar-Río Hondo; margas, yesos y cretas constituyen la parte inferior de la secuencia, mientras que la parte superior está conformada por coquinas y calizas. Sedimentos arcillosos y depósitos evaporíticos rellenaron las depresiones entre el Terciario Superior y el Cuaternario. Las rocas jóvenes depositadas en el Pleistoceno y el Reciente afloran en áreas dispersas y corresponden a coquinas, calizas y depósitos de litoral areno-arcillosos en la faja costera y material residual arcillo-calichoso producto de alteración. Las rocas presentan una disposición prácticamente horizontal en toda la entidad, excepto en las inmediaciones del Río Hondo, donde se encuentran plegadas y en la porción meridional de aquélla, donde la continuidad de los estratos es interrumpida por fallas normales que dan al terreno configuración escalonada. Las fallas tienen longitud de varios kilómetros y se manifiestan en escarpes con desnivel de 10 a 100 m; algunas de ellas han originado fosas, gradualmente convertidas en pantanos, lagos y lagunas, siendo la mayor de ellas la Laguna de Bacalar. A continuación, se establece la secuencia estratigráfica de la Península de Yucatán. En la siguiente imagen y la subsecuente Tabla se presenta la Geología de la Península de Yucatán.

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL "PROYECTO DE MEJORA HIDRO-ECOLÓGICA DEL ESTERO LAS GARZAS", SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.






Imagen IV. 24. Geología de la Península de Yucatán y en el Proyecto.



SIMBOLOGÍA

| | | | |
|---|------------------------|---|--------------------|
|  | Mejora Hidro-Ecológica |  | Curva de Nivel |
|  | Desarrollo Tres Ríos |  | Límite Municipal |
|  | Carretera Pavimentada |  | Límite Estatal |
|  | Camino de Terracería |  | Área verde urbana |
|  | Brecha |  | Cuerpo de Agua |
|  | Vereda |  | Zona Urbana |
|  | Calles |  | SAR Terrestre |
|  | Cauce Intermitente |  | SAR Marino |
|  | Cauce Perenne |  | Área de Influencia |

Rocas - Era

-  Calizas-Cuaternario
-  Calizas-Eoceno
-  Calizas-Mioceno-Plioceno
-  Calizas-Oligoceno
-  Calizas-Paleoceno

Fuente: Biota y SICA, 2018.

Tabla IV. 9. Descripción de la Geología de la Península de Yucatán.

| EDAD (MILLONES DE AÑOS) | ESPESOR (M) | FORMACIÓN Y LITOLOGÍA | |
|-------------------------------------|-------------|---|---|
| Reciente y Pleistoceno (1.5) | 100 | Calizas de Moluscos blanco a crema, con pelecípodos | |
| Plioceno y Mioneno (23 a 1.5) | 200 | F. Carrillo Puerto; caliza coquinoideal, blanco amarillento, dura y masiva, con arena | |
| | | F. Estero Franco; calizas y dolomitas amarillas, cristalinas y sacaroide | |
| | | F. Bacalar; caliza cretosa, margas blancas, con yeso | |
| Oligoceno (36 a 23) | 260 | Caliza blanca a crema, con capas de marga arcillosa y bandas de cuarzo | |
| Eoceno Superior (43 a 36) | 100 | Formación Chichén Itzá | Miembro Chumbec; caliza blanca, cristalina, masiva, sacaroide |
| Eoceno Medio (52 a 43) | 185 | | Miembro Pisté; caliza blanca o amarillenta, masiva o en capas, microcristalina y capas arcillosas |
| Eoceno Inferior Paleoceno (66 a 52) | 100-350 | | Miembro Xbacal; caliza cristalina, blanca, dolomitizada y silicificada |
| Paleoceno | | Formación Icaiché; margas, calizas, dolomitas y evaporitas | |
| Cretácico (144 a 66) | | Petén; calizas, andesitas, evaporitas | |

Fuente: Biota y SICA, 2018.

ESTRATIGRAFÍA DE LA PENÍNSULA DE YUCATÁN.

El Mioceno-Plioceno está representado en algunas partes por una caliza blanca bien recristalizada con microfauna, en otras, se presenta como una caliza coquinoide, pulvurulenta más o menos bien cementada con carbonato de calcio, también se presenta en forma conglomerática, pero en ninguna parte se puede apreciar estratificación definida y su aspecto estructural es aparentemente horizontal.

A) Pleistoceno-Holoceno (Reciente).

El Pleistoceno-Holoceno cubre gran parte de la península y forma caliche, también existen zonas pantanosas, afloran calizas alteradas, arenas y arcillas calcáreas que bordean la península terminando en playas.

Formación Carrillo Puerto (Mioceno Superior-Plioceno).

Estas calizas con afloramientos muy extensos en la península cubren de manera importante a la zona de estudio, cuyos afloramientos claramente coincidentes con la definición de Bonet y Butterlin (1963), se pueden observar a 36 Km de Cancún sobre la carretera Valladolid-Mérida. Estas rocas corresponden a la Formación Carrillo Puerto del Mioceno Superior-Plioceno, cuyos niveles inferiores están representados por coquinas de alrededor de 1 m de espesor, cubiertas por calizas duras y más arriba pasan a calizas cada vez más impuras a veces arcillosas, de color amarillento a rojizo. La alteración de estas calizas origina la formación de arcillas lateríticas rojas, acumuladas en las dolinas y protegidas por la selva densa. Los niveles superiores de esta formación están representados por calizas blancas, duras y masivas. Los echados son débiles o nulos, generalmente orientados hacia el NNE. Es una formación muy transgresiva y constituye toda la parte oriental y central del estado de Quintana Roo y se extiende ampliamente en la región central del estado de Yucatán y al noroeste del estado de Campeche. La localidad tipo se encuentra sobre la carretera Peto-Carrillo Puerto, a 112 Km de la primera comunidad. La formación Carrillo Puerto recubre ya sea en concordancia a la formación Bacalar o en discordancia directamente a las series eocénicas, lo que demuestra su carácter transgresivo. En particular, considerando la información de estudios previos en los alrededores de Cancún, se puede determinar que en ciertos lugares se manifiesta una caliza blanca y recristalizada con microfauna, que otras veces es pulvurenta o cretosa coquinoide, bien cementada con ligero contenido de arcilla y restos de microfósiles y aún más puede ser de forma conglomerática arcillosa, aunque en ninguna de las manifestaciones se aprecia estratificación definida. Debido a estas formas de manifestación y correlación estratigráfica, la Formación Carrillo Puerto se ha dividido en 3 miembros:

- Miembro Chancanal. - Corresponde a una caliza masiva, blanca a gris, con oquedades de disolución y arcilla amarillenta a café.
- Miembro Abrigo. - Son calizas deleznales de espesor pequeño, pulvulentas, color crema, que intemperiza a gris oscuro.
- Miembro Mirador. - Calizas bien consolidadas y compactas, medianamente estratificadas y de espesor menor al Miembro Abrigo intemperizando a café.

Sin embargo, con la información obtenida en 6 pozos exploratorios de 30 m de profundidad, efectuados dentro del polígono de la zona de estudio se determinaron 3 unidades litológicas, cuyas características coinciden con los miembros antes mencionados:

- Caliza areno-arcillosa. - Son rocas alteradas de perforabilidad suave, color blanco a crema y espesor de más o menos 16 m.
- Caliza porosa. - Son rocas compactas de perforabilidad dura, color blanco, con horizontes suaves y un espesor de aproximadamente 12 m.
- Caliza arenosa. - Son sedimentos porosos de perforabilidad suave, color blanco, textura arenosa y presencia de cavidades, cuyo espesor es de alrededor de 8 m.

B) Cuaternario.

Dentro de la zona de estudio existe un sólo tipo de depósito del reciente y son suelos residuales producto de la alteración por intemperismo, mismos que por sus diferencias de ambiente deposicional se pueden dividir en tres tipos:

- Suelo con humus. - Son suelos con una espesa cubierta vegetal en descomposición (humus) que se localizan en áreas con vegetación densa, rellenando fracturas y oquedades, cuyo espesor es de más de 60 cm.
- Suelo laterítico. - Son suelos color rojizo producto de la alteración de las calizas aflorantes, con espesores de hasta 60 cm y se localizan principalmente en el fondo de las dolinas o reholladas, aunque también en áreas donde la roca madre está desprotegida de cubierta vegetal.
- Suelo café. - Estos suelos se localizan en las porciones del área sujeta a inundación cubriendo oquedades, el fondo de las dolinas o reholladas de esa depresión topográfica.

C) Sedimentos de la franja costera.

Pleistoceno Superior. Frente a la zona de estudio y lo largo de la margen noreste de la Península de Yucatán, afloran estos materiales formando una banda estrecha que incluye una facie marina y otra no marina. Los sedimentos marinos se encuentran en la playa y cerca de la costa, los sedimentos lacustres son arcillas, limos, incluyendo calizas de arrecife de coral. Los carbonatos no marinos corresponden a arenas eólicas y micrita de lago de agua dulce.

- Sedimentos costeros. - Calcarenitas no consolidadas de grano fino, conchuela y moluscos, color blanco y arena de composición netamente calcáreas. Se presentan en franjas alargadas en las costas y en otras partes interiores, formando a veces montículos de más de 3 m de altura.
- Sedimentos de pantano. - Corresponden a limos y materia orgánica derivada de la flora local. Su espesor puede ser de varios metros en las zonas localizadas cerca de la costa y que están inundadas por aguas salobres con vegetación tipo manglar.

El Pleistoceno Superior representa un depósito de sedimentos durante la última etapa interglacial, con una alta posición del nivel del mar. Las edades determinadas con Uranio en corales de la planicie costera, areniscas y rocas arrecifales, son de alrededor de 122,000 años (Szabo et al., 1979). En general, se acepta que el Mar Caribe alcanzó una altura de 4 a 7 m por arriba del presente nivel hace 125,000 años (Steinen et al., 1981; Harmon et al., 1983); por lo tanto, los carbonatos del Pleistoceno Superior se acumularon en sólo unos cuantos miles de años. Los cambios de facies dentro de las calizas del Pleistoceno Superior son fácilmente reconocibles, porque la unidad está limitada por zonas de caliche. La unidad del Pleistoceno Superior descansa sobre la corteza subsuperficial de la superficie superior de las calizas del Pleistoceno Medio y está en cambio coronada por caliche. Estas zonas de caliche se desarrollaron durante una etapa glacial, cuando la plataforma

de Yucatán estuvo sujeta a períodos prolongados de exposición subsuperficial. Las rocas carbonatadas subyacentes al Pleistoceno Superior son escasamente conocidas, los primeros estudios (Lauderdale et al., 1979; Rodríguez, 1982), se basan en la "estratigrafía de la zona de caliche" en la superficie y a poca profundidad de esta, dividiendo a las calizas costeras dentro de 3 diferentes unidades (incluyendo al Pleistoceno Superior). Cada unidad consiste en varias facies que se acumularon en márgenes de plataforma arrecifal y en la parte posterior de la plataforma arrecifal durante una alta posición interglacial del nivel del mar. Cada unidad está coronada por una zona de caliche, que es producto de diagénesis subsuperficial durante una baja posición del nivel del mar. Las edades de las unidades del Pleistoceno Medio y Superior son conocidas, se estima que la unidad Medio se depositó durante el período interglacial que ocurrió hace 200,000 años (Harmon et al., 1983). La unidad inferior contiene un coral ligeramente alterado que produjo una edad entre 200,000 y 800,000 años. Franja Costera. En la costa existe una estrecha planicie entre ondulación y depresión con posiciones de 5 a 10 m.s.n.m. a lo largo de la margen NE de la península (Ward and Brady, 1979). En su parte ancha la planicie contiene a lo máximo unas 20 ondulaciones, mismas que están más o menos paralelas a la actual línea costera; al final en su porción sur la planicie se estrecha a una ondulación. Las crestas y ondulaciones tienen 1 a 5 m por arriba de las depresiones y están espaciadas alrededor de 50 a 200 m. Esta fisiografía es típica de una planicie costera de arenas como en muchas costas (e. q., Bernard et al., 1959; Psuty, 1967; Curray et al., 1969). En el lado continental de las ondulaciones y depresiones topográficas, existe un bajo relieve cárstico 5 a 10 m.s.n.m. (supuestamente afloramientos del Pleistoceno Medio).

SECUENCIA GENERAL.

En general, se puede establecer que sobreyaciendo a la antigua planicie con playas y ondulaciones, se encuentra un cuerpo de 150 Km de largo, 0.5 a 4 Km de ancho y de 3 a 10 m de espesor, conformado por rocas granulares débilmente consolidadas. Durante el pasado las areniscas han sido sujetas a una explotación intensiva para la construcción de caminos e infraestructura turística. Casi todas las canteras entre Cancún y Xel-Há, exponen una secuencia vertical similar de estructuras sedimentarias:

- Unidad inferior de excavación de bajo ángulo y montecillos, cruza la base de calcarenita.
- Unidad media de gran ángulo multidireccional, cruza la base de calcarenita y calcirudita.
- Unidad superior de calcarenita de laminación paralela.

Esta secuencia vertical representa un depósito progradacional de facie de playa de costa baja. La elevación de los depósitos de playa indica que el nivel del mar estuvo entre 5 y 6 m por arriba del nivel actual.

FACIES ASOCIADAS.

Al norte de Puerto Morelos las rocas de la franja costera cubren una costra de caliche en la cima del Pleistoceno Medio. En la parte inferior al sur de la franja costera; sin embargo, las rocas granulares cubiertas por depósitos de laguna sin estratificar limo-arcillosos y arenas, que en cambio están situadas sobre la costra de caliche. Esta costra subsuperficial fue cubierta por organismos marinos durante una rápida elevación del nivel del mar a finales del Pleistoceno. Entre el caliche y los depósitos subyacentes se encuentran delgados y discontinuos conglomerados compuestos de litoclastos de caliche fragmentos de coral y conchas de moluscos. Esto se interpreta como un depósito transgresivo. Del lado del mar de la planicie costera la sección del Pleistoceno Superior corresponde a calcarenitas con conchuela y calizas de la parte de arrecifes de coral. Al sur de Puerto Morelos existe una zona extensa de afloramiento de calizas de arrecife de coral del Pleistoceno Superior a lo largo de la presente línea costera. En unos cuantos sitios, partes de esta barrera arrecifal fósil, están cubiertos por calcarenitas en la franja costera. En la selva tropical tierra adentro de la antigua franja costera, se encuentra unas cuantas y pobres exposiciones de calcarenita de micrita. Esto indica que la mayor parte de la zona más cercana a dicha franja costera fue separada del continente por lagunas estrechas, con probablemente no más de 100 m de ancho. Las unidades litológicas superficiales en Quintana Roo, están compuestas por rocas sedimentarias originadas desde el Terciario (Paleoceno) hasta el Cuaternario, aflorando las más antiguas en el Suroeste y conforme se avanza rumbo al Norte y Este se van haciendo más jóvenes. La litología del estado está formada principalmente por rocas sedimentarias: calizas, yesos, margas y dolomías, de una edad que varía del Terciario al Cuaternario siendo predominantes las calizas del Terciario.

Cabe señalar que, en mayo del 2013 a solicitud de los promoventes del proyecto de Recuperación y estabilización de playas de los predios Mayakoba y Tres Ríos se encargó el siguiente estudio: "*Descripción Técnica de Estudios Hidrográficos para Proyecto de Recuperación y Estabilización de Playas de los Hoteles Mayakoba y Tres Ríos*", a la empresa Ingeniería y Estudios Marinos. En dicho estudio se analizan, entre otras cosas, los posibles bancos de arena de los que se podría extraer arena para la recuperación de playas y, un amplio estudio de las corrientes de la zona, en el que se concluye que la velocidad de la corriente no será determinante en la erosión de la playa que se pretende recuperar, lo que favorecerá su estabilidad. Este estudio se encuentra en los **anexos** de la presente MIA-R. De la misma forma, existen diferentes estudios referentes a las playas y recuperación de esta requeridos por los promoventes, estos son los siguientes.

- "*Proyecto Ejecutivo Para Recuperación y Estabilización de Playa Frente a Desarrollo Tres Ríos, Playa del Carmen, Q. Roo*" requerido a la misma empresa Ingeniería y Estudios Marinos, el cual fue llevado a cabo en abril del 2014, en el que, se analizan las mareas, el oleaje en aguas abiertas y someramiento, los arrecifes artificiales y dinámica costera, los bancos de arena, entre otras cosas.
- "*Compatibilidad de Sedimento para relleno en las playas de Tres Ríos, Quintana Roo*", elaborado por el grupo de Costas y Puertos del Instituto de Ingeniería de la Universidad Nacional Autónoma de México en noviembre del 2013.
- "*Recomendación de alternativas estructurales para la restauración de playas frente a Tres Ríos, Quintana Roo*" elaborado por el mismo grupo de la UNAM en noviembre del 2013.
- "*Previsión de la evolución de la línea de costa frente al Predio por efecto de las barreras de protección*" elaborado también por el grupo de Costas y Puertos del Instituto de Ingeniería de la Universidad Nacional Autónoma de México en noviembre del 2013.
- Dentro de estos estudios también se presenta la "*Caracterización geológica de la Península de Yucatán*"

Todos estos estudios se encuentran dentro de los **anexos** de esta Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional.

GEOMORFOLOGÍA.

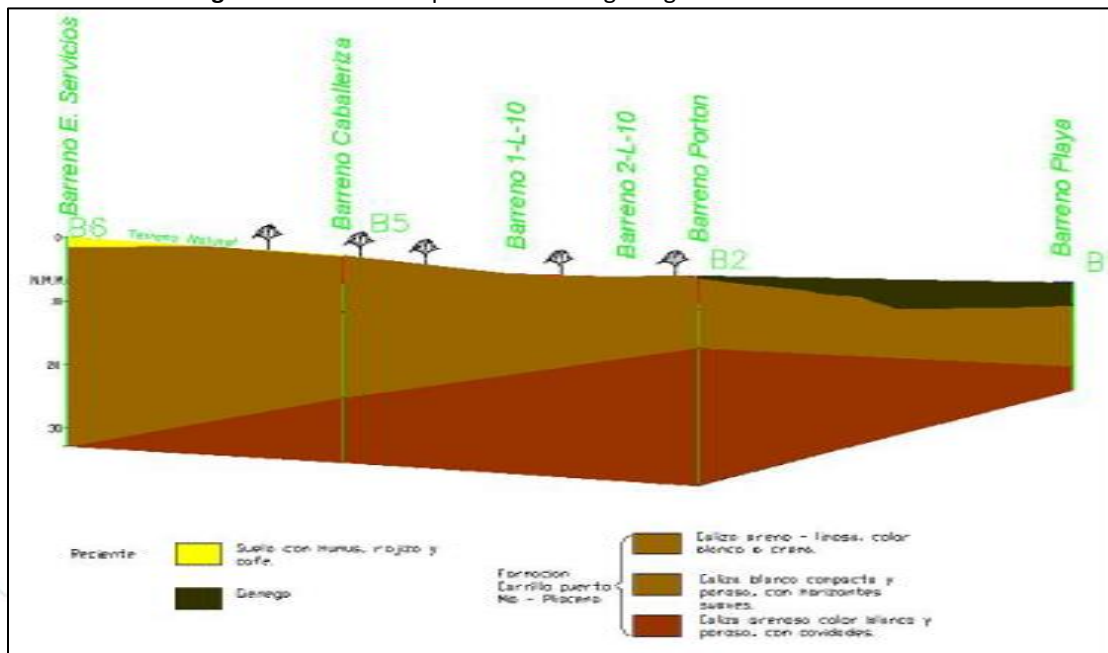
Las características fisiográficas y geomórficas de la zona de estudio están determinadas por un relieve topográfico ondulado a ligeramente ondulado, con elevaciones máximas sobre el nivel del terreno de hasta 2.5 m en la parte baja constituida por suelos lacustres y sujetos a inundación, que terminan al pie de una loma o antigua berma de la época del Pleistoceno. Destacan notablemente dentro del predio dos grandes fracturas lineales que la atraviesan de sur a norte, y conforman el mayor sistema fisiográfico desarrollado, determinando depresiones topográficas entre las mismas, una al poniente y la otra al oriente, donde son apreciables también una serie de oquedades que van desde pequeños sumideros a reholladas a dolinas de regulares dimensiones. La porción poniente es más elevada que la oriente, ambas están separadas por una cresta topográfica donde se registran las máximas elevaciones de la zona. La zona en cuestión pertenece al municipio Solidaridad, Quintana Roo y se localiza a 10 Km al norte de la ciudad de Playa del Carmen. Cabe señalar, que las geoformas de la porción elevada del poniente tienen un menor desarrollo cárstico con relación a las que se ubican en la depresión topográfica de esa misma porción, los suelos son rojizos tipo laterítico como producto de la alteración de las calizas aflorantes; asimismo, se observa una vegetación alta y densa. En contraste con las características antes mencionada en la depresión de la porción oriente, se observa un mayor número de geoformas con desarrollo cárstico más avanzado, suelos color café oscuro, vegetación menos densa con especies distintas, debido a que ahí se encuentra una zona sujeta a inundación. El predio presenta las siguientes geoformas en forma de franjas paralelas al mar: una terraza elevada; un talud pronunciado y en la parte baja un extenso humedal costero. Las geoformas de la duna y la playa en diversas secciones del predio se han perdido totalmente o son muy limitadas por efecto de la erosión costera. La estructura geomorfológica del predio y las características de la vegetación que ocupa sus geoformas es concordante y refleja con precisión el origen y características del SAR. Destaca en esta correlación el hecho que las corrientes fluviales de origen subterráneo que se ubican dividen al propio predio y a todo el SAR en dos secciones con distintos tipos fisonómicos de manglar; al suroeste tipo cuenca y al noreste tipo matorral;

**MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL
 "PROYECTO DE MEJORA HIDRO-ECOLÓGICA DEL ESTERO LAS GARZAS",
 SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.**

mientras que en sus litorales se desarrolla el tipo borde. Asimismo, destaca notablemente la pérdida por causas naturales de los ambientes costeros críticos de playa y duna a nivel regional y local debido a la ausencia de un arrecife de coral lo que expone el litoral continental a la erosión por oleaje, así como su efecto en la desprotección y pérdida de manglar. En la zona de estudio afloran calizas del Reciente las cuales se presentan en forma de "lajas" de espesor variable y una capa de delgada a mediana de suelo en su superficie, subyaciendo a estas rocas se encuentran depósitos con abundante contenido de bivalvos (conchas de mar) poco cementadas y de espesor desconocido. Se puede establecer que en la zona de estudio, existe una morfología típicamente cárstica, constituida por numerosas depresiones redondeadas, que van desde simples oquedades, sumideros, fisuras a pequeñas dolinas, conformadas sobre rocas de la Formación Carrillo Puerto, mismas que superficialmente corresponden a calizas alteradas, semejante a las margas, color blanco a crema, con restos arrecifales y numerosas oquedades de disolución en el sentido vertical, que varían entre 20 y 50 cm a 4 y 10 m de diámetro, con profundidades desde unos 70 cm a 1.50 m, algunas con manifestación del manto freático y formando montículos de hasta 2.5 m sobre el nivel del terreno. Estas calizas se encuentran fracturadas y la alineación de algunas dolinas o reholladas, mismas que en ocasiones son de forma irregular, presupone la existencia de fracturas, donde la alineación tiene una orientación S-N. Otros aspectos observados superficialmente son los relativos a la vegetación, suelos y desarrollo cárstico. Se puede establecer que existen tres tipos de vegetación:

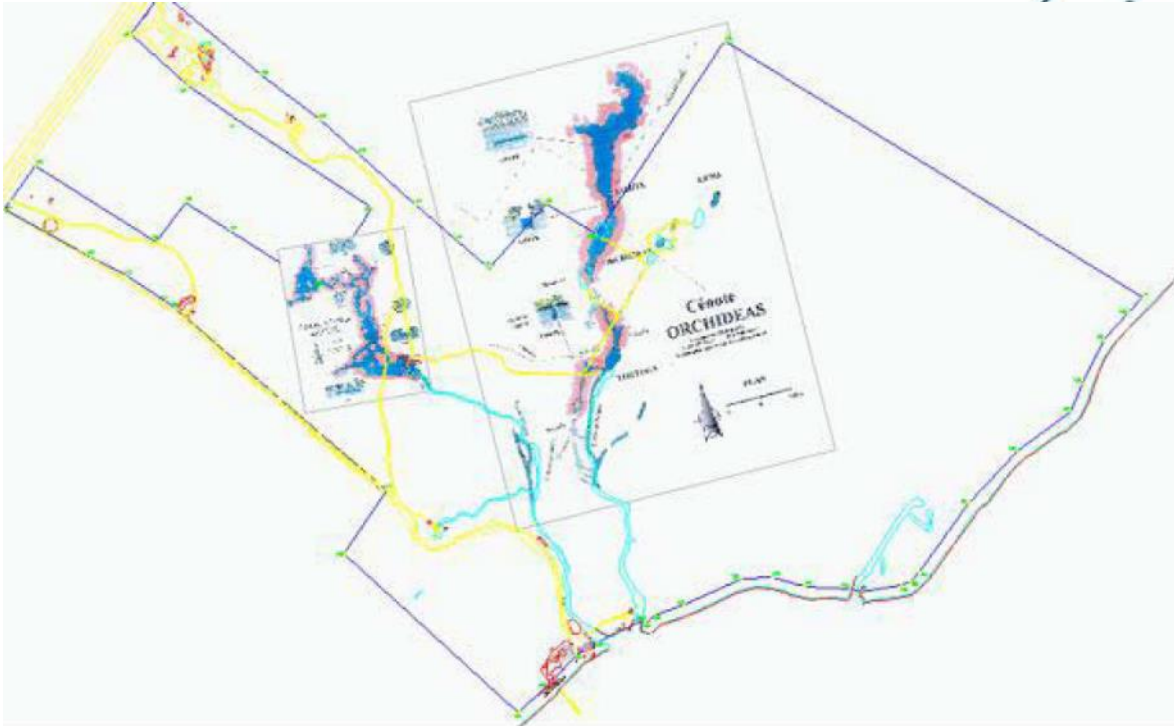
- Alta y Densa, coincide con la porción topográfica de la zona más elevada, donde se encuentran calizas blanco a crema, dolinas de dimensiones pequeñas y suelos ricos en humus.
- Mediana menos densa, coincide con un menor relieve topográfico, donde se encuentran calizas con restos arrecifales, alineación de dolinas (fractura), desarrollos cársticos más desarrollados y suelos rojizos (lateríticos).
- Baja con mediana densidad, coincidiendo con la depresión topográfica de la zona de estudio y sujeta a inundación, donde también existen oquedades y manchones de suelo café oscuro y forman una microcuenca que alimenta la marisma.

Imagen IV. 25. Corte esquemático de la geología del subsuelo del Predio.



Fuente: Biota y SICA, 2018.

Imagen IV. 26. Sistema de fracturas para el Predio.



Fuente: Biota y SICA, 2018.

Imagen IV. 27. Geformas carsticas identificadas en el Predio.

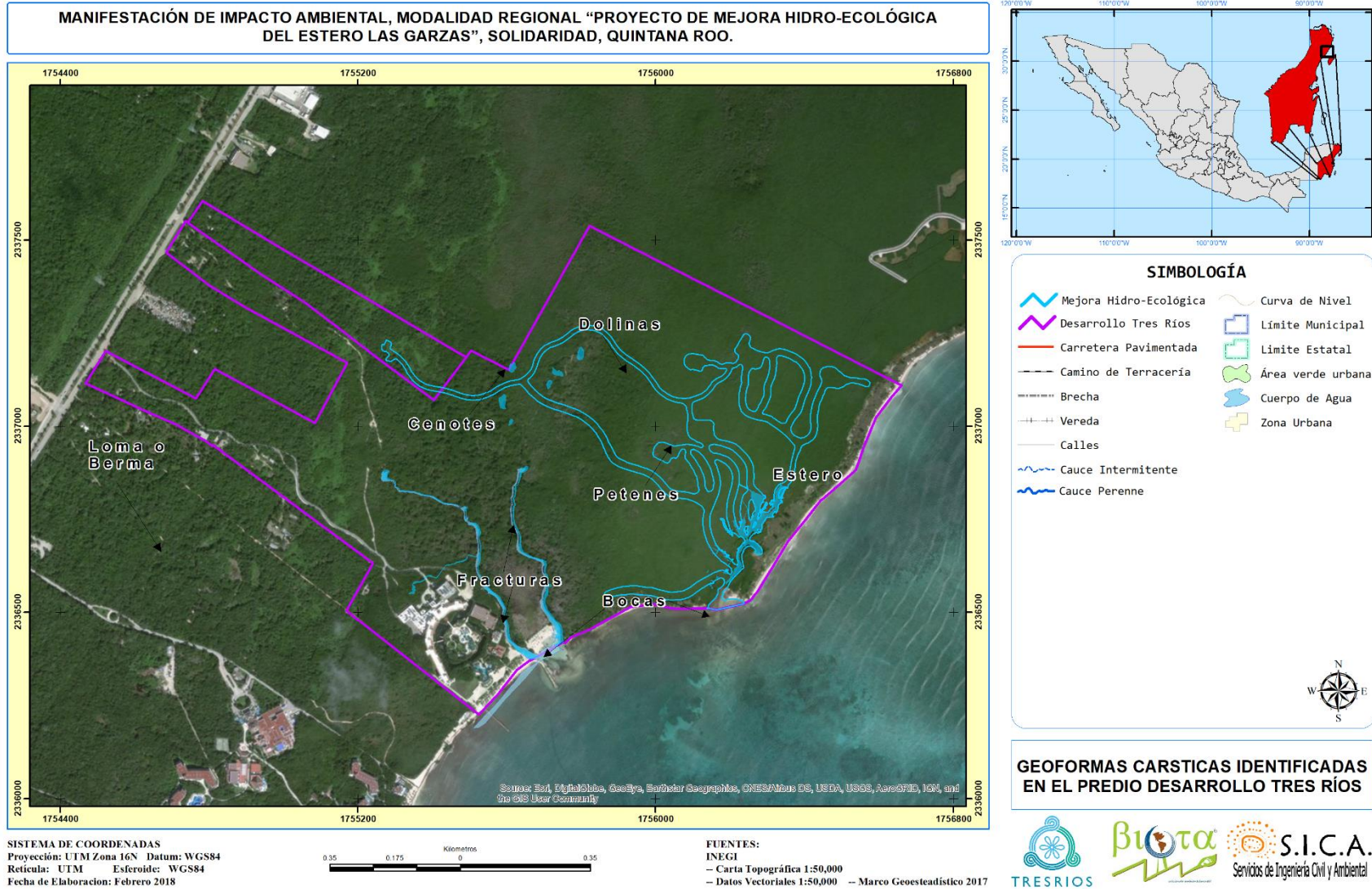
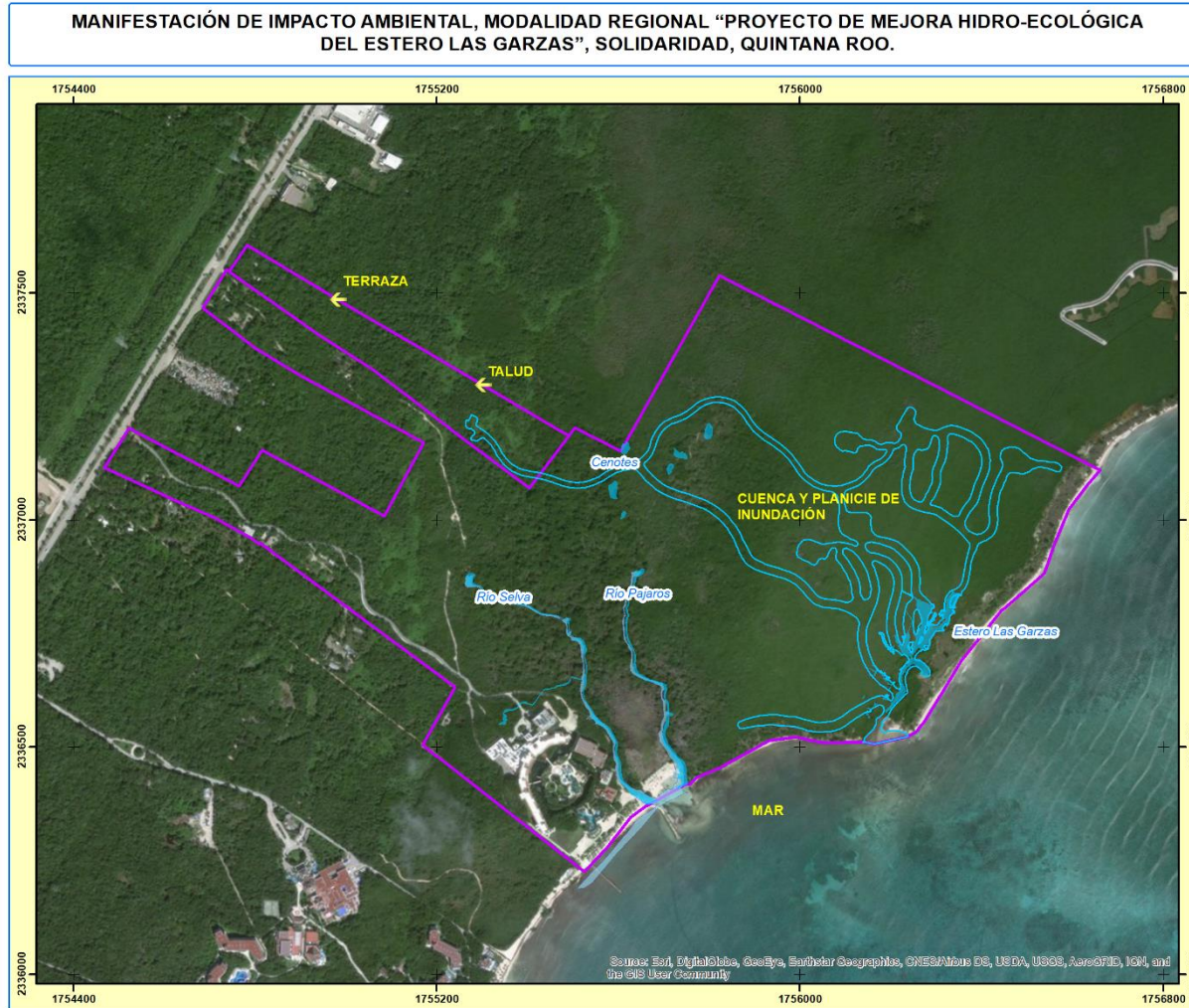


Imagen IV. 28. Geoformas y cuerpos de agua del Predio.

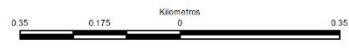


SIMBOLOGÍA

| | | | |
|--|------------------------|--|-------------------|
| | Mejora Hidro-Ecológica | | Curva de Nivel |
| | Desarrollo Tres Ríos | | Límite Municipal |
| | Carretera Pavimentada | | Límite Estatal |
| | Camino de Terracería | | Área verde urbana |
| | Brecha | | Cuerpo de Agua |
| | Vereda | | Zona Urbana |
| | Calles | | |
| | Cauce Intermitente | | |
| | Cauce Perenne | | |

GEOFORMAS Y CUERPOS DE AGUA

SISTEMA DE COORDENADAS
 Proyección: UTM Zona 16N Datum: WGS84
 Reticula: UTM Esferoide: WGS84
 Fecha de Elaboración: Febrero 2018

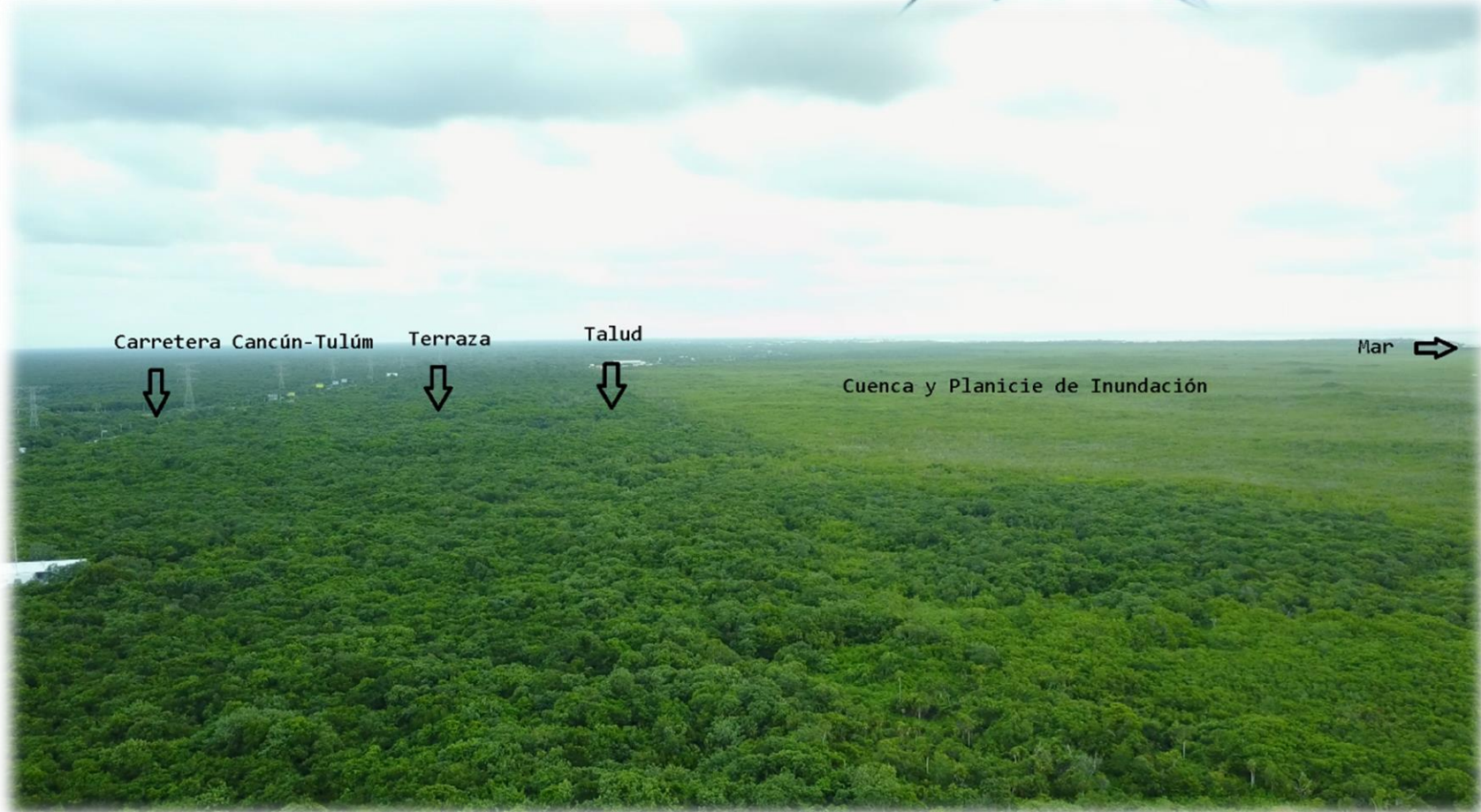


FUENTES:
 INEGI
 - Carta Topográfica 1:50,000
 - Datos Vectoriales 1:50,000 -- Marco Geoespacial 2017



Fuente: Biota y SICA, 2018.

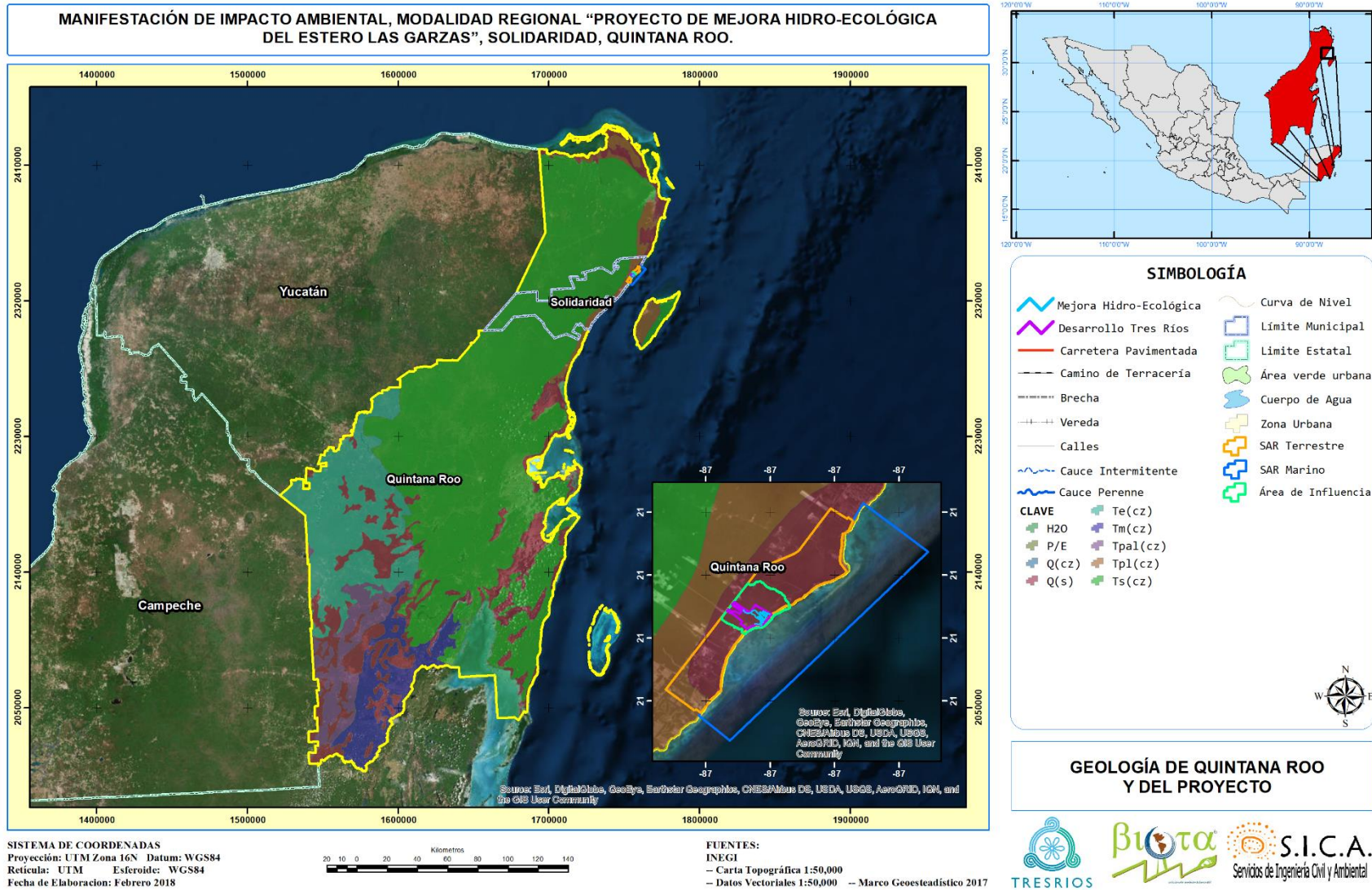
Fotografía IV. 5. Geoformas y Cuerpos de agua del Predio.



Fuente: Biota y SICA, 2018.

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL "PROYECTO DE MEJORA HIDRO-ECOLÓGICA DEL ESTERO LAS GARZAS", SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.

Imagen IV. 29. Geología del Estado de Quintana Roo y del Proyecto.



Fuente: Biota y SICA, 2018.

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL. "PROYECTO DE MEJORA HIDRO-ECOLÓGICA DEL ESTERO LAS GARZAS", SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.

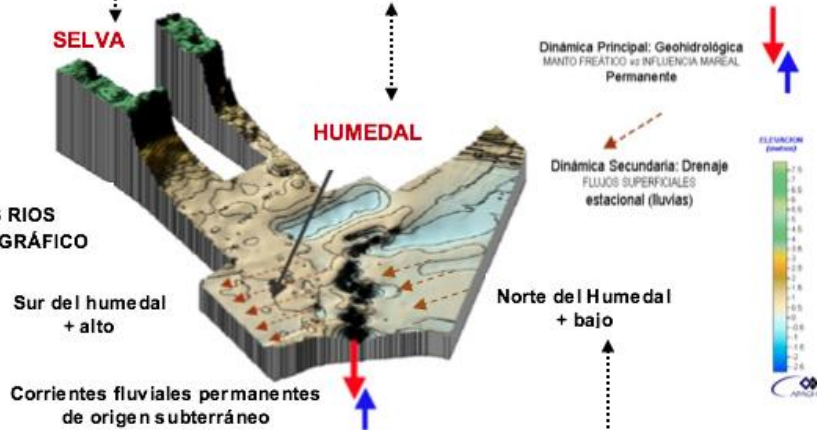
La estructura geomorfológica del predio y las características de la vegetación que ocupa sus geoformas es concordante y refleja con precisión el origen y características del SAR. Destaca en esta correlación el hecho que las corrientes fluviales de origen subterráneo que se ubican en el predio dividen al propio predio y a todo el SAR en dos secciones con distintos tipos fisonómicos de manglar; al suroeste tipo cuenca y al noreste tipo matorral; mientras que en sus litorales se desarrolla el tipo borde. Asimismo, destaca notablemente la pérdida por causas naturales de los ambientes costeros críticos de playa y duna a nivel regional y local debido a la ausencia de un arrecife de coral lo que expone el litoral continental a la erosión por oleaje, así como su efecto en la desprotección y pérdida de manglar.

Imagen IV. 30. Concordancia entre las características del SAR y del predio, identificadas con base en estudios geomorfológicos, litológicos, edafológicos y aereofotogramétricos especializados

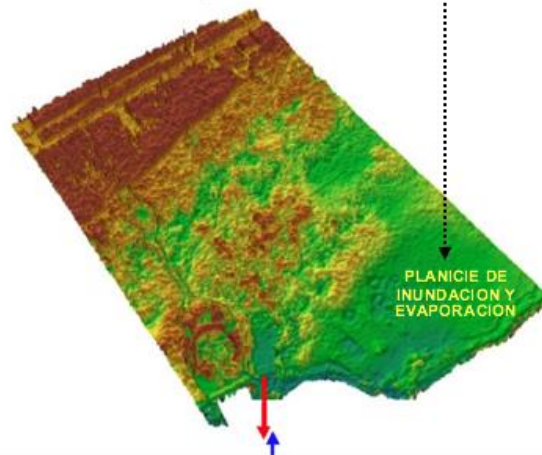
A SAR PUNTA BETE-PUNTA MAROMA: PERFIL ESQUEMATICO



B PREDIO TRES RIOS PERFIL TOPOGRÁFICO



C PREDIO TRES RIOS MODELO DIGITAL DE ELEVACION DEL TERRENO (LIDAR)



MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL. "PROYECTO DE MEJORA HIDRO-ECOLÓGICA DEL ESTERO LAS GARZAS", SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.

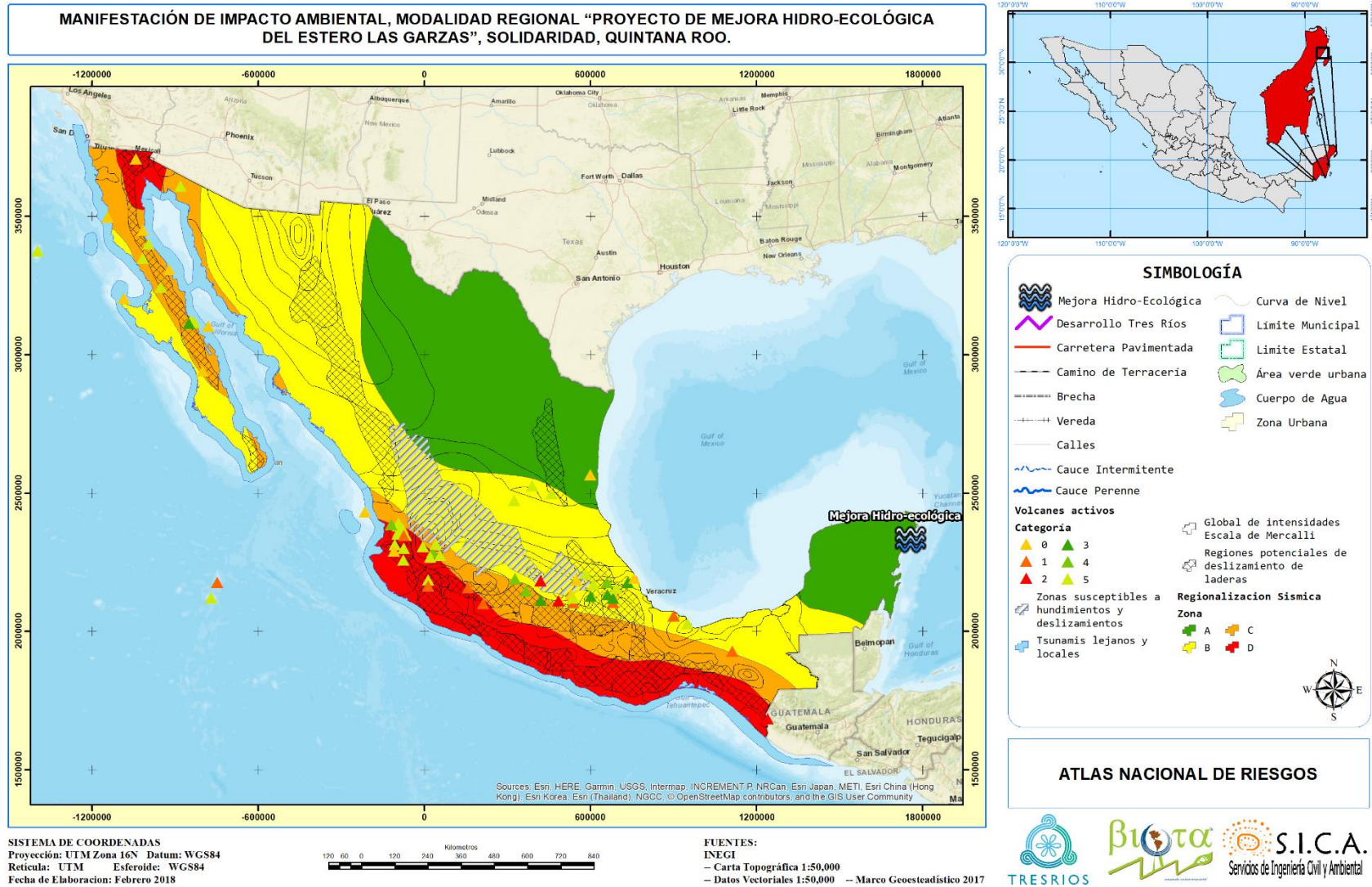
Por la elevación del terreno de las unidades naturales que la circundan y por los bordes que lo separan del Estero Las Garzas, la planicie de inundación del predio Tres Ríos está aislada topográficamente y su flujo hidrológico está impedido porque no tiene un contacto permanente con el mar o con cuerpos de agua dulce superficiales. Cabe remarcar que a causa de la elevación del terreno de las unidades naturales que la circundan y por los bordes que lo separan del Estero Las Garzas, la planicie de inundación del predio del Desarrollo Tres Ríos está aislada topográficamente y su flujo hidrológico está impedido porque no tiene un contacto permanente con el mar o con cuerpos de agua dulce superficiales. Por ello se reitera que el objetivo del presente documento es, extender el Estero Las Garzas asociándolo hidrodinámicamente a un sistema de canales artificiales con funcionamiento estuarino natural y litorales con manglar tipo fisonómico de borde, con la finalidad que el manglar tipo matorral actual al vincularse a un canal artificial incremente su estructura forestal y aumente a la vez los bienes, servicios y atributos ambientales del ecosistema de manglar; así como su resiliencia a periodos de sequía e impacto por huracanes y tormentas tropicales.

SISMICIDAD.

Un sismo es un fenómeno que se produce por un rompimiento repentino de la cubierta rígida del planeta llamada corteza terrestre. Como consecuencia se producen vibraciones que se propagan en todas direcciones y que se perciben como una sacudida o un balanceo con duración e intensidad variables (CENAPRED, 2007). La República Mexicana se localiza en una de las zonas sísmicas más activas del mundo, el Cinturón de Fuego del Pacífico, cuyo nombre se debe al alto grado de sismicidad que resulta de la movilidad de cuatro placas tectónicas: Norteamericana, Cocos, Rivera y del Pacífico (CENAPRED, 2007). La generación de los temblores más importantes en México por su magnitud y frecuencia se debe, básicamente, a dos tipos de movimientos entre placas: de subducción y desplazamiento lateral. El primero se da a lo largo de la porción costera entre Jalisco y Chiapas donde las placas de Rivera y Cocos penetran por debajo de la Norteamericana. Por otra parte, entre la placa del Pacífico y la Norteamericana se observa un desplazamiento lateral; a diferencia de la subducción, es visible en la superficie del terreno, esto se verifica en la parte norte de la península de Baja California y a lo largo del Estado de California, en los Estados Unidos de América (CENAPRED, 2007). En el siglo pasado, ocurrieron 71 sismos de gran intensidad los que causaron daños materiales y víctimas. La tercera parte de la población de la República Mexicana vive en zonas de alto y muy alto peligro sísmico, coincidiendo con los Estados de mayor índice de marginación (Guerrero, Oaxaca y Chiapas). La zona con mayor potencial sísmico en el país se localiza en lo largo de la Costa del Estado de Guerrero, donde se estima podría ocurrir uno o dos terremotos de magnitud ocho. La alta densidad poblacional y los estratos geológicos de débil resistencia son las zonas susceptibles de ser impactadas violentamente por los sismos. La República Mexicana se encuentra dividida en cuatro zonas sísmicas. Esto se realizó con fines de diseño antisísmico. Para realizar esta división se utilizaron los catálogos de sismos de la República Mexicana desde inicios de siglo, grandes sismos que aparecen en los registros históricos y los registros de aceleración del suelo de algunos de los grandes temblores ocurridos en este siglo. Estas zonas son un reflejo de que tan frecuentes son los sismos en las diversas regiones y la máxima aceleración del suelo a esperar durante un siglo. La zona A es una zona donde no se tienen registros históricos de sismos, no se han reportado sismos en los últimos 80 años y no se esperan aceleraciones del suelo mayores a un 10% de la aceleración de la gravedad a causa de temblores. La zona D es una zona donde se han reportado grandes sismos históricos, donde la ocurrencia de sismos es muy frecuente y las aceleraciones del suelo pueden sobrepasar el 70% de la aceleración de la gravedad. Las otras dos zonas (B y C) son zonas intermedias, donde se registran sismos no tan frecuentemente o son zonas afectadas por altas aceleraciones pero que no sobrepasan el 70% de la aceleración del suelo. El mapa que aparece en la siguiente imagen se generó del Manual de diseño de Obras Civiles (Diseño por Sismo) de la Comisión Federal de Electricidad (SGM, 2014). Con base en el trabajo de sismicidad en la República Mexicana de Figueroa J., se establece que la zona de la Península de Yucatán está comprendida dentro de una zona asísmica. Como se puede apreciar en la siguiente imagen la zona sobre la que se asienta el Predio del Proyecto se trata de la zona A, la cual es considerada como una zona donde no se tienen registros históricos de sismos, no se han reportado sismos en los últimos 80 años y no se esperan aceleraciones del suelo mayores a un 10% de la aceleración de la gravedad a causa de temblores.

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL “PROYECTO DE MEJORA HIDRO-ECOLÓGICA DEL ESTERO LAS GARZAS”, SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.

Imagen IV. 31. Atlas Nacional de Riesgos.



IV.2.1.1.3. Suelos.

En Quintana Roo los suelos son importantes para las actividades agrícolas, ganaderas y forestales, así como para el turismo, urbanismo y recreación. Se trata de suelos jóvenes, algunos poco desarrollados, y la mayoría de poca profundidad; el grupo predominante son los leptosoles (lp). En Quintana Roo existen doce de los treinta grupos de suelos principales, reconocidos por la Base Referencial Mundial para el Recurso del Suelo (WRB, 2000). Cuatro grupos abarcan 85.58 % de la superficie estatal:

- Leptosoles (del griego leptos, delgado): suelos someros.
- Vertisoles (del latín vertere, dar vuelta): suelos de arcillas pesadas revueltas.
- *Phaeozems* (del griego phaios, oscuro; y del ruso, zemlja, tierra): suelos oscuros ricos en materia orgánica.
- Luvisoles (del latín luere, lavar): suelos en los cuales la arcilla es lavada hacia abajo, desde la superficie hasta un horizonte de acumulación de alguna profundidad.

Se puede decir que, en general, el intemperismo (desintegración de las rocas por procesos físicos, químicos y biológicos) de la roca caliza ha producido en Quintana Roo suelos de textura fina, en la medida en que son arcillosos, aunque existen los suelos de textura gruesa (arenosos) en playas. Nuestros suelos son fértiles por su elevado contenido de nutrientes y materia orgánica; sin embargo, por su escasa profundidad, por el estado permanente o temporal de saturación de agua conocido como hidro- morfismo y por la salinidad (exceso de sal) y la sodicidad (exceso de sodio), son de uso limitado. Estas condiciones son permanentes cuando los suelos reciben agua en abundancia, sea de fuentes subterráneas o superficiales, y son lentos el drenaje o el escurrimiento por la presencia de horizontes de suelo muy poco permeables o endurecidos (pétricos). En Quintana Roo, los suelos son drenados, excepto en áreas cercanas a la costa, donde el drenado es escaso o nulo, lo que favorece la formación de humedales, eco- sistemas cuyos suelos se encuentran inundados de agua dulce o salada, siendo los más representativos los que están ocupados por manglares en extensas áreas costeras.

- ✓ **LEPTOSOLES.** El grupo predominante, abarca 58.8 % de la entidad, principalmente en los municipios de Solidaridad, Benito Juárez, y la parte norte de Felipe Carrillo Puerto. Son suelos jóvenes, cuya característica principal es la presencia de residuos de carbonatos mezclados con material mineral. Su coloración va del castaño oscuro al negro, bastante arcillosos, con profundidades no mayores a 25 cm desde la superficie, soportan vegetación de selva alta y mediana subperennifolia. La capa superficial es de color negro cuando está húmeda, y muchas veces tiene por encima una capa de hojarasca, por lo que sus contenidos de materia orgánica van de pobres a extremadamente ricos. La textura dominante es arcillosa. Se estructura en bloques subangulares, granulares y migajosos, que permiten un buen drenaje interno. Regularmente son muy fértiles, pero limita el uso su baja profundidad, principalmente aquellos de tipo lítico y con presencia de fragmentos de roca, acompañados de afloramientos rocosos.
- ✓ **VERTISOLES.** Es el segundo grupo de suelos en importancia, ya que ocupan 9.91 % del territorio estatal. Son muy arcillosos, con diferentes colores, negro, gris, hasta el pardo rojizo, se les encuentra en el sur del estado, principalmente en el municipio Othón P. Blanco, en la zona cañera, por lo general en las partes planas. Sus características físicas e hidro- físicas están condicionadas en gran medida por el alto contenido de arcillas dilatables y el tipo de mineral predominante, que confieren alta hidrofiliidad y plasticidad en estado húmedo, y gran dureza en estado seco (Orellana, 1992; Cid, 1993 y Benítez, 1993). Lo anterior significa que provoca la dilatación y plasticidad cuando están mojados. Los vertisoles son suelos mezclados, arcillosos y pesados. Cuando se secan, forman profundas y anchas grietas desde la superficie, lo cual sucede en la mayoría de los años. El laboreo suele convertirse en algo muy difícil, excepto en los cortos periodos de transición entre ambas estaciones. Con un buen manejo, son suelos muy productivos.
- ✓ **PHAEZOZEMS.** Tienen un horizonte superficial mineral es- peso y oscuro, rico en materia orgánica y nutrientes. No presentan signos de carbonatos secundarios en el primer metro superior. Este grupo es el tercero en importancia en el estado de Quintana Roo, ocupa 9.49 % de la geografía estatal. Al igual que el grupo de los leptosoles, lo podemos encontrar en todos los municipios, como suelo

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL. "PROYECTO DE MEJORA HIDRO-ECOLÓGICA DEL ESTERO LAS GARZAS", SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.

dominante de la unidad o asociado con otros grupos. Se desarrolla en lugares bien drenados cuyo material de origen son depósitos no consolidados, como loess y aluviones. La topografía óptima para su formación va de la plana a ondulada, sin pendientes muy pronunciadas. Son suelos relativamente jóvenes, asociados con leptosoles y luvisoles; aptos para la agricultura por su fertilidad natural, por lo que producen buenas cosechas. Están ocupados con selva mediana sub-perennifolia; cuando estos suelos se desmontan, se pueden perder debido a la acción del viento o del agua que los lava.

- ✓ **LUVISOLES.** Son suelos formados sobre calizas del Terciario; se concentran en el centro y la porción noreste de Quintana Roo, y ocupan el cuarto grupo en importancia, con 7.32 % de la superficie estatal, en las localidades de Kantunilkin, Solferino, Chiquilá, Tihosuco, Santa Rosa, Polyuc y José María Morelos. El rasgo dominante de los luvisoles es la presencia de un horizonte superficial caracterizado por la pérdida de arcillas, las cuales se depositan en el horizonte inferior. Normalmente, esta arcilla lavada hacia la parte inferior, no se presenta como partículas individuales, sino como agregados de una mezcla de arcillas y otros minerales o material del suelo orgánico. Son suelos maduros que se caracterizan por un horizonte subsuperficial en el que se acumulan las arcillas provenientes de la capa o capas superiores. Se distinguen por su color café rojizo oscuro, de textura arcillosa, y por sus bloques ricos en contenidos de materia orgánica. Muchos de los suelos de este grupo presentan una limitante física, que es la presencia de roca dura continua a menos de cincuenta centímetros de profundidad, aunque no es una característica general, ya que los podemos encontrar muy profundos, pero en menor proporción. Una gran cantidad se encuentra mecanizada, ya que llegan a reunir condiciones óptimas para la agricultura, principalmente en el municipio de José María Morelos.

CLAVE PARA LOS GRUPOS DE SUELOS DE REFERENCIA (GSR).

La Clave para los GSR en la WRB deriva de la Leyenda del Mapa de Suelos del Mundo. La historia detrás de la Clave para las Unidades Principales de Suelos del Mapa de Suelos del Mundo revela que está basada principalmente en la funcionalidad; la Clave fue concebida para derivar la clasificación correcta lo más eficientemente posible. La secuencia de Unidades Principales de Suelos era tal que el concepto central de los principales suelos aparecía casi automáticamente especificando brevemente un número limitado de horizontes, propiedades o materiales de diagnóstico. La siguiente tabla proporciona una apreciación general y lógica para la secuencia de GSR en la Clave de la WRB. Los GSR se asignan a conjuntos sobre la base de *identificadores dominantes*, es decir los factores o procesos formadores de suelos que más claramente condicionan la formación del suelo. La secuencia de los grupos se hace de acuerdo con los siguientes principios:

1. Primero salen de la clave los suelos orgánicos para separarlos de los suelos inorgánicos (*Histosoles*).
2. La segunda diferencia principal en la WRB es reconocer la *actividad humana* como un factor formador de suelos, de ahí la posición de los *Antrosoles* y *Tecnosoles* después de los *Histosoles*, también parece lógico que sigan los recientemente introducidos *Tecnosoles* cerca del principio de la Clave, por las siguientes razones:
 - se puede separar suelos que no deberían tocarse (suelos tóxicos que deberían ser manipulados por expertos);
 - se obtiene un grupo homogéneo de suelos en *materiales extraños*;
 - los políticos y tomadores de decisiones que consulten la Clave van a encontrar inmediatamente estos suelos problemáticos.
3. Luego siguen los suelos con limitación severa para enraizamiento (*Criosoles* y *Leptosoles*).
4. Luego sigue un conjunto de GSR que están o han estado fuertemente influenciados por agua: *Vertisoles*, *Fluvisoles*, *Solonetz*, *Solonchaks* y *Gleysoles*.
5. El conjunto siguiente de suelos agrupa los GSR en los cuales la química del hierro (Fe)
1. y/o aluminio (Al) juega un rol principal en su formación: *Andosoles*, *Podzoles*, *Plintosoles*, *Nitisosoles* y *Ferralsoles*.
6. Luego sigue un conjunto de suelos con agua "colgada": *Planosoles* y *Stagnosoles*.

**MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL
"PROYECTO DE MEJORA HIDRO-ECOLÓGICA DEL ESTERO LAS GARZAS",
SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.**

7. El agrupamiento siguiente comprende suelos que ocurren principalmente en regiones de estepa y tienen un suelo superficial rico en humus y alta saturación con bases: *Chernozems*, *Kastanozems* y *Phaeozems*.
8. El conjunto siguiente comprende suelos de regiones secas con acumulación de yeso (*Gipsisoles*), sílice (*Durisoles*) o carbonato de calcio (*Calcisoles*).
9. Luego sigue un conjunto de suelos con un subsuelo rico en arcilla: *Albeluvisoles*, *Alisoles*, *Acrisoles*, *Luvisolos* y *Lixisoles*.
10. Finalmente se agrupan suelos relativamente jóvenes con muy poco o ningún desarrollo de perfil, o arenas muy homogéneas: *Umbrisoles*, *Arenosoles*, *Cambisoles* y *Regosoles*.

Tabla IV. 10. Clave Racionalizada para los Grupos de Suelos de Referencia de la WRB.

| | |
|---|---------------------|
| 1. Suelos con gruesas capas orgánicas: | Histosoles |
| 2. Suelos con fuerte influencia humana | |
| Suelos con uso agrícola prolongado e intensivo: | Antrosoles |
| Suelos que contienen muchos artefactos: | Tecnosoles |
| 3. Suelos con enraizamiento limitado debido a permafrost o rocosidad somera | |
| Suelos afectados por hielo: | Crisoles |
| Suelos someros o extremadamente gravillosos: | Leptosoles |
| 4. Suelos influenciados por agua | |
| Condiciones alternadas de saturación-sequía, ricos en arcillas expandibles: | Vertisoles |
| Planicies de inundación, marismas costeras: | Fluvisoles |
| Suelos alcalinos: | Solonetz |
| Enriquecimiento en sales por evaporación: | Solonchaks |
| Suelos afectados por agua subterránea: | Gleysoles |
| 5. Suelos regulados por la química de Fe/Al | |
| Alofano o complejos Al-humus: | Andosoles |
| Queluviación y quiluviación: | Podzoles |
| Acumulación de Fe bajo condiciones hidromórficas: | Plintosoles |
| Arcilla de baja actividad, fijación de P, fuertemente estructurado: | Nitisoles |
| Dominancia de caolinita y sesquióxidos: | Ferralsoles |
| 6. Suelos con agua estancada | |
| Discontinuidad textural abrupta: | Planosoles |
| Discontinuidad estructural o moderadamente textural: | Stagnosoles |
| 7. Acumulación de materia orgánica, alta saturación con bases | |
| Típicamente mólico: | Chernozems |
| Transición a clima más seco: | Kastanozems |
| Transición a clima más húmedo: | Phaeozems |
| 8. Acumulación de sales menos solubles o sustancias no salinas | |
| Yeso: | Gipsisoles |
| Sílice: | Durisoles |
| Carbonato de calcio: | Calcisoles |
| 9. Suelos con subsuelo enriquecido en arcilla | |
| Lenguas albelúvicas: | Albeluvisols |
| Baja saturación con bases, arcillas de alta actividad: | Alisols |
| Baja saturación con bases, arcillas de baja actividad: | Acrisols |
| Alta saturación con bases, arcilla de alta actividad: | Luvisols |
| Alta saturación con bases, arcilla de baja actividad: | Lixisols |
| 10. Suelos relativamente jóvenes o suelos con poco o ningún desarrollo de perfil | |
| Con suelo superficial oscuro ácido: | Umbrisols |
| Suelos arenosos: | Arenosols |
| Suelos moderadamente desarrollados: | Cambisols |
| Suelos sin desarrollo significativo de perfil: | Regosols |

Fuente: IUSS Grupo de Trabajo WRB., 2007.

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL "PROYECTO DE MEJORA HIDRO-ECOLÓGICA DEL ESTERO LAS GARZAS", SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.

EL NIVEL DE CALIFICADOR.

En la WRB se distingue entre calificadores típicamente asociados, intergrados y otros calificadores. Los calificadores **típicamente asociados** se refieren en la Clave al GSR particular, por ejemplo, Hídrágrico o Plárgico para los Antrosoles. Los calificadores **intergrados** son aquellos que reflejan criterios de diagnóstico importantes de otro GSR. La Clave de la WRB dicta la elección del GSR y en ese caso, el calificador intergrado proporciona el puente hacia otro GSR. Otros calificadores son aquellos que no están típicamente asociados y no transicionan hacia otro GSR. Este grupo refleja características tales como color, saturación con bases, y otras propiedades físicas y químicas siempre que no sean utilizadas como un calificador típicamente asociado a ese grupo particular.

Principios y uso de calificadores en la WRB Se usa un sistema de dos rangos para el nivel de calificadores, que comprende:

- **Calificadores grupo I:** *calificadores típicamente asociados y calificadores intergrados*; la secuencia de los calificadores intergrados sigue la de los GSR en la Clave de la WRB, con la excepción de los Arenosoles; este intergrado se ordena con los calificadores grupo II texturales (ver más abajo). Háplico cierra la lista de calificadores grupo I, indicando que no aplican calificadores típicamente asociados ni intergrados.
- **Calificadores grupo II:** *otros calificadores*, ordenados como sigue: (1) calificadores relacionados con horizontes, propiedades o materiales de diagnóstico; (2) calificadores relacionados con características químicas; (3) calificadores relacionados con características físicas; (4) calificadores relacionados con características mineralógicas; (5) calificadores relacionados con características superficiales; (6) calificadores relacionados con características texturales, incluyendo fragmentos gruesos; (7) calificadores relacionados con color; y (8) calificadores restantes.

En la mayor parte del Municipio de Solidaridad se localiza el suelo de tipo Leptosol con el 85.26%, Phaeozem con el 11.37%, Solonchak con un 0.77%, Histosol con 0.25%, Arenosol con 0.19%. Esto se puede verificar en la siguiente imagen:

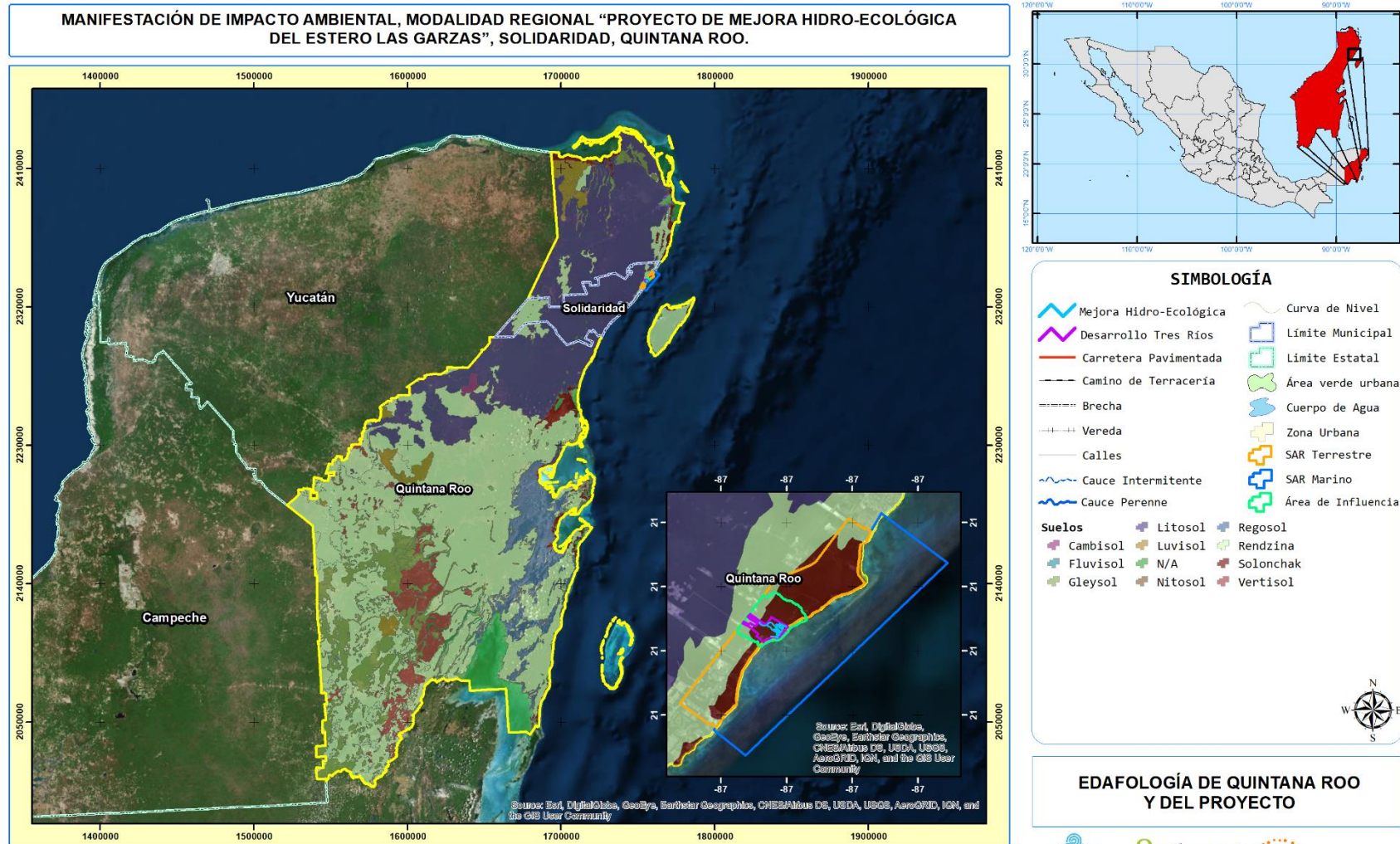
Tabla IV. 11. Tipos de suelo para el Municipio de Solidaridad.

| TIPO DE SUELO | PORCENTAJE |
|-----------------|------------|
| Leptosol | 85.26 |
| Phaeozem | 11.37 |
| Solonchak | 0.77 |
| Histosol | 0.25 |
| Arenosol | 0.19 |
| Zona urbana | 1.84 |
| Cuerpos de agua | 0.32 |
| Total | 100 |

Fuente: Censo de información geográfica municipal INEGI, 2010.

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL "PROYECTO DE MEJORA HIDRO-ECOLÓGICA DEL ESTERO LAS GARZAS", SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.

Imagen IV. 32. Edafología del Estado de Quintana Roo y del Predio del Proyecto.



En lo que se refiere a la zona de estudio, existe un solo tipo de depósito del reciente y son suelos residuales producto de la alteración por intemperismo, mismos que por sus diferencias de ambiente de depósito se pueden dividir en tres tipos:

- Suelo con humus. Son suelos con una espesa cubierta vegetal en descomposición (*humus*) que se localizan en áreas con vegetación densa, rellenando fracturas y oquedades, cuyo espesor es de más de 60 cm.
- Suelo laterítico. Son suelos color rojizo producto de la alteración de las calizas aflorantes, con espesores de hasta 60 cm y se localizan principalmente en el fondo de las dolinas o reholladas, aunque también en áreas donde la roca madre está desprotegida de cubierta vegetal.
- Suelo café. Estos suelos se localizan en las porciones del área sujeta a inundación cubriendo oquedades, el fondo de las dolinas o reholladas de esa depresión topográfica.

En cuanto a la estructura, textura, fases, pH, porosidad, capacidad de retención del agua, salinización y capacidad de saturación del suelo en el área de estudio puede decirse que los suelos de los bajos inundables que caracterizan a la Unidad son de tipo arenoso-margoso, color gris claro, con drenaje deficiente por lo que pueden permanecer inundados ya entrada la temporada seca del año y un pH ácido debido a la cantidad de materia orgánica en descomposición que puede encontrarse en estas zonas de humedales.

Hidroperíodo y su efecto en la salinidad del suelo

El hidroperíodo representa la frecuencia de inundación de un área y es un factor selectivo para la especie de mangle y el tipo fisonómico de manglar; fuera de un intervalo regular, hidroperíodos de mayor duración o demasiado cortos, resultan factores estresantes que determinan por ejemplo un pobre desarrollo estructural y dispersión del manglar como ocurre en el caso del tipo fisonómico de matorral o definitivamente impedir que se establezca.

Por tanto, el hidroperíodo del manglar en la planicie de inundación del predio del Desarrollo Tres Ríos depende básicamente de la fluctuación en época de secas y lluvias del nivel freático dulceacuícola y del grado de su mezcla con la **cuña salina** en el **subsuelo**, lo cual es congruente con la dinámica acuífero/mar en el humedal.

Imagen IV. 33. Dinámica acuífero/mar en el humedal.



Fuente: Biota y SICA, 2018.

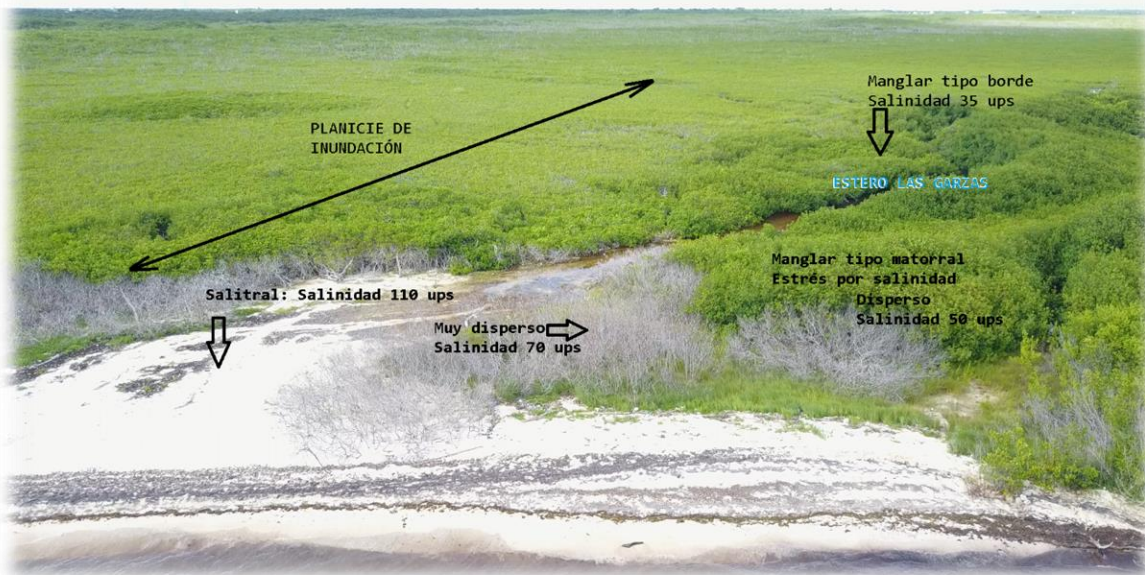
De esta manera, conjuntamente la carencia de un flujo hidrológico permanente o regular y la existencia de un hidroperíodo dependiente de la magnitud de las épocas de sequía, identifican la planicie de inundación del predio Tres Ríos como un ambiente hidrológicamente subóptimo aunque activo y determinan un efecto de **alta salinidad del suelo**. Estas condiciones particulares tienen su reflejo y respuesta ecológica en el tipo y estructura de manglar de matorral con baja estructura y muy limitados servicios ambientales (ver la siguiente imagen), con alto riesgo de disminuir aún más dicha estructura y servicios si el aislamiento, las sequías, la evaporación y/o la salinización del suelo aumenta. Usando un caso para ejemplificar visualmente dicho riesgo (Referirse a la siguiente imagen), es posible demostrar que hay una clara secuencia diferenciable del **efecto de la salinidad del suelo sobre el manglar**, que permite prevenir en un sentido, los riesgos que representa su

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL "PROYECTO DE MEJORA HIDRO-ECOLÓGICA DEL ESTERO LAS GARZAS", SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.

aumento gradual sobre la estructura, densidad, bienes y servicios ambientales del ecosistema; y visualizar en el sentido contrario los posibles beneficios de reducir la salinidad y recuperar la conectividad con un cuerpo acuático, de la siguiente manera:

- Junto al estero se desarrolla manglar del tipo fisonómico borde con salinidades incluso marinas (35 ups).
- Atrás del bordo natural y desconectado de la influencia regular de la marea se desarrolla manglar del tipo fisonómico matorral el cual se considera chaparro por ser menor de 1.5 m. La densidad y altura de este tipo de manglar están directamente determinadas por la salinidad del suelo.
- En salinidades de entre 70 y 90 ups es un matorral de disperso a muy disperso y de muy baja talla, porque en ese rango disminuye notablemente su capacidad osmótica para excluir o excretar la sal lo que impide su desarrollo estructural y su capacidad de colonización.
- En salinidades mayores de 110 ups ya no hay posibilidad de desarrollo para el manglar.

Fotografía IV. 6. Ejemplo de los efectos sobre la estructura, densidad, y servicios ambientales del manglar por aumento de la salinidad del **suelo** y desconexión hidrológica con la influencia mareal.



Fuente: Biota y SICA, 2018.

La Mejora Hidro-Ecológica del Estero Las Garzas pretende aumentar y conservar la biodiversidad biológica generada por el sistema acuático con funcionamiento natural. Es decir, que al revertir el proceso de salinización del manglar; se espera mejorar su estructura creando manglar del tipo fisonómico borde; rehabilitar funciones y ampliar los servicios ambientales del ecosistema de manglar. Esto es, que al **reducir la salinidad del suelo** sobre el manglar y recuperar la conectividad con un cuerpo acuático, se esperan incrementar los servicios ambientales que presta actualmente el manglar. Lo señalado anteriormente se ha comprobado a través de resultados referentes a las comprobaciones de las dos hipótesis ambientales planteadas para el predio Mayakoba:

- Ecológica manglar: Es posible generar nuevos hábitats acuáticos y asociarlos al manglar de cuenca para revertir el proceso de salinización; mejorar su estructura creando manglar del tipo fisonómico Borde; rehabilitar funciones y ampliar los servicios ambientales del ecosistema de manglar.
- Ecológica biodiversidad: Es posible conservar y aumentar la diversidad biológica original del predio creando hábitats acuáticos y litorales con manglar del tipo Borde, que representen zonas de descanso, alimentación, crianza y refugio de peces, crustáceos y moluscos, así como de aves asociadas al sistema acuático.

Las cuales guardan gran similitud con los objetivos establecidos ahora para el caso Tres Ríos. Para lo anterior a continuación se describen e ilustran dichas expectativas con base en algunos de los resultados más relevantes alcanzados en el predio Mayakoba. Se reitera que la mejor comprobación de la hipótesis hidrogeológica, es que a más de una década de su implementación, el sistema de canales artificiales en el predio Mayakoba se ha conformado como un verdadero ecosistema estuarino cárstico con funcionamiento natural, de baja salinidad, oligotrófico, bien oxigenado, de alta transparencia y bajo tiempo de residencia, cuyo comportamiento es verificado permanentemente a través de un programa de monitoreo ambiental; resultados que permiten asegurar que técnicamente es factible la implementación de un sistema similar en otras zonas del mismo SAR. Para mayor detalle se presenta en los **anexos** del presente estudio *Propuesta de Mejora Hidroecológica en la Cuenca de Inundación del Estero las Garzas en el Marco de la Modificación del Proyecto Turístico Autorizado en el Predio Tres Ríos. Quintana Roo, México* realizado en agosto del 2016. Preparado por *Consultores en Gestión, Política y Planificación Ambiental, S.C.*

Fotografía IV. 7. Condición del manglar (tipo borde) en el Predio Mayakoba.



Fuente: Biota y SICA, 2018.

Las imágenes anteriores señalan la diferencia entre la conectividad con un cuerpo de agua y la inexistencia de esta. En la primera imagen se muestran las condiciones actuales del Estero Las Garzas, ubicado en el Predio Desarrollo Tres Ríos, junto al estero se desarrolla manglar del tipo fisonómico borde con salinidades del **suelo** incluso marinas (35 ups). Mientras que, atrás del bordo natural y desconectado de la influencia regular de la marea se desarrolla manglar del tipo fisonómico matorral el cual se considera chaparro por ser menor de 1.5 m. La densidad y altura de este tipo de manglar están directamente determinadas por la **salinidad del suelo**. En salinidades de entre 70 y 90 ups ups es un matorral de disperso a muy disperso y de muy baja talla, porque en ese rango disminuye notablemente su capacidad osmótica para excluir o excretar la sal lo que impide su desarrollo estructural y su capacidad de colonización. Finalmente, se observa que en salinidades mayores de 110 ups ya no hay posibilidad de desarrollo para el manglar.

**MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL
 “PROYECTO DE MEJORA HIDRO-ECOLÓGICA DEL ESTERO LAS GARZAS”,
 SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.**

Imagen IV. 34. Conceptualización de la relación entre los tipos fisonómicos de manglar y los factores que modulan su deterioro y que en sentido inverso determinan la posibilidad de su restauración.



Caso contrario de lo que sucede con la conectividad en el Predio Mayakoba (segunda imagen anterior), el cual es un antecedente de conceptualización ecológica, diseño y construcción de un sistema acuático creado artificialmente con la finalidad de conectar el flujo hidrológico del agua subterránea con la influencia mareal mediante canales artificiales. Por su extensión el sistema de canales implica el desarrollo de una extensa línea litoral y consecuentemente la creación directa de numerosos y diversos tipos de hábitats y nichos ecológicos acuáticos y litorales, que han sido ocupados por una amplia gama de grupos de fauna que después de más de una década de funcionamiento natural del sistema implementado demuestran la creación de nuevas opciones para los ciclos de vida de muy numerosas especies previamente existentes y nuevas que se incorporaron al uso del ecosistema acuático estuarino.

IV.2.1.1.4. Hidrología.

Quintana Roo es uno de los estados donde las lluvias son abundantes, ya que su precipitación es de más de 1,000 mm anuales; en contraste, carece de ríos o arroyos, excepto el Río Hondo, corriente superficial que sirve de límite natural entre nuestro país y Belice. La mayoría de las corrientes superficiales son transitorias, de bajo caudal, recorrido muy corto y desembocan en depresiones topográficas donde forman lagunas. Por este motivo, el aprovechamiento del agua superficial es muy limitado y, si se compara con el uso del agua subterránea, es muy poco significativo. Los cuerpos de agua más importantes se localizan en cinco municipios. En Othón P. Blanco: Laguna de Bacalar, San Felipe, La Virtud, Guerrero y Milagros; en José María Morelos: laguna Chichankanab y Esmeralda; y en Felipe Carrillo Puerto: laguna Kaná, Noh-bec, Paytoro, Sac Ayín, X-Kojolí, Ocom y Chunyaxché. En Solidaridad destaca la laguna Cobá, y la laguna Nichupté en Cancún, municipio Benito Juárez. La alta permeabilidad del suelo de la entidad ha favorecido el desarrollo del relieve cárstico. Sin embargo, también hay superficies de permeabilidad intermedia y baja, ubicadas en depresiones tectónicas o cársticas donde se han acumulado suelos residuales y materiales transportados por la escasa actividad fluvial. Las corrientes superficiales suelen formar redes dendríticas, surgencias y pérdidas. El régimen de la mayoría de las corrientes, salvo algunas excepciones, es intermitente; muchas de ellas sólo circulan en presencia de pendiente en el suelo (mayor a 1.5 %), por lo que al llegar a una zona de ruptura de la pendiente su cauce desaparece en la superficie y continúa en la profundidad. Quintana Roo pertenece a la Región Hidrológica XII que corresponde a la Península de Yucatán, a la que también pertenecen los estados de Yucatán y Campeche. Quintana Roo tiene a su vez dos regiones hidrológicas: Yucatán Norte (rH32) y Yucatán Este (rH33); la primera se localiza en el extremo norte del estado; la segunda es de carácter internacional, ya que se extiende hasta Belice y Guatemala. Las condiciones geológicas y sedimentológicas con la precipitación actúan conjuntamente mediante el proceso de disolución de la roca caliza causado por el agua a través de la red de drenaje subterráneo, creándose de esta manera un paisaje cárstico típico de ríos subterráneos, cavernas, grutas, cenotes y ojos de agua o manantiales. Estos procesos determinan que en la costa de Yucatán y Quintana Roo no existan ríos superficiales y que todo el drenaje sea subterráneo dirigiéndose desde los sitios de recarga hacia los de descarga litoral de manera prácticamente radial.

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL “PROYECTO DE MEJORA HIDRO-ECOLÓGICA DEL ESTERO LAS GARZAS”, SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.

Imagen IV. 35. Isoyetas de la Península de Yucatán y del Predio del Proyecto.

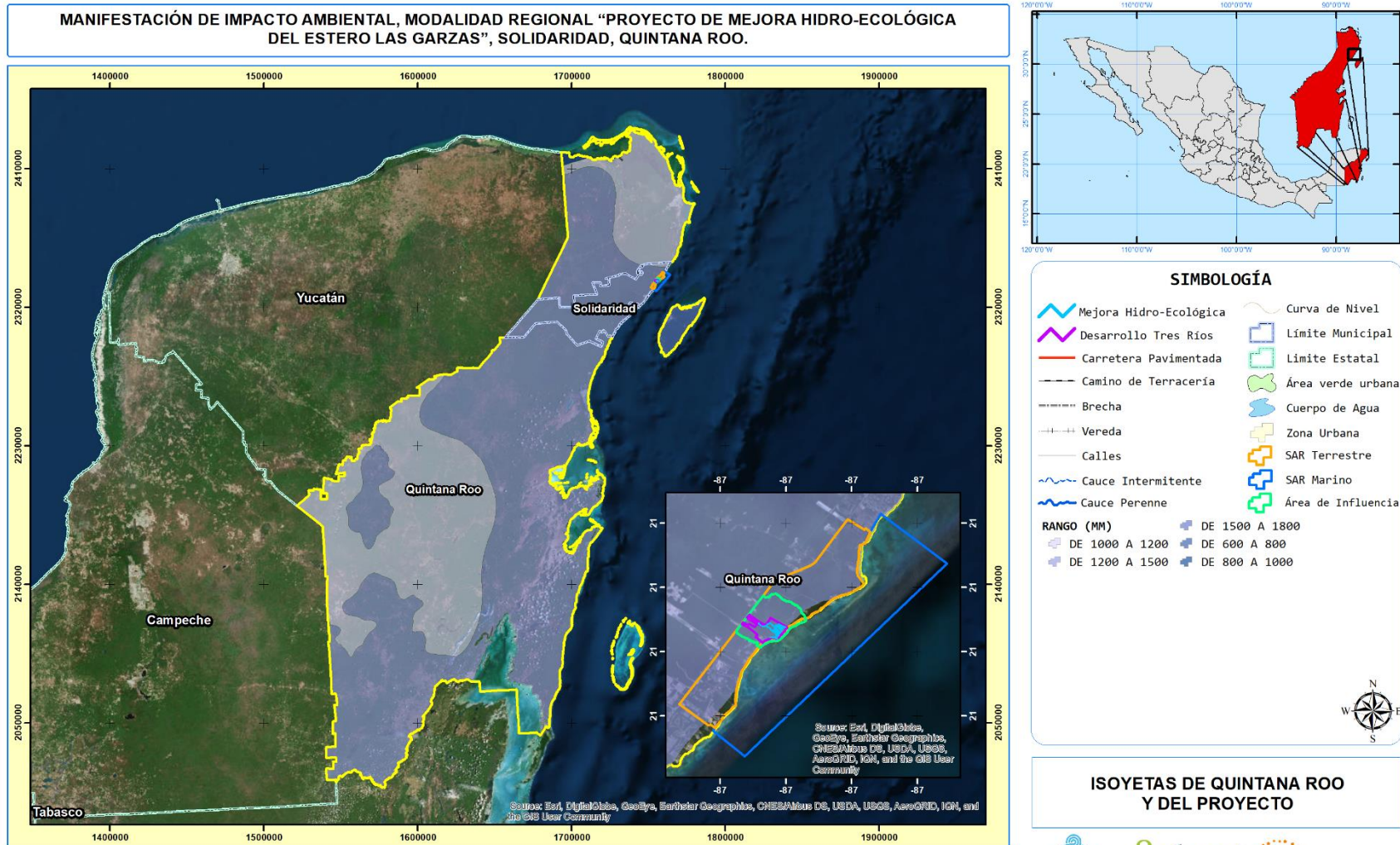
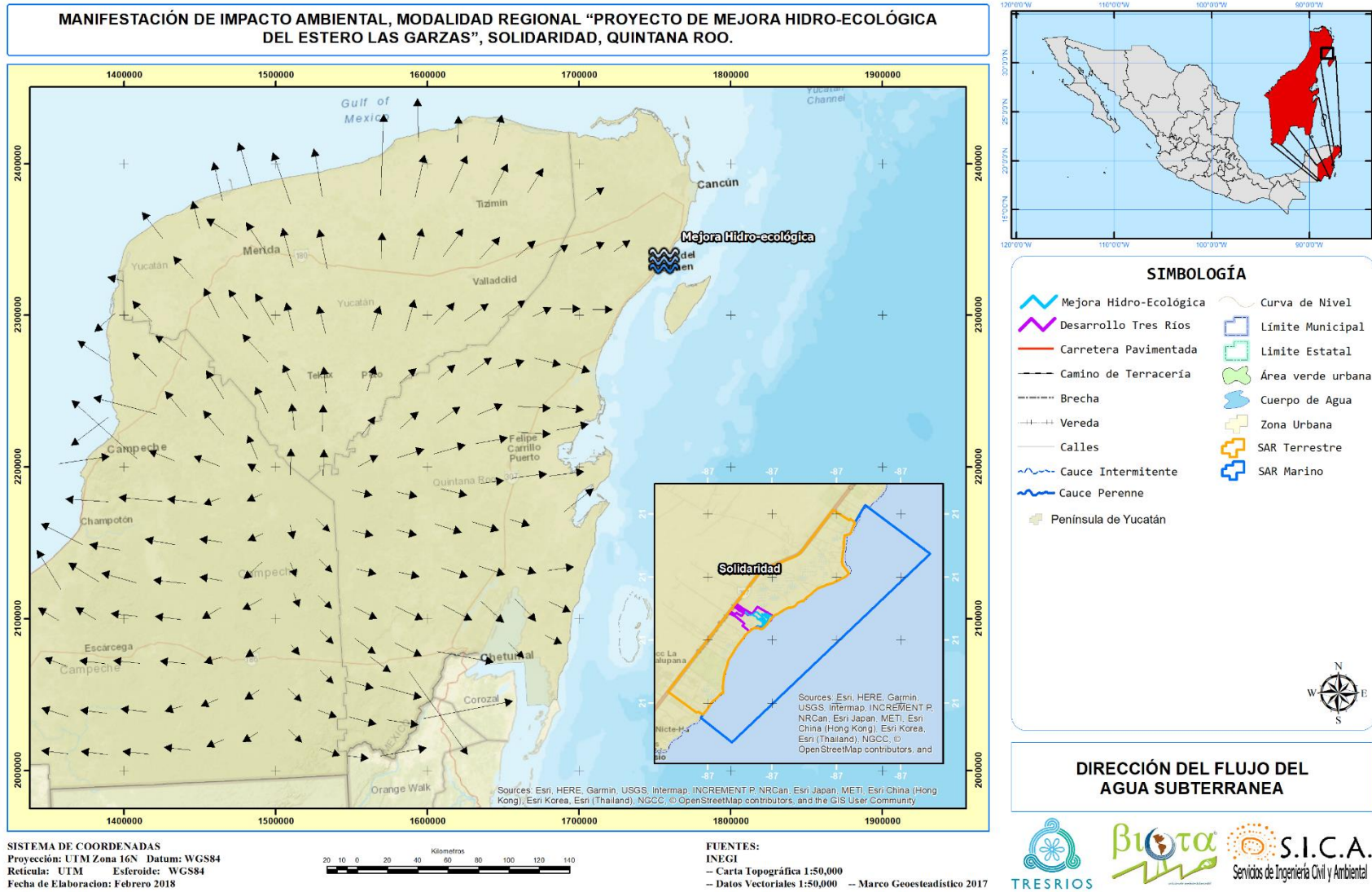
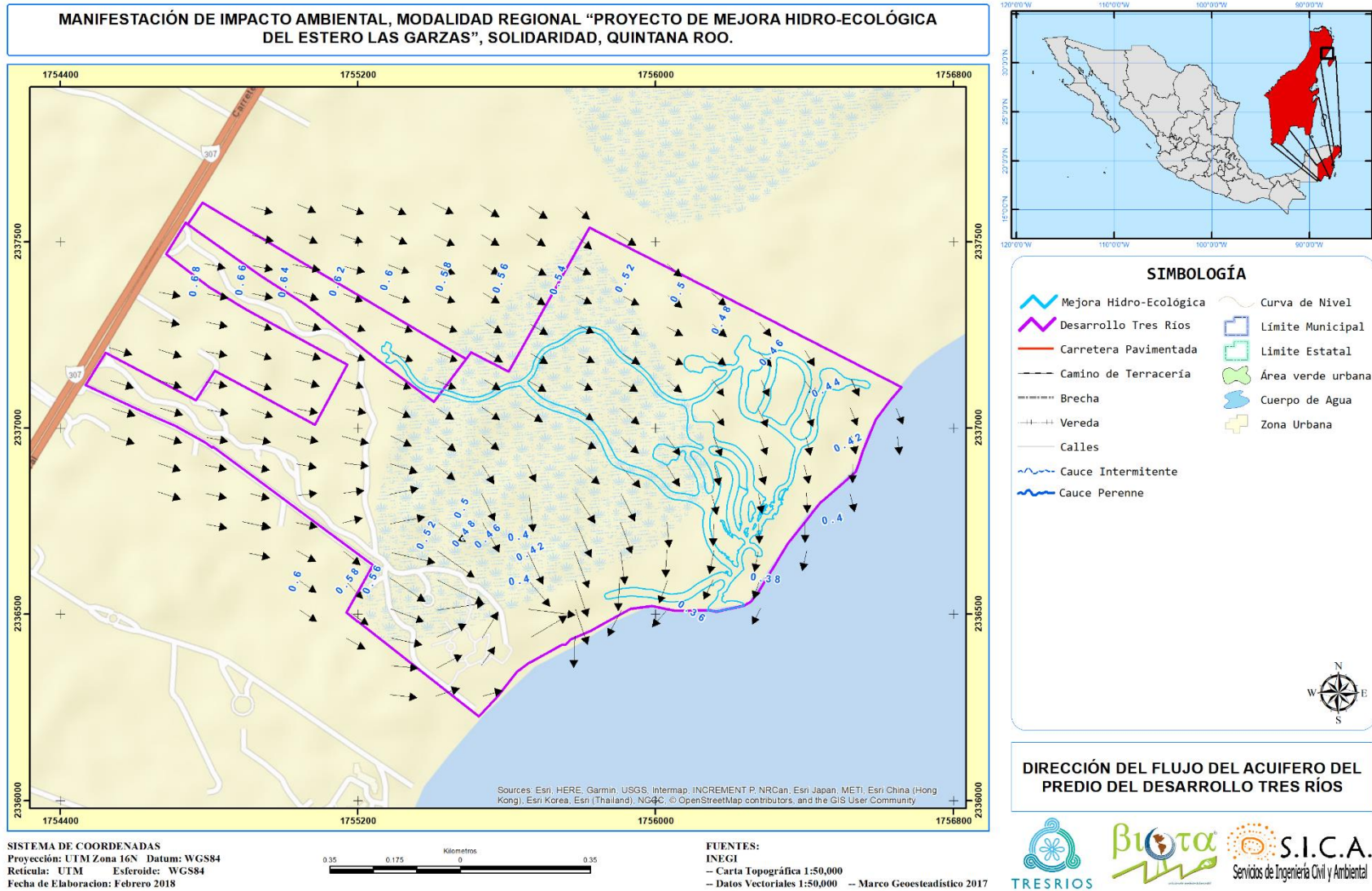


Imagen IV. 36. Dirección del flujo del agua subterránea en la Península de Yucatán.



Fuente: Biota y SICA, 2018.

Imagen IV. 37. Dirección del flujo del acuífero del Predio del Desarrollo Tres Ríos.



Fuente: Biota y SICA, 2018.



MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL "PROYECTO DE MEJORA HIDRO-ECOLÓGICA DEL ESTERO LAS GARZAS", SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.

De esta manera el drenaje subterráneo en la Península de Yucatán constituye una red de drenaje subterráneo que funciona de manera directamente proporcional a la magnitud de la precipitación que ocurre en las diversas temporadas climáticas, que relaciona la precipitación contra la variación del nivel freático en esta región.

GEOHIDROLOGÍA DEL PREDIO.

Un modelo conceptual consiste en definir el comportamiento de la evolución de un acuífero desde el punto de vista hidrodinámico y de calidad del agua; definiendo también su zona de recarga y descarga. El modelo de la zona está basado en estudios anteriores (EXICO, SA, 1990; Back et al., 1979; More, 1992), y en mediciones realizadas en el sitio. El modelo hidrogeológico de la zona fue definido por EXICO, SA después de realizar observaciones del cambio de niveles durante un año en pozos y cenotes nivelados con referencia al nivel medio del mar. También efectuaron mediciones superficiales y del perfil del acuífero durante un año hidrológico en pozos y cenotes profundos que alcanzaban la mezcla de agua dulce con agua salada. El modelo conceptual de acuífero de esta zona es el siguiente: La recarga de acuífero se localiza a 35 Km al oeste y 25 Km al Noroeste desde las fallas de la Depresión Central y del Levantamiento Central Vallarta respectivamente y pasando a través de la Depresión Costera Sur. El acuífero principal que descarga a través de esta zona estudiada consiste de calizas compactas a masivas a veces arcillosas con excelente permeabilidad producto del fracturamiento y desarrollo cárstico; el cual termina debajo del cordón del Pleistoceno que conforma el acuífero clástico costero formado por una secuencia de depósitos recientes de caliza coquina en la parte inferior y arenas calcáreas finas poco compactas, y con algunos horizontes cementados en la parte superior que presentan buena permeabilidad. Los cenotes son parte muy importante en el comportamiento del acuífero cárstico de esta zona. Forman parte del sistema que conforma la estructura o aparato que gobierna el tránsito del agua subterránea. Entre otras geoformas se tienen: fracturas, fallas, dolinas o depresiones cársticas, cuevas submarinas, caletas, conductos de disolución y manantiales submarinos. Debe de entenderse por sistema o aparato cárstico a todo el conjunto de geoformas donde cada una cumple con una función específica; esto es, los cenotes, las dolinas o depresiones cársticas y las aberturas o fallas funcionan como formas de absorción e infiltración del sistema cárstico. Los conductos de disolución, las cavernas, las grutas y los pasajes subterráneos son las formas de conducción a través de las cuales se mueve y circula el agua subterránea hacia las zonas de descarga. Los manantiales submarinos u ojos de agua, las cuevas submarinas y toda fractura o fisura dentro del mar o en las partes bajas inundables cercanas a la costa que tengan agua salobre son las formas de emisión o descarga del sistema cárstico. La zona estudiada se encuentra conformada por depresiones cársticas; fracturas y fallas; cenotes; caletas y zonas susceptibles a inundación. En esta zona el acuífero se encuentra en transición y movimiento, por lo cual su calidad se ve afectada por el movimiento de mareas y el ciclo hidrológico. La velocidad del flujo varía dependiendo si ésta se mide en zonas preferenciales de fracturas o en el medio matricial poroso y fisurado. En cenotes, la velocidad del flujo del agua subterránea en esta zona tiene un comportamiento diferente, ya que el cuerpo de agua funciona como un amortiguador de las velocidades del flujo adyacentes a las paredes de este y su velocidad promedio es menor (alrededor de 0.01 a 0.04 m/seg). En Tres Ríos se midieron velocidades entre 0.07 y 0.18 m/seg, lo cual significa que se tienen efectos de vertedor en la zona principal de fracturamiento. El modelo conceptual del acuífero es complejo y depende de sí se encuentra el agua subterránea circulando, a través de fracturas o fallas, o del medio poroso fisurado. La evolución de los niveles estáticos del agua subterránea en esta zona no tiene influencia alguna sobre la evolución de la interfase salina tierra adentro. Varían entre 20 y 70 centímetros durante el año. Durante el tiempo de mediciones se registró un incremento de apenas 3 centímetros en promedio en el nivel freático del barreno, lo cual tuvo una ligera influencia a 3 metros donde fluye preferentemente el agua subterránea.

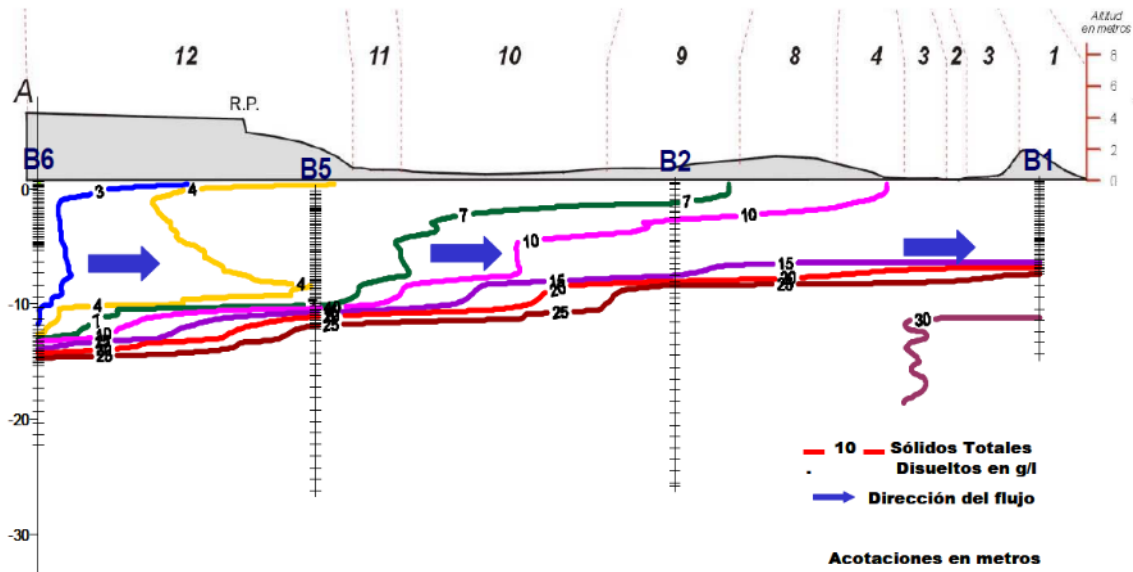
FENÓMENO DE INTRUSIÓN SALINA.

En este sistema cárstico en particular se presenta el fenómeno de intrusión salina por el agua de mar que penetra tierra adentro, contaminando el agua dulce y generando fenómenos de intercambio de bases y disolución de la roca caliza en grandes cantidades. La intrusión salina ha sido definida por varios autores (Gyben et al., 1950; Kohout, 1965; Cooper, 1956; etc..) y basa su principio en que el nivel freático de las aguas subterráneas es gobernadas por la posición del nivel medio del mar; y a su vez la posición o altura del

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL "PROYECTO DE MEJORA HIDRO-ECOLÓGICA DEL ESTERO LAS GARZAS", SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.

nivel freático del acuífero con respecto al nivel del mar impide o permite que el mar intruda o penetre hacia el continente. A la vez este concepto se basa en que, por diferencia de densidades, el agua dulce (0.998 de densidad) "flota" sobre el agua salada (1.025 de densidad). Pero lo más importante en la definición de este fenómeno es el tipo de roca que lo contenga. Si la roca es de poro uniforme como sería una arena consolidada, el fenómeno de intrusión marina, se daría gobernado exclusivamente por la posición del nivel freático con respecto al mar, y entonces se cumpliría la relación de Ghyben-Herzberg con respecto a este fenómeno: $h=40z$; en donde la profundidad de la interfase marina en el subsuelo estaría a 40 veces la altura h del nivel freático con respecto al mar, relación que se deriva de la diferencia de densidades entre el agua dulce y el agua de mar. En un sistema cárstico el fenómeno de intrusión salina es muy diferente. La roca en su conjunto se encuentra fracturada y con grandes oquedades. La capacidad de almacenamiento de agua subterránea en los poros de la roca es muy baja o nula en muchas ocasiones. Esto quiere decir que el agua subterránea circula a través de las oquedades y de las fracturas y fisuras, por lo que la relación de Ghyben-Herzberg difícilmente se cumple. Moore (1992), en un predio al norte de Akumal realizó un experimento de dilución en un barreno que atravesaba la interfase marina y midió el potencial o altura del nivel freático del agua dulce para comprobar la relación de Ghyben-Herzberg y encontró que el espesor del lente de agua dulce era mucho menor que el establecido por la relación mencionada. Por otra parte, concluye que, al aplicar un modelo dinámico, el espesor del agua dulce medido incluyendo la mitad de la zona de mezcla entre el agua dulce y la salada, fue aproximadamente el 40 % de la predicha por el modelo. La discrepancia se mantiene por un balance dinámico entre el flujo rápido del agua dulce hacia la costa y al movimiento vertical del agua marina en el pozo justo por debajo de la zona de mezcla. Esta última situación la comprobó al medir el potencial o altura del mar en el barreno, al conocer la profundidad de la interfase salina y los equipotenciales del acuífero en ese sitio a 2.5 kilómetros de la costa y encontró que el mar tenía un potencial de 0.20 metros; lo cual significa que su posición real en ese lugar era al menos de la misma magnitud que su posición en el mar Caribe. En toda esta área de la mitad norte de Quintana Roo la temporada de estiaje se manifiesta del mes de noviembre a mayo y las lluvias son frecuentemente entre mayo y noviembre; teniéndose en la parte superior del acuífero la máxima concentración de sólidos totales disueltos en el mes de noviembre, asociado a la mayor circulación del acuífero y ausencia o disminución de la precipitación y con ello la carencia del proceso de dilución; así como para mayo, es cuando se manifiesta el proceso de dilución en la mayor porción del área, presentando una concentración menor de sólidos totales disueltos con respecto a noviembre. Esta evolución espacial de la penetración de la interfase salina y la descarga de agua dulce hacia el mar se presenta debido a la recarga del acuífero y a la cantidad de agua infiltrada. Lluève alrededor de 1420 milímetros al año y se recarga aproximadamente el 15% (213 mm); que es la recarga efectiva en la región. Esta recarga incrementa los volúmenes de agua subterránea elevando los niveles estáticos. También genera fenómenos de dilución de sales en el agua subterránea que hace posible que cambie la concentración en función del volumen de desplazamiento y la velocidad. En la zona de estudio se obtuvieron configuraciones de los principales parámetros fisicoquímicos durante una campaña de campo para conocer la calidad del agua de los alrededores del predio en estudio. Se obtuvo valores representativos de agua de circulación local por sus concentraciones de sólidos totales disueltos. Así mismo se observa un gradiente de incremento salino hacia la línea de costa señalada también por el incremento en la temperatura. El corte esquemático geohidrológico del subsuelo se presenta en la siguiente imagen en donde se define la profundidad de la interfase salina desde la carretera federal hasta la línea de costa. La interfase salina se localiza a 10 metros en promedio por debajo del nivel medio del mar.

Imagen IV. 38. Corte esquemático geohidrológico del subsuelo del Predio.



Fuente: Biota y SICA, 2018.

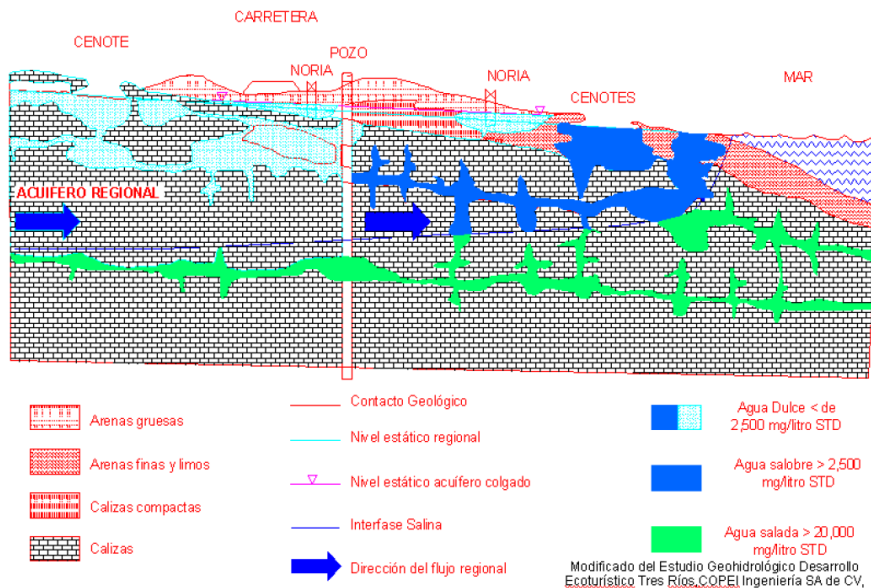
Los resultados más importantes del estudio geohidrológico, enfocando las respuestas a las siguientes preguntas: ¿Cómo se mueve el agua subterránea en el predio?; ¿Qué influencia tienen las fracturas de los Ríos en el movimiento del agua subterránea?; ¿Cuánta agua subterránea circula por debajo del predio de Tres Ríos?; ¿Es viable la construcción de canales y lagunas artificiales?; ¿Qué tipo de calidad del agua se tendrán en los canales y las lagunas artificiales?. En la imagen se presenta el esquema de las condiciones geohidrológicas por debajo del predio. Esta Figura de COPEI (1999), ha sido modificada con base a las mediciones directas realizadas en los barrenos exploratorios. Las imágenes del corte esquemático de la geología y la imagen del sistema de fracturas del predio contienen la información sobre la estructura superficial y subterránea del terreno. La primera imagen hace evidente que los cenotes del predio juntamente con las fracturas alineadas y las bocas de conexión con el litoral representan desde el punto de vista hidráulico un canal o vertedero que permite al gran volumen de agua subterránea del sistema descargar en el mar de manera directa. Ambos ríos o fracturas conectadas con los cenotes Águila y Tortuga se extienden con dirección noreste y norte de acuerdo con el levantamiento espeleológico realizado por franceses en 1999 (imagen del sistema de fracturas). Las propiedades fisicoquímicas de la calidad del agua medidas a lo largo de los Ríos que reportan una menor temperatura y baja salinidad en el Río Águila con respecto al Río Tortuga pueden ser explicadas mediante la interpretación de la dirección preferencial que tienen los flujos del agua subterránea en el predio y por las mediciones de velocidad en ambos Ríos. En las imágenes se pueden observar los valores de la temperatura y de la conductividad eléctrica; (relacionada con la cantidad de sólidos totales disueltos) en los puntos 1 al 7 correspondientes al Río Águila y los del 8 al 11, medidos en el Río Tortuga. Para deducir por qué se tienen esas condiciones distintas en ambos Ríos se tiene que considerar lo siguiente:

- En un canal la velocidad depende, entre otros factores del coeficiente de rugosidad y de la pendiente de la plantilla en el fondo de este; y
- El incremento de la salinidad en el agua subterránea por mezcla con el mar incrementa la densidad y el peso específico, lo cual puede redundar que el flujo base del agua en el canal sea mínimo. Con base a estas dos consideraciones se intuye que el canal o Río alimentado por el cenote Tortuga pudiera tener contrapendientes en el fondo de este, ya que la fractura fue limpiada manualmente.

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL "PROYECTO DE MEJORA HIDRO-ECOLÓGICA DEL ESTERO LAS GARZAS", SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.

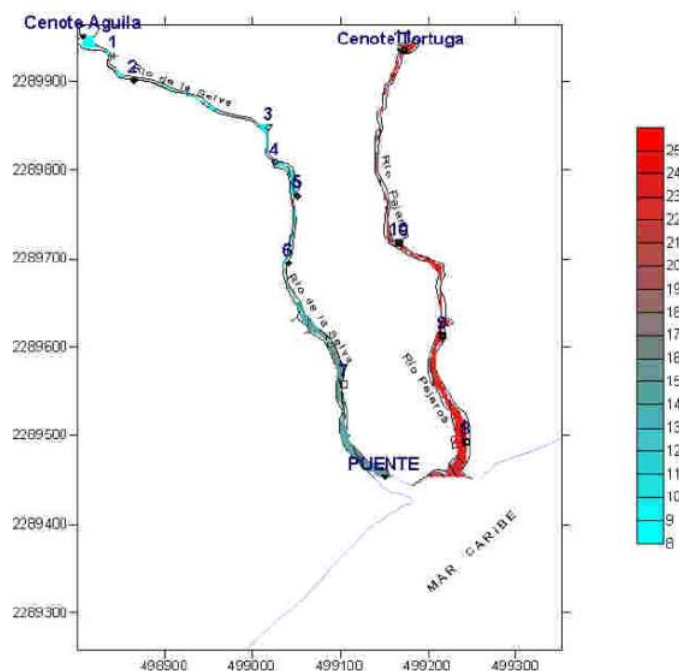
Parece ser que la fractura alimentada por el cenote Águila tiene mayor profundidad y conexión con el acuífero, lo cual se refleja en el comportamiento de la calidad del agua y el gradiente de la temperatura.

Imagen IV. 39. Corte esquemático de las condiciones hidrogeológicas y desarrollo del karst en la zona del predio.



Fuente: Biota y SICA, 2018.

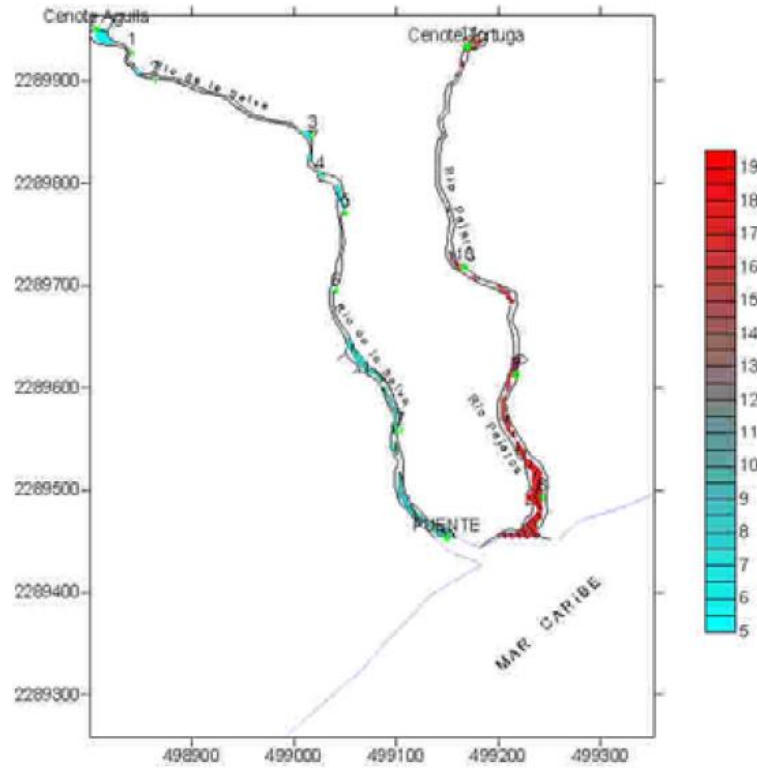
Imagen IV. 40. Distribución espacial de la temperatura del agua (°C) en los ríos Águila y Tortuga del Predio.



Fuente: Biota y SICA, 2018.

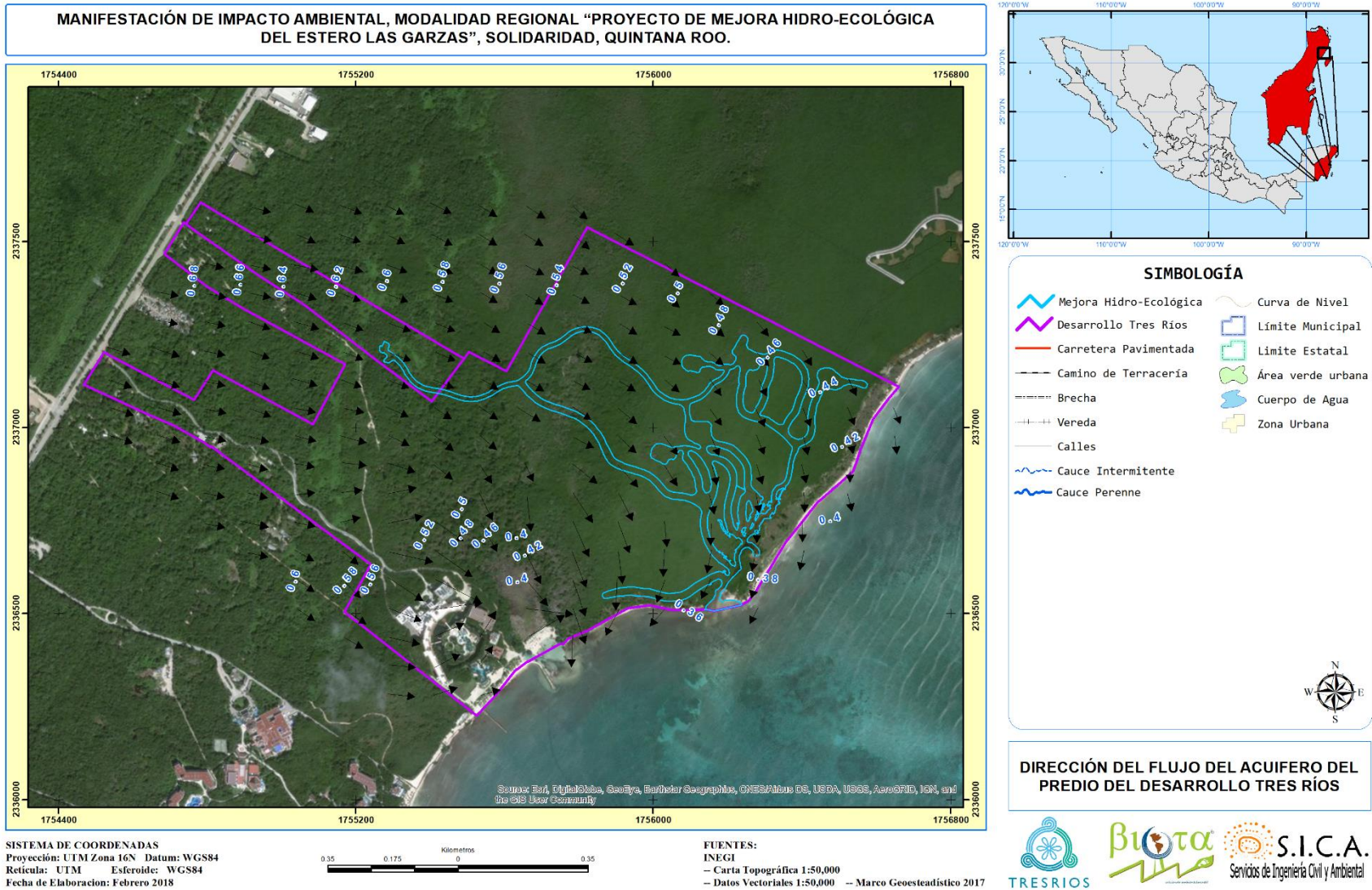
MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL
 "PROYECTO DE MEJORA HIDRO-ECOLÓGICA DEL ESTERO LAS GARZAS",
 SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.

Imagen IV. 41. Distribución espacial de la conductividad eléctrica (mS/cm) del agua en los ríos Águila y Tortuga del Predio.



Fuente: Biota y SICA, 2018.

Imagen IV. 42. Distribución espacial de la conductividad eléctrica (mS/cm) del agua en los ríos Águila y Tortuga del Predio.



Fotografía IV. 8. Desembocadura del Río Selva.



Fuente: Biota y SICA, 2018.

Fotografía IV. 9. Desembocadura del Río Pájaros y Río Selva.



Fuente: Biota y SICA, 2018.

Fotografía IV. 10. Cenote Águila (vista aérea).



Fuente: Biota y SICA, 2018.

Fotografía IV. 11. Cenote Águila.



Fuente: Biota y SICA, 2018.

Fotografía IV. 12. Cenote Tortuga.



Fuente: Biota y SICA, 2018.

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL "PROYECTO DE MEJORA HIDRO-ECOLÓGICA DEL ESTERO LAS GARZAS", SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.

Imagen IV. 43. Valores de la temperatura en los puntos 1 al 7 del Río Águila y del 8 al 11 del Río Tortuga, en el Predio.

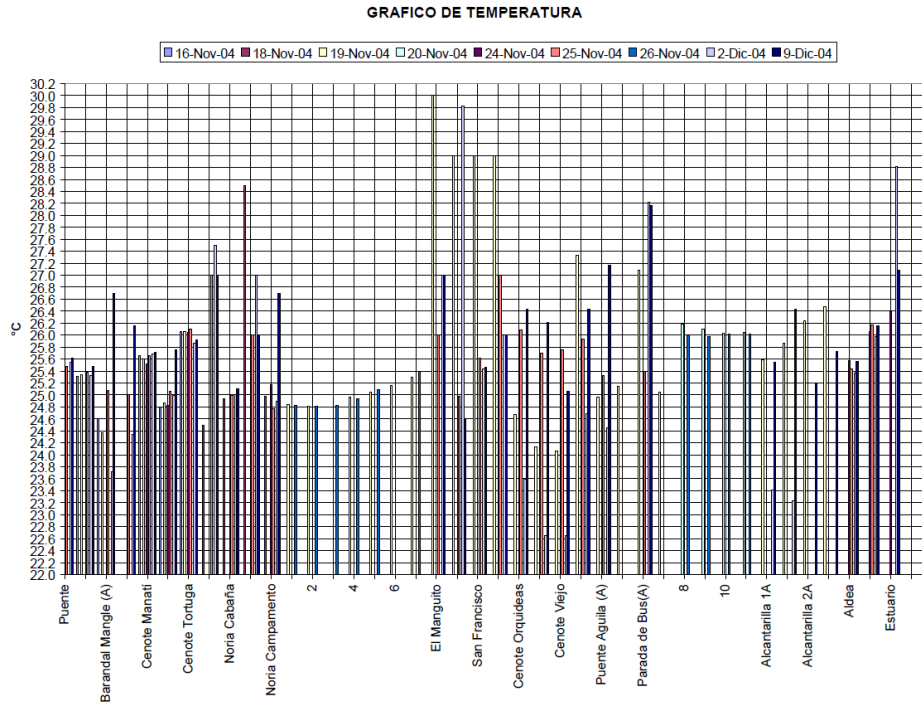
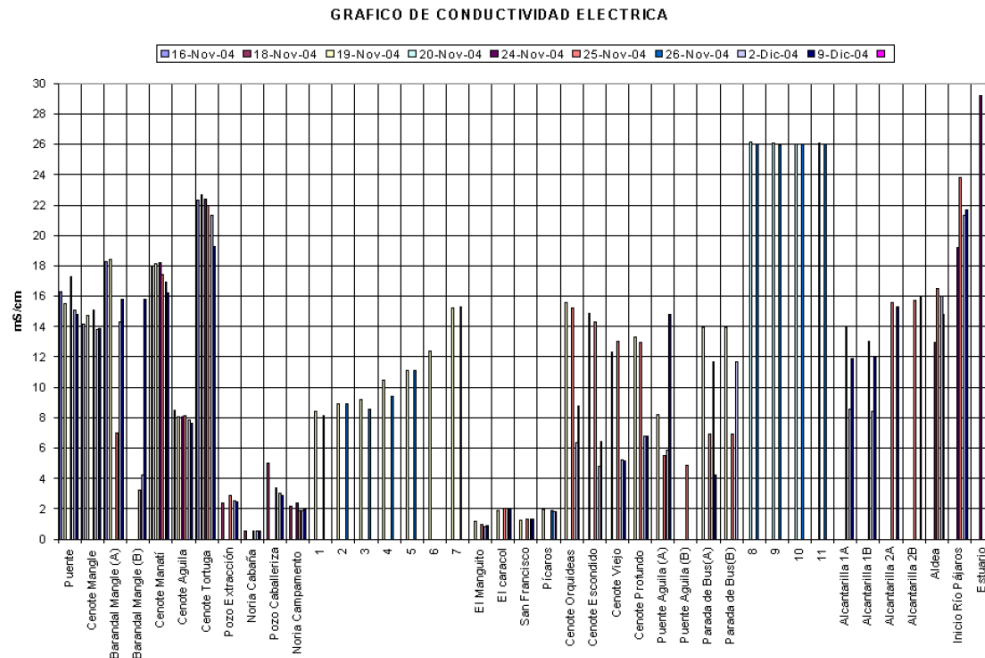


Imagen IV. 44. Valores de la conductividad eléctrica; (relacionada con la cantidad de sólidos totales disueltos) en los puntos 1 al 7 del Río Águila y del 8 al 11 del Río Tortuga, en el Predio.



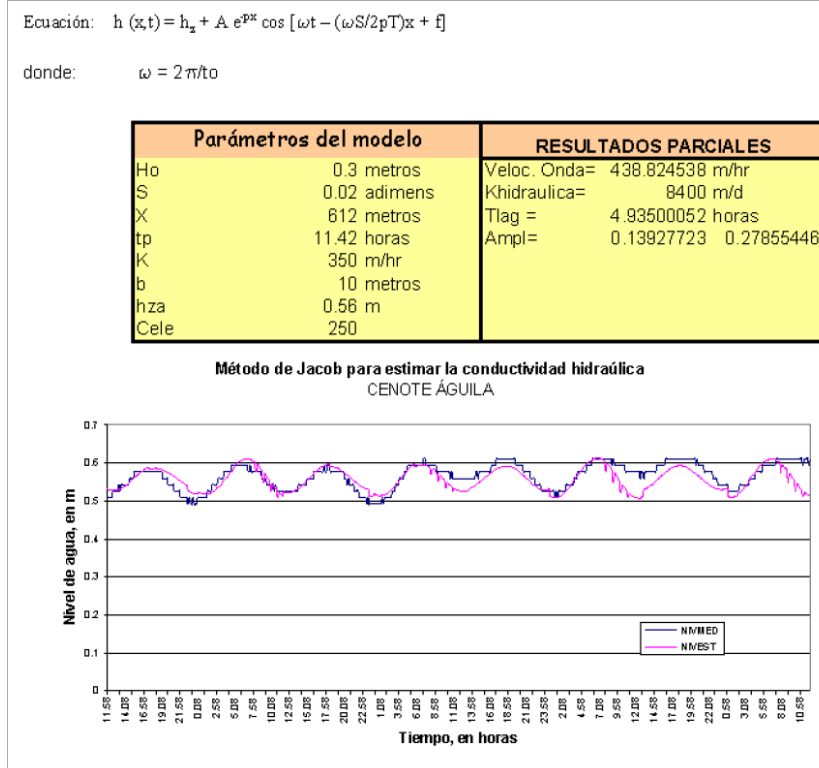
Fuente: Biota y SICA, 2018.

Un tema de interés para este proyecto es la cuantificación del flujo del agua subterránea que circula por debajo del predio. Para este rubro se aplica la técnica de celdas de flujo tomando como base el mapa de la configuración del flujo del agua subterránea (imagen del corte esquemático geohidrológico). Se le dibujan a este mapa de iso-elevaciones del nivel freático las líneas de flujo y se escogen áreas a la entrada, en medio y

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL "PROYECTO DE MEJORA HIDRO-ECOLÓGICA DEL ESTERO LAS GARZAS", SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.

en la descarga del flujo en la línea de costa (observar siguiente imagen). Esta técnica de cuantificación del flujo del agua subterránea se basa en la teoría establecida por Gauchy & Riemman para la variable compleja, en donde la parte imaginaria (dirección del flujo) se direcciona perpendicularmente a los equipotenciales o líneas de igual altura del agua subterránea con respecto al nivel medio del mar. Para obtener el volumen del agua en cada celda se aplica la Ley de D'arcy ($Q = KiA$); donde Q es el volumen o gasto de agua subterránea que se tiene en la celda, K es la conductividad hidráulica, i es el gradiente del agua subterránea y A es el área de la celda de flujo. Se seleccionaron 6 celdas con el criterio descrito y se presentan los resultados del cálculo de los volúmenes en la siguiente imagen. El gradiente promedio obtenido del cálculo de la cuantificación es $i=2.389 \text{ E-}04$ para el acuífero que subyace el predio de Tres Ríos. El valor de la conductividad hidráulica es resultado del análisis de la modelación del registro electrónico de la marea medidos en los cenotes Águila, Manatí y Tortuga, respectivamente. El valor obtenido en los 3 casos es de 8,400 m/d de valor de K. con estos valores del gradiente y de la conductividad hidráulica se obtuvo el volumen de cada una de las celdas en función de su área, siendo este valor de unidades de metros cúbicos por metro cuadrado por día ($\text{m}^3/\text{m}^2/\text{día}$). La interpretación de este valor promedio de $24,667.363 \text{ m}^3/\text{m}^2/\text{día}$ es dinámico; es decir, se interpreta cómo el volumen de agua subterránea que transita en una unidad de área en un tiempo unitario. En la siguiente Tabla se tienen los valores unitarios en las dos últimas columnas, ya que se han traducido al volumen de agua subterránea que transita en un metro lineal perpendicular a la línea de flujo de menor valor de equipotencial. Esto último se puede interpretar como la cantidad unitaria de agua subterránea que sale de la celda de flujo por unidad de longitud en una unidad de tiempo (q (LPS)/ml). El valor promedio de descarga por unidad de área en una unidad longitudinal es de 2.0293 litros por segundo, bajo las condiciones de medición del 9 de diciembre de 2004. Este valor obtenido de 2.0293 litros por segundo por longitud unitaria es del mismo orden de magnitud al que se obtuvo en la descarga del Río del cenote Águila debajo del puente. El valor de 2,108 litros por segundo es para un área de descarga de 10 metros de longitud. Si se divide el volumen de descarga entre 1000 centímetros cúbicos longitudinales se obtiene un valor similar al de la descarga promedio en las celdas, lo cual verifica y valida los volúmenes calculados del agua subterránea.

Imagen IV. 45. Estimación de la conductividad hidráulica para el cenote Águila en el Predio.



Fuente: Biota y SICA, 2018.

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL "PROYECTO DE MEJORA HIDRO-ECOLÓGICA DEL ESTERO LAS GARZAS", SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.

Tabla IV. 12. Estimación de la conductividad hidráulica para el cenote Águila en el Predio

| No. Celda | LIZQ (m) | Lder (M) | LSUP (m) | LINF (m) | ÁREA (m2) | GRAD | K (m/d) | Q (M3/M2/d) | q(m3/m2/d/ml) | q(LPS)/ml |
|-----------|----------|----------|----------|----------|-----------|-----------|---------|-------------|---------------|-----------|
| 1 | 99.6653 | 92.15 | 143 | 149.7754 | 14039.7 | 0.0002085 | 8600.00 | 25178.684 | 168.110 | 1.9457 |
| 2 | 121.32 | 133.62 | 130.8353 | 142.7517 | 17437.07 | 0.0001569 | 8600.00 | 23528.482 | 164.821 | 1.9077 |
| 3 | 42.68 | 54.9 | 187.9825 | 177.3723 | 8912.83 | 0.0004099 | 8600.00 | 31420.513 | 177.144 | 2.0503 |
| 4 | 116.45 | 129.21 | 165.0716 | 163.3333 | 20168.99 | 0.0001628 | 8600.00 | 28242.821 | 172.915 | 2.0013 |
| 5 | 81.42 | 76.56 | 112.5446 | 97.7961 | 8307.41 | 0.0002532 | 8600.00 | 18089.300 | 184.970 | 2.1409 |
| 6 | 69.258 | 96.0663 | 133.4391 | 117.0769 | 10354.1 | 0.0002419 | 8600.00 | 21544.376 | 184.019 | 2.1298 |
| Promedio | | | | | | 0.0002389 | | 24667.363 | 175.330 | 2.0293 |

Fuente: Biota y SICA, 2018.

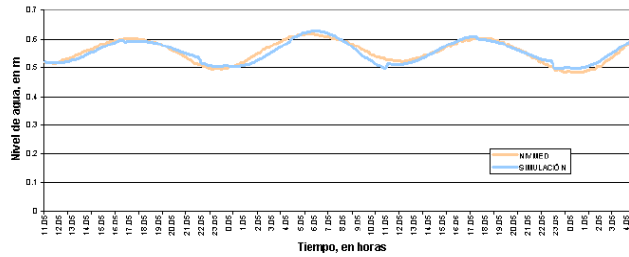
Imagen IV. 46. Estimación de la conductividad hidráulica para el cenote Manatí en el Predio.

Ecuación: $h(x,t) = h_0 + A e^{px} \cos[\omega t - (\omega S/2gT)x + \phi]$

donde: $\omega = 2\pi/t_0$

| Parámetros del modelo | RESULTADOS PARCIALES | |
|-----------------------|----------------------|-----------------------------|
| H ₀ | 0.3 metros | Veloc. Onda= 716.59747 m/hr |
| S | 0.0075 adimens | Khidraulica= 8400 m/d |
| X | 612 metros | Tlag = 3.02205829 horas |
| t _p | 11.42 horas | Ampl= 0.18752258 |
| K | 350 m/hr | |
| b | 10 metros | |
| h _{za} | 0.56 m | |
| Cele | 250 | |

**Método de Jacob para estimar la conductividad hidráulica
CENOTE MANATI**



Fuente: Biota y SICA, 2018.

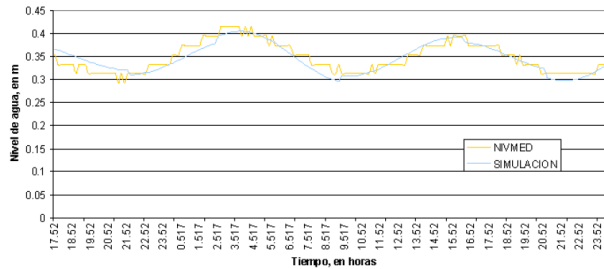
Imagen IV. 47. Estimación de la conductividad hidráulica para el cenote Tortuga en el Predio.

ECUACION: $h(x,t) = h_0 + A e^{px} \cos[\omega t - (\omega S/2gT)x + \phi]$

donde: $\omega = 2\pi/t_0$

| Parámetros del modelo | RESULTADOS PARCIALES | |
|-----------------------|----------------------|------------------------------|
| H ₀ | 0.14 metros | Veloc. Onda= 556.721755 m/hr |
| S | 0.0095 adimens | Khidraulica= 8400 m/d |
| X | 456 metros | Tlag = 2.89707146 horas |
| t _p | 11.95 horas | Ampl= 0.09101082 |
| K | 350 m/hr | |
| b | 8 metros | |
| h _{za} | 0.35 m | |
| Cele | 276.5 | |

**Método de Jacob para estimar la conductividad hidráulica
CENOTE TORTUGA**



Fuente: Biota y SICA, 2018.

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL "PROYECTO DE MEJORA HIDRO-ECOLÓGICA DEL ESTERO LAS GARZAS", SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.

Con base a esta información, puede concluirse que se tiene una buena capacidad de aporte de agua subterránea para el proyecto de los canales y lagunas artificiales. Lo anterior permite avanzar hacia el diseño final de los mismos, generar el balance de pérdidas y ganancias para cada cuerpo de agua, y definir los que serán expuestos a la radiación solar. La calidad del agua que se tendría en la zona de excavación de los canales y lagunas artificiales sería salobre con un contenido entre 5 000 y 10 000 ppm de sólidos totales disueltos.

Como conclusiones principales para el tema de la geohidrología para el predio, se tienen las siguientes:

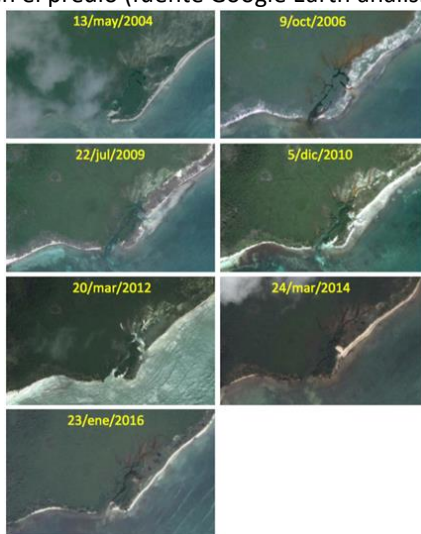
1. En el predio existe un sistema de fracturas con orientación norte-sur, que físicamente conforman un sistema de descarga del agua subterránea que trabaja como un vertedor al coleccionar el agua y descargarla al mar. Este sistema podría definirse como un parteaguas invertido, es decir, separa o canaliza los aportes del agua subterránea con mucha fuerza lo cual genera un cambio en el gradiente fisicoquímico. Otra situación importante que apoya tal deducción es la velocidad medida del agua en el sistema, la cual es 10 veces mayor a la reportada en la zona y medida en cenotes.
2. De acuerdo con la distribución de configuraciones de resistividad y perfiles de anomalía de Bouguer, es evidente que existen cambios laterales importantes en los materiales del subsuelo, y estos cambios se refieren principalmente a que tan afectada esta la roca caliza por el Karst y a su saturación con agua dulce, salada o salobre.
3. Las resistividades en la sección 40, levantada en la playa se encuentran por debajo de los 10 ohm-m. Las secciones 10 y 20 que se encuentran alejados de la costa, pero a elevaciones menores a 1.20 m las resistividades van de 1 a 60 ohm-m. Mientras que en la sección 50 levantada en el camellón de la carretera, como a 1.5 Km de la costa y en elevaciones del orden de los 7 m, con resistividades de los 40 a los 600 ohm-m.
4. El espesor del agua dulce en el predio es de alrededor de 5 metros y se encuentra por debajo de la carretera federal. La profundidad promedio de la interfase salina es de 10 metros por debajo del nivel medio del mar.
5. Se encuentran estratos de roca de mayor dureza en 19 metros de profundidad y cavernas por debajo del mismo. Estos estratos de roca pueden ser correlacionados con formaciones dolomíticas debido a la paleo-influencia de la interfase salina.
6. Se presenta entre 9 y 14 metros de profundidad en el sistema de fracturas de los ríos, la descarga con mayor potencia del agua subterránea. En la parte poniente del predio se tiene una velocidad de circulación mucho menor y el flujo preferencial se localiza por debajo de 18 metros de profundidad.
7. El nivel freático refleja en su comportamiento la influencia de las mareas y la conductividad hidráulica del acuífero que tiene un valor de 8400 m/d que representa un medio cársico de agua subterránea con circulación de velocidad media a alta.
8. El gradiente promedio del agua subterránea obtenido del cálculo de la cuantificación de volúmenes es del orden de 2.389×10^{-4} m, para el acuífero que subyace el predio de Tres Ríos.
9. El valor promedio de descarga por unidad de área en una unidad longitudinal es de 2.0293 litros por segundo, bajo las condiciones de medición del 9 de diciembre de 2004.
10. Se tiene una buena capacidad de aporte de agua subterránea para el proyecto de los canales y lagunas artificiales. En la segunda etapa del diseño de estos una vez que se hayan probado en su dinámica mediante el modelo matemático, debe generarse el balance de pérdidas y ganancias para cada cuerpo de agua, los cuáles serán expuestos a la radiación solar.
11. La calidad del agua que se tendría en la zona de excavación de los canales y lagunas artificiales sería salobre con un contenido entre 5 000 y 10 000 ppm de sólidos totales disueltos

Cabe señalar, resaltar y recordar que el motivo del presente estudio es extender el estero Las Garzas dentro del predio, asociándolo hidrodinámicamente a un sistema de canales artificiales con funcionamiento estuarino natural y litorales con manglar tipo fisonómico de borde, con la finalidad que el manglar tipo matorral actual al vincularse a un canal artificial incremente su estructura forestal y aumente a la vez los bienes, servicios y atributos ambientales del ecosistema de manglar; así como su resiliencia a periodos de sequía e impacto por huracanes y tormentas tropicales. La restauración hidro-ecológica que se propone para una parte del manglar de matorral del predio, se ha generado e integrado con una visión regional y holística; se fundamenta en utilizar la experiencia geohidroológica y de ecología del manglar y exitosamente, aplicando

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL “PROYECTO DE MEJORA HIDRO-ECOLÓGICA DEL ESTERO LAS GARZAS”, SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.

el conocimiento científico generado para revertir el efecto de la salinización gradual en la planicie de inundación del predio, mediante la restitución de la conectividad con el aporte permanente de agua de mar y posibilitando su mezcla permanente con agua dulce de origen subterráneo, creando para ello un sistema de canales ecológicos con funcionamiento estuarino. La propuesta está orientada a implementar un sistema acuático integral que vincule hidrodinámicamente el estero Las Garzas con canales construidos que funcionen de manera natural y permanente en la planicie de inundación y dentro de los cuales se mezcle el agua de mar con el agua dulce proveniente del acuífero y en cuyos litorales el mangle rojo de matorral actual se transformaría en manglar de borde el cual, bajo estas condiciones, tendría mejor desarrollo y estructura, logrando a la vez crear nuevos hábitats, nichos y funciones ecológicas, con el consecuente aumento de la biodiversidad, así como de productos y atributos ambientales derivados de la creación de una conexión hidrológica permanente con el mar. A la vez, la mejora de la hidrología permitiría reducir la salinidad en la planicie y el estrés salino del manglar de matorral hasta donde alcanzara el efecto de la humedad, propiciando el desarrollo de una mejor estructura. Lo anterior es técnicamente posible y es el sentido ambiental general de la propuesta de mejora hidro-ecológica en la cuenca de inundación del estero Las Garzas que se presenta mediante este documento. El movimiento del agua en el estero Las Garzas ubicado al noreste del predio depende principalmente de las mareas astronómicas (a causa del movimiento de la luna y el sol) y meteorológicas (causadas por fenómenos meteorológicos que ocurren en el océano costero). Carece de aportes dulceacuícolas superficiales permanentes, por ello las fluctuaciones del nivel del mar producen dentro del estero condiciones de flujo (entrante) y reflujo (vaciante) con una periodicidad que depende de las constituyentes astronómicas de las mareas (las mareas en esta zona del Caribe son mixtas semidiurnas). Adicionalmente, las lluvias locales contribuyen a alimentar el sistema causando escurrimientos hacia la boca, en tanto que la evaporación produce pérdidas desde la superficie libre del agua. El viento puede incrementar o disminuir los niveles de agua del estero dependiendo de la dirección de donde provenga, de la geomorfología y de la longitud de recorrido (fetch). Asimismo, puede producir corrientes de retorno en el fondo del cuerpo de agua. Sin embargo, la principal fuerza motora en este caso es la marea. La comunicación del estero Las Garzas con el mar ha cambiado su geomorfología a lo largo del tiempo, como se puede observar en la siguiente imagen. En el 2004 existía una boca en el sitio donde se ubica actualmente (2018). En el 2006 se abrió una segunda boca al norte de la primera, coexistiendo ambas; así se mantuvo el estero en el 2009, 2010 y 2012. En el 2014 se cerró la segunda boca con material arenoso producto de la deriva litoral y en el 2016 se cubrió con vegetación, presentando condiciones similares a las del 2004. La apertura de bocas se atribuye a las escorrentías, mientras que el cierre se debe al transporte litoral. A las bocas que se abren y cierran temporalmente se les llama "efímeras" (Davis y Fitzgerald, 2004) a diferencia de las "perenes" que permanecen abiertas todo el tiempo, como parece ser el caso de la primera boca mencionada.

Imagen IV. 48. Secuencia histórica de imágenes satelitales, para destacar los cambios en las bocas del estero Las Garzas en el predio (fuente Google Earth análisis CAPAGHC).



Es importante señalar una situación que afecta notablemente al sitio, la cual no se había presentado y que corresponde al asolvamiento, así como cierre total de la Boca del Estero, que se preseta en estos tiempos, tal y como se muestra a continuación.

Fotografía IV. 13. Asolvamiento y cierre total de la Boca del Estero.



Fotografía IV. 14. Asolvamiento y cierre total de la Boca del Estero. (Continuación).



Fotografía IV. 15. Estado actual del Estero Las Garzas (vista suroeste).



Fuente: Biota y SICA, 2018.

Fotografía IV. 16. Estado actual del Estero Las Garzas (vista norte).



Fuente: Biota y SICA, 2018.

Fotografía IV. 17. Estado actual del Estero Las Garzas (vista este).

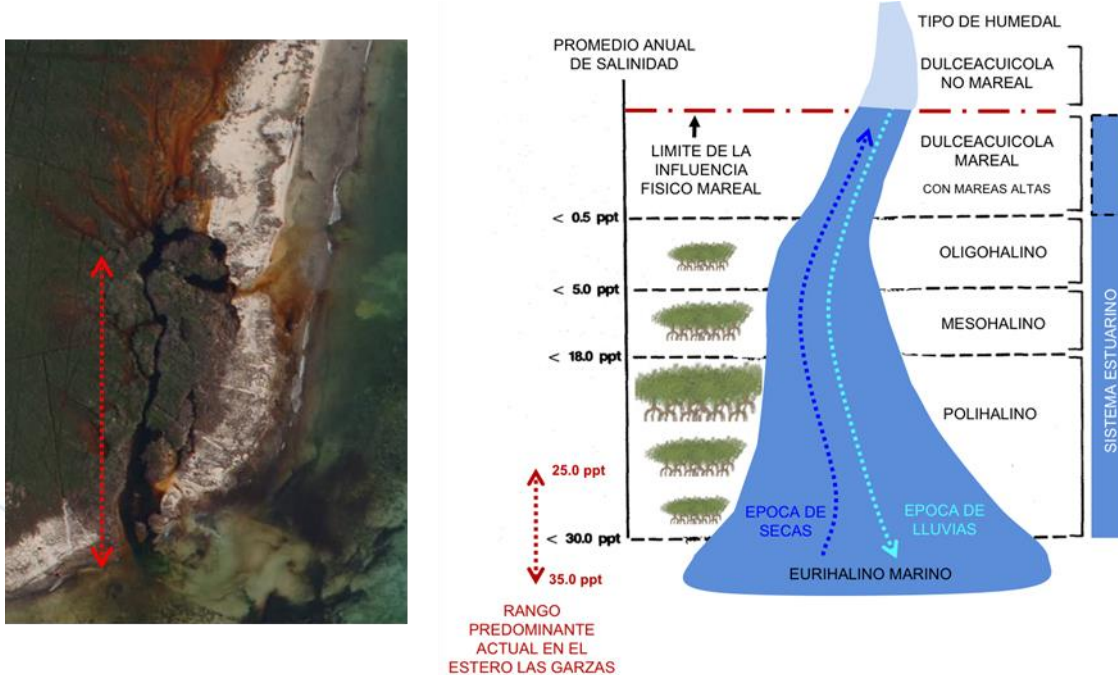


Fuente: Biota y SICA, 2018.

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL “PROYECTO DE MEJORA HIDRO-ECOLÓGICA DEL ESTERO LAS GARZAS”, SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.

El agua dulce entra a los cuerpos de agua costeros (lagunas, esteros, estuarios, etc.) a través de las descargas fluviales, lluvias o agua subterránea y se pierde por medio del intercambio de agua con la marea entre la laguna y el océano, así como con la evaporación (Kjerfve y Magill, 1989). Los pulsos estacionales o extraordinarios de agua dulce pueden incrementar el nivel del agua y abrir los canales de entrada o las bocas, las cuales en muchas lagunas se cierran intermitentemente y aíslan el cuerpo de agua del mar debido a los procesos litorales durante períodos de baja escorrentía (Mandelli, 1981). En temporada de lluvias los cuerpos de agua costeros sin aporte dulceacuícola permanente pueden transportar el agua dulce de la escorrentía y su funcionamiento puede llegar a ser del tipo estuarino, por cortos periodos de tiempo, porque ocurre una mezcla del agua salada de la marea con el agua dulce. Por su bajo contenido salino, la lluvia contribuye a diluir las sales, aunque de manera temporal. La velocidad de respuesta del cuerpo de agua a colectar el agua pluvial depende de la intensidad de la lluvia, de su duración y de la forma y dimensiones de la cuenca captadora. En cambio, la evaporación incrementa la salinidad del agua y puede incluso salinizar el suelo formando salitrales y blanquiales. La multiplicidad de los ambientes estuarinos con influencia permanente de agua dulce, y de sus humedales asociados tiene una gran potencialidad para dar soporte de descanso, refugio, alimentación, reproducción, crianza y puentes de migración para numerosos organismos, lo que determina la gran biodiversidad que los caracteriza y por lo cual están considerados entre los ecosistemas más productivos del mundo. Además, este tipo de sistemas estuarinos también ofrecen funciones y servicios ambientales de gran importancia ecológica como por ejemplo filtros naturales de escorrentía. Cuando los cuerpos de agua costeros cuentan con aporte permanente de agua marina y dulce posibilitan que a sus litorales se asocien humedales polihalinos, mesohalinos y oligohalinos dependiendo de la salinidad promedio del agua (Obsérvese siguiente imagen), que los circundan dando origen a un ecosistema estuarino completo, constituido por los cuerpos de agua lénticos, lóticos y extensos litorales hidrodinámicamente asociados, con numerosos tipos de hábitats y nichos ecológicos, los cuales albergan muy diversos tipos de comunidades de flora y fauna acuática y terrestre. Por sus características particulares el estero Las Garzas del predio funciona solo ocasionalmente como un sistema estuarino y predominantemente solo como un humedal polihalino (siguiente imagen).

Imagen IV. 49. Zonificación de un sistema estuarino completo en función de la salinidad promedio anual del agua y rango de variación predominante en el estero Las Garzas.

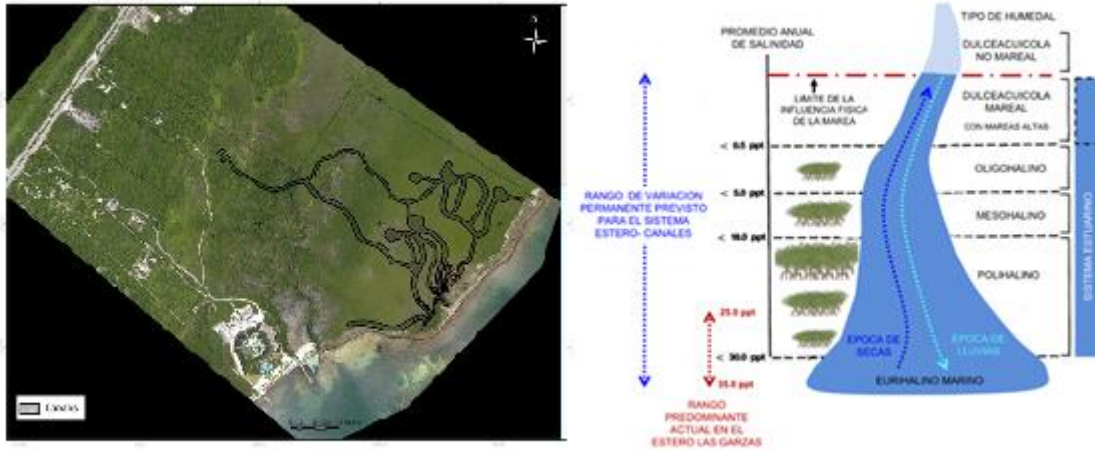


Fuente: Biota y SICA, 2018.

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL “PROYECTO DE MEJORA HIDRO-ECOLÓGICA DEL ESTERO LAS GARZAS”, SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.

La creación de canales artificiales con funcionamiento natural y su vinculación con el estero Las Garzas se fundamenta en la posibilidad de extenderlo dentro de la planicie de inundación y de establecer un ecosistema integrado con funcionamiento hidrodinámico estuarino completo (Refiérase a la siguiente imagen), el cual dé soporte para la creación natural de los hábitats y nichos acuáticos y litorales característicos de los humedales que se establecerán asociados a dicho funcionamiento, con el consecuente aumento de la biodiversidad actual.

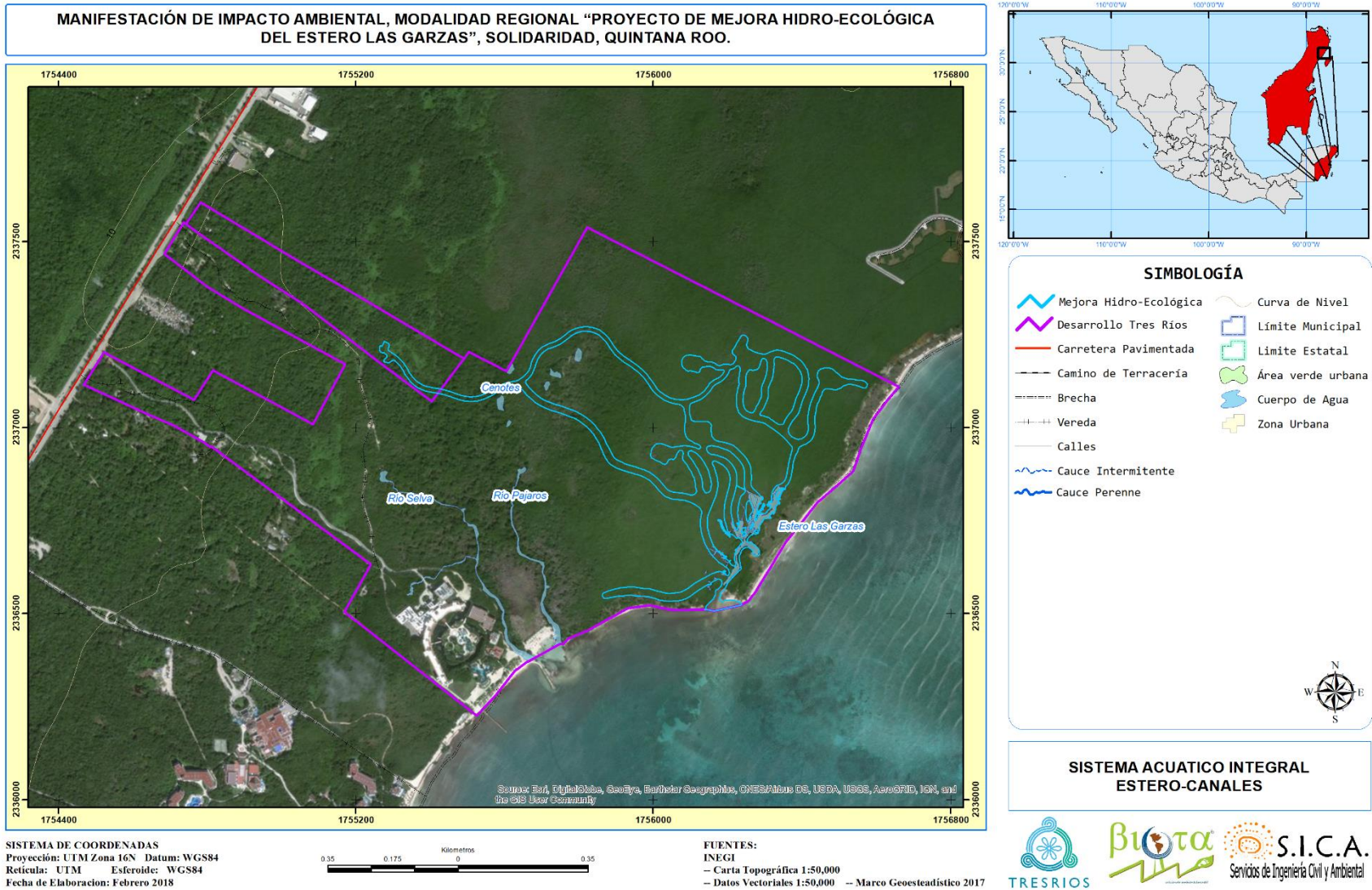
Imagen IV. 50. Zonificación de un sistema estuarino completo en función de la salinidad promedio anual del agua y rango de variación predominante en el estero Las Garzas del predio.



Fuente: Biota y SICA, 2018.

El diseño hidrodinámico del proyecto del sistema de canales artificiales se solicitó a la empresa *Consultores en Agua Potable, Alcantarillado, Geohidrología e Hidráulica Costera* (CAPAGHC), el cual se presenta dentro de los anexos del presente estudio.

Imagen IV. 51. Sistema Acuático Integral Estero-Canales.



Fuente: Biota y SICA, 2018.

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL "PROYECTO DE MEJORA HIDRO-ECOLÓGICA DEL ESTERO LAS GARZAS", SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.

El modelo demuestra que el sistema acuático integral estero-canales propuesto para la planicie de inundación del predio, tendría un funcionamiento estuarino y que la salinidad del agua en los canales aún en época de secas oscilaría en un rango entre 20 y 25 ups en la mayor parte del sistema. Las condiciones estuarinas de 15 a 25 ups se consideran óptimas para el desarrollo de las diferentes especies de manglar en comparación a condiciones 100% dulceacuícolas (0 ups), marinas (35 ups) o hipersalinas (> 40ups) de 50 a 70 ups inicia la matorralización del manglar y la mortalidad por arriba de 70 ups. Estos resultados especializados y la experiencia previa exitosa en el diseño, implementación y monitoreo de un sistema de canales artificiales con funcionamiento natural en otro punto del humedal dentro del mismo SAR, confirman la viabilidad de establecer un ecosistema integrado con funcionamiento hidrodinámico estuarino completo mediante vinculación al estero Las Garzas de canales artificiales con funcionamiento natural y la posibilidad de reducir la salinidad dentro de la planicie de inundación, con los consecuentes beneficios ambientales previsible en forma de un establecimiento de una franja de manglar de borde en los litorales de los canales, mejora estructural del manglar de matorral en la planicie y la creación natural de hábitats y nichos acuáticos y litorales característicos de los humedales que se establecerán asociados a dicho funcionamiento hidrodinámico con el consecuente aumento de la biodiversidad actual.

CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL AMBIENTE MARINO Y LITORAL MORFOLOGÍA DE LA ZONA MARINA.

La zona costera del estado de Quintana Roo, está conformada por una estrecha plataforma continental, cuya amplitud a partir de la línea de costa no rebasa los 3, 700 m. Después de los 40 m de profundidad ésta se incrementa abruptamente formando un cantil que llega más allá de los 200 m. Frente a la costa Este de la Península de Yucatán se extiende una formación coralina del tipo barrera, también conocida como de franja, la cual en algunas zonas se interrumpe. Esta formación coralina es parte del segundo arrecife más grande del mundo que se extiende desde la costa Norte de Quintana Roo hasta Centroamérica. El substrato marino, está constituido de roca calcárea, cuyo origen geológico se deriva de procesos de regresión y transgresión marina de finales del Pleistoceno, algunas zonas de esta plataforma calcárea están cubiertas por pastos marinos, comunidades coralinas o arenales.

CIRCULACIÓN COSTERA.

Debido a la ubicación geográfica y a las características morfotectónicas de la Península de Yucatán, el sistema de corrientes que se presentan en la costa oriental de Quintana Roo es complejo. En el ámbito estatal se han identificado cuatro flujos preferenciales de las aguas del mar caribe, la más importante en la zona es la corriente oceánica que corre con dirección al Norte, atraviesa el Canal de Yucatán y entra al Golfo de México para continuar a través del Estrecho de la Florida. La corriente de circulación costera, que proviene del Este y Sureste y luego se continua al Norte toca la costa en la parte más norteña del estado; la circulación de nudo únicamente hace contacto con la costa después de largos periodos de tiempo para luego integrarse a la corriente por remolinos y dirigirse nuevamente a mar abierto; y por último la corriente de contraflujo, descrita por Merino (1986), que circula hacia el Sur y tiene lugar en las proximidades de la costa. Esta última corriente es la que mayor influencia ejerce en las proximidades de la costa. Se ha explicado como el resultado de la interacción entre el flujo de las corrientes oceánicas y la costa. Las innumerables Puntas localizadas a lo largo del litoral del estado, ofrecen oposición al flujo de la corriente oceánica, causando la acumulación de agua y generando una fuerza que impulsa a ésta hacia el Sur, en contra del flujo preferencial que va hacia el Norte. En las zonas de mayor tensión, se forman remolinos y flujos encontrados de cierta importancia para la navegación de embarcaciones menores. En el predio, se presenta un importante aporte de agua dulce que proviene del acuífero continental y que da lugar a cenotes localizados dentro del humedal. De éstos parten canales que siguen su curso a través de una matriz de turba y roca calcárea, en su trayectoria interceptan otros flujos de agua cuyos caudales se agregan a los ya transportados por los canales y finalmente desfogan al mar. Esta característica resulta única para el litoral de Quintana Roo, en donde los aportes de agua dulce del acuífero comúnmente se manifiestan como formaciones subterráneas localizadas en la zona marina y no como escurrimientos superficiales, esta peculiaridad origina el establecimiento de condiciones de tipo estuarino en la desembocadura de los canales, lo que modifica el patrón hidrodinámico e hidrológico de la

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL "PROYECTO DE MEJORA HIDRO-ECOLÓGICA DEL ESTERO LAS GARZAS", SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.

zona costera. A continuación, se describen las características básicas ambientales de cada uno de los ecosistemas identificados, tanto en el litoral como en el área marina.

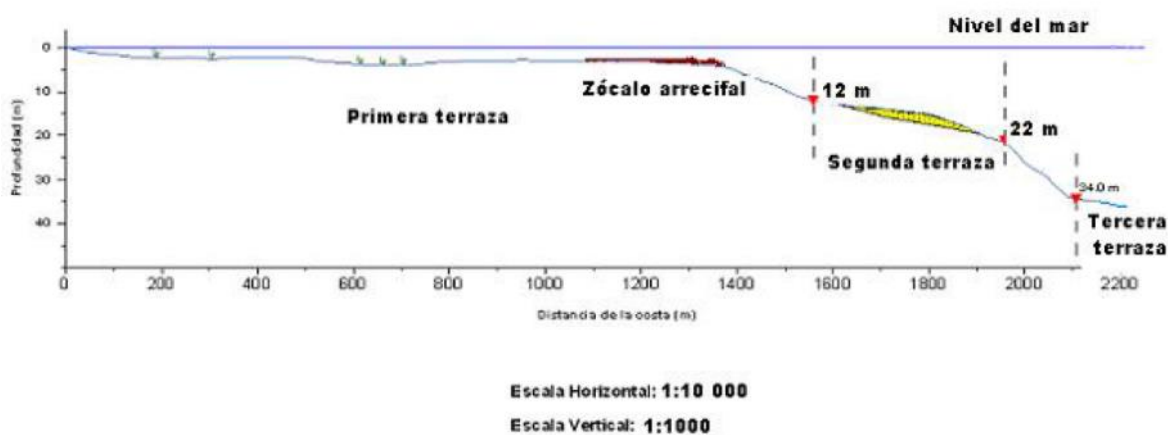
- ✓ **LITORAL COSTERO.** El predio tiene un litoral de aproximadamente 1,800 m de longitud, en el que se observan dos condiciones que corresponden a diferentes ecosistemas. El primero está constituido por el litoral costero arenoso y el segundo corresponde al litoral ocupado por manglar. Estos dos tipos litorales presentan configuraciones físicas diferentes, así como una composición vegetal distinta.
- ✓ **LITORAL COSTERO ARENOSO.** El ecosistema de litoral costero comprende una estrecha franja de terreno, con amplitud máxima de 15 m, determinada a partir de la línea de marea alta, hasta el inicio de la vegetación. Este litoral está constituido por una delgada capa de arena que se asienta sobre un lecho de turba, la que se ha ido depositando por efecto del arrastre que producen las corrientes y el oleaje de la zona. Este proceso ha dado origen a una duna arenosa incipiente, debido a que está expuesta a la erosión por viento y mareas, en la cual los procesos de colonización vegetal son recientes, por lo que muestran estadios primarios dominados por especies herbáceas halófitas. Este ecosistema se localiza ocupando pequeñas porciones al Norte y al Sur del litoral del predio. Dentro de estas áreas existen condiciones diferentes, ya que mientras en la porción Norte se tiene una playa hasta de 15 m de anchura, vegetación rala y de baja altura, en la que domina el estrato herbáceo, constituido principalmente por zacates; en la porción Sur, existe una zona de manglar que se va perdiendo por la acumulación de arena que genera una zona de depósito de arena que no llega a conformar una playa y duna en sentido estricto. En la interfase entre las playas y el mar, se presenta una clara frontera entre las arenas y el sustrato de turba, ya que las arenas ocupan la parte del meso y supralitoral, mientras que el infralitoral deja al descubierto la turba. En general, en este ecosistema los registros de fauna son escasos. Principalmente se registran aves costeras y de manglar, así como algunos reptiles como lagartijas y gekos.
- ✓ **LITORAL COSTERO CON MANGLAR.** El litoral costero con manglar se desarrolla entre la desembocadura de los canales y el área de marisma. La característica principal es que la vegetación de manglar colinda directamente con el mar, sin mediar entre éstos la interfase arenosa. En algunos segmentos de este litoral se puede apreciar que el manglar ocupaba en el pasado un área de terreno mucho mayor a la actual y que ha reducido su cobertura debido a la modificación y retroceso de la línea de costa. El sustrato en este tipo de litoral está constituido por turba, aunque en algunas secciones del supralitoral presenta una delgada capa de arena. Durante la presencia de marea baja queda expuesta una extensa porción de terreno que se encuentra cubierta por restos de raíces y troncos muertos. Debido al efecto mecánico de lavado que produce el oleaje en el sustrato de turba que ocupa este litoral, se produce la liberación constante de la materia orgánica y los nutrientes contenidos en la turba, lo que produce un efecto de fertilización de las aguas costeras y un incremento considerable en la turbidez del agua más próxima a la costa.

PROCESOS EROSIVOS DEL LITORAL MARINO EN EL PREDIO.

El territorio del Estado corresponde a la unidad morfológica de la planicie del Norte de la Península de Yucatán formada por rocas calizas del Plioceno, aunque en la franja costera de la Riviera Maya, se identifican rocas carbonatadas más recientes del Pleistoceno y el Holoceno que han sido nombradas calizas de moluscos debido a la abundancia de fósiles marinos. Los procesos cársicos son los principales modeladores del relieve en esta unidad morfológica y han dado lugar a la formación de un extenso sistema de drenaje subterráneo que conduce a la formación de cenotes y de afloramientos de agua dulce en la plataforma submarina. En el área que ocupa el predio, estos procesos se manifiestan con la formación de varios ojos de agua y con dos afloramientos en los cenotes Águila y Tortuga que dan lugar a los ríos la Selva y Los Pájaros que, con una longitud de unos 800 m, probablemente constituyen los principales drenajes superficiales de toda la región. El relieve hundido que caracteriza la mayor parte del área del predio también condiciona la formación del estero de las Garzas, que se conecta con el mar mediante un canalizo a través del cual se produce el flujo alterno de mareas. El frente costero del predio tiene una longitud de 1,590 m y ocupa la parte más interna de la ensenada que se produce entre Punta Bete al Sur y Punta Maroma al Norte, en una unidad fisiográfica de

unos 8 500 m. La curvatura hacia tierra de la línea de costa le brinda un mayor resguardo al frente costero del predio, lo que, unido a la presencia de las desembocaduras de los ríos y el estero, condiciona el predominio de una costa baja de manglar con tramos de playas de poco desarrollo, características que corresponden a frentes costeros expuestos a oleajes de baja energía. Debe destacarse que el litoral de la Riviera Maya, con una estrecha plataforma continental, aparece expuesto a las aguas profundas del Caribe lo que lo hace altamente vulnerable a las grandes olas de tormenta y en particular de los ciclones tropicales. La existencia de una costa con características físicas de bajos niveles de energía de oleaje en el predio, se debe fundamentalmente a la presencia del zócalo arrecifal que se extiende a lo largo del borde de la primera terraza submarina, el cual funciona como un efectivo rompeolas natural frente a las marejadas de los temporales extremos. El subsecuente comportamiento del relieve submarino permite advertir que desde los 5 m hasta los 12 m se produce el pronunciamiento de la pendiente para dar paso a un segundo nivel de terraza entre los 12 m y los 22 m y caer nuevamente en un cambio de pendiente que conduce a un tercer nivel de terraza en los 34 m.

Imagen IV. 52. Perfil del relieve submarino frente al Predio.



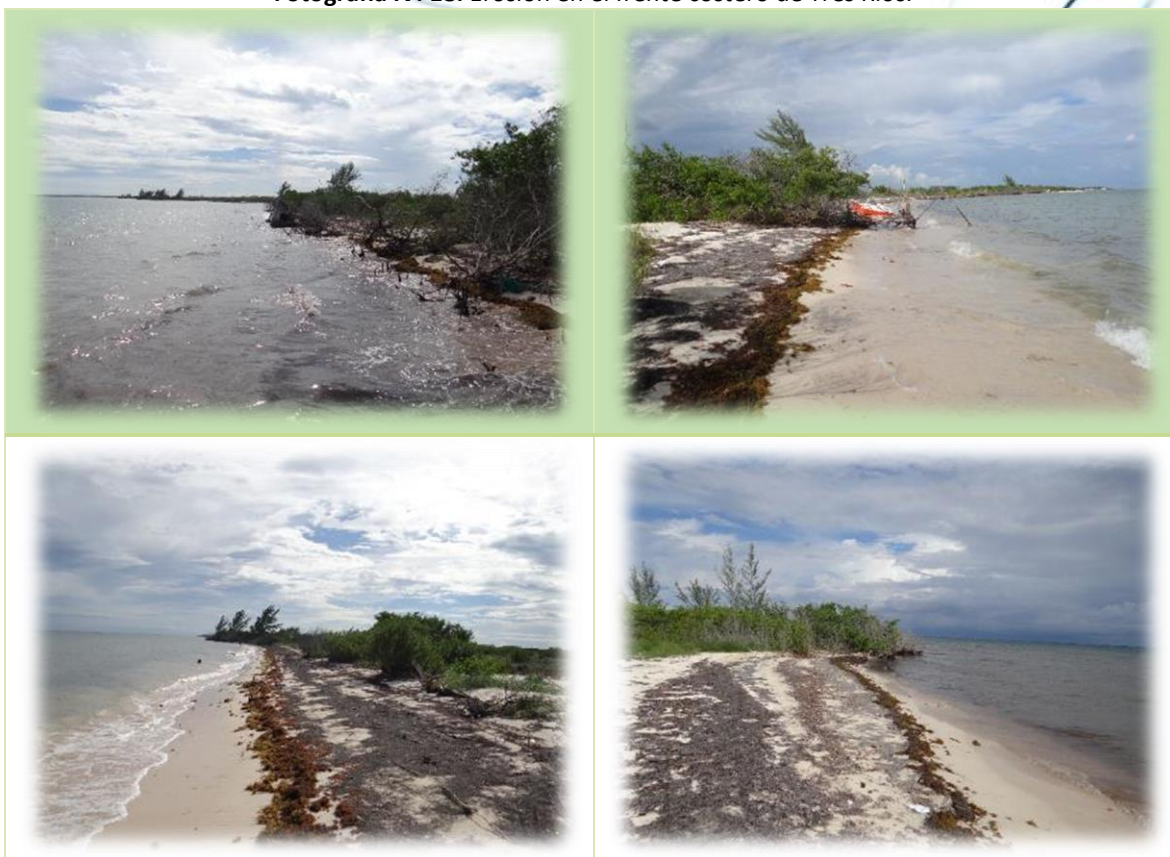
Fuente: Biota y SICA, 2018.

También debe señalarse que, aunque la presencia de la Isla de Cozumel constituye una primera barrera protectora frente a las grandes olas del Caribe, las profundidades superiores a 400 m en el canal de Cozumel y su ancho de unos 20 Km., aseguran condiciones para el desarrollo de olas de alta energía cuando los vientos soplan con fuerza de esa dirección, lo que constituye una constante amenaza a la estabilidad física del frente costero. De hecho, el intenso proceso erosivo que se advierte en la actualidad en el área pone de manifiesto la ocurrencia de cambios significativos en las condiciones en que se desarrollan los procesos dinámicos de la zona costera a nivel regional.

EROSIÓN DE LA COSTA.

Investigaciones desarrolladas sobre el tema de la erosión para el predio, demuestran que el frente costero del mismo sufre un intenso e irreversible proceso de erosión que provoca un retroceso de la línea de costa estimado entre 2.0 m/año y 2.5 m/año (observar siguientes imágenes). Ambos son valores mayores a los reportados para la región del Caribe (PNUMA, 2003).

Fotografía IV. 18. Erosión en el frente costero de Tres Ríos.



Fuente: Biota y SICA, 2018.

Las evidencias indican claramente que las principales causas de la erosión son naturales y están condicionadas a la frecuencia e intensidad con que las tormentas tropicales y los huracanes tropicales afectan esta región, así como a la continua elevación del nivel del mar. Con un ritmo de retroceso de la línea de costa de 2.0 m/año y 2.5 m/año, el proceso de erosión ocasiona transformaciones físicas y ecológicas de la estructura costera, que en el litoral del predio han determinado directamente los siguientes efectos:

- La pérdida de playa y de terrenos ocupados por manglares,
- La invasión de arena en los bordos de las fracturas y ríos, así como la afectación de áreas de manglar por enterramiento y
- Cambios en la orientación de los flujos de agua dulce que drenan al mar.

El lavado de la turba que ha ido quedando al descubierto durante el retroceso de la costa, produce en la actualidad altas concentraciones de materia en suspensión que penetra considerablemente hacia el mar, afectando las comunidades bentónicas y especialmente a los corales, cuyo estado de conservación es crítico. La intensidad con que se produce el proceso de erosión y los impactos que ocasiona desde el punto de vista ecológico y económico, demanda la implementación de medidas urgentes orientadas a la estabilización de la línea de costa y la recuperación de playas con un enfoque regional y ecosistémico.

INUNDACIONES.

La región donde se ubica el proyecto corresponde a un ecosistema de humedal costero donde predomina el manglar y el grado de inundabilidad es importante, si se toma en cuenta que la mayor parte del terreno tiene una altura menor a un metro sobre el nivel medio del mar y el efecto de mareas y de los fenómenos hidrometeorológicos acentúan dicho proceso. Como ejemplo puede referirse el efecto de las precipitaciones extremas de los días 11, 12 y 13 de junio del 2004 donde la franja costera del Sector Sur predio, resultó

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL “PROYECTO DE MEJORA HIDRO-ECOLÓGICA DEL ESTERO LAS GARZAS”, SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.

fuertemente afectada por los escurrimientos superficiales. La sobre elevación del nivel de las aguas en el predio, provocó la formación de dos nuevos cauces de drenaje. Uno que fluyó directamente de la zona de manglar hacia el mar a través de la playa, y otro que atravesó el área de uso recreativo del predio para incorporarse al cauce del río La Selva. Es importante señalar que quedaron al descubierto las raíces del antiguo bosque de mangle que ocupaba esta franja de costa y que en la actualidad se encuentra enterrado a consecuencia del continuo proceso de migración de arena hacia tierra.

Fotografía IV. 19. Ruptura de la barrera arenosa de la playa en el sector sur de la zona litoral del predio.



Fuente: Biota y SICA, 2018.

La características estructurales y funcionales del manglar de matorral que ocupa la zona donde se pretende desarrollar la propuesta de mejora hidroecológica, están determinadas por la microtopografía y la hidrología de la planicie de inundación del predio Tres Ríos, la cual se ubica ligeramente por debajo del nivel medio del mar. Es una zona baja cuya separación de las unidades naturales que las rodean está determinada por elevaciones del terreno y por los bordos naturales del estero Las Garzas lo que determina su desconexión de la influencia mareal normal pero la deja sujeta a inundaciones temporales de agua de mar o de lluvia en eventos de mareas extraordinarias o huracanes, así como a la variación del nivel del agua del acuífero y a los intensos procesos de evaporación y salinización del suelo que ocurren posteriores a los periodos de inundación; tampoco presenta una conexión superficial con aportes superficiales permanentes de agua dulce continental por lo que su funcionamiento hidrológico es aleatorio y equivalente al de una marisma de subsidencia con cristalización de sal. Para ejemplificar este tipo de desconexión y sus efectos de manera evidente, en la siguiente imagen se muestran dos ejemplos uno en zona desértica prácticamente sin aporte superficial o subterráneo de agua dulce y el otro en zona húmeda; los cuales permiten diferenciar los efectos que tiene para el manglar la conexión y la desconexión funcional con cuerpos de agua permanentes.

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL "PROYECTO DE MEJORA HIDRO-ECOLÓGICA DEL ESTERO LAS GARZAS", SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.

Imagen IV. 53. Ejemplos de los efectos sobre la estructura y funciones de los tipos fisonómicos de manglar de borde y matorral, determinados por la conexión y desconexión hidrológica, en zonas áridas y húmedas.



Fuente: Biota y SICA, 2018.

El origen de esta desconexión en la planicie del predio del Desarrollo Tres Ríos se debe principalmente a que las inundaciones por eventos extraordinarios de aumento del nivel del mar y la carencia de aportes permanentes de agua dulce superficial continental, provocan la deposición de los sedimentos gruesos (arenas y gravas) en las zonas inundables inmediatas y adyacentes al estero Las Garzas y a sus venas de marea; bajo esta condición los procesos de compactación del suelo son mucho más lentos en este tipo de áreas con deposición de materiales gruesos, comparativamente con las zonas inundables con predominio de materiales finos (turba, limos o arcillas). Como consecuencia de esta compactación diferencial se va formando un bordo en los litorales del estero y de las venas de marea que impide su alcance hidrológico hacia la zona posterior del bordo y estimula la subsidencia del suelo en la cuenca sujeta solo a eventos aleatorios e inundaciones extraordinarias. La planicie de inundación del predio DTR presenta efectos derivados de este tipo de desconexión, evidentes por el tipo de manglar de matorral de baja estructura y carencia de funciones ambientales relacionadas con cuerpos de agua permanentes. La microtopografía en el noroeste del predio propicia dos zonaciones hidrológicas diferentes: por una parte, los litorales del estero Las Garzas y de sus venas de marea, con influencia continua de mareas donde se desarrolla una pequeña franja de manglar tipo borde; y por otra una extensa zona con influencia ocasional de mareas o inundaciones por eventos extraordinarios, que ocupa el manglar de matorral con menor estructura.

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL "PROYECTO DE MEJORA HIDRO-ECOLÓGICA DEL ESTERO LAS GARZAS", SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.

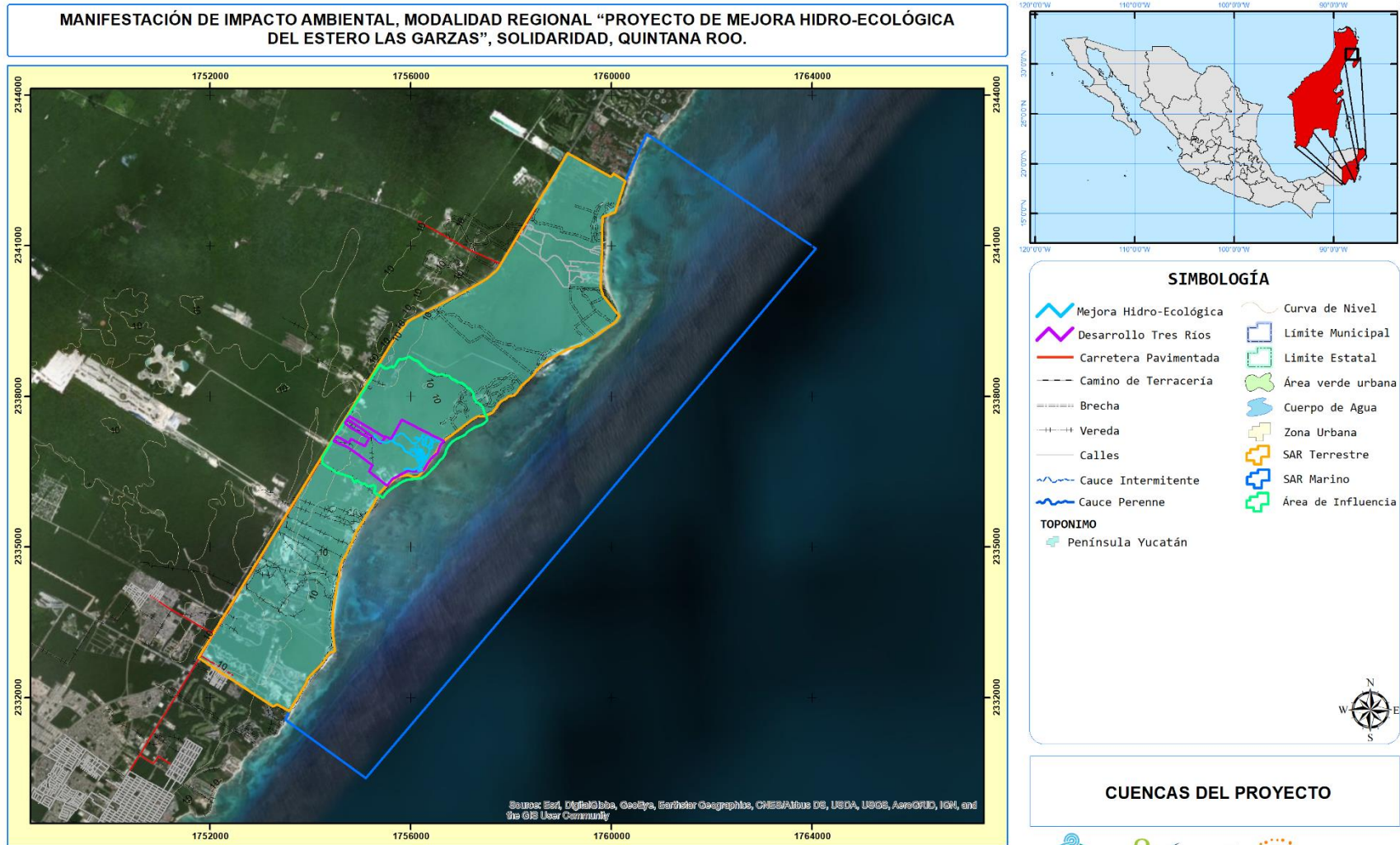
Imagen IV. 54. Efectos de la conexión y desconexión hidrológica sobre la estructura y funciones de los tipos fisonómicos de manglar asociados al estero del predio Tres Ríos.



En este marco ambiental carente de inundaciones regulares y de aportes de limos y arcillas en la parte posterior del bordo; la microtopografía, la dinámica del acuífero, el aumento del nivel medio del mar por eventos extraordinarios, las inundaciones pluviales y los escurrimientos terrestres, son los factores aleatorios que modulan el hidropériodo irregular actual de la planicie de inundación del predio, el cual determina a su vez la baja estructura y las limitadas funciones, productos y atributos ambientales del ecosistema de manglar de matorral que se desarrolla en la planicie de inundación de fondo somero atrás del estero. Cabe resaltar que, el estudio de *"Propuesta de Mejora Hidroecológica en la Cuenca de Inundación del Estero Las Garzas en el Marco de la Modificación del Proyecto Turístico Autorizado en el Predio"* elaborado por Consultores en Gestión, Política y Planificación Ambiental, S.C., Cancún, Quintana Roo, México, realizado en agosto del 2016. Dicha propuesta tiene como objetivo extender el estero Las Garzas dentro del predio, asociándolo hidrodinámicamente a un sistema de canales artificiales con funcionamiento estuarino natural y litorales con manglar tipo fisonómico de borde, con la finalidad que el manglar tipo matorral actual al vincularse a un canal artificial incremente su estructura forestal y aumente a la vez los bienes, servicios y atributos ambientales del ecosistema de manglar; así como su resiliencia a periodos de sequía e impacto por huracanes y tormentas tropicales. Este estudio se encuentra dentro de los **anexos** de la presente Manifestación de Impacto Ambiental-Regional. En este mismo talante, el promovente solicitó a la empresa Consultores en Agua Potable, Alcantarillado, Geohidrología & Hidráulica Costera, I.C. realizar la modelación hidrodinámica del proyecto del sistema de canales ubicado en el estero Las Garzas, en la zona de Tres Ríos, Q. Roo, a 10 km al noreste de Playa del Carmen, con el objetivo de identificar la factibilidad de crecimiento de la vegetación tipo manglar asociado a los niveles de agua y a las concentraciones de salinidad, como una alternativa que contribuya a la restauración ambiental del sitio y genere un valor agregado para fines de turismo ecológico. Este estudio se efectuó en febrero del 2017, el cual se presenta también en los **anexos** de esta MIA-R para mayor detalle.

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL “PROYECTO DE MEJORA HIDRO-ECOLÓGICA DEL ESTERO LAS GARZAS”, SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.

Imagen IV. 55. Cuencas Hidrológicas del Proyecto.



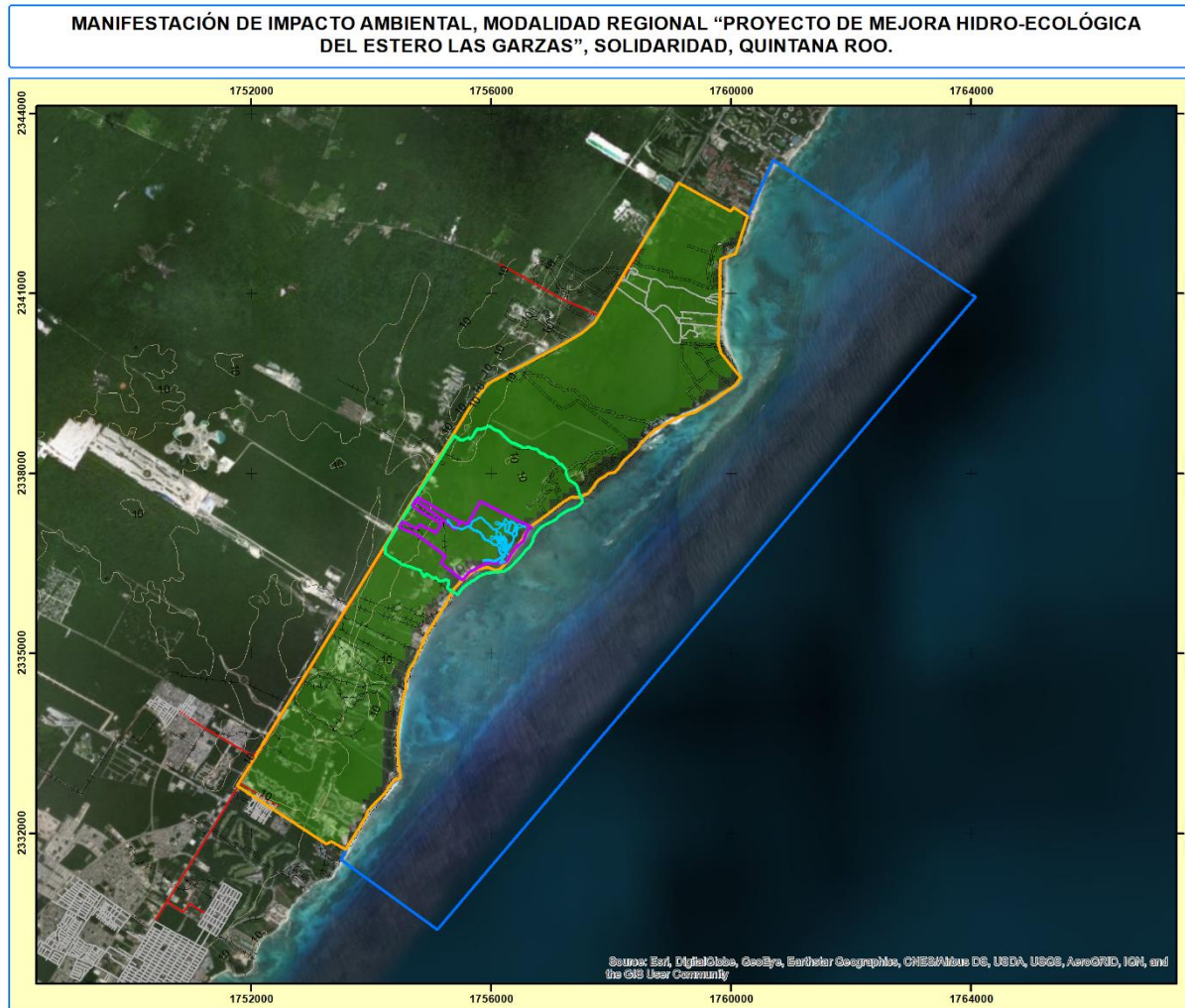
SISTEMA DE COORDENADAS
 Proyección: UTM Zona 16N Datum: WGS84
 Reticula: UTM Esferoide: WGS84
 Fecha de Elaboración: Febrero 2018



FUENTES:
 INEGI
 – Carta Topográfica 1:50,000
 – Datos Vectoriales 1:50,000 – Marco Geostadístico 2017

Fuente: Biota y SICA, 2018.

Imagen IV. 56. Subcuencas Hidrológicas del Proyecto.



SIMBOLOGÍA

| | |
|------------------------|--------------------|
| Mejora Hidro-Ecológica | Curva de Nivel |
| Desarrollo Tres Rios | Límite Municipal |
| Carretera Pavimentada | Límite Estatal |
| Camino de Terracería | Área verde urbana |
| Brecha | Cuerpo de Agua |
| Vereda | Zona Urbana |
| Calles | SAR Terrestre |
| Cauce Intermitente | SAR Marino |
| Cauce Perenne | Área de Influencia |
| NOMBRE | |
| Menda | |

SUBCUENCAS DEL PROYECTO

SISTEMA DE COORDENADAS
 Proyección: UTM Zona 16N Datum: WGS84
 Reticula: UTM Esferoide: WGS84
 Fecha de Elaboración: Febrero 2018



FUENTES:
 INEGI
 - Carta Topográfica 1:50,000
 - Datos Vectoriales 1:50,000 -- Marco Geoespacial 2017



Fuente: Biota y SICA, 2018.

IV.2.1.1.5. Aire.

La calidad del aire es una indicación de cuanto el aire esté exento de contaminación atmosférica, y por lo tanto apto para ser respirado. Actualmente los controles y la reglamentación se han incrementado y la calidad de los combustibles también se ha mejorado. Sin embargo, el tráfico vehicular se ha incrementado exponencialmente, transformándose en la principal fuente contaminante en las ciudades. A nivel mundial se ha descubierto que las emisiones de anhídrido carbónico derivadas de la combustión del petróleo están participando en forma determinante en el incremento de la temperatura global a causa del efecto invernadero. Las principales fuentes andrógenas de contaminación del aire son:

Las fábricas o instalaciones industriales, que no tienen los filtros adecuados para las emisiones aéreas (Centrales termoeléctricas, Vehículos automotores con motor de combustión interna, etc.). La calidad del aire puede ser comprometida también por causas naturales como, por ejemplo: (Erupciones volcánicas, Vientos fuertes con transporte de partículas en suspensión, etc.). La lucha contra la contaminación atmosférica se desarrolla en los siguientes frentes:

- En el control de las fuentes de contaminación andrógenas y fijación de estándares adecuados para las emisiones.
- Monitoreo de la calidad del aire y determinación de estándares mínimos, a partir de los cuales se desencadenan las medidas excepcionales de limitaciones de emisiones.

La buena o mala calidad del aire de una región está relacionada con diversos y complejos factores, como el tipo de relieve (factor físico), las reacciones químicas de los contaminantes en la atmósfera y su dispersión (factores químicos y meteorológicos), los usos y costumbres de la población (factores sociales), las actividades económicas y el uso y aprovechamiento de la tecnología (factores económicos y tecnológicos). De forma general, la calidad del aire en las ciudades es atribuida esencialmente a las emisiones contaminantes generadas por el uso de automóviles, por la producción industrial, comercial y por los servicios. La mala calidad del aire tiene diversos efectos en la salud de las personas. Puede provocar: ausentismo laboral y escolar por efectos de la exacerbación de síntomas en asmáticos, enfermedades pulmonares, cardiovasculares y respiratorias, mortalidad prematura y disminución de la función pulmonar. En México se producen anualmente alrededor de 9,300 muertes por causas asociadas con la contaminación del aire, de acuerdo con la Organización Mundial de la Salud (OMS). Dichas emisiones contaminantes provienen especialmente del sector transporte, el cual en México es altamente ineficiente, lo que significa que consume grandes cantidades de combustible y emite a la atmósfera contaminantes dañinos para la salud, así como Gases de Efecto Invernadero (GEI), responsables del calentamiento global. Existen grupos de población que son altamente vulnerables a este tipo de contaminación, entre los que se encuentran los niños, los adultos mayores y las personas que padecen enfermedades crónicas del sistema respiratorio, como el asma. Así, la calidad del aire está estrechamente vinculado con la calidad de vida de la población. Nuestro país dispone de un marco regulatorio que resguarda la salud pública contra los efectos del deterioro ambiental y que involucra a las autoridades de todos los órdenes de gobierno. La Ley de Equilibrio Ecológico y la Protección Ambiental (LGEEPA) señala que la calidad del aire debe ser satisfactoria en todos los asentamientos humanos y regiones del país. Sin embargo, en lo que respecta al Municipio de Solidaridad, **no** se cuenta con inventarios de emisiones de contaminantes a la atmósfera, estudios, ni programas de monitoreo, que nos permitan conocer la calidad del aire, esto debido a que Quintana Roo es una de las dos Entidades Federativas que no se encuentran dentro de la red de monitoreo de la calidad de aire, es por esto por lo que, no se cuenta con la información pertinente. No obstante, podemos plantear que los factores principales que amenazan la calidad del aire en la municipalidad son: el transporte, incendios en el vertedero de residuos sólidos municipal e incendios forestales. Estos últimos, mayormente ocasionados por azotes de huracanes a la zona. Un asunto significativo en el Municipio de Solidaridad, en particular en la ciudad Playa del Carmen relacionado con la calidad del aire es, la contaminación acústica o ruido urbano. El ruido urbano (ruido ambiental, residencial o doméstico), es el ruido emitido por todas las fuentes a excepción de las áreas industriales. En relación con el tema en la Dirección de Medio Ambiente del H. Ayuntamiento del Municipio Solidaridad, la mayor cantidad de quejas de la comunidad que se recibe es precisamente en atención a la contaminación acústica, destacándose el ruido por música en los bares del casco turístico en la ciudad Playa del Carmen.

IV.2.1.2. Medio Biótico.

IV.2.1.2.1. Vegetación.

METODOLOGÍA.

1. TRABAJOS DE GABINETE.

Previo a la salida de campo, se recopiló y consultó la bibliografía disponible sobre las características bióticas y abióticas de la región, así como los tipos de vegetación. Mediante la búsqueda de información en literatura especializada, se analizaron los datos sobre la distribución de especies de plantas, así como la composición florística de los diversos ecosistemas presentes en el SAR, con la finalidad de identificar y definir qué especies se consideran en algún “Status”, de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010. Además, se utilizó la cartografía disponible para delimitar con precisión la zona de estudio. Se utilizó la cartografía y nomenclatura empleada por el INEGI y CONABIO. Se ubicaron puntos de muestreo en el mapa, determinando sus coordenadas geográficas, para que la brigada de campo pudiera acceder a ellos mediante el apoyo de un GPS.

2. TRABAJO DE CAMPO.

Se realizaron recorridos en campo con la finalidad de verificar los tipos de vegetación y usos de suelo presentes en el Sistema Ambiental Regional y compararlos con la cartografía de INEGI serie V de uso de suelo y Vegetación. Se centró la atención en los fragmentos mejor conservados, así como en aquellos lugares donde se consideró que probablemente exista mayor afectación derivada del desarrollo del proyecto. Se obtuvo un registro fotográfico de las especies y ecosistemas característicos de la región y de interés para este estudio, considerando particularmente especies que se encuentren incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, así como a las de interés comercial, cultural, médico, etc. Posteriormente se formó una brigada de campo, que conforme a un programa de trabajo realizó el muestreo de la vegetación, en el área de influencia del proyecto. Se consideraron aquellos sitios que contienen la vegetación mejor conservada, los fragmentos con vegetación secundaria.

DISTRIBUCIÓN DE LOS SITIOS DE MUESTREO.

El criterio empleado para la ubicación de los sitios de muestreo fue de acuerdo con la distribución y vocación forestal del tipo de uso de suelo y vegetación dentro del sitio del proyecto.

Con base en lo anterior expuesto a continuación, se muestra la tabla de coordenadas y la imagen de los sitios 20 sitios de muestreo realizados para el proyecto, los cuales corresponden a dos grandes tipos de vegetación dentro del predio del proyecto Manglar y Selva mediana Subperennifolia.

Tabla IV. 13. Coordenadas de los sitios de muestreo.

| MUESTREO | CLAVE | USO DE SUELO Y VEGETACIÓN | COORDENADAS UTM | |
|----------|-------|-------------------------------|-----------------|---------|
| 1 | VM | Manglar | 499622 | 2289605 |
| 2 | VM | Manglar | 499633 | 2289703 |
| 3 | VM | Manglar | 499874 | 2289865 |
| 4 | VM | Manglar | 499922 | 2289828 |
| 5 | VM | Manglar | 499197 | 2290177 |
| 6 | VM | Manglar | 499237 | 2290115 |
| 7 | VM | Manglar | 499185 | 2289566 |
| 8 | VM | Manglar | 499130 | 2289543 |
| 9 | VM | Manglar | 499375 | 2289547 |
| 10 | VM | Manglar | 499460 | 2289547 |
| 11 | VM | Manglar | 499566 | 2289550 |
| 12 | VM | Manglar | 499147 | 2289539 |
| 13 | VM | Manglar | 499406 | 2289958 |
| 14 | VM | Manglar | 499855 | 2290175 |
| 15 | VM | Manglar | 499741 | 2289943 |
| 16 | SMQ | Selva mediana Subperennifolia | 498485 | 2290097 |
| 17 | SMQ | Selva mediana Subperennifolia | 498560 | 2290077 |
| 18 | SMQ | Selva mediana Subperennifolia | 498737 | 2290177 |
| 19 | SMQ | Selva mediana Subperennifolia | 498784 | 2290307 |
| 20 | SMQ | Selva mediana Subperennifolia | 498521 | 2290476 |

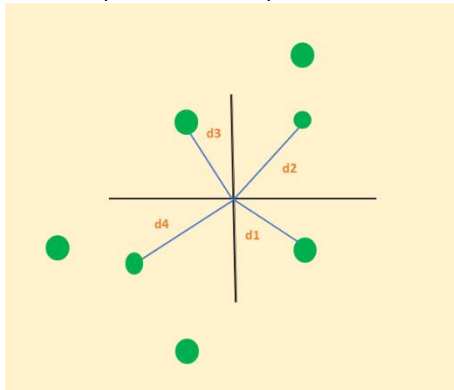
Fuente: Biota y SICA, 2018.

Cabe destacar que para la ubicación de cada sitio se utilizó un GPSmap 60Sx marca Garmin, con una precisión del ± 5 grados de error. El tamaño de los sitios de muestreo fue manera homogénea, cabe señalar que debido a los diferentes tipos de vegetación dentro del área del proyecto fue necesario la realización de diferentes tipos de muestreo, a continuación, se describen:

MANGLAR

Se llevaron a cabo transectos siguiendo el método de cuadrantes centrados en un punto (PCQM por sus siglas en inglés), diseñado por Cottam y Curtis (1956) y modificado por Cintrón Molero y Schaeffer-Novelli (1983). En términos generales, el método PCQM consiste en el establecimiento de puntos de árbol del punto anterior sea registrado en el punto de muestreo siguiente y; se recomienda que los transectos se tracen perpendiculares a la línea de costa (Agraz-Hernández et al. 2006). En cada punto, con el apoyo de una cruceta, se definen los cuadrantes correspondientes y en cada uno de ellos se ubica el árbol más cercano al punto central (incluyendo especies que no sean mangles). Se consideran los árboles con diámetro a la altura del pecho (DAP aprox. 1.30 m) superior a 2.5 cm, se mide la distancia en metros entre el árbol y el punto central. En árboles con tallos múltiples se considera el fuste central para registrar la distancia (DahdouhGuebas y Koedam, 2006). Para cada uno de los cuatro individuos se registra su circunferencia o DAP. En este estudio en árboles con tallos múltiples se registró el diámetro del tallo principal. En el caso del mangle rojo (*Rhizophora mangle*) este dato se toma a 30 cm por arriba de las raíces adventicias. Se registra la altura y la especie de cada individuo. Adicionalmente para caracterizar el manglar de matorral dentro predio el muestreo que se realizó fue en transectos, cuyo número y longitud se definieron por el tamaño y variabilidad interna de la formación, en cada sitio se realizó un levantamiento por el método de línea intercepto de acuerdo con lo propuesto por Matteucci y Colma (1982). Esta técnica es usada en estudios de comunidades donde las plantas individuales son difíciles de distinguir y contar como es el manglar de matorral tales casos las evaluaciones y los cálculos respectivos no consideran tallos separados sino grupos de plantas (Brower et al., 1997). Por el tamaño y el agrupamiento de los organismos se utilizaron dos líneas de 10 m de longitud por sitio de muestreo y en cada una se determinó la presencia de las especies a intervalos de 0.5 m y se midió la longitud que cada planta o grupo de ellas interceptó en la línea.

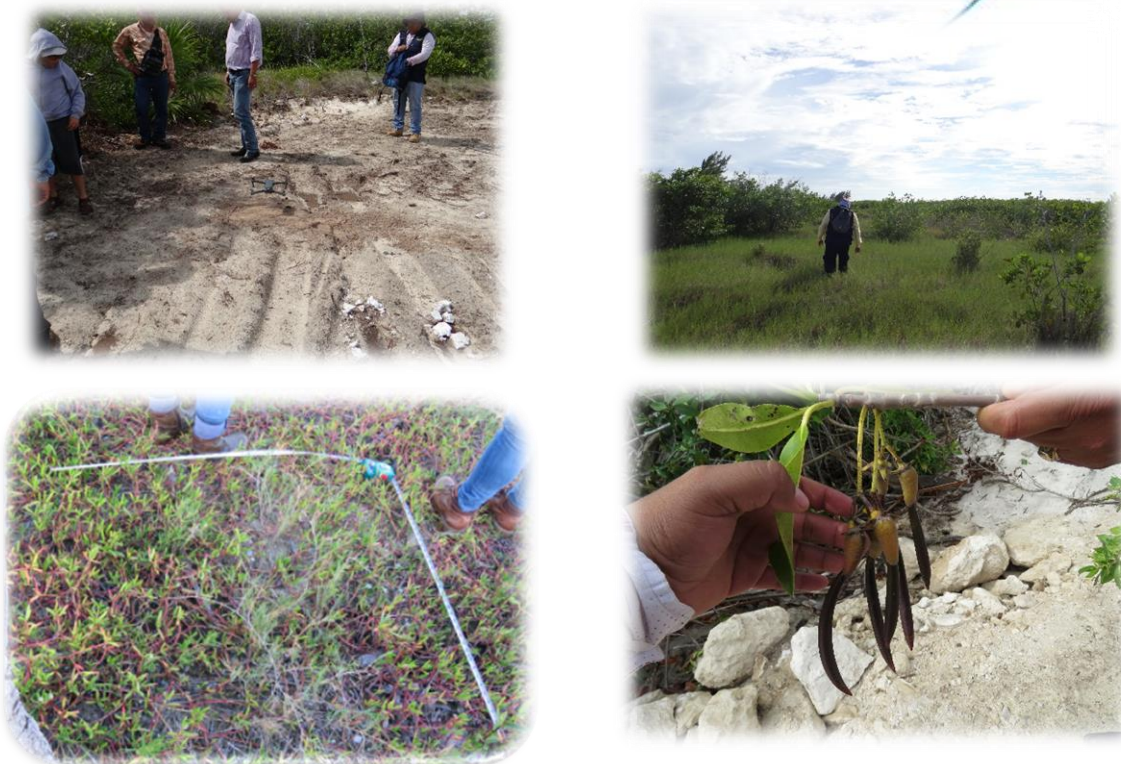
Imagen IV. 57. Muestreo por transectos por el método de línea intercepto.



Fuente: Biota y SICA, 2018.

Para estimar la densidad y altura de las plántulas en el bosque de manglar se usó un cuadrante de 1m x 1m, el cual se colocó en el cuarto noroeste. Dentro del cuadrante se registró el número de plántulas menores a 1.5 m de altura, su altura y su especie. En las áreas de manglar chaparro o donde el manglar presentó características de matorral, se aplicó el método de Intercepción de Línea o Línea de Canfield (Canfield 1941, Elzinga et al. 2001). Dicho método consistió en registrar la especie, su altura y la distancia de cada tipo de vegetación sobre la que pasara la línea, así como las áreas sin vegetación o con restos de vegetación muerta. Para el caso propuesto, los tramos a registrar correspondieron a la longitud del transecto cubierta por este tipo de vegetación.

Fotografía IV. 20. Muestreo realizado en el Manglar del proyecto.

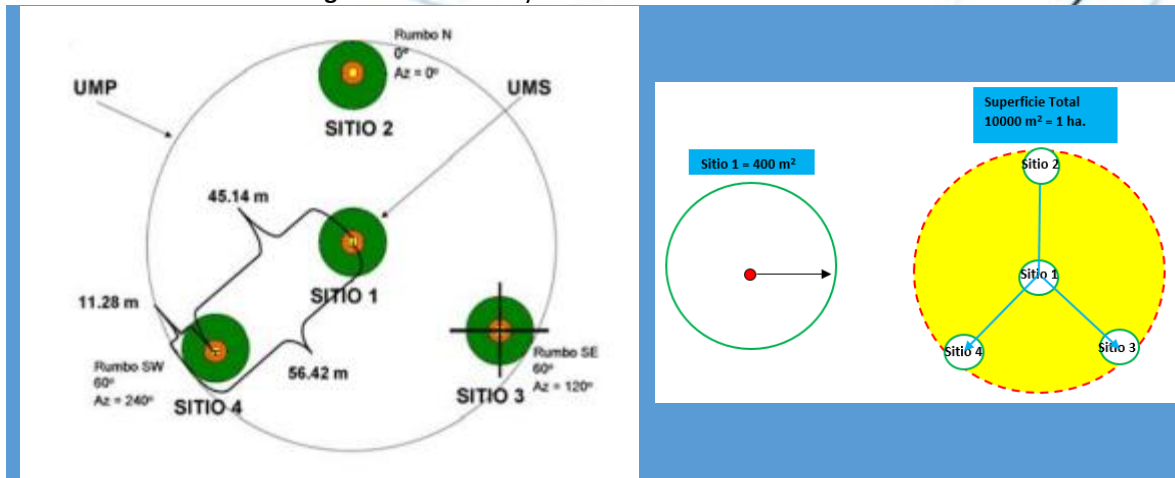


En las fotografías se observa el recorrido y levantamiento de datos en la parte de Manglar del proyecto.

SELVA MEDIANA SUBPERENNIFOLIA

Se ubicaron los sitios de muestreo, en el Área donde se pretende la inclusión del proyecto. Se tomó la metodología de la CONAFOR con algunas adaptaciones en el cual se emplea un muestreo estratificado sistemático por conglomerados; se ubicaron 5 sitios de muestreo por el método antes señalado, cada sitio represento una parcela circular de una hectárea (56.42 m de radio) para un total de 5 hectáreas muestreadas dentro del SAR, esto se logró con el apoyo de cuerdas con las medidas exactas, así como estacas metálicas para poder fijarlas (Ver fotografías de los sitios de muestreo) se realizaron las parcelas, en la cual se evaluaron cuatro unidades de muestreo secundarias (UMS) o sitios, dispuestos geométricamente en forma de una “Y” invertida con respecto al norte (Ver Imagen de Forma y tamaño de los sitios de muestreo) el sitio número 1 constituyo el centro del conglomerado y los sitios 2, 3 y 4 se consideraron periféricas. La distancia del centro del sitio 1 a cada uno de los sitios restantes es de 45.14 m. El azimut para localizar los sitios 2, 3 y 4 a partir del centro del sitio 1 es de 0°, 120° y 240° respectivamente.

Imagen IV. 58. Forma y tamaño de los sitios de muestreo.



Fuente: Biota y SICA, 2018.

En las siguientes fotografías se observa la realización de los muestreos, así como de obtención de las medidas DAP y Altura, de los ejemplares encontrados dentro de los mismos.

Fotografía IV. 21. Muestreo realizado para el proyecto.



En las fotografías se observa el recorrido y levantamiento de datos en la parte correspondiente a Selva Mediana Subperennifolia.

Es importante señalar, que, para complementar el trabajo de campo, se realizaron vuelos con un Dron, con la finalidad de apreciar y tener una idea actualizada del uso de suelo y vegetación, presentes en el predio del proyecto.

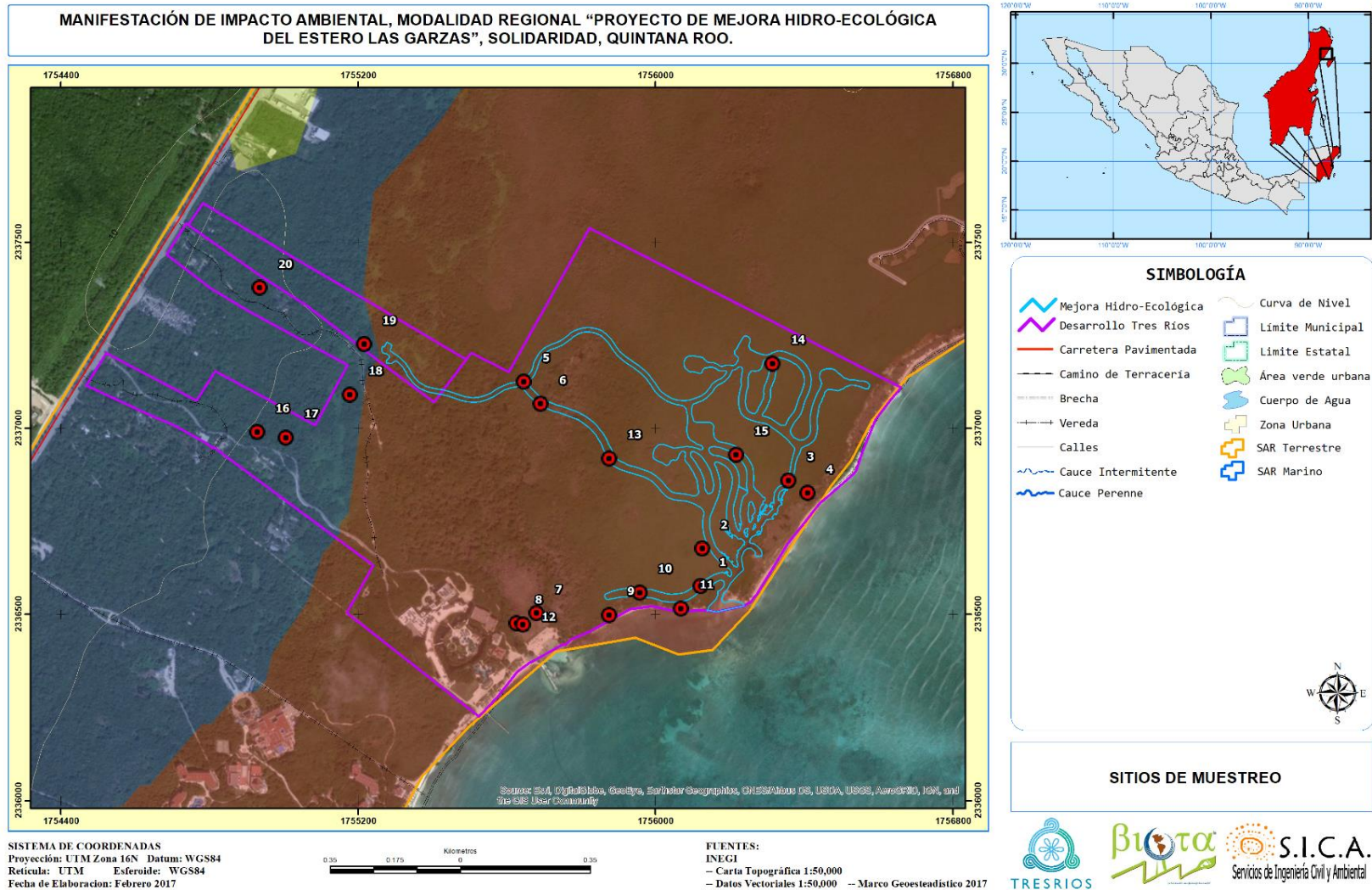
Fotografía IV. 22. Utilización del Dron en prospección de campo



Fuente: Biota y SICA, 2018.

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL “PROYECTO DE MEJORA HIDRO-ECOLÓGICA DEL ESTERO LAS GARZAS”, SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.

Imagen IV. 59. Sitios de muestreo del Proyecto.



Fuente: Biota y SICA, 2018.

3. ANÁLISIS DE DATOS

Con base a los datos recopilados en campo y con apoyo de la clave para determinar los tipos de vegetación de México (Miranda y Hernández-X, 1963) y la cartografía de uso de suelo y vegetación del Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática (INEGI) serie V escala 1 250 000, se determinó que el tipo de y uso de suelo y vegetación presente en el Sistema Ambiental Regional corresponde a la unidad fisiográfica Punta Bete y Punta Maroma, en donde el litoral es de tipo arenoso, pero totalmente expuesto al efecto del oleaje y de los huracanes. El límite sur de la unidad fisiográfica es natural y corresponde a la parte terminal de una unidad natural de humedales costeros de manglar; el límite norte es antropogénico y corresponde al Desarrollo Turístico Iberostar. Punta Bete y Punta Maroma son dos zonas de acumulación y acreción litoral incluidas en la Unidad que tuvieron su origen en la existencia, frente a ellas, de estructuras coralinas tipo bordeantes que generan un ambiente de baja energía. El Sistema Ambiental Regional (SAR) Punta Bete-Punta Maroma, se caracteriza por estar constituido en forma de franjas geomorfológicamente diferenciables paralelas al mar, las cuales en un trayecto desde el mar hacia el continente son las siguientes: (1) La playa, (2) La duna costera; (3) La cuenca o depresión paralela al mar, antigua laguna arrecifal; (4) El talud; y (5) La terraza de antiguos cordones de duna (Ver Imagen). A su vez, este arreglo geomorfológico secuencial determina diferencias topográficas que conjuntamente la edafología e hidrología predominante en cada una estas geoformas, posibilitan el desarrollo de tipos de vegetación claramente diferenciables. Este marco abiótico da soporte a la carencia o a la existencia de diferentes tipos de vegetación de la siguiente manera: la playa sin vegetación; la duna costera con vegetación de matorral costero y palmar; el humedal con predominio de manglar y otros tipos de vegetación de humedal; el talud con selva inundable o de transición; y finalmente la terraza de antiguos cordones de duna ocupada por selva baja y selva baja y mediana (Ver Imagen).

Imagen IV. 60. Imagen de satélite mostrando el arreglo en franjas de la secuencia de las geoformas características del SAR Punta Bete-Punta Maroma del mar hacia el continente; y el Perfil esquemático topográfico de las geoformas y los tipos de vegetación que las ocupan.



Fuente: Biota y SICA, 2018.

En el SAR Punta Bete-Punta Maroma, la unidad geomorfológica más extensa es la cuenca comprende poco más del 43% de su superficie total y corresponde a cuencas y planicies de inundación, donde se desarrolla el humedal costero con predominio de manglar del tipo fisonómico cuenca en la Zona Sur y del tipo matorral en la Zona Norte del SAR, le sigue en proporción la selva mediana con 25.3% y el 12.5% sin vegetación; el porcentaje restante de la superficie total del SAR Punta Bete-Punta Maroma lo ocupan otros ambientes y tipos de vegetación que se presentan en la tabla y mapa correspondiente.

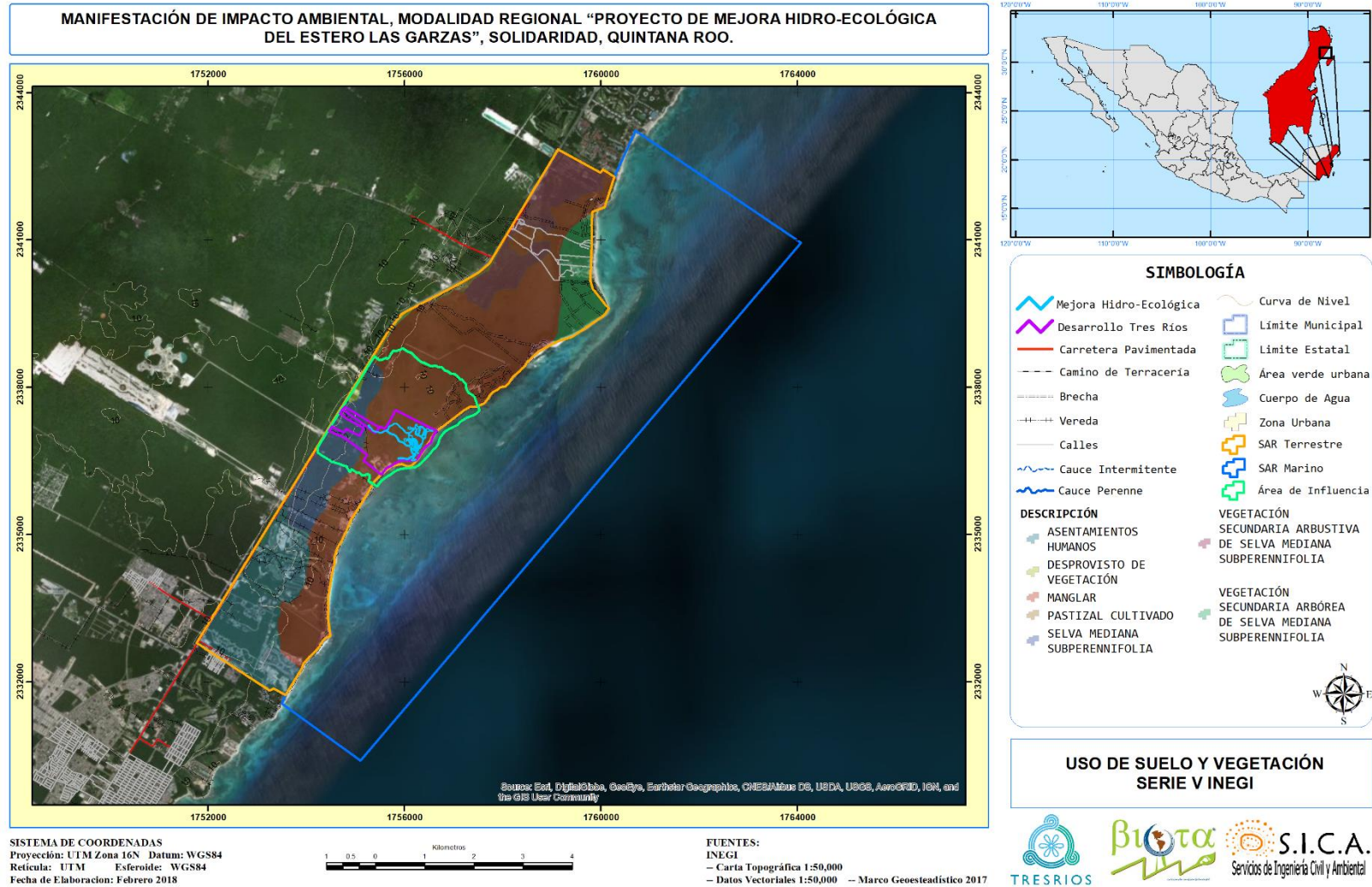
Tabla IV. 14. Uso de suelo y vegetación del SAR.

| VEGETACIÓN | ASOCIACIÓN VEGETAL | Ha | % |
|--|---|-----------------|--------------|
| Duna | Playa arenosa | 27.88 | 1.25 |
| | Duna costera | 26.86 | 1.21 |
| Selva mediana subperennifolia costera | Selva mediana subperennifolia costera | 133.44 | 6.00 |
| Cuerpo de Agua | Cuerpo de Agua | 34.08 | 1.53 |
| Manglar | Manglar | 965.19 | 43.41 |
| Selva mediana subperennifolia de transición | Selva mediana subperennifolia de transición | 60.4 | 2.72 |
| Selva | Selva mediana subperennifolia | 563.65 | 25.35 |
| | Desarrollo secundario | 58.62 | 2.64 |
| Transformado | Vegetación inducida | 74.63 | 3.35 |
| | Sin vegetación | 278.71 | 12.53 |
| Total | | 2,223.46 | 100.0 |

Fuente: Biota y SICA, 2018

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL "PROYECTO DE MEJORA HIDRO-ECOLÓGICA DEL ESTERO LAS GARZAS", SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.

Imagen IV. 61. Uso de Suelo y Vegetación del SAR del Proyecto.



USOS DE SUELO Y VEGETACIÓN DENTRO DEL PREDIO TRES RÍOS

El sitio donde se pretende la realización de esta propuesta hidroecológica es el predio denominado Tres Ríos que tiene una superficie de 132.4 ha. y se ubica en la parte central del Sistema Ambiental Regional (SAR) Punta Bete-Punta Maroma, en el cual se identifican los siguientes aspectos principales:

- ✓ El manglar de cuenca dominado por *R. mangle* es el tipo de vegetación dominante en el predio. Cuantifica la superficie de 59.65 ha correspondiendo al 45% del total de la vegetación del predio.
- ✓ El manglar chaparro de *R. mangle* es el segundo tipo de vegetación con mayor superficie en el predio. Tiene superficie de 24.95 representando el 19% del predio y donde se ubicará en su mayoría el SCMH, el cual forma parte de la propuesta de mejora hidroecológica del humedal.
- ✓ La Selva mediana Subperennifolia tiene la superficie de 17.25 ha, representando el 13% del predio. Se identifican 8.14 ha de infraestructura existente, representando el 6% de la superficie del predio, las cuales corresponden al HSTR. Se identifican diferentes cuerpos de agua (2.00 ha, 2%), de los cuales 0.71 ha representan el estero La Garza.

En la siguiente tabla e Imagen se muestra los 19 tipos de uso del suelo y vegetación del predio del proyecto, de las cuales 6 asociaciones vegetales son de manglares, 2 matorrales costeros, 3 tipos de selvas media subperennifolia, usos de suelo de infraestructura existente, cuerpos de agua, zona marina y vegetaciones con elementos secundarios

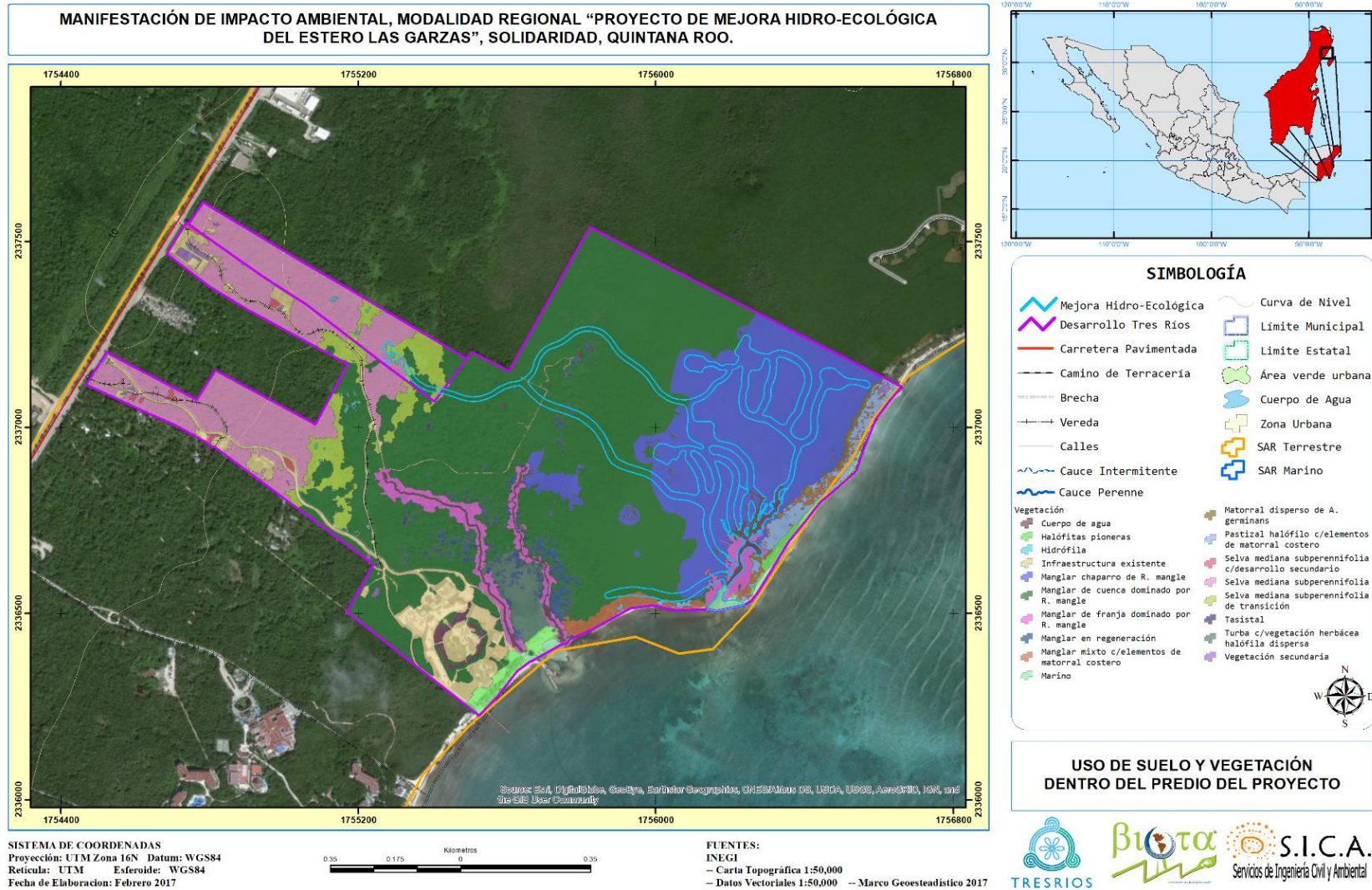
Tabla IV. 15. Uso de suelo y Vegetación del predio del proyecto.

| COBERTURA DEL SUELO | TIPO DE VEGETACIÓN | HA | % |
|---|---|---------------|------------|
| Manglares | Chaparro de <i>R. mangle</i> | 24.95 | 19 |
| | Cuenca dominado por <i>R. mangle</i> | 59.64 | 45 |
| | Franja dominada por <i>R. mangle</i> | 3.85 | 3 |
| | Manglar en regeneración | 2.17 | 2 |
| | Manglar mixto c/elementos de matorral costero | 1.32 | 1 |
| | Matorral disperso de <i>A. germinans</i> | 0.20 | 0 |
| | Manglar muerto | 0.04 | 0 |
| SUBTOTAL MANGLARES | | 92.18 | 70 |
| Selvas | Selva mediana subperennifolia | 17.25 | 13 |
| | Selva mediana subperennifolia de transición | 4.72 | 4 |
| | Selva mediana subperennifolia con desarrollo secundario | 0.32 | 0 |
| SUBTOTAL SELVAS | | 22.29 | 17 |
| Otro tipo de vegetación | Hidrófila | 0.15 | 0 |
| | Tasistal | 0.04 | 0 |
| | Turba c/vegetación herbácea halófila dispersa | 2.05 | 2 |
| | Vegetación secundaria | 0.35 | 0 |
| | Pastizal halófilo c/elementos de matorral costero | 2.38 | 2 |
| | Halófitas pioneras | 1.91 | 1 |
| SUBTOTAL OTRO TIPO DE VEGETACIÓN | | 6.87 | 5 |
| Otro tipo de cobertura de suelo | Infraestructura existente | 8.14 | 6 |
| | Cuerpo de agua | 2.00 | 2 |
| | Marino | 0.98 | 1 |
| SUBTOTAL OTRO TIPO DE COBERTURA DE SUELO | | 11.12 | 8 |
| TOTAL | | 132.47 | 100 |

Fuente: Biota y SICA, 2018.

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL "PROYECTO DE MEJORA HIDRO-ECOLÓGICA DEL ESTERO LAS GARZAS", SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.

Imagen IV. 62. Uso de Suelo y Vegetación del predio del Proyecto.



Fuente: Biota y SICA, 2018

A continuación, se realiza una descripción de los tipos de uso de suelo y vegetación encontrados dentro del predio del proyecto.

Manglar de franja dominado por *R. mangle*

- ✓ Cubre una superficie de 3.85 ha.
- ✓ El manglar de franja se registró formando una banda a lo largo de los bordes de los ríos 1 y 2 de entre 5 y 10 m de ancho, así como en la boca del río 3.
- ✓ La especie dominante fue *R. Mangle*, aunque también se registraron individuos de *L. Racemosa*. La altura promedio es de 8 m, con algunos individuos de hasta 9 m. No se registraron plántulas.

Fotografía IV. 23. Manglar de franja dominado por *R. mangle* en el predio del proyecto.



Fuente: Biota y SICA, 2018.

Manglar de cuenca dominado por *R. mangle*

- ✓ Cubre una superficie de 59.65 ha.
- ✓ Tipo de vegetación dominante en el predio.
- ✓ Este tipo de manglar se encontró a lo largo del transecto 1, en los primeros 300 m aproximadamente del extremo Noroeste del transecto 2 y en los primeros 100 m aproximadamente del extremo Suroeste del transecto 3.
- ✓ En los puntos de muestreo solo se registraron las especies *R. mangle* y *Laguncularia racemosa*, sin embargo, a lo largo de los recorridos se observaron individuos dispersos de *Conocarpus erectus* cuya densidad aumentó conforme disminuyó la distancia a la playa o a la selva.

Fotografía IV. 24. Manglar de cuenca dominado por *R. mangle* en el DTR



Fuente: Biota y SICA, 2018.

Manglar chaparro de *R. mangle*

- ✓ Cubre una superficie de 24.95 ha.
- ✓ El manglar chaparro de *R. mangle* se desarrolla entre el manglar de cuenca cercano a la playa y el manglar de cuenca cercano a la selva. Su altura promedio es de 1.4 m, aunque existen zonas donde alcanza los 2 m de altura y otras donde no sobrepasa 1 m.
- ✓ Está dominado por *R. mangle* con individuos aislados de *L. racemosa*. Su cobertura es del 75%, aunque en los bordes del río 3 disminuye a 50%.
- ✓ La densidad de plántulas es menor a 5 individuos/m², con altura promedio de 30 cm.

Fotografía IV. 25. Manglar tipo matorral chaparro de bajos servicios ambientales.



Fuente: Biota y SICA, 2018.

Manglar en regeneración

- ✓ Cubre una superficie de 2.17 ha.
- ✓ Este tipo de manglar se encuentra en zonas donde antes se desarrollaba manglar de cuenca o de franja que fue severamente afectado por los huracanes que azotaron la región durante 2005.
- ✓ Se ubica entre los ríos 1 y 2 y se caracteriza por la abundancia de troncos muertos de diámetros de 5 hasta más de 30 cm).

Fotografía IV. 26. Zonas de manglares degradadas con un proceso lento de regeneración.



Fuente: Biota y SICA, 2018.

Selva mediana subperennifolia

- ✓ Cubre una superficie de 17.25 ha.
- ✓ Se distribuye al Noreste del predio.
- ✓ Colinda con una selva de transición.
- ✓ De acuerdo con los resultados del muestreo en este ecosistema se desarrollan 41 especies.
- ✓ De los elementos de importancia que han sido incluidos se pueden referir está la presencia de *Bursera simaruba*, *Sideroxylon persimile* y *Piscidia piscipula*, ambos considerados como las especies dominantes dentro de la vegetación de Selva mediana subperennifolia.

Fotografía IV. 27. Selva mediana subperennifolia.



Fuente: Biota y SICA, 2018

Otros tipos de vegetación

- ✓ Cubre una superficie total de 6.87 ha.
- ✓ Tiene asociaciones vegetales como la Hidrófila, Tasistal, Turba c/vegetación herbácea halófila dispersa Vegetación secundaria, Pastizal halófilo c/elementos de matorral costero y Halófitas pioneras.
- ✓ De los elementos dominantes se encuentra *Batis marítima* y *Distichlis spicata*.

Fotografía IV. 28. Otros tipos de vegetación.



Fuente: Biota y SICA, 2018

CARACTERÍSTICAS DE LA VEGETACIÓN.

El proyecto de mejoramiento hidroecológico del humedal consiste en el establecimiento de un Sistema de Canales de Mejora Hidro-ecológica (SCMH), con una superficie total de construcción de 90,902.89 m² (9.090 ha). De esta superficie total, 88,099.40 m² (8.810 ha) se ubican en manglares, 2,240.91 m² (0.224 ha) en Selva mediana subperennifolia, 498.71 m² (0.050 ha) en otro tipo de vegetación y 63.86 m² (0.006 ha) en otro tipo de cobertura de suelo (conexión con estero y zona marina).

Tabla IV. 16. Superficies de aprovechamiento de la infraestructura objeto de la presente modificación en los tipos uso del suelo y vegetación del predio del proyecto.

| COBERTURA DEL SUELO | TIPO DE VEGETACIÓN | CANALES (HA) | | TOTAL (HA) | SUP FORESTAL |
|--|---|-------------------|----------|------------|--------------|
| | | MARÍA TERESA (HA) | DTR (HA) | | |
| Manglares | Manglar chaparro de <i>R. mangle</i> | 0.000 | 6.349 | 6.349 | SI |
| | Manglar de cuenca dominado por <i>R. mangle</i> | 0.057 | 2.136 | 2.192 | SI |
| | Manglar de franja dominado por <i>R. mangle</i> | 0.000 | 0.211 | 0.211 | SI |
| | Manglar en regeneración | 0.000 | 0.028 | 0.028 | SI |
| | Manglar mixto c/elementos de matorral costero | 0.000 | 0.028 | 0.028 | SI |
| | Matorral disperso de <i>A. germinans</i> | 0.000 | 0.000 | 0.000 | SI |
| | Manglar muerto | 0.000 | 0.002 | 0.002 | SI |
| SUBTOTAL MANGLARES POR PREDIO | | 0.057 | 8.753 | 8.810 | |
| SUBTOTAL MANGLARES | | 8.810 | | | |
| Selvas | Selva mediana subperennifolia | 0.064 | 0.000 | 0.064 | SI |
| | Selva mediana subperennifolia de transición | 0.160 | 0.000 | 0.160 | SI |
| | Selva mediana subperennifolia c/desarrollo secundario | 0.000 | 0.000 | 0.000 | SI |
| SUBTOTAL SELVAS POR PREDIO | | 0.224 | 0.000 | 0.224 | |
| SUBTOTAL SELVAS | | 0.224 | | | |
| Otros tipos de vegetación | Hidrófila | 0.010 | 0.000 | 0.010 | SI |
| | Turba c/vegetación herbácea halófila dispersa | 0.000 | 0.000 | 0.000 | SI |
| | Vegetación secundaria | 0.000 | 0.000 | 0.000 | SI |
| | Pastizal halófilo c/elementos de matorral costero | 0.000 | 0.039 | 0.039 | SI |
| | Halófitas pioneras | 0.000 | 0.000 | 0.000 | SI |
| SUBTOTAL OTRO TIPO DE VEGETACIÓN POR PREDIO | | 0.010 | 0.039 | 0.050 | |
| SUBTOTAL OTRO TIPO DE VEGETACIÓN | | 0.050 | | | |
| Otro tipo de cobertura del suelo | Infraestructura existente | 0.000 | 0.006 | 0.006 | NO |
| | Cuerpo de agua | 0.000 | 0.000 | 0.000 | NO |
| | Zona Marina fuera del predio | 0.000 | 0.000 | 0.000 | NO |
| SUBTOTAL OTRO TIPO DE COBERTURA DEL SUELO POR PREDIO | | 0.000 | 0.006 | 0.006 | |
| SUBTOTAL OTRO TIPO DE COBERTURA DEL SUELO | | 0.006 | | | |
| TOTAL, POR PREDIO | | 0.291 | 8.800 | 9.090 | |
| TOTAL | | 9.090 | | | |

Fuente: Biota y SICA, 2018

Cabe puntualizar que, debido a la apertura del proyecto, será necesario solicitar autorización en materia de cambio de uso de suelo por la superficie antes referida 9.084 hectáreas.

Tabla IV. 17. Cambio Uso de Suelo

| USO DE SUELO Y VEGETACIÓN | ÁREA EN HECTÁREAS | PORCENTAJE |
|-------------------------------|-------------------|------------|
| Manglar | 8.810 | 96.98 |
| Selva mediana subperennifolia | 0.224 | 2.47 |
| Otros tipos de vegetación | 0.050 | 0.55 |
| Total | 9.084 | |

Fuente: Biota y SICA, 2018

A pesar de la afectación antes señalada es importante puntualizar que debido a la inclusión del proyecto existirá una gran mejora ambiental dentro del estero las Garzas, toda vez que actualmente afecta el hidroperíodo el cual representa la frecuencia de inundación de un área y es un factor selectivo para la especie de mangle y el tipo fisonómico de manglar, esto debido a la elevación del terreno de las unidades naturales que la circundan y por los bordes que lo separan del estero Las Garzas, la planicie de inundación del predio Tres Ríos está aislada topográficamente y su flujo hidrológico está impedido porque no tiene un contacto permanente con el mar o con cuerpos de agua dulce superficiales. Este aislamiento se llega a romper por eventos climáticos extraordinarios (huracanes) creando inundaciones con agua salada, que al bajar el nivel del mar determinan eventos ocasionales y cortos de drenaje hacia el mar de taninos y materia orgánica, después de los cuales la planicie vuelve a quedar aislada y sujeta a una evaporación y salinización intensa del suelo procesos modulados por las lluvias o por escurrimientos terrestres asociados. De esta manera, conjuntamente la carencia de un flujo hidrológico permanente o regular y la existencia de un hidroperíodo dependiente de la magnitud de las épocas de sequía, identifican la planicie de inundación del predio Tres Ríos como un ambiente hidrológicamente subóptimo, aunque activo y determinan un efecto de alta salinidad del suelo. Estas condiciones particulares tienen su reflejo y respuesta ecológica en el tipo y estructura de manglar de matorral con baja estructura y muy limitados servicios ambientales (ver imagen), con alto riesgo de disminuir aún más dicha estructura y servicios si el aislamiento, las sequías, la evaporación y/o la salinización del suelo aumenta. Debido a esto es posible demostrar que hay una clara secuencia diferenciable del efecto de la salinidad del suelo sobre el manglar, que permite prevenir en un sentido, los riesgos que representa su aumento gradual sobre la estructura, densidad, bienes y servicios ambientales del ecosistema; y visualizar en el sentido contrario los posibles beneficios de reducir la salinidad y recuperar la conectividad con un cuerpo acuático, de la siguiente manera:

- Junto al estero se desarrolla manglar del tipo fisonómico borde con salinidades incluso marinas (35 ups).
- Atrás del bordo natural y desconectado de la influencia regular de la marea se desarrolla manglar del tipo fisonómico matorral el cual se considera chaparro por ser menor de 1.5 m. La densidad y altura de este tipo de manglar están directamente determinadas por la salinidad del suelo.
- En salinidades de entre 70 y 90 ups es un matorral de disperso a muy disperso y de muy baja talla, porque en ese rango disminuye notablemente su capacidad osmótica para excluir o excretar la sal lo que impide su desarrollo estructural y su capacidad de colonización.
- En salinidades mayores de 110 ups ya no hay posibilidad de desarrollo para el manglar.

Imagen IV. 63. Ejemplo de los efectos sobre la estructura, densidad, y servicios ambientales del manglar por aumento de la salinidad del suelo y desconexión hidrológica con la influencia mareal.



Fuente: Biota y SICA, 2018.

COMPOSICIÓN FLORÍSTICA

Con la finalidad de conocer la composición florística del predio del proyecto, como ya se ha señalado se realizaron 20 muestreos. El acumulado de los mismos se muestra a continuación.

Tabla IV. 18. Acumulado del muestreo 1.

| MUESTREO 1 | | | | | | | |
|---------------------------|--------------------------|--------------|------------|------------|-----------------------|---------|------------------|
| Uso de Suelo y Vegetación | Manglar | Coordenadas | | Longitud | 499622 | Latitud | 2289605 |
| Familia | Especie | Nombre común | Frecuencia | Altura (m) | DAP y/o Longitud (cm) | FB | NOM-059-SEMARNAT |
| Rhizophoraceae | <i>Rhizophora mangle</i> | Mangle rojo | 83 | 1 | 10 | Arbusto | A |
| Total | | | 83 | | | | |

Fuente: Biota y SICA, 2018

Tabla IV. 19. Acumulado del muestreo 2.

| MUESTREO 2 | | | | | | | |
|---------------------------|-----------------------------------|--------------------|------------|------------|-----------------------|---------|------------------|
| Uso de Suelo y Vegetación | Manglar | Coordenadas | | Longitud | 499633 | Latitud | 2289703 |
| Familia | Especie | Nombre común | Frecuencia | Altura (m) | DAP y/o Longitud (cm) | FB | NOM-059-SEMARNAT |
| Rhizophoraceae | <i>Rhizophora mangle</i> | Mangle rojo | 107 | 1.2 | 14 | Arbusto | A |
| Bromeliaceae | <i>Tillandsia dasyriillifolia</i> | Bromelia cenizo | 12 | 1 | 10 | Hierba | Sin estatus |
| Orchidaceae | <i>Myrmecophila tibicinis</i> | Orquidea esparrago | 2 | 1 | 8 | Hierba | Sin estatus |
| Total | | | 121 | | | | |

Fuente: Biota y SICA, 2018

Tabla IV. 20. Acumulado del muestreo 3.

| MUESTREO 3 | | | | | | | |
|---------------------------|-----------------------------------|-----------------|------------|------------|-----------------------|---------|------------------|
| Uso de Suelo y Vegetación | Manglar | Coordenadas | | Longitud | 499874 | Latitud | 2289865 |
| Familia | Especie | Nombre común | Frecuencia | Altura (m) | DAP y/o Longitud (cm) | FB | NOM-059-SEMARNAT |
| Rhizophoraceae | <i>Rhizophora mangle</i> | Mangle rojo | 65 | 1.1 | 11 | Arbusto | Sin estatus |
| Bromeliaceae | <i>Tillandsia dasyriillifolia</i> | Bromelia cenizo | 12 | 1 | 10 | Hierba | Sin estatus |
| Total | | | 77 | | | | |

Fuente: Biota y SICA, 2018

Tabla IV. 21. Acumulado del muestreo 4.

| MUESTREO 4 | | | | | | | |
|---------------------------|------------------------------|--------------------|------------|------------|-----------------------|---------|------------------|
| Uso de Suelo y Vegetación | Manglar | Coordenadas | | Longitud | 499922 | Latitud | 2289828 |
| Familia | Especie | Nombre común | Frecuencia | Altura (m) | DAP y/o Longitud (cm) | FB | NOM-059-SEMARNAT |
| Combretaceae | <i>Conocarpus erectus</i> | Botoncillo | 10 | 2.4 | 15 | Arbóreo | A |
| Verbenaceae | <i>Avicennia germinans</i> | Mangle negro | 21 | 2.1 | 11 | Arbóreo | A |
| Combretaceae | <i>Laguncularia racemosa</i> | Mangle blanco | 4 | 2.7 | 8 | Arbóreo | A |
| Combretaceae | <i>Conocarpus erectus</i> | Botoncillo | 6 | 3.5 | 11 | Arbóreo | A |
| Cyperaceae | <i>Cyperus luzulae</i> | Zacate de estrella | 9 | 1.2 | 28 | Arbusto | Sin estatus |

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL “PROYECTO DE MEJORA HIDRO-ECOLÓGICA DEL ESTERO LAS GARZAS”, SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.

| | | | | | | | |
|--------------|-----------------------|-----------|-----------|-----|----|---------|-------------|
| Bataceae | <i>Batis maritima</i> | Saladilla | 6 | 1.1 | 16 | Arbusto | Sin estatus |
| Total | | | 56 | | | | |

Fuente: Biota y SICA, 2018

Tabla IV. 22. Acumulado del muestreo 5.

| MUESTREO 5 | | | | | | | |
|---------------------------|----------------------------------|--------------------|------------|------------|------------------------|----------|------------------|
| Uso de Suelo y Vegetación | Manglar | Coordenadas | Longitud | 499197 | Latitud | 2290177 | |
| Familia | Especie | Nombre común | Frecuencia | Altura (m) | DAP y /o Longitud (cm) | FB | NOM-059-SEMARNAT |
| Rhizophoraceae | <i>Rhizophora mangle</i> | Mangle rojo | 58 | 2.5 | 5 | Arbóreo | A |
| Combretaceae | <i>Laguncularia racemosa</i> | Mangle blanco | 6 | 3.4 | 4 | Arbóreo | A |
| Rhizophoraceae | <i>Rhizophora mangle</i> | Mangle rojo | 8 | 3 | 2 | Arbóreo | A |
| Combretaceae | <i>Conocarpus erectus</i> | Botoncillo | 1 | 5 | 22 | Arbóreo | A |
| Combretaceae | <i>Conocarpus erectus</i> | Botoncillo | 4 | 2 | 3 | Arbóreo | A |
| Araceae | <i>Anthurium schlechtendalii</i> | Hoja de piedra | 2 | 4 | 5 | Herbáceo | Sin estatus |
| Orchidaceae | <i>Myrmecophila tibicinis</i> | Orquidea esparrago | 5 | 1 | 6 | Herbáceo | Sin estatus |
| Total | | | 84 | | | | |

Fuente: Biota y SICA, 2018

Tabla IV. 23. Acumulado del muestreo 6.

| MUESTREO 6 | | | | | | | |
|---------------------------|------------------------------|---------------|------------|------------|------------------------|---------|------------------|
| Uso de Suelo y Vegetación | Manglar | Coordenadas | Longitud | 499237 | Latitud | 2290115 | |
| Familia | Especie | Nombre común | Frecuencia | Altura (m) | DAP y /o Longitud (cm) | FB | NOM-059-SEMARNAT |
| Combretaceae | <i>Laguncularia racemosa</i> | Mangle blanco | 11 | 4 | 6 | Arbóreo | A |
| Rhizophoraceae | <i>Rhizophora mangle</i> | Mangle rojo | 45 | 3.8 | 8 | Arbóreo | A |
| Total | | | 56 | | | | |

Fuente: Biota y SICA, 2018

Tabla IV. 24. Acumulado del muestreo 7.

| MUESTREO 7 | | | | | | | |
|---------------------------|------------------------------|-----------------------|------------|------------|------------------------|-----------|------------------|
| Uso de Suelo y Vegetación | Manglar | Coordenadas | Longitud | 499185 | Latitud | 2289566 | |
| Familia | Especie | Nombre común | Frecuencia | Altura (m) | DAP y /o Longitud (cm) | FB | NOM-059-SEMARNAT |
| Combretaceae | <i>Laguncularia racemosa</i> | Mangle blanco | 5 | 3.2 | 16 | Arbóreo | A |
| Asteraceae | <i>Pluchea odorata</i> | Hierba de Santa María | 3 | 1.1 | 8 | Arbustivo | Sin estatus |
| Asteraceae | <i>Flaveria linearis</i> | Anix-xiww | 1 | 1.3 | 5 | Arbustivo | Sin estatus |
| Asteraceae | <i>Ambrosia hispida</i> | Amargosa | 12 | 1.2 | 4 | Herbáceo | Sin estatus |
| Poaceae | <i>Distichlis spicata</i> | Pasto puna | 2 | 1.8 | 30 | Herbáceo | Sin estatus |
| Total | | | 23 | | | | |

Fuente: Biota y SICA, 2018

Tabla IV. 25. Acumulado del muestreo 8.

| MUESTREO 8 | | | | | | | |
|---------------------------|------------------------------|---------------|------------|------------|------------------------|-----------|------------------|
| Uso de Suelo y Vegetación | Manglar | Coordenadas | | Longitud | 499130 | Latitud | 2289543 |
| Familia | Especie | Nombre común | Frecuencia | Altura (m) | DAP y /o Longitud (cm) | FB | NOM-059-SEMARNAT |
| Combretaceae | <i>Laguncularia racemosa</i> | Mangle blanco | 3 | 3.1 | 18 | Arbóreo | A |
| Combretaceae | <i>Laguncularia racemosa</i> | Mangle blanco | 1 | 4.2 | 16 | Arbóreo | A |
| Rhizophoraceae | <i>Rhizophora mangle</i> | Mangle rojo | 1 | 2.9 | 15 | Arbóreo | A |
| Surianaceae | <i>Suriana maritima</i> | Tabaquillo | 8 | 1.2 | 8 | Arbustivo | Sin estatus |
| Asteraceae | <i>Flaveria linearis</i> | Anix-xiiv | 6 | 1.4 | 4 | Arbustivo | Sin estatus |
| Poaceae | <i>Distichlis spicata</i> | Pasto puna | 18 | 1.1 | 15 | Herbáceo | Sin estatus |
| Total | | | 37 | | | | |

Fuente: Biota y SICA, 2018

Tabla IV. 26. Acumulado del muestreo 9.

| MUESTREO 9 | | | | | | | |
|---------------------------|------------------------------|---------------|------------|------------|------------------------|-----------|------------------|
| Uso de Suelo y Vegetación | Manglar | Coordenadas | | Longitud | 499375 | Latitud | 2289547 |
| Familia | Especie | Nombre común | Frecuencia | Altura (m) | DAP y /o Longitud (cm) | FB | NOM-059-SEMARNAT |
| Combretaceae | <i>Conocarpus erectus</i> | Botoncillo | 17 | 2.7 | 10 | Arbóreo | A |
| Combretaceae | <i>Laguncularia racemosa</i> | Mangle blanco | 19 | 2.5 | 8 | Arbóreo | A |
| Surianaceae | <i>Suriana maritima</i> | Tabaquillo | 5 | 1.4 | 21 | Arbustivo | Sin estatus |
| Arecaceae | <i>Thrinax radiata</i> | Chit | 1 | 1.2 | 37 | Arbustivo | A |
| Total | | | 42 | | | | |

Fuente: Biota y SICA, 2018

Tabla IV. 27. Acumulado del muestreo 10.

| MUESTREO 10 | | | | | | | |
|---------------------------|--------------------------|--------------|------------|------------|------------------------|---------|------------------|
| Uso de Suelo y Vegetación | Manglar | Coordenadas | | Longitud | 499460 | Latitud | 2289547 |
| Familia | Especie | Nombre común | Frecuencia | Altura (m) | DAP y /o Longitud (cm) | FB | NOM-059-SEMARNAT |
| Rhizophoraceae | <i>Rhizophora mangle</i> | Mangle rojo | 39 | 3.2 | 10 | Arbóreo | A |
| Total | | | 39 | | | | |

Fuente: Biota y SICA, 2018

Tabla IV. 28. Acumulado del muestreo 11.

| MUESTREO 11 | | | | | | | |
|---------------------------|----------------------------|--------------|------------|------------|------------------------|-----------|------------------|
| Uso de Suelo y Vegetación | Manglar | Coordenadas | | Longitud | 499566 | Latitud | 2289550 |
| Familia | Especie | Nombre común | Frecuencia | Altura (m) | DAP y /o Longitud (cm) | FB | NOM-059-SEMARNAT |
| Verbenaceae | <i>Avicennia germinans</i> | Mangle negro | 3 | 4.1 | 13 | Arbóreo | A |
| Boraginaceae | <i>Cordia sebestena</i> | Anacahuite | 6 | 3.4 | 10 | Arbóreo | Sin estatus |
| Asteraceae | <i>Flaveria linearis</i> | Anix-xiiw | 39 | 1.6 | 6 | Arbustivo | Sin estatus |
| Total | | | 48 | | | | |

Fuente: Biota y SICA, 2018

Tabla IV. 29. Acumulado del muestreo 12.

| MUESTREO 12 | | | | | | | |
|---------------------------|-------------------------------|--------------------|------------|------------|------------------------|----------|------------------|
| Uso de Suelo y Vegetación | Manglar | Coordenadas | | Longitud | 499147 | Latitud | 2289539 |
| Familia | Especie | Nombre común | Frecuencia | Altura (m) | DAP y /o Longitud (cm) | FB | NOM-059-SEMARNAT |
| Cyperaceae | <i>Cyperus luzulae</i> | Zacate de estrella | 3 | 1.2 | 15 | Herbáceo | Sin estatus |
| Bataceae | <i>Batis maritima</i> | Saladilla | 2 | 1.1 | 11 | Herbáceo | Sin estatus |
| Poaceae | <i>Distichlis spicata</i> | Pasto puna | 3 | 1.3 | 21 | Herbáceo | Sin estatus |
| Poaceae | <i>Sporobolus pyramidatus</i> | Pasto | 3 | 1.1 | 18 | Herbáceo | Sin estatus |
| Solanaceae | <i>Solanum donianum</i> | Pajonal | 5 | 1.2 | 10 | Herbáceo | Sin estatus |
| Total | | | 16 | | | | |

Fuente: Biota y SICA, 2018

Tabla IV. 30. Acumulado del muestreo 13.

| MUESTREO 13 | | | | | | | |
|---------------------------|------------------------------|---------------|------------|------------|------------------------|---------|------------------|
| Uso de Suelo y Vegetación | Manglar | Coordenadas | | Longitud | 499406 | Latitud | 2289958 |
| Familia | Especie | Nombre común | Frecuencia | Altura (m) | DAP y /o Longitud (cm) | FB | NOM-059-SEMARNAT |
| Combretaceae | <i>Laguncularia racemosa</i> | Mangle blanco | 16 | 3.9 | 9 | Arbóreo | A |
| Rhizophoraceae | <i>Rhizophora mangle</i> | Mangle rojo | 51 | 3.5 | 11 | Arbóreo | A |
| Total | | | 67 | | | | |

Fuente: Biota y SICA, 2018

Tabla IV. 31. Acumulado del muestreo 14.

| MUESTREO 14 | | | | | | | |
|---------------------------|--------------------------|--------------|------------|------------|------------------------|-----------|------------------|
| Uso de Suelo y Vegetación | Manglar | Coordenadas | | Longitud | 499855 | Latitud | 2290175 |
| Familia | Especie | Nombre común | Frecuencia | Altura (m) | DAP y /o Longitud (cm) | FB | NOM-059-SEMARNAT |
| Rhizophoraceae | <i>Rhizophora mangle</i> | Mangle rojo | 69 | 1.2 | 10 | Arbustivo | A |
| Total | | | 69 | | | | |

Fuente: Biota y SICA, 2018

Tabla IV. 32. Acumulado del muestreo 15.

| MUESTREO 15 | | | | | | | |
|---------------------------|--------------------------|--------------|------------|------------|-----------------------|---------|------------------|
| Uso de Suelo y Vegetación | Manglar | Coordenadas | | Longitud | 499741 | Latitud | 2289943 |
| Familia | Especie | Nombre común | Frecuencia | Altura (m) | DAP y/o Longitud (cm) | FB | NOM-059-SEMARNAT |
| Rhizophoraceae | <i>Rhizophora mangle</i> | Mangle rojo | 78 | 1.3 | 12 | Arbusto | A |
| Total | | | 78 | | | | |

Fuente: Biota y SICA, 2018

Tabla IV. 33. Acumulado del muestreo 16.

| MUESTREO 16 | | | | | | | |
|---------------------------|--------------------------------|---------------|------------|------------|-----------------------|-----------|------------------|
| Uso de Suelo y Vegetación | Selva mediana subperennifolia | Coordenadas | | Longitud | 498485 | Latitud | 2290097 |
| Familia | Especie | Nombre común | Frecuencia | Altura (m) | DAP y/o Longitud (cm) | FB | NOM-059-SEMARNAT |
| Myrsinaceae | <i>Ardisia escallonioides</i> | Capulincillo | 8 | 7.9 | 12 | Arbóreo | Sin estatus |
| Burseraceae | <i>Bursera simaruba</i> | Chanka | 5 | 11.4 | 39 | Arbóreo | Sin estatus |
| Arecaceae | <i>Chamaedorea seifrizii</i> | Xiat | 11 | 2.6 | 15 | Arbóreo | Sin estatus |
| Sapindaceae | <i>Exothea diphylla</i> | Guayo | 6 | 12.4 | 9 | Arbóreo | Sin estatus |
| Capparaceae | <i>Forchammeria trifoliata</i> | Naranjillo | 2 | 5.4 | 14 | Arbóreo | Sin estatus |
| Rubiaceae | <i>Guettarda combsii</i> | Manzanillo | 3 | 7.5 | 10 | Arbóreo | Sin estatus |
| Fabaceae | <i>Lonchocarpus xuul</i> | Palo gusano | 9 | 9.2 | 11 | Arbóreo | Sin estatus |
| Sapotaceae | <i>Manilkara zapota</i> | Ya | 8 | 6.7 | 27 | Arbóreo | Sin estatus |
| Nyctaginaceae | <i>Neea tenuis</i> | Tadzi | 26 | 9.6 | 18 | Arbóreo | Sin estatus |
| Fabaceae | <i>Piscidia piscipula</i> | Jabin | 19 | 11.3 | 23 | Arbóreo | Sin estatus |
| Fabaceae | <i>Pithecellobium mangense</i> | Tsalam | 3 | 10.9 | 26 | Arbóreo | Sin estatus |
| Rubiaceae | <i>Randia aculeata</i> | Crucecita | 5 | 8.4 | 14 | Arbóreo | Sin estatus |
| Arecaceae | <i>Sabal yapa</i> | Guano | 8 | 2.1 | 10 | Arbustivo | Sin estatus |
| Sapotaceae | <i>Sideroxylon persimile</i> | Bóol chi che | 6 | 10.5 | 19 | Arbóreo | Sin estatus |
| Bignoniaceae | <i>Styzyphyllum riparium</i> | Bejuco blanco | 20 | 2.6 | 8 | Herbáceo | Sin estatus |
| Sapindaceae | <i>Talisia olivaeformis</i> | Huaya | 1 | 8.1 | 6 | Arbóreo | Sin estatus |
| Arecaceae | <i>Thrinax radiata</i> | Chit | 1 | 1.3 | 10 | Arbóreo | A |
| Total | | | 141 | | | | |

Fuente: Biota y SICA, 2018

Tabla IV. 34. Acumulado del muestreo 17.

| MUESTREO 17 | | | | | | | |
|---------------------------|---------------------------------|--------------|------------|------------|-----------------------|-----------|------------------|
| Uso de Suelo y Vegetación | Selva mediana subperennifolia | Coordenadas | | Longitud | 498560 | Latitud | 2290077 |
| Familia | Especie | Nombre común | Frecuencia | Altura (m) | DAP y/o Longitud (cm) | FB | NOM-059-SEMARNAT |
| Cactaceae | <i>Acanthocereus tetragonus</i> | Cruceta | 1 | 1.6 | 21 | Arbustivo | Sin estatus |
| Myrsinaceae | <i>Ardisia escallonioides</i> | Capulincillo | 9 | 6.8 | 12 | Arbóreo | Sin estatus |
| Burseraceae | <i>Bursera simaruba</i> | Chanka | 11 | 12.5 | 53 | Arbóreo | Sin estatus |
| Sapindaceae | <i>Exothea diphylla</i> | Guayo | 4 | 8.6 | 10 | Arbóreo | Sin estatus |
| Moraceae | <i>Ficus cotinifolia</i> | Álamo | 1 | 8.9 | 34 | Arbóreo | Sin estatus |
| Malvaceae | <i>Hampea trilobata</i> | Majagua | 14 | 7.5 | 23 | Arbóreo | Sin estatus |
| Fabaceae | <i>Lonchocarpus xuul</i> | Palo gusano | 1 | 6.3 | 8 | Arbóreo | Sin estatus |
| Sapotaceae | <i>Manilkara zapota</i> | Ya | 5 | 5.2 | 21 | Arbóreo | Sin estatus |
| Anacardiaceae | <i>Metopium brownei</i> | Che chen | 1 | 9.4 | 33 | Arbóreo | Sin estatus |
| Nyctaginaceae | <i>Neea tenuis</i> | Tadzi | 7 | 8.1 | 22 | Arbóreo | Sin estatus |
| Sapindaceae | <i>Paullinia pinnata</i> | Barbasco | 22 | 1.9 | 10 | Herbáceo | Sin estatus |
| Fabaceae | <i>Piscidia piscipula</i> | Jabin | 13 | 11.3 | 39 | Arbóreo | Sin estatus |
| Arecaceae | <i>Sabal yapa</i> | Guano | 29 | 1.9 | 12 | Arbustivo | Sin estatus |
| Sapotaceae | <i>Sideroxylon persimile</i> | Bóol chi che | 13 | 11 | 22 | Arbóreo | Sin estatus |
| Apocynaceae | <i>Thevetia gaumeri</i> | Akits | 3 | 12.4 | 19 | Arbóreo | Sin estatus |
| Arecaceae | <i>Thrinax radiata</i> | Chit | 28 | 1.5 | 11 | Arbóreo | A |
| Total | | | 162 | | | | |

Fuente: Biota y SICA, 2018

Tabla IV. 35. Acumulado del muestreo 18.

| MUESTREO 18 | | | | | | | |
|---------------------------|-------------------------------|---------------|------------|------------|-----------------------|----------|------------------|
| Uso de Suelo y Vegetación | Selva mediana subperennifolia | Coordenadas | | Longitud | 498737 | Latitud | 2290177 |
| Familia | Especie | Nombre común | Frecuencia | Altura (m) | DAP y/o Longitud (cm) | FB | NOM-059-SEMARNAT |
| Sapotaceae | <i>Manilkara zapota</i> | Ya | 9 | 7.3 | 23 | Arbóreo | Sin estatus |
| Anacardiaceae | <i>Metopium brownei</i> | Che chen | 2 | 11 | 18 | Arbóreo | Sin estatus |
| Fabaceae | <i>Piscidia piscipula</i> | Jabin | 6 | 12.9 | 41 | Arbóreo | Sin estatus |
| Arecaceae | <i>Sabal yapa</i> | Guano | 5 | 2.9 | 22 | Arbóreo | Sin estatus |
| Sapotaceae | <i>Sideroxylon persimile</i> | Bóol chi che | 115 | 3.4 | 11 | Arbóreo | Sin estatus |
| Bignoniaceae | <i>Styzyphyllum riparium</i> | Bejuco blanco | 2 | 2.3 | 5 | Herbáceo | Sin estatus |
| Arecaceae | <i>Thrinax radiata</i> | Chit | 42 | 2.9 | 16 | Arbóreo | A |
| Total | | | 181 | | | | |

Fuente: Biota y SICA, 2018

Tabla IV. 36. Acumulado del muestreo 19.

| MUESTREO 19 | | | | | | | |
|---------------------------|---------------------------------|----------------|------------|------------|------------------------|----------|------------------|
| Uso de Suelo y Vegetación | Selva mediana subperennifolia | Coordenadas | | Longitud | 498784 | Latitud | 2290307 |
| Familia | Especie | Nombre común | Frecuencia | Altura (m) | DAP y /o Longitud (cm) | FB | NOM-059-SEMARNAT |
| Fabaceae | <i>Acacia collinsii</i> | Subin | 1 | 5.6 | 13 | Arbóreo | Sin estatus |
| Fabaceae | <i>Caesalpinia gaumeri</i> | kekenche | 1 | 2.9 | 21 | Arbóreo | Sin estatus |
| Caesalpinaceae | <i>Caesalpinia yucatanensis</i> | Chakte | 4 | 6.8 | 13 | Arbóreo | Sin estatus |
| Rubiaceae | <i>Chiococca alba</i> | Huele de noche | 5 | 1.9 | 6 | Herbáceo | Sin estatus |
| Polygonaceae | <i>Coccoloba spicata</i> | Boob | 1 | 4.5 | 15 | Arbóreo | Sin estatus |
| Bignoniaceae | <i>Crescentia cujete</i> | Güiro | 14 | 7.4 | 18 | Arbóreo | Sin estatus |
| Myrtaceae | <i>Eugenia bumelioides</i> | Eugenia | 43 | 6.1 | 19 | Arbóreo | Sin estatus |
| Sapindaceae | <i>Exothea diphylla</i> | Guayo | 13 | 3.2 | 10 | Arbóreo | Sin estatus |
| Malvaceae | <i>Hampea trilobata</i> | Majagua | 4 | 5.4 | 13 | Arbóreo | Sin estatus |
| Fabaceae | <i>Lysiloma latisiliqua</i> | Salam | 1 | 9.1 | 29 | Arbóreo | Sin estatus |
| Malvaceae | <i>Malvaviscus arboreus</i> | Altea | 2 | 1.9 | 10 | Arbóreo | Sin estatus |
| Anacardiaceae | <i>Metopium brownei</i> | Che chen | 1 | 8.4 | 21 | Arbóreo | Sin estatus |
| Mimosaceae | <i>Mimosa bahamensis</i> | Sak | 1 | 3.4 | 11 | Arbóreo | Sin estatus |
| Fabaceae | <i>Piscidia piscipula</i> | Jabin | 1 | 10.5 | 34 | Arbóreo | Sin estatus |
| Fabaceae | <i>Pithecellobium mangense</i> | Tsalam | 6 | 6.4 | 18 | Arbóreo | Sin estatus |
| Arecaceae | <i>Sabal yapa</i> | Guano | 6 | 2.4 | 19 | Arbóreo | Sin estatus |
| Sapotaceae | <i>Sideroxylon persimile</i> | Bóol chi che | 39 | 2.9 | 13 | Arbóreo | Sin estatus |
| Apocynaceae | <i>Thevetia gaumeri</i> | Akits | 5 | 5.6 | 15 | Arbóreo | Sin estatus |
| Arecaceae | <i>Thrinax radiata</i> | Chit | 14 | 3.1 | 17 | Arbóreo | A |
| Total | | | 162 | | | | |

Fuente: Biota y SICA, 2018

Tabla IV. 37. Acumulado del muestreo 20,

| MUESTREO 20 | | | | | | | |
|---------------------------|--------------------------------|------------------|------------|------------|-----------------------|---------|------------------|
| Uso de Suelo y Vegetación | Selva mediana subperennifolia | Coordenadas | | Longitud | 498521 | Latitud | 2290476 |
| Familia | Especie | Nombre común | Frecuencia | Altura (m) | DAP y/o Longitud (cm) | FB | NOM-059-SEMARNAT |
| Fabaceae | <i>Acacia collinsii</i> | Subin | 4 | 6.1 | 12 | Arbóreo | Sin estatus |
| Caesalpiniaceae | <i>Bauhinia divaricata</i> | Chulut | 12 | 4.5 | 23 | Arbóreo | Sin estatus |
| Burseraceae | <i>Bursera simaruba</i> | Chanka | 3 | 10.4 | 41 | Arbóreo | Sin estatus |
| Fabaceae | <i>Caesalpinia gaumeri</i> | kekenche | 22 | 3.2 | 22 | Arbóreo | Sin estatus |
| Verbenaceae | <i>Callicarpa acuminata</i> | Granadilla | 5 | 4.7 | 10 | Arbóreo | Sin estatus |
| Salicaceae | <i>Casearia emarginata</i> | Naranja che' | 10 | 5.1 | 14 | Arbóreo | Sin estatus |
| Polygonaceae | <i>Coccoloba diversifolia</i> | Uvilla | 3 | 9.2 | 19 | Arbóreo | Sin estatus |
| Polygonaceae | <i>Coccoloba spicata</i> | Boob | 28 | 4.1 | 16 | Arbóreo | Sin estatus |
| Myrtaceae | <i>Eugenia bumelioides</i> | Eugenia | 6 | 4.5 | 16 | Arbóreo | Sin estatus |
| Sapindaceae | <i>Exothea diphylla</i> | Guayo | 19 | 7.3 | 11 | Arbóreo | Sin estatus |
| Moraceae | <i>Ficus cotinifolia</i> | Álamo | 23 | 7.4 | 29 | Arbóreo | Sin estatus |
| Malvaceae | <i>Hampea trilobata</i> | Majagua | 2 | 4.2 | 18 | Arbóreo | Sin estatus |
| Nyctaginaceae | <i>Neea tenuis</i> | Tadzi | 8 | 6.3 | 21 | Arbóreo | Sin estatus |
| Fabaceae | <i>Piscidia piscipula</i> | Jabin | 2 | 8.9 | 32 | Arbóreo | Sin estatus |
| Fabaceae | <i>Pithecellobium mangense</i> | Tsalam | 4 | 6.1 | 20 | Arbóreo | Sin estatus |
| Sapotaceae | <i>Sideroxylon persimile</i> | Bóol chi che | 52 | 2.4 | 18 | Arbóreo | Sin estatus |
| Sapindaceae | <i>Talisia olivaeformis</i> | Huaya | 5 | 5.7 | 14 | Arbóreo | Sin estatus |
| Rutaceae | <i>Esenbeckia berlandieri</i> | Hueso del tigre | 16 | 8.8 | 29 | Arbóreo | Sin estatus |
| Arecaceae | <i>Thrinax radiata</i> | Chit | 5 | 2.4 | 13 | Arbóreo | A |
| Lamiaceae | <i>Vitex gaumeri</i> | Yaxnik | 6 | 4.8 | 12 | Arbóreo | Sin estatus |
| Fabaceae | <i>Acacia gaumeri</i> | katsin | 13 | 4.9 | 24 | Arbóreo | Sin estatus |
| Asparagaceae | <i>Beaucarnea plabilis</i> | Pata de elefante | 3 | 3.4 | 19 | Arbóreo | A |
| Total | | | 251 | | | | |

Fuente: Biota y SICA, 2018

ESTRUCTURA DE LA VEGETACIÓN.

Para el análisis de la composición florística y valor estructural se utilizaron las siguientes ecuaciones: El índice de Simpson (Krebs, 1998), el cual indica la probabilidad de que dos individuos tomados al azar en una muestra sean de la misma especie, la fórmula utilizada es la siguiente:

$$D = \frac{\sum_{i=1}^S n_i (n_i - 1)}{N(N - 1)}$$

Dónde:

- S:** es el número de especies.
- N:** es el total de organismos presentes (o unidades cuadradas).
- ni:** es el número de ejemplares por especie.

Este índice está altamente influenciado por la importancia de las especies más dominantes (Magurran, 1988; Peet, 1974), y su complemento (1-D) representa una medida de diversidad. El índice de Shannon, este índice mide el grado promedio de incertidumbre en predecir a que especie pertenecerá un individuo escogido al azar en una muestra, (Magurran, 1988; Peet, 1974; Baev y Penev, 1995). Asume que los individuos son seleccionados al azar y que todas las especies están representadas en la muestra. Adquiere valores entre 0, cuando hay una sola especie, y el valor máximo suele ser cercano a 5 (puede haber ecosistemas que lo superen), que indica que todas las especies están representadas por el mismo número de individuos (Magurran, 1988).

Dónde:

$$H' = \sum_{i=1}^S pi \log_2(pi)$$

- S:** número de especies (la riqueza de especies)
- Pi:** proporción de individuos de la especie i respecto al total de individuos (es decir la abundancia relativa de la especie i): $\frac{n_i}{N}$
- ni:** número de individuos de la especie i
- N:** número de todos los individuos de todas las especies.

La Equitatividad mide el grado de igualdad de distribución de la abundancia (número de individuos, cobertura, biomasa) de las especies; el valor máximo es de 1 y ocurre cuando todas las especies presentan la misma abundancia. La fórmula utilizada para equitatividad es la siguiente:

$$J' = \frac{H'}{H'_{max}}$$

Dónde:

- H':** índice de diversidad
- H' max =** valor máximo de D

Con la finalidad de jerarquizar la dominancia de cada especie en cada tipo de vegetación por los que atraviesa el trazo del proyecto, se utilizó el siguiente índice de valoración estructural: Índice de Valor de Importancia (IVI) (Zarco-Espinosa et al., 2010). Éste se calculó de la siguiente manera:

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

La dominancia (estimador de biomasa: área basal, cobertura) relativa se obtuvo de la siguiente manera:

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

Dónde:

$$\text{Dominancia absoluta} = \frac{\text{Área basal de una especie}}{\text{Área muestreada}}$$

El área basal (AB) de los árboles se obtuvo con la fórmula siguiente:

$$AB = \frac{\pi}{4} DAP^2$$

La densidad relativa se calculó de la siguiente manera:

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

Dónde:

$$\text{Densidad absoluta} = \frac{\text{Número de individuos de una especie}}{\text{Área muestreada}}$$

La frecuencia relativa se calculó de la siguiente manera:

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

Dónde:

$$\text{Frecuencia absoluta} = \frac{\text{Número de sitios en los que se presenta cada especie}}{\text{Número total de sitios muestreados por tipo de vegetación}}$$

ANÁLISIS GENERAL DEL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PREDIO DEL PROYECTO.

Como ya se ha mencionado, el predio del proyecto cuenta con diferentes asociaciones vegetales, en donde, se realizaron 20 sitios de muestreo, se obtuvo una riqueza de 1793 individuos pertenecientes a 58 especies, correspondientes a 34 familias. En cuanto a la estructura vertical se tiene que *Bursera simaruba* es la especie que tiene la mayor altura con 12.5 metros, seguido de *Thevetia gaumeri* y *Exothea diphylla* con 12.4 son las especies con mayor altura dentro de dicha área. En lo que respecta al cálculo del índice de Simpson (el cual indica la probabilidad de encontrar dos individuos de especies diferentes en dos extracciones sucesivas al azar sin reposición) este fue de 0.86, cabe señalar que este índice les da un peso mayor a las especies abundantes subestimando las especies raras, tomando valores entre '0' (baja diversidad) hasta un máximo de 1 indicativo de una alta diversidad. Mientras el Índice de diversidad de Shannon fue de 2.88, el cual asume que los individuos son seleccionados al azar y que todas las especies están representadas en la muestra, adquiere valores entre cero, cuando hay una sola especie, y el logaritmo de S, cuando todas las especies están representadas por el mismo número de individuos, y tomando en cuenta la interpretación de este índice con base a lo sugerido por Magurran (1989), se establece que la Diversidad en el área de influencia del proyecto es Media, con una Equitatividad (grado de igualdad de la distribución de la abundancia de las especies) alta de 0.71, en donde el número 1 indica que todas las especies son igualmente abundantes y el 0 señala la ausencia de uniformidad. Los resultados anteriores sugieren, que la vegetación en el área del presente estudio puede encontrarse en diferentes etapas de sucesión ecológica. Finalmente, el Índice Valor de Importancia nos muestra que la mayor dominancia la tiene *Rhizophora mangle* con 42.44, lo cual obedece a la amplia superficie que ocupa esta especie de Manglar dentro del predio del proyecto y *Sideroxylon persimile*, esta especie que se encuentra distribuida dentro de la Selva mediana Subperennifolia del proyecto.

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL “PROYECTO DE MEJORA HIDRO-ECOLÓGICA DEL ESTERO LAS GARZAS”, SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.

Tabla IV. 38. Estimación del Valor de importancia del área de influencia del predio del proyecto

| FAMILIA | ESPECIE | NOMBRE COMÚN | FRECUENCIA | FRECUENCIA ABSOLUTA | FRECUENCIA RELATIVA | DENSIDAD ABSOLUTA | DENSIDAD RELATIVA | DOMINANCIA ABSOLUTA | DOMINANCIA RELATIVA | IVI | NOM-059-SEMARNAT |
|-----------------|----------------------------------|-----------------------|------------|---------------------|---------------------|-------------------|-------------------|---------------------|---------------------|-------|------------------|
| Fabaceae | <i>Acacia collinsii</i> | Subin | 5 | 0.015384615 | 1.538461538 | 0.002788622 | 0.278862242 | 0.006677487 | 0.667748667 | 2.49 | Sin estatus |
| Fabaceae | <i>Acacia gaumeri</i> | Katsin | 13 | 0.007692308 | 0.769230769 | 0.007250418 | 0.725041829 | 0.026709947 | 2.670994667 | 4.17 | Sin estatus |
| Cactaceae | <i>Acanthocereus tetragonus</i> | Cruceta | 1 | 0.007692308 | 0.769230769 | 0.000557724 | 0.055772448 | 0.020449803 | 2.044980292 | 2.87 | Sin estatus |
| Asteraceae | <i>Ambrosia hispida</i> | Amargosa | 12 | 0.007692308 | 0.769230769 | 0.006692694 | 0.669269381 | 0.000741943 | 0.074194296 | 1.51 | Sin estatus |
| Araceae | <i>Anthurium schlechtendalii</i> | Hoja de piedra | 2 | 0.007692308 | 0.769230769 | 0.001115449 | 0.111544897 | 0.001159286 | 0.115928588 | 1.00 | Sin estatus |
| Myrsinaceae | <i>Ardisia escallonioides</i> | Capulincillo | 17 | 0.015384615 | 1.538461538 | 0.009481316 | 0.948131623 | 0.006677487 | 0.667748667 | 3.15 | Sin estatus |
| Verbenaceae | <i>Avicennia germinans</i> | Mangle negro | 24 | 0.015384615 | 1.538461538 | 0.013385388 | 1.338538762 | 0.007836773 | 0.783677255 | 3.66 | A |
| Bataceae | <i>Batis maritima</i> | Saladilla | 8 | 0.015384615 | 1.538461538 | 0.004461796 | 0.446179587 | 0.011871087 | 1.187108741 | 3.17 | Sin estatus |
| Caesalpiniaceae | <i>Bauhinia divaricata</i> | Chulut | 12 | 0.007692308 | 0.769230769 | 0.006692694 | 0.669269381 | 0.024530489 | 2.453048922 | 3.89 | Sin estatus |
| Asparagaceae | <i>Beaucarnea piliabilis</i> | Pata de elefante | 3 | 0.007692308 | 0.769230769 | 0.001673173 | 0.167317345 | 0.016740088 | 1.674008811 | 2.61 | A |
| Burseraceae | <i>Bursera simaruba</i> | Chanka | 19 | 0.023076923 | 2.307692308 | 0.010596765 | 1.05967652 | 0.130257361 | 13.02573615 | 16.39 | Sin estatus |
| Fabaceae | <i>Caesalpinia gaumeri</i> | Kekenche | 23 | 0.015384615 | 1.538461538 | 0.012827663 | 1.282766313 | 0.022443775 | 2.244377463 | 5.07 | Sin estatus |
| Caesalpiniaceae | <i>Caesalpinia yucatanensis</i> | Chakte | 4 | 0.007692308 | 0.769230769 | 0.002230898 | 0.223089794 | 0.007836773 | 0.783677255 | 1.78 | Sin estatus |
| Verbenaceae | <i>Callicarpa acuminata</i> | Granadilla | 5 | 0.007692308 | 0.769230769 | 0.002788622 | 0.278862242 | 0.004637144 | 0.463714352 | 1.51 | Sin estatus |
| Salicaceae | <i>Casearia emarginata</i> | Naranja che' | 10 | 0.007692308 | 0.769230769 | 0.005577245 | 0.557724484 | 0.009088801 | 0.90888013 | 2.24 | Sin estatus |
| Arecaceae | <i>Chamaedorea seifrizii</i> | Xiat | 11 | 0.007692308 | 0.769230769 | 0.006134969 | 0.613496933 | 0.010433573 | 1.043357292 | 2.43 | Sin estatus |
| Rubiaceae | <i>Chiococca alba</i> | Huele de noche | 5 | 0.007692308 | 0.769230769 | 0.002788622 | 0.278862242 | 0.001669372 | 0.166937167 | 1.22 | Sin estatus |
| Polygonaceae | <i>Coccoloba diversifolia</i> | Uvilla | 3 | 0.007692308 | 0.769230769 | 0.001673173 | 0.167317345 | 0.016740088 | 1.674008811 | 2.61 | Sin estatus |
| Polygonaceae | <i>Coccoloba spicata</i> | Boob | 29 | 0.015384615 | 1.538461538 | 0.01617401 | 1.617401004 | 0.010433573 | 1.043357292 | 4.20 | Sin estatus |
| Combretaceae | <i>Conocarpus erectus</i> | Botoncillo | 38 | 0.038461538 | 3.846153846 | 0.02119353 | 2.11935304 | 0.005610944 | 0.561094366 | 6.53 | A |
| Boraginaceae | <i>Cordia sebestena</i> | Anacahuite | 6 | 0.007692308 | 0.769230769 | 0.00346347 | 0.3463469 | 0.004637144 | 0.463714352 | 1.57 | Sin estatus |
| Bigoniaceae | <i>Crescentia cujete</i> | Güiro | 14 | 0.007692308 | 0.769230769 | 0.007808143 | 0.780814278 | 0.015024345 | 1.5024345 | 3.05 | Sin estatus |
| Cyperaceae | <i>Cyperus luzulae</i> | Zacate de estrella | 12 | 0.015384615 | 1.538461538 | 0.006692694 | 0.669269381 | 0.036355205 | 3.635520519 | 5.84 | Sin estatus |
| Poaceae | <i>Distichlis spicata</i> | Pasto puna | 23 | 0.023076923 | 2.307692308 | 0.012827663 | 1.282766313 | 0.041734292 | 4.173429168 | 7.76 | Sin estatus |
| Rutaceae | <i>Esenbeckia berlandieri</i> | Hueso del tigre | 16 | 0.007692308 | 0.769230769 | 0.008923592 | 0.892359175 | 0.038998377 | 3.8998377 | 5.56 | Sin estatus |
| Myrtaceae | <i>Eugenia bunioides</i> | Eugenia | 49 | 0.015384615 | 1.538461538 | 0.0273285 | 2.732849972 | 0.016740088 | 1.674008811 | 5.95 | Sin estatus |
| Sapindaceae | <i>Excochorda diphylla</i> | Guayo | 42 | 0.030769231 | 3.076923077 | 0.023424428 | 2.342442833 | 0.003756086 | 0.375608625 | 5.79 | Sin estatus |
| Moraceae | <i>Ficus cotinifolia</i> | Álamo | 24 | 0.015384615 | 1.538461538 | 0.013385388 | 1.338538762 | 0.053605379 | 5.360537909 | 8.24 | Sin estatus |
| Asteraceae | <i>Flaveria linearis</i> | Anix-xiiw | 46 | 0.023076923 | 2.307692308 | 0.025655326 | 2.565532627 | 0.001669372 | 0.166937167 | 5.04 | Sin estatus |
| Capparaceae | <i>Forchammeria trifoliata</i> | Naranjillo | 2 | 0.007692308 | 0.769230769 | 0.001115449 | 0.111544897 | 0.009088801 | 0.90888013 | 1.79 | Sin estatus |
| Rubiaceae | <i>Guettarda combsii</i> | Manzanillo | 3 | 0.007692308 | 0.769230769 | 0.001673173 | 0.167317345 | 0.004637144 | 0.463714352 | 1.40 | Sin estatus |
| Malvaceae | <i>Hampea trilobata</i> | Majagua | 20 | 0.023076923 | 2.307692308 | 0.01115449 | 1.115448968 | 0.024530489 | 2.453048922 | 5.88 | Sin estatus |
| Combretaceae | <i>Laguncularia racemosa</i> | Mangle blanco | 65 | 0.061538462 | 6.153846154 | 0.036252091 | 3.625209147 | 0.011871087 | 1.187108741 | 10.97 | A |
| Fabaceae | <i>Lonchocarpus xukul</i> | Palo gusano | 10 | 0.015384615 | 1.538461538 | 0.005577245 | 0.557724484 | 0.005610944 | 0.561094366 | 2.66 | Sin estatus |
| Fabaceae | <i>Lysiloma latifolia</i> | Salam | 1 | 0.007692308 | 0.769230769 | 0.000557724 | 0.055772448 | 0.038998377 | 3.8998377 | 4.72 | Sin estatus |
| Malvaceae | <i>Malvaviscus arboreus</i> | Altea | 2 | 0.007692308 | 0.769230769 | 0.001115449 | 0.111544897 | 0.004637144 | 0.463714352 | 1.34 | Sin estatus |
| Sapotaceae | <i>Manilkara zapota</i> | Ya | 22 | 0.023076923 | 2.307692308 | 0.012269939 | 1.226993865 | 0.024530489 | 2.453048922 | 5.99 | Sin estatus |
| Anacardiaceae | <i>Metopium brownei</i> | Che chen | 4 | 0.023076923 | 2.307692308 | 0.002230898 | 0.223089794 | 0.050498493 | 5.049849293 | 7.58 | Sin estatus |
| Mimosaceae | <i>Mimosa bahamensis</i> | Sak | 1 | 0.007692308 | 0.769230769 | 0.000557724 | 0.055772448 | 0.005610944 | 0.561094366 | 1.39 | Sin estatus |
| Orchidaceae | <i>Myrmecophila tibcinis</i> | Orquídea esparrago | 7 | 0.015384615 | 1.538461538 | 0.003904071 | 0.390407139 | 0.002967772 | 0.296777185 | 2.23 | Sin estatus |
| Nyctaginaceae | <i>Neea tenuis</i> | Tadzi | 41 | 0.023076923 | 2.307692308 | 0.022866704 | 2.286670385 | 0.015024345 | 1.5024345 | 6.10 | Sin estatus |
| Sapindaceae | <i>Paullinia pinnata</i> | Barbasco | 22 | 0.007692308 | 0.769230769 | 0.012269939 | 1.226993865 | 0.004637144 | 0.463714352 | 2.46 | Sin estatus |
| Fabaceae | <i>Piscidia piscipula</i> | Jabin | 41 | 0.038461538 | 3.846153846 | 0.022866704 | 2.286670385 | 0.070530953 | 7.053095293 | 13.19 | Sin estatus |
| Fabaceae | <i>Pithecellobium mangense</i> | Tsalam | 13 | 0.023076923 | 2.307692308 | 0.007250418 | 0.725041829 | 0.03134709 | 3.134709019 | 6.17 | Sin estatus |
| Asteraceae | <i>Pluchea odorata</i> | Hierba de Santa María | 3 | 0.007692308 | 0.769230769 | 0.001673173 | 0.167317345 | 0.002967772 | 0.296777185 | 1.23 | Sin estatus |
| Rubiaceae | <i>Randia aculeata</i> | Crucecita | 5 | 0.007692308 | 0.769230769 | 0.002788622 | 0.278862242 | 0.009088801 | 0.90888013 | 1.96 | Sin estatus |
| Rhizophoraceae | <i>Rhizophora mangle</i> | Mangle rojo | 604 | 0.084615385 | 8.461538462 | 0.336865588 | 33.68655884 | 0.002967772 | 0.296777185 | 42.44 | A |
| Arecaceae | <i>Sabal yapa</i> | Guano | 48 | 0.030769231 | 3.076923077 | 0.026770775 | 2.677077524 | 0.022443775 | 2.244377463 | 8.00 | Sin estatus |
| Sapotaceae | <i>Sideroxylon persimile</i> | Bóol chi che | 225 | 0.038461538 | 3.846153846 | 0.125488009 | 12.54880089 | 0.016740088 | 1.674008811 | 18.07 | Sin estatus |

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL “PROYECTO DE MEJORA HIDRO-ECOLÓGICA DEL ESTERO LAS GARZAS”, SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.

| FAMILIA | ESPECIE | NOMBRE COMÚN | FRECUENCIA | FRECUENCIA ABSOLUTA | FRECUENCIA RELATIVA | DENSIDAD ABSOLUTA | DENSIDAD RELATIVA | DOMINANCIA ABSOLUTA | DOMINANCIA RELATIVA | IVI | NOM-059-SEMARNAT |
|--------------|-----------------------------------|-----------------|------------|---------------------|---------------------|-------------------|-------------------|---------------------|---------------------|-------|------------------|
| Solanaceae | <i>Solanum donianum</i> | Pajonal | 5 | 0.007692308 | 0.769230769 | 0.002788622 | 0.278862242 | 0.004637144 | 0.463714352 | 1.51 | Sin estatus |
| Poaceae | <i>Sporobolus pyramidatus</i> | Pasto | 3 | 0.007692308 | 0.769230769 | 0.001673173 | 0.167317345 | 0.015024345 | 1.5024345 | 2.44 | Sin estatus |
| Bignoniaceae | <i>Styzyphyllum riparium</i> | Bejuco blanco | 22 | 0.015384615 | 1.538461538 | 0.012269939 | 1.226993865 | 0.002967772 | 0.296777185 | 3.06 | Sin estatus |
| Surianaceae | <i>Suriana maritima</i> | Tabaquillo | 13 | 0.015384615 | 1.538461538 | 0.007250418 | 0.725041829 | 0.020449803 | 2.044980292 | 4.31 | Sin estatus |
| Sapindaceae | <i>Talisia olivaeformis</i> | Huaya | 6 | 0.015384615 | 1.538461538 | 0.003346347 | 0.33463469 | 0.001669372 | 0.166937167 | 2.04 | Sin estatus |
| Apocynaceae | <i>Thevetia gaumeri</i> | Akits | 8 | 0.015384615 | 1.538461538 | 0.004461796 | 0.446179587 | 0.016740088 | 1.674008811 | 3.66 | Sin estatus |
| Arecaceae | <i>Thrinax radiata</i> | Chit | 91 | 0.046153846 | 4.615384615 | 0.050752928 | 5.075292805 | 0.013401345 | 1.340134477 | 11.03 | A |
| Bromeliaceae | <i>Tillandsia dasyrrillifolia</i> | Bromelia cenizo | 24 | 0.015384615 | 1.538461538 | 0.013385388 | 1.338538762 | 0.004637144 | 0.463714352 | 3.34 | Sin estatus |
| Lamiaceae | <i>Vitex gaumeri</i> | Yaxnik | 6 | 0.007692308 | 0.769230769 | 0.003346347 | 0.33463469 | 0.006677487 | 0.667748667 | 1.77 | Sin estatus |

Fuente: Biota y SICA, 2018

Tabla IV. 39. Relación de índices del área de influencia del predio del proyecto

| CONCEPTO | RESULTADO |
|-------------------|-----------|
| Especies | 58 |
| Individuos | 1793 |
| Dominancia | 0.1399 |
| Índice de Simpson | 0.8601 |
| Índice de Shannon | 2.888 |
| Equitatividad | 0.7113 |

Fuente: Biota y SICA, 2018

Tabla IV. 40. Estructura vertical del área de influencia del predio del proyecto

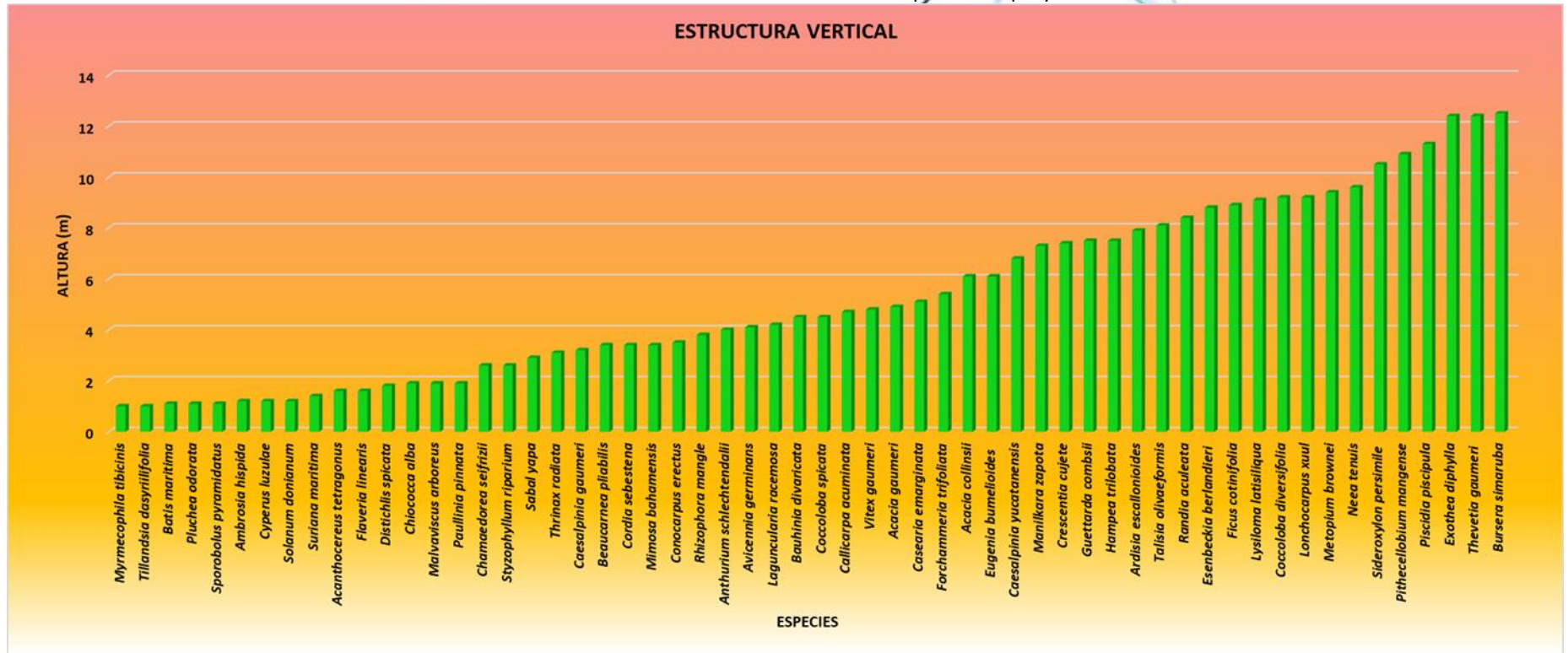
| FAMILIA | ESPECIE | NOMBRE COMÚN | FRECUENCIA | ALTURA (M) | DAP | FB | NOM-059-SEMARNAT-2010 |
|--------------|-----------------------------------|-----------------------|------------|------------|-----|-----------|-----------------------|
| Orchidaceae | <i>Myrmecophila tibicinis</i> | Orquídea esparrago | 7 | 1 | 8 | Herbáceo | Sin estatus |
| Bromeliaceae | <i>Tillandsia dasyrrillifolia</i> | Bromelia cenizo | 24 | 1 | 10 | Herbáceo | Sin estatus |
| Bataceae | <i>Batis maritima</i> | Saladilla | 8 | 1.1 | 16 | Arbusto | Sin estatus |
| Asteraceae | <i>Pluchea odorata</i> | Hierba de Santa María | 3 | 1.1 | 8 | Arbustivo | Sin estatus |
| Poaceae | <i>Sporobolus pyramidatus</i> | Pasto | 3 | 1.1 | 18 | Herbáceo | Sin estatus |
| Asteraceae | <i>Ambrosia hispida</i> | Amargosa | 12 | 1.2 | 4 | Herbáceo | Sin estatus |
| Cyperaceae | <i>Cyperus luzulae</i> | Zacate de estrella | 12 | 1.2 | 28 | Arbusto | Sin estatus |
| Solanaceae | <i>Solanum donianum</i> | Pajonal | 5 | 1.2 | 10 | Herbáceo | Sin estatus |
| Surianaceae | <i>Suriana maritima</i> | Tabaquillo | 13 | 1.4 | 21 | Arbustivo | Sin estatus |
| Cactaceae | <i>Acanthocereus tetragonus</i> | Cruceta | 1 | 1.6 | 21 | Arbustivo | Sin estatus |
| Asteraceae | <i>Flaveria linearis</i> | Anix-xiiw | 46 | 1.6 | 6 | Arbustivo | Sin estatus |
| Poaceae | <i>Distichlis spicata</i> | Pasto puna | 23 | 1.8 | 30 | Herbáceo | Sin estatus |
| Rubiaceae | <i>Chiococca alba</i> | Huele de noche | 5 | 1.9 | 6 | Herbáceo | Sin estatus |
| Malvaceae | <i>Malva viscus arboreus</i> | Altea | 2 | 1.9 | 10 | Arbóreo | Sin estatus |
| Sapindaceae | <i>Paullinia pinnata</i> | Barbasco | 22 | 1.9 | 10 | Herbáceo | Sin estatus |
| Arecaceae | <i>Chamaedorea seifrizii</i> | Xiat | 11 | 2.6 | 15 | Arbóreo | Sin estatus |
| Bignoniaceae | <i>Styzyphyllum riparium</i> | Bejuco blanco | 22 | 2.6 | 8 | Herbáceo | Sin estatus |
| Arecaceae | <i>Sabal yapa</i> | Guano | 48 | 2.9 | 22 | Arbóreo | Sin estatus |
| Arecaceae | <i>Thrinax radiata</i> | Chit | 91 | 3.1 | 17 | Arbóreo | A |
| Fabaceae | <i>Caesalpinia gaumeri</i> | kekenche | 23 | 3.2 | 22 | Arbóreo | Sin estatus |
| Asparagaceae | <i>Beaucarnea pliabilis</i> | Pata de elefante | 3 | 3.4 | 19 | Arbóreo | A |

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL “PROYECTO DE MEJORA HIDRO-ECOLÓGICA DEL ESTERO LAS GARZAS”, SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.

| FAMILIA | ESPECIE | NOMBRE COMÚN | FRECUENCIA | ALTURA (M) | DAP | FB | NOM-059-SEMARNAT-2010 |
|-----------------|----------------------------------|-----------------|------------|------------|-----|----------|-----------------------|
| Boraginaceae | <i>Cordia sebestena</i> | Anacahuite | 6 | 3.4 | 10 | Arbóreo | Sin estatus |
| Mimosaceae | <i>Mimosa bahamensis</i> | Sak | 1 | 3.4 | 11 | Arbóreo | Sin estatus |
| Combretaceae | <i>Conocarpus erectus</i> | Botoncillo | 38 | 3.5 | 11 | Arbóreo | A |
| Rhizophoraceae | <i>Rhizophora mangle</i> | Mangle rojo | 604 | 3.8 | 8 | Arbóreo | A |
| Araceae | <i>Anthurium schlechtendalii</i> | Hoja de piedra | 2 | 4 | 5 | Herbáceo | Sin estatus |
| Verbenaceae | <i>Avicennia germinans</i> | Mangle negro | 24 | 4.1 | 13 | Arbóreo | A |
| Combretaceae | <i>Laguncularia racemosa</i> | Mangle blanco | 65 | 4.2 | 16 | Arbóreo | A |
| Caesalpiniaceae | <i>Bauhinia divaricata</i> | Chulut | 12 | 4.5 | 23 | Arbóreo | Sin estatus |
| Polygonaceae | <i>Coccoloba spicata</i> | Boob | 29 | 4.5 | 15 | Arbóreo | Sin estatus |
| Verbenaceae | <i>Callicarpa acuminata</i> | Granadilla | 5 | 4.7 | 10 | Arbóreo | Sin estatus |
| Lamiaceae | <i>Vitex gaumeri</i> | Yaxnik | 6 | 4.8 | 12 | Arbóreo | Sin estatus |
| Fabaceae | <i>Acacia gaumeri</i> | katsin | 13 | 4.9 | 24 | Arbóreo | Sin estatus |
| Salicaceae | <i>Casearia emarginata</i> | Naranja che' | 10 | 5.1 | 14 | Arbóreo | Sin estatus |
| Capparaceae | <i>Forchammeria trifoliata</i> | Naranjillo | 2 | 5.4 | 14 | Arbóreo | Sin estatus |
| Fabaceae | <i>Acacia collinsii</i> | Subin | 5 | 6.1 | 12 | Arbóreo | Sin estatus |
| Myrtaceae | <i>Eugenia bumelioides</i> | Eugenia | 49 | 6.1 | 19 | Arbóreo | Sin estatus |
| Caesalpiniaceae | <i>Caesalpinia yucatanensis</i> | Chakte | 4 | 6.8 | 13 | Arbóreo | Sin estatus |
| Sapotaceae | <i>Manilkara zapota</i> | Ya | 22 | 7.3 | 23 | Arbóreo | Sin estatus |
| Bignoniaceae | <i>Crescentia cujete</i> | Güiro | 14 | 7.4 | 18 | Arbóreo | Sin estatus |
| Rubiaceae | <i>Guettarda combsii</i> | Manzanillo | 3 | 7.5 | 10 | Arbóreo | Sin estatus |
| Malvaceae | <i>Hampea trilobata</i> | Majagua | 20 | 7.5 | 23 | Arbóreo | Sin estatus |
| Myrsinaceae | <i>Ardisia escallonioides</i> | Capulincillo | 17 | 7.9 | 12 | Arbóreo | Sin estatus |
| Sapindaceae | <i>Talisia olivaeformis</i> | Huaya | 6 | 8.1 | 6 | Arbóreo | Sin estatus |
| Rubiaceae | <i>Randia aculeata</i> | Crucecita | 5 | 8.4 | 14 | Arbóreo | Sin estatus |
| Rutaceae | <i>Esenbeckia berlandieri</i> | Hueso del tigre | 16 | 8.8 | 29 | Arbóreo | Sin estatus |
| Moraceae | <i>Ficus cotinifolia</i> | Álamo | 24 | 8.9 | 34 | Arbóreo | Sin estatus |
| Fabaceae | <i>Lysiloma latisiliqua</i> | Salam | 1 | 9.1 | 29 | Arbóreo | Sin estatus |
| Polygonaceae | <i>Coccoloba diversifolia</i> | Uvilla | 3 | 9.2 | 19 | Arbóreo | Sin estatus |
| Fabaceae | <i>Lonchocarpus xuul</i> | Palo gusano | 10 | 9.2 | 11 | Arbóreo | Sin estatus |
| Anacardiaceae | <i>Metopium brownei</i> | Che chen | 4 | 9.4 | 33 | Arbóreo | Sin estatus |
| Nyctaginaceae | <i>Neea tenuis</i> | Tadzi | 41 | 9.6 | 18 | Arbóreo | Sin estatus |
| Sapotaceae | <i>Sideroxylon persimile</i> | Bóol chi che | 225 | 10.5 | 19 | Arbóreo | Sin estatus |
| Fabaceae | <i>Pithecellobium mangense</i> | Tsalam | 13 | 10.9 | 26 | Arbóreo | Sin estatus |
| Fabaceae | <i>Piscidia piscipula</i> | Jabin | 41 | 11.3 | 39 | Arbóreo | Sin estatus |
| Sapindaceae | <i>Exothea diphylla</i> | Guayo | 42 | 12.4 | 9 | Arbóreo | Sin estatus |
| Apocynaceae | <i>Thevetia gaumeri</i> | Akits | 8 | 12.4 | 19 | Arbóreo | Sin estatus |
| Burseraceae | <i>Bursera simaruba</i> | Chanka | 19 | 12.5 | 53 | Arbóreo | Sin estatus |

Fuente: Biota y SICA, 2018

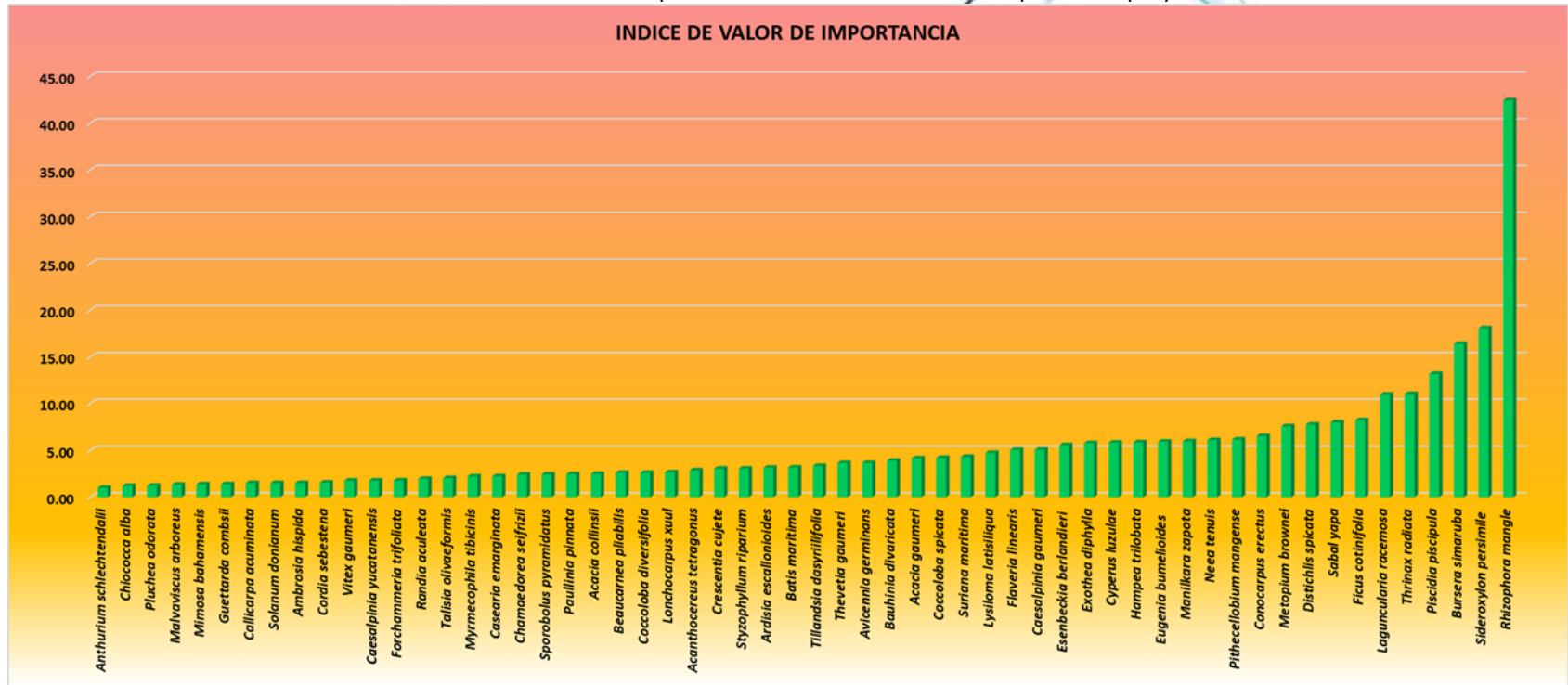
Gráfica IV. 2. Estructura Vertical del área de influencia del predio del proyecto.



Fuente: Biota y SICA, 2018

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL “PROYECTO DE MEJORA HIDRO-ECOLÓGICA DEL ESTERO LAS GARZAS”, SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.

Gráfica IV. 3. Índice de Valor de Importancia del área de influencia del predio del proyecto



Fuente: Biota y SICA, 2018

ANÁLISIS POR TIPO DE VEGETACIÓN

A continuación, se realiza el análisis correspondiente por tipo de Uso de suelo y Vegetación con dominancia dentro del predio del proyecto.

MANGLARES

En este tipo de vegetación se encontró una riqueza de 896 individuos pertenecientes a 18 especies, pertenecientes a 13 familias. En cuanto a la estructura vertical se tiene que *Laguncularia racemosa* es la que tiene la mayor altura con 4.2 metros y *Avicennia germinans* con 4.1 metros, son las especies con mayor altura dentro de este ecosistema. En lo que respecta al cálculo del índice de Simpson (el cual indica la probabilidad de encontrar dos individuos de especies diferentes en dos extracciones sucesivas al azar sin reposición) este fue de 0.53, cabe señalar que este índice les da un peso mayor a las especies abundantes subestimando las especies raras, tomando valores entre '0' (baja diversidad) hasta un máximo de 1 indicativo de una alta diversidad. Mientras el Índice de diversidad de Shannon fue de 1.4, el cual asume que los individuos son seleccionados al azar y que todas las especies están representadas en la muestra, adquiere valores entre cero, cuando hay una sola especie, y el logaritmo de S, cuando todas las especies están representadas por el mismo número de individuos, y tomando en cuenta la interpretación de este Índice con base a lo sugerido por Magurran (1989), se establece que la Diversidad en este uso de suelo del proyecto es Baja, con una Equitatividad Baja (grado de igualdad de la distribución de la abundancia de las especies) de 0.48, en donde el número 1 indica que todas las especies son igualmente abundantes y el 0 señala la ausencia de uniformidad. Los valores anteriores se pueden considerar bajos al compararse con los de otros ecosistemas, esto sugiere, que este ecosistema del presente estudio se encuentra en diferentes etapas de sucesión ecológica, esto principalmente debido a las afectaciones dentro del mismo por la alta salinidad del agua e intersticial los cuales son factores ambientales críticos para el buen desarrollo del Manglar. Finalmente, el Índice Valor de Importancia nos muestra que la mayor dominancia la tiene *Rhizophora mangle* con 91.09, la cual es una especie característica de Manglar junto con *Laguncularia racemosa* 28.54, estas especies son las que presentan más alto este valor.

Tabla IV. 41. Estimación del Valor de Importancia del Manglar

| FAMILIA | ESPECIE | NOMBRE COMÚN | FRECUENCIA | FRECUENCIA ABSOLUTA | FRECUENCIA RELATIVA | DENSIDAD ABSOLUTA | DENSIDAD RELATIVA | DOMINANCIA ABSOLUTA | DOMINANCIA RELATIVA | IVI | NOM-059-SEMARNAT |
|----------------|----------------------------------|-----------------------|------------|---------------------|---------------------|-------------------|-------------------|---------------------|---------------------|-------|------------------|
| Asteraceae | <i>Ambrosia hispida</i> | Amargosa | 12 | 0.020408163 | 2.040816327 | 0.013392857 | 1.339285714 | 0.003083446 | 0.308344575 | 3.69 | Sin estatus |
| Araceae | <i>Anthurium schlechtendalii</i> | Hoja de piedra | 2 | 0.020408163 | 2.040816327 | 0.002232143 | 0.223214286 | 0.004817884 | 0.481788399 | 2.75 | Sin estatus |
| Verbenaceae | <i>Avicennia germinans</i> | Mangle negro | 24 | 0.040816327 | 4.081632653 | 0.026785714 | 2.678571429 | 0.032568896 | 3.256889574 | 10.02 | A |
| Bataceae | <i>Batis maritima</i> | Saladilla | 8 | 0.040816327 | 4.081632653 | 0.008928571 | 0.892857143 | 0.049335132 | 4.933513201 | 9.91 | Sin estatus |
| Combretaceae | <i>Conocarpus erectus</i> | Botoncillo | 38 | 0.102040816 | 10.20408163 | 0.042410714 | 4.241071429 | 0.023318558 | 2.331855849 | 16.78 | A |
| Boraginaceae | <i>Cordia sebestena</i> | Anacahuite | 6 | 0.020408163 | 2.040816327 | 0.006696429 | 0.669642857 | 0.019271536 | 1.927153594 | 4.64 | Sin estatus |
| Cyperaceae | <i>Cyperus luzulae</i> | Zacate de estrella | 12 | 0.040816327 | 4.081632653 | 0.013392857 | 1.339285714 | 0.151088842 | 15.10888418 | 20.53 | Sin estatus |
| Poaceae | <i>Distichlis spicata</i> | Pasto puna | 23 | 0.06122449 | 6.12244898 | 0.025669643 | 2.566964286 | 0.173443823 | 17.34438235 | 26.03 | Sin estatus |
| Asteraceae | <i>Flaveria linearis</i> | Anix-xiiw | 46 | 0.06122449 | 6.12244898 | 0.051339286 | 5.133928571 | 0.006937753 | 0.693775294 | 11.95 | Sin estatus |
| Combretaceae | <i>Laguncularia racemosa</i> | Mangle blanco | 65 | 0.163265306 | 16.32653061 | 0.072544643 | 7.254464286 | 0.049335132 | 4.933513201 | 28.51 | A |
| Orchidaceae | <i>Myrmecophila tibicinis</i> | Orquidea esparrago | 7 | 0.040816327 | 4.081632653 | 0.0078125 | 0.78125 | 0.012333783 | 1.2333783 | 6.10 | Sin estatus |
| Asteraceae | <i>Pluchea odorata</i> | Hierba de Santa María | 3 | 0.020408163 | 2.040816327 | 0.003348214 | 0.334821429 | 0.012333783 | 1.2333783 | 3.61 | Sin estatus |
| Rhizophoraceae | <i>Rhizophora mangle</i> | Mangle rojo | 604 | 0.224489796 | 22.44897959 | 0.674107143 | 67.41071429 | 0.012333783 | 1.2333783 | 91.09 | A |
| Solanaceae | <i>Solanum donianum</i> | Pajonal | 5 | 0.020408163 | 2.040816327 | 0.005580357 | 0.558035714 | 0.019271536 | 1.927153594 | 4.53 | Sin estatus |
| Poaceae | <i>Sporobolus pyramidatus</i> | Pasto | 3 | 0.020408163 | 2.040816327 | 0.003348214 | 0.334821429 | 0.062439776 | 6.243977645 | 8.62 | Sin estatus |
| Surianaceae | <i>Suriana maritima</i> | Tabaquillo | 13 | 0.040816327 | 4.081632653 | 0.014508929 | 1.450892857 | 0.084987474 | 8.49874735 | 14.03 | Sin estatus |
| Arecaceae | <i>Thrinax radiata</i> | Chit | 1 | 0.020408163 | 2.040816327 | 0.001116071 | 0.111607143 | 0.263827327 | 26.3827327 | 28.54 | Sin estatus |
| Bromeliaceae | <i>Tillandsia dasyriifolia</i> | Bromelia cenizo | 24 | 0.040816327 | 4.081632653 | 0.026785714 | 2.678571429 | 0.019271536 | 1.927153594 | 8.69 | Sin estatus |

Fuente: Biota y SICA, 2018.

Tabla IV. 42. Relación de índices del Manglar.

| CONCEPTO | RESULTADO |
|-------------------|-----------|
| Especies | 18 |
| Individuos | 896 |
| Dominancia | 0.467 |
| Índice de Simpson | 0.533 |
| Índice de Shannon | 1.409 |
| Equitatividad | 0.4876 |

Fuente: Biota y SICA, 2018.

Tabla IV. 43. Estructura vertical del Manglar.

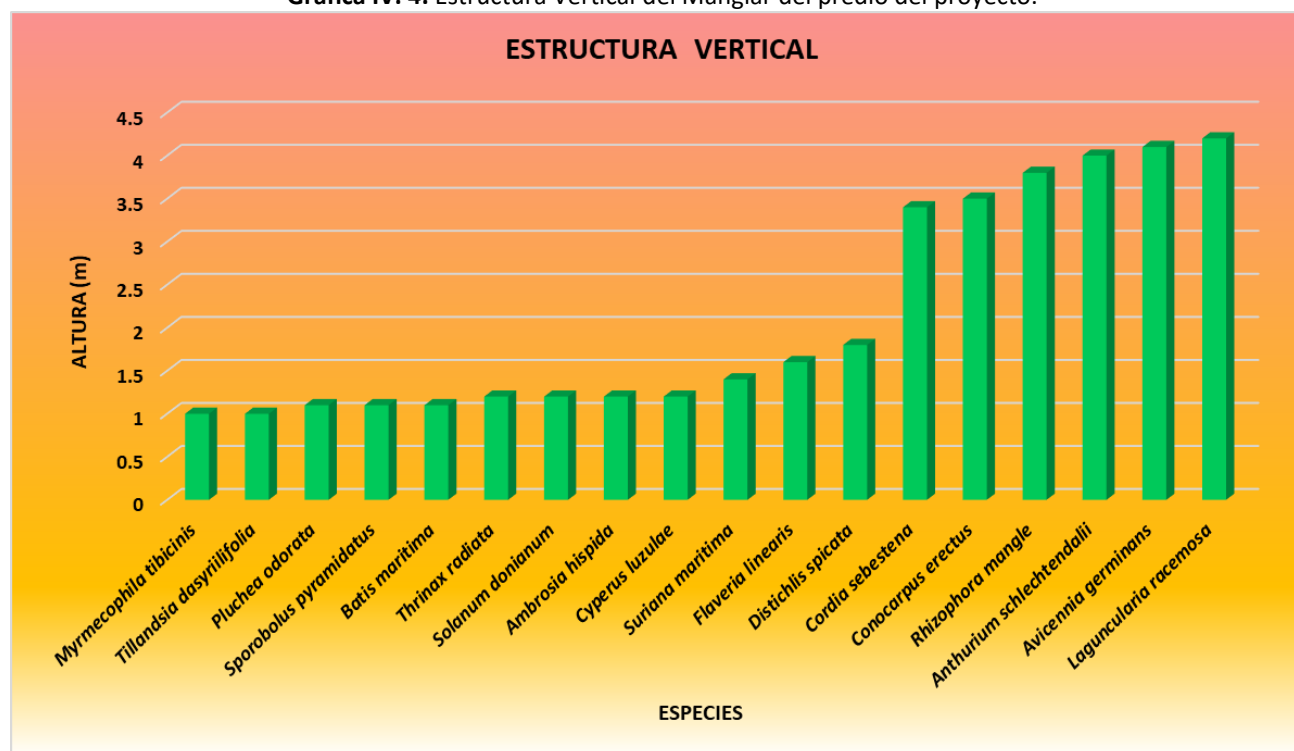
| Familia | Especie | Nombre común | Frecuencia | Altura (m) | DAP | FB | NOM-059-SEMARNAT-2010 |
|--------------|--------------------------------|-----------------------|------------|------------|-----|-----------|-----------------------|
| Orchidaceae | <i>Myrmecophila tibicinis</i> | Orquidea esparrago | 7 | 1 | 8 | Herbáceo | Sin estatus |
| Bromeliaceae | <i>Tillandsia dasyriifolia</i> | Bromelia cenizo | 24 | 1 | 10 | Herbáceo | Sin estatus |
| Asteraceae | <i>Pluchea odorata</i> | Hierba de Santa María | 3 | 1.1 | 8 | Arbustivo | Sin estatus |
| Poaceae | <i>Sporobolus pyramidatus</i> | Pasto | 3 | 1.1 | 18 | Herbáceo | Sin estatus |
| Bataceae | <i>Batis maritima</i> | Saladilla | 8 | 1.1 | 16 | Arbusto | Sin estatus |
| Arecaceae | <i>Thrinax radiata</i> | Chit | 1 | 1.2 | 37 | Arbustivo | A |
| Solanaceae | <i>Solanum donianum</i> | Pajonal | 5 | 1.2 | 10 | Herbáceo | Sin estatus |
| Asteraceae | <i>Ambrosia hispida</i> | Amargosa | 12 | 1.2 | 4 | Herbáceo | Sin estatus |

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL “PROYECTO DE MEJORA HIDRO-ECOLÓGICA DEL ESTERO LAS GARZAS”, SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.

| | | | | | | | |
|-----------------------|----------------------------------|--------------------|-----|-----|----|-----------|-------------|
| Cyperaceae | <i>Cyperus luzulae</i> | Zacate de estrella | 12 | 1.2 | 28 | Arbusto | Sin estatus |
| Surianaceae | <i>Suriana maritima</i> | Tabaquillo | 13 | 1.4 | 21 | Arbustivo | Sin estatus |
| Asteraceae | <i>Flaveria linearis</i> | Anix-xiiw | 46 | 1.6 | 6 | Arbustivo | Sin estatus |
| Poaceae | <i>Distichlis spicata</i> | Pasto puna | 23 | 1.8 | 30 | Herbáceo | Sin estatus |
| Boraginaceae | <i>Cordia sebestena</i> | Anacahuite | 6 | 3.4 | 10 | Arbóreo | Sin estatus |
| Combretaceae | <i>Conocarpus erectus</i> | Botoncillo | 38 | 3.5 | 11 | Arbóreo | A |
| Rhizophoraceae | <i>Rhizophora mangle</i> | Mangle rojo | 604 | 3.8 | 8 | Arbóreo | A |
| Araceae | <i>Anthurium schlechtendalii</i> | Hoja de piedra | 2 | 4 | 5 | Herbáceo | Sin estatus |
| Verbenaceae | <i>Avicennia germinans</i> | Mangle negro | 24 | 4.1 | 13 | Arbóreo | A |
| Combretaceae | <i>Laguncularia racemosa</i> | Mangle blanco | 65 | 4.2 | 16 | Arbóreo | A |

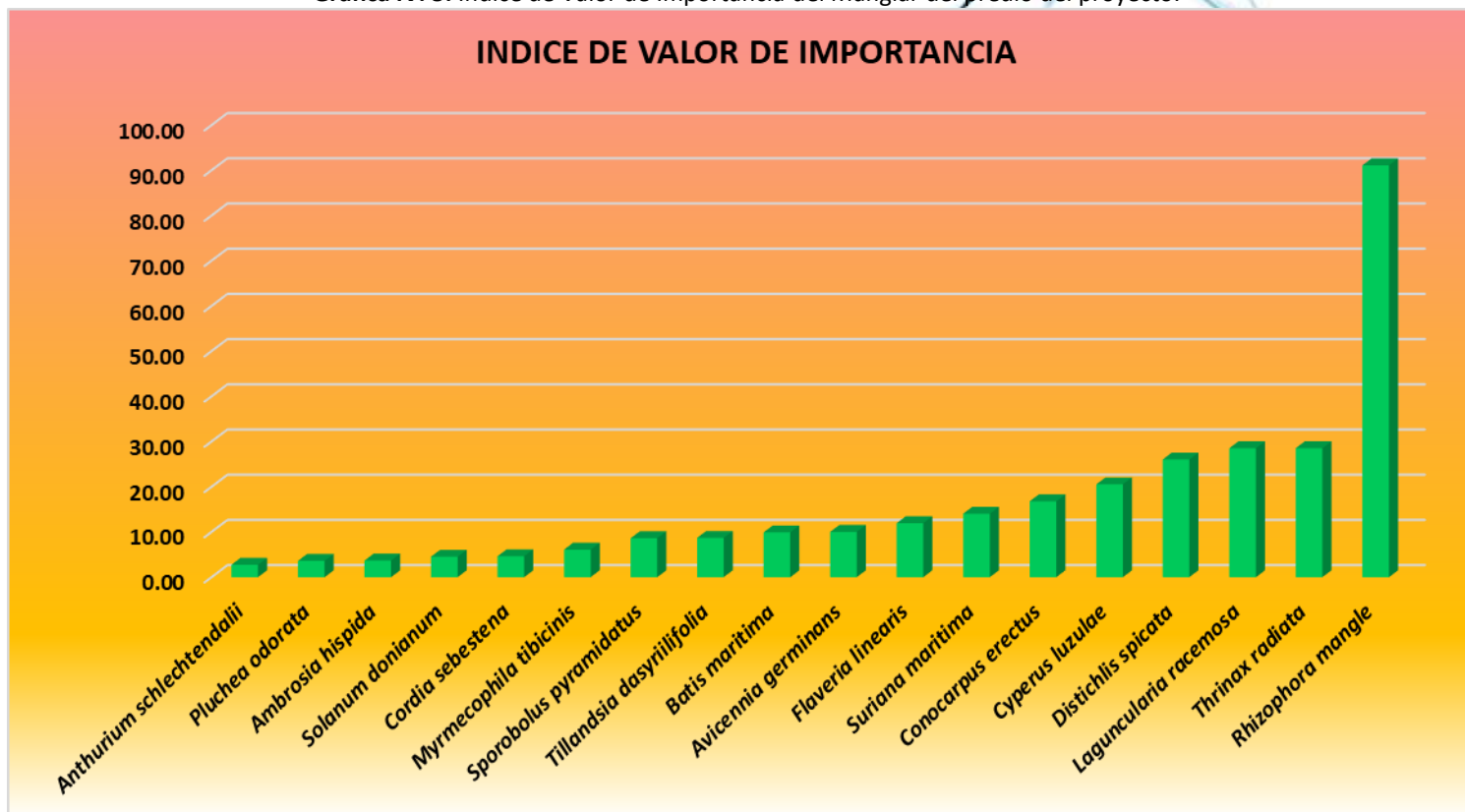
Fuente: Biota y SICA, 2018.

Gráfica IV. 4. Estructura Vertical del Manglar del predio del proyecto.



Fuente: Biota y SICA, 2018

Gráfica IV. 5. Índice de Valor de Importancia del Manglar del predio del proyecto.



Fuente: Biota y SICA, 2018

SELVA MEDIANA SUBPERENNIFOLIA.

En este tipo de vegetación se encontró una riqueza de 897 individuos pertenecientes a 41 especies, pertenecientes a 21 familias. En cuanto a la estructura vertical se tiene que *Piscidia piscipula* es la que tiene la mayor altura con 12.9 metros y *Bursera simaruba* con 12.5 metros, son las especies con mayor altura dentro de este ecosistema. En lo que respecta al cálculo del índice de Simpson (el cual indica la probabilidad de encontrar dos individuos de especies diferentes en dos extracciones sucesivas al azar sin reposición) este fue de 0.90, cabe señalar que este índice les da un peso mayor a las especies abundantes subestimando las especies raras, tomando valores entre '0' (baja diversidad) hasta un máximo de 1 indicativo de una alta diversidad. Mientras el Índice de diversidad de Shannon fue de 2.98, el cual asume que los individuos son seleccionados al azar y que todas las especies están representadas en la muestra, adquiere valores entre cero, cuando hay una sola especie, y el logaritmo de S, cuando todas las especies están representadas por el mismo número de individuos, y tomando en cuenta la interpretación de este Índice con base a lo sugerido por Magurran (1989), se establece que la Diversidad en este uso de suelo del proyecto es Media, con una Equitatividad Alta (grado de igualdad de la distribución de la abundancia de las especies) de 0.80, en donde el número 1 indica que todas las especies son igualmente abundantes y el 0 señala la ausencia de uniformidad. Los valores anteriores se pueden considerar bajos al compararse con los de otras selvas en el sureste del país. Finalmente, el Índice Valor de Importancia nos muestra que la mayor dominancia la tiene *Sideroxylon persimile* con 34.00, la cual es una especie característica de Selva mediana subperennifolia junto con *Bursera simaruba* 21.18, estas especies son las que presentan más alto este valor.

Tabla IV. 44. Estimación del Valor de Importancia de la Selva mediana subperennifolia.

| FAMILIA | ESPECIE | NOMBRE COMÚN | FRECUENCIA | FRECUENCIA ABSOLUTA | FRECUENCIA RELATIVA | DENSIDAD ABSOLUTA | DENSIDAD RELATIVA | DOMINANCIA ABSOLUTA | DOMINANCIA RELATIVA | IVI | NOM-059-SEMARNAT |
|-----------------|---------------------------------|------------------|------------|---------------------|---------------------|-------------------|-------------------|---------------------|---------------------|-------|------------------|
| Fabaceae | <i>Acacia collinsii</i> | Subin | 5 | 0.024691358 | 2.469135802 | 0.005586592 | 0.558659218 | 0.007987575 | 0.798757488 | 3.83 | Sin estatus |
| Fabaceae | <i>Acacia gaumeri</i> | Katsin | 13 | 0.012345679 | 1.234567901 | 0.014525214 | 1.452513966 | 0.0319503 | 3.195029953 | 5.88 | Sin estatus |
| Cactaceae | <i>Acanthocereus tetragonus</i> | Cruceta | 1 | 0.012345679 | 1.234567901 | 0.001117318 | 0.111731844 | 0.024461948 | 2.446194808 | 3.79 | Sin estatus |
| Myrsinaceae | <i>Ardisia escallonioides</i> | Capulincillo | 17 | 0.024691358 | 2.469135802 | 0.018994413 | 1.899441341 | 0.007987575 | 0.798757488 | 5.17 | Sin estatus |
| Caesalpiniaceae | <i>Bauhinia divaricata</i> | Chulut | 12 | 0.012345679 | 1.234567901 | 0.013407821 | 1.340782123 | 0.029343244 | 2.934324384 | 5.51 | Sin estatus |
| Asparagaceae | <i>Beaucarnea plabilis</i> | Pata de elefante | 3 | 0.012345679 | 1.234567901 | 0.003351955 | 0.335195531 | 0.020024406 | 2.002440648 | 3.57 | A |
| Burseraceae | <i>Bursera simaruba</i> | Chanka | 17 | 0.037037037 | 3.703703704 | 0.018994413 | 1.899441341 | 0.155813179 | 15.58131795 | 21.18 | Sin estatus |
| Fabaceae | <i>Caesalpinia gaumeri</i> | kekenche | 23 | 0.024691358 | 2.469135802 | 0.025698324 | 2.569832402 | 0.026847127 | 2.684712669 | 7.72 | Sin estatus |
| Caesalpiniaceae | <i>Caesalpinia yucatanensis</i> | Chakte | 4 | 0.012345679 | 1.234567901 | 0.004469274 | 0.446927374 | 0.009374307 | 0.937430663 | 2.62 | Sin estatus |
| Verbenaceae | <i>Callicarpa acuminata</i> | Granadilla | 5 | 0.012345679 | 1.234567901 | 0.005586592 | 0.558659218 | 0.005546927 | 0.5546927 | 2.35 | Sin estatus |
| Salicaceae | <i>Casearia emarginata</i> | Naranja che' | 10 | 0.012345679 | 1.234567901 | 0.011173184 | 1.117318436 | 0.010871977 | 1.087197692 | 3.44 | Sin estatus |
| Arecaceae | <i>Chamaedorea seifrizii</i> | Xiat | 11 | 0.012345679 | 1.234567901 | 0.012290503 | 1.229050279 | 0.012480586 | 1.248058576 | 3.71 | Sin estatus |
| Rubiaceae | <i>Chiococca alba</i> | Huele de noche | 5 | 0.012345679 | 1.234567901 | 0.005586592 | 0.558659218 | 0.001996894 | 0.199689372 | 1.99 | Sin estatus |
| Polygonaceae | <i>Coccoloba diversifolia</i> | Uvilla | 3 | 0.012345679 | 1.234567901 | 0.003351955 | 0.335195531 | 0.020024406 | 2.002440648 | 3.57 | Sin estatus |
| Polygonaceae | <i>Coccoloba spicata</i> | Boob | 29 | 0.024691358 | 2.469135802 | 0.032402235 | 3.240223464 | 0.012480586 | 1.248058576 | 6.96 | Sin estatus |
| Bignoniaceae | <i>Crescentia cujete</i> | Güiro | 14 | 0.012345679 | 1.234567901 | 0.015642458 | 1.56424581 | 0.017972043 | 1.797204349 | 4.60 | Sin estatus |
| Rutaceae | <i>Esenbeckia berlandieri</i> | Hueso del tigre | 16 | 0.012345679 | 1.234567901 | 0.017877095 | 1.787709497 | 0.046649656 | 4.664965609 | 7.69 | Sin estatus |
| Myrtaceae | <i>Eugenia bumelioides</i> | Eugenia | 49 | 0.024691358 | 2.469135802 | 0.054748603 | 5.474860335 | 0.020024406 | 2.002440648 | 9.95 | Sin estatus |
| Sapindaceae | <i>Exothea diphylla</i> | Guayo | 42 | 0.049382716 | 4.938271605 | 0.046927374 | 4.69273743 | 0.004493011 | 0.449301087 | 10.08 | Sin estatus |
| Moraceae | <i>Ficus cotinifolia</i> | Álamo | 24 | 0.024691358 | 2.469135802 | 0.026815642 | 2.681564246 | 0.064122476 | 6.412247615 | 11.56 | Sin estatus |
| Caparaceae | <i>Forchammeria trifoliata</i> | Naranjillo | 2 | 0.012345679 | 1.234567901 | 0.002234637 | 0.223463687 | 0.010871977 | 1.087197692 | 2.55 | Sin estatus |
| Rubiaceae | <i>Guettarda combisii</i> | Manzanillo | 3 | 0.012345679 | 1.234567901 | 0.003351955 | 0.335195531 | 0.005546927 | 0.5546927 | 2.12 | Sin estatus |
| Malvaceae | <i>Hampea trilobata</i> | Majagua | 20 | 0.037037037 | 3.703703704 | 0.022346369 | 2.234636872 | 0.029343244 | 2.934324384 | 8.87 | Sin estatus |
| Fabaceae | <i>Lonchocarpus xuul</i> | Palo gusano | 10 | 0.024691358 | 2.469135802 | 0.011173184 | 1.117318436 | 0.006711782 | 0.671178167 | 4.26 | Sin estatus |
| Fabaceae | <i>Lysiloma latisiliqua</i> | Salam | 1 | 0.012345679 | 1.234567901 | 0.001117318 | 0.111731844 | 0.046649656 | 4.664965609 | 6.01 | Sin estatus |
| Malvaceae | <i>Malva viscosa</i> | Altea | 2 | 0.012345679 | 1.234567901 | 0.002234637 | 0.223463687 | 0.005546927 | 0.5546927 | 2.01 | Sin estatus |
| Sapotaceae | <i>Manilkara zapota</i> | Ya | 22 | 0.037037037 | 3.703703704 | 0.024581006 | 2.458100559 | 0.029343244 | 2.934324384 | 9.10 | Sin estatus |
| Anacardiaceae | <i>Metopium brownei</i> | Che chen | 4 | 0.037037037 | 3.703703704 | 0.004469274 | 0.446927374 | 0.060406035 | 6.040603506 | 10.19 | Sin estatus |
| Mimosaceae | <i>Mimosa bahamensis</i> | Sak | 1 | 0.012345679 | 1.234567901 | 0.001117318 | 0.111731844 | 0.006711782 | 0.671178167 | 2.02 | Sin estatus |
| Nyctaginaceae | <i>Neea tenuis</i> | Tadzi | 41 | 0.037037037 | 3.703703704 | 0.045810056 | 4.581005587 | 0.017972043 | 1.797204349 | 10.08 | Sin estatus |
| Sapindaceae | <i>Paullinia pinnata</i> | Barbasco | 22 | 0.012345679 | 1.234567901 | 0.024581006 | 2.458100559 | 0.005546927 | 0.5546927 | 4.25 | Sin estatus |
| Fabaceae | <i>Piscidia piscipula</i> | Jabin | 41 | 0.061728395 | 6.172839506 | 0.045810056 | 4.581005587 | 0.093243843 | 9.324384291 | 20.08 | Sin estatus |
| Fabaceae | <i>Pithecellobium mangense</i> | Tsalam | 13 | 0.037037037 | 3.703703704 | 0.014525214 | 1.452513966 | 0.037497227 | 3.749722654 | 8.91 | Sin estatus |
| Rubiaceae | <i>Randia aculeata</i> | Crucecita | 5 | 0.012345679 | 1.234567901 | 0.005586592 | 0.558659218 | 0.010871977 | 1.087197692 | 2.88 | Sin estatus |
| Arecaceae | <i>Sabal yapa</i> | Guano | 48 | 0.049382716 | 4.938271605 | 0.053631285 | 5.363128492 | 0.026847127 | 2.684712669 | 12.99 | Sin estatus |
| Sapotaceae | <i>Sideroxylon persimile</i> | Bóol chi che | 225 | 0.061728395 | 6.172839506 | 0.251396648 | 25.1396648 | 0.026847127 | 2.684712669 | 34.00 | Sin estatus |
| Bignoniaceae | <i>Styzyphyllum riparium</i> | Bejuco blanco | 22 | 0.024691358 | 2.469135802 | 0.024581006 | 2.458100559 | 0.003550033 | 0.355003328 | 5.28 | Sin estatus |
| Sapindaceae | <i>Talisia olivaeformis</i> | Huaya | 6 | 0.024691358 | 2.469135802 | 0.006703911 | 0.670391061 | 0.001996894 | 0.199689372 | 3.34 | Sin estatus |
| Apocynaceae | <i>Thevetia gaumeri</i> | Akits | 8 | 0.024691358 | 2.469135802 | 0.008938547 | 0.893854749 | 0.020024406 | 2.002440648 | 5.37 | Sin estatus |
| Arecaceae | <i>Thrinax radiata</i> | Chit | 90 | 0.061728395 | 6.172839506 | 0.100558659 | 10.05586592 | 0.016030619 | 1.603061904 | 17.83 | A |
| Lamiaceae | <i>Vitex gaumeri</i> | Yaxnik | 6 | 0.012345679 | 1.234567901 | 0.006703911 | 0.670391061 | 0.007987575 | 0.798757488 | 2.70 | Sin estatus |

Fuente: Biota y SICA, 2018.

Tabla IV. 45. Relación de índices de la Selva mediana subperennifolia.

| CONCEPTO | RESULTADO |
|-------------------|-----------|
| Especies | 41 |
| Individuos | 897 |
| Dominancia | 0.093 |
| Índice de Simpson | 0.907 |
| Índice de Shannon | 2.984 |
| Equitatividad | 0.8036 |

Fuente: Biota y SICA, 2018.

Tabla IV. 46. Estructura vertical de la Selva mediana subperennifolia.

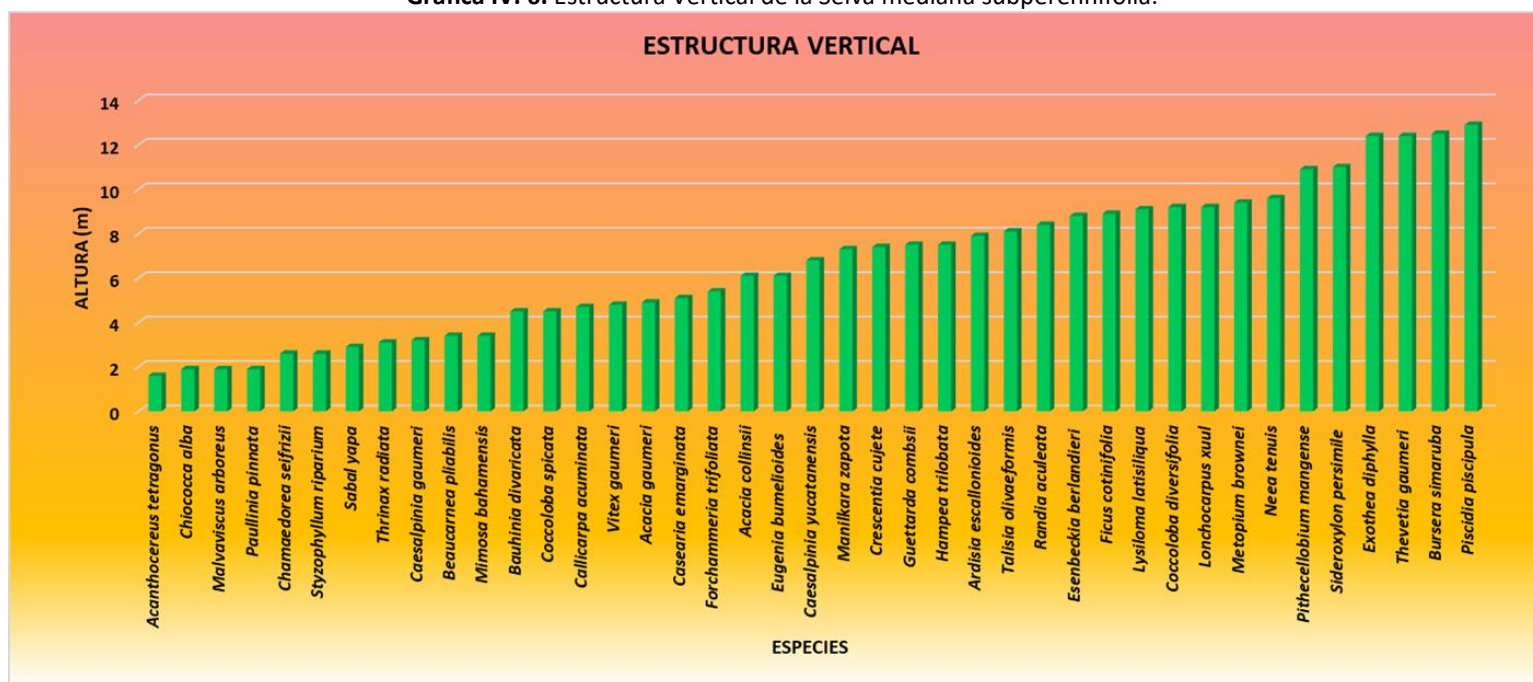
| FAMILIA | ESPECIE | NOMBRE COMÚN | FRECUENCIA | ALTURA (M) | DAP | FB | NOM-059-SEMARNAT-2010 |
|----------------|---------------------------------|------------------|------------|------------|-----|-----------|-----------------------|
| Cactaceae | <i>Acanthocereus tetragonus</i> | Cruceta | 1 | 1.6 | 21 | Arbustivo | Sin estatus |
| Rubiaceae | <i>Chiococca alba</i> | Huele de noche | 5 | 1.9 | 6 | Herbáceo | Sin estatus |
| Malvaceae | <i>Malvaviscus arboreus</i> | Altea | 2 | 1.9 | 10 | Arbóreo | Sin estatus |
| Sapindaceae | <i>Paullinia pinnata</i> | Barbasco | 22 | 1.9 | 10 | Herbáceo | Sin estatus |
| Arecaceae | <i>Chamaedorea seifrizii</i> | Xiat | 11 | 2.6 | 15 | Arbóreo | Sin estatus |
| Bignoniaceae | <i>Styzyphyllum riparium</i> | Bejuco blanco | 22 | 2.6 | 8 | Herbáceo | Sin estatus |
| Arecaceae | <i>Sabal yapa</i> | Guano | 48 | 2.9 | 22 | Arbóreo | Sin estatus |
| Arecaceae | <i>Thrinax radiata</i> | Chit | 90 | 3.1 | 17 | Arbóreo | A |
| Fabaceae | <i>Caesalpinia gaumeri</i> | kekenche | 23 | 3.2 | 22 | Arbóreo | Sin estatus |
| Asparagaceae | <i>Beaucarnea plabilis</i> | Pata de elefante | 3 | 3.4 | 19 | Arbóreo | A |
| Mimosaceae | <i>Mimosa bahamensis</i> | Sak | 1 | 3.4 | 11 | Arbóreo | Sin estatus |
| Caesalpinaceae | <i>Bauhinia divaricata</i> | Chulut | 12 | 4.5 | 23 | Arbóreo | Sin estatus |
| Polygonaceae | <i>Coccoloba spicata</i> | Boob | 29 | 4.5 | 15 | Arbóreo | Sin estatus |
| Verbenaceae | <i>Callicarpa acuminata</i> | Granadilla | 5 | 4.7 | 10 | Arbóreo | Sin estatus |
| Lamiaceae | <i>Vitex gaumeri</i> | Yaxnik | 6 | 4.8 | 12 | Arbóreo | Sin estatus |
| Fabaceae | <i>Acacia gaumeri</i> | katsin | 13 | 4.9 | 24 | Arbóreo | Sin estatus |
| Salicaceae | <i>Casearia emarginata</i> | Naranja che' | 10 | 5.1 | 14 | Arbóreo | Sin estatus |
| Capparaceae | <i>Forchammeria trifoliata</i> | Naranjillo | 2 | 5.4 | 14 | Arbóreo | Sin estatus |
| Fabaceae | <i>Acacia collinsii</i> | Subin | 5 | 6.1 | 12 | Arbóreo | Sin estatus |
| Myrtaceae | <i>Eugenia bumelioides</i> | Eugenia | 49 | 6.1 | 19 | Arbóreo | Sin estatus |
| Caesalpinaceae | <i>Caesalpinia yucatanensis</i> | Chakte | 4 | 6.8 | 13 | Arbóreo | Sin estatus |
| Sapotaceae | <i>Manilkara zapota</i> | Ya | 22 | 7.3 | 23 | Arbóreo | Sin estatus |
| Bignoniaceae | <i>Crescentia cujete</i> | Güiro | 14 | 7.4 | 18 | Arbóreo | Sin estatus |
| Rubiaceae | <i>Guettarda combsii</i> | Manzanillo | 3 | 7.5 | 10 | Arbóreo | Sin estatus |
| Malvaceae | <i>Hampea trilobata</i> | Majagua | 20 | 7.5 | 23 | Arbóreo | Sin estatus |
| Myrsinaceae | <i>Ardisia escallonioides</i> | Capulincillo | 17 | 7.9 | 12 | Arbóreo | Sin estatus |
| Sapindaceae | <i>Talisia olivaeformis</i> | Huaya | 6 | 8.1 | 6 | Arbóreo | Sin estatus |
| Rubiaceae | <i>Randia aculeata</i> | Crucecita | 5 | 8.4 | 14 | Arbóreo | Sin estatus |

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL “PROYECTO DE MEJORA HIDRO-ECOLÓGICA DEL ESTERO LAS GARZAS”, SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.

| | | | | | | | |
|---------------|--------------------------------|-----------------|-----|------|----|---------|-------------|
| Rutaceae | <i>Esenbeckia berlandieri</i> | Hueso del tigre | 16 | 8.8 | 29 | Arbóreo | Sin estatus |
| Moraceae | <i>Ficus cotinifolia</i> | Álamo | 24 | 8.9 | 34 | Arbóreo | Sin estatus |
| Fabaceae | <i>Lysiloma latisiliqua</i> | Salam | 1 | 9.1 | 29 | Arbóreo | Sin estatus |
| Polygonaceae | <i>Coccoloba diversifolia</i> | Uvilla | 3 | 9.2 | 19 | Arbóreo | Sin estatus |
| Fabaceae | <i>Lonchocarpus xuul</i> | Palo gusano | 10 | 9.2 | 11 | Arbóreo | Sin estatus |
| Anacardiaceae | <i>Metopium brownei</i> | Che chen | 4 | 9.4 | 33 | Arbóreo | Sin estatus |
| Nyctaginaceae | <i>Neea tenuis</i> | Tadzi | 41 | 9.6 | 18 | Arbóreo | Sin estatus |
| Fabaceae | <i>Pithecellobium mangense</i> | Tsalam | 13 | 10.9 | 26 | Arbóreo | Sin estatus |
| Sapotaceae | <i>Sideroxylon persimile</i> | Bóol chi che | 225 | 11 | 22 | Arbóreo | Sin estatus |
| Sapindaceae | <i>Exothea diphylla</i> | Guayo | 42 | 12.4 | 9 | Arbóreo | Sin estatus |
| Apocynaceae | <i>Thevetia gaumeri</i> | Akits | 8 | 12.4 | 19 | Arbóreo | Sin estatus |
| Burseraceae | <i>Bursera simaruba</i> | Chanka | 17 | 12.5 | 53 | Arbóreo | Sin estatus |
| Fabaceae | <i>Piscidia piscipula</i> | Jabin | 41 | 12.9 | 41 | Arbóreo | Sin estatus |

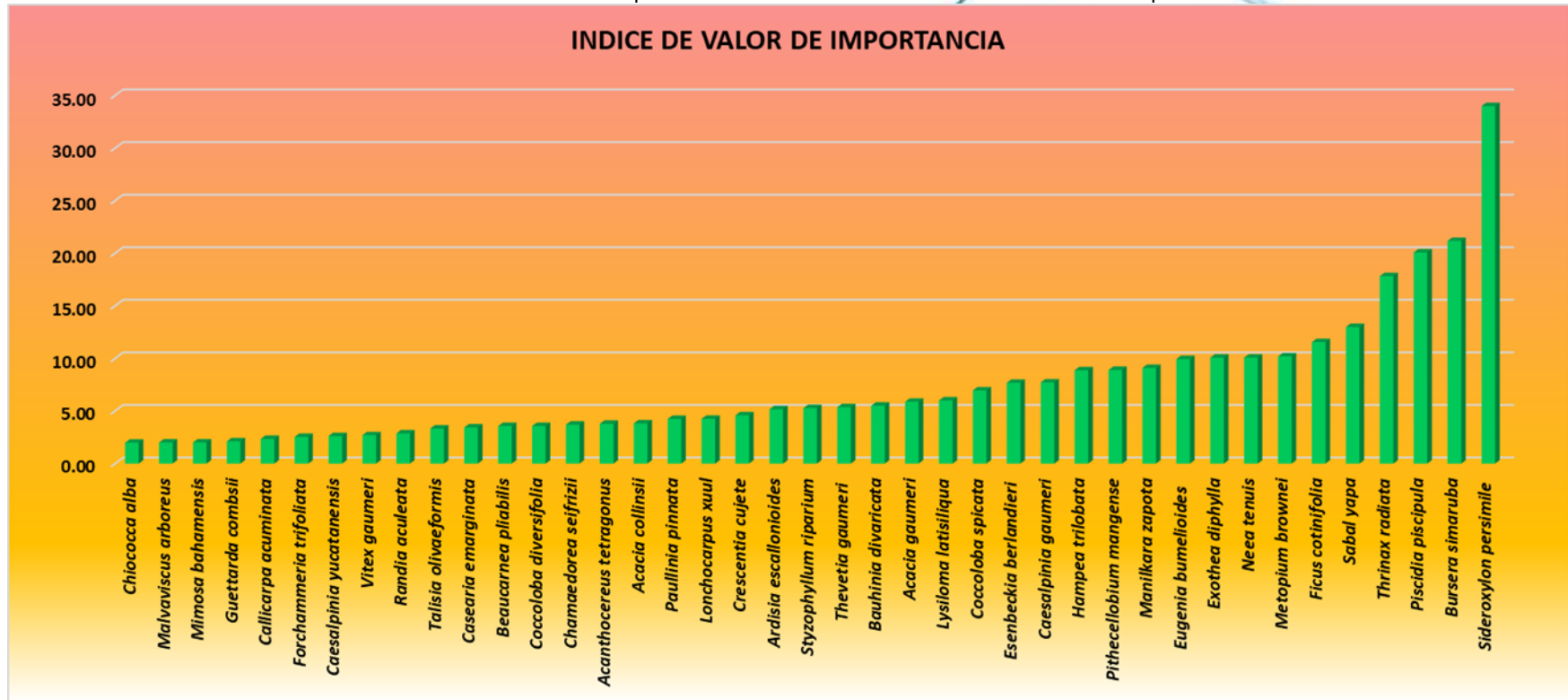
Fuente: Biota y SICA, 2018.

Gráfica IV. 6. Estructura Vertical de la Selva mediana subperennifolia.



Fuente: Biota y SICA, 2018

Gráfica IV. 7. Índice de Valor de Importancia Estructura Vertical de la Selva mediana subperennifolia.



Fuente: Biota y SICA, 2018.

A continuación, se muestran las condiciones ambientales en las que se encuentra la zona del proyecto:

Fotografía IV. 29. Condiciones ambientales en las que se encuentra la zona del proyecto



En la imagen se observan comunidades de la especie que domina en el predio del proyecto el cual es *Rhizophora mangle*.



Conocarpus erectus es una especie que cuenta con buena representación dentro del proyecto.



Batis maritima es una especie que se encuentra dentro del predio del proyecto, esto derivado del cambio de la dinámica hidrológica dentro del mismo.



Distichlis spicata es una especie característica de suelos con alta salinidad, en el predio del proyecto, se observa específicamente en la parte afectada dentro del mismo por el Huracán Wilma en el año 2005.



Avicennia germinans es otra especie de manglar encontrada dentro del predio del proyecto.



En la fotografía se muestra la especie *Piscidia piscipula*, la cual es una especie que cuenta con mayor altura dentro del área del proyecto.

Bursera simaruba, es una especie que cuenta con buena representación dentro del predio del proyecto.



Thrinax radiata es una especie que se encontró frecuentemente en la parte de Selva mediana subperennifolia del proyecto.



Pithecellobium mangense cuenta con buena altura dentro de la parte de selva del proyecto.



En buena parte del predio del proyecto está distribuida la especie *Acacia collinsii*.



Manilkara zapota es una especie apreciada en la región por su fruto comestible.



Metopium brownei exuda resina cáustica que es sumamente tóxica.



Vitex gaumeri y *Esenbeckia berlandieri* se encontraron de manera recurrente dentro del predio del proyecto.



Una especie bien representada dentro de la parte de Selva mediana subperennifolia del predio del proyecto es de *Sabal yapa*, así como *Ficus cotinifolia* las cuales son características de este tipo de ecosistema.

Fuente: Biota y SICA, 2018.

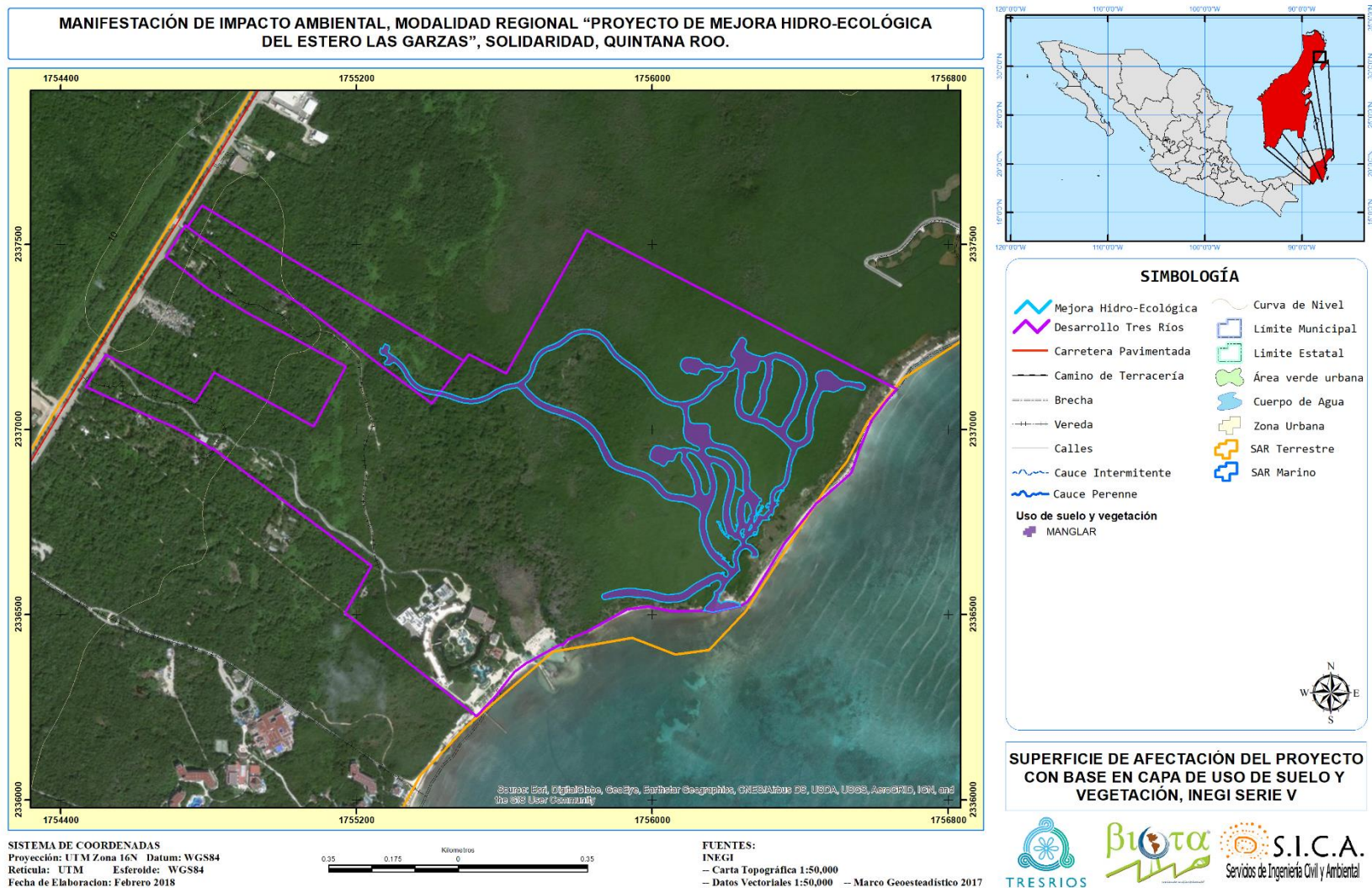
Es importante señalar que las condiciones ambientales del predio del proyecto se localizaron condiciones de perturbación, principalmente en la parte de Manglar, en donde, debido a la alta salinidad producida dentro del mismo, producto de fenómenos naturales como el Huracán Wilma evita un desarrollo adecuado principalmente en la parte de Manglar del proyecto. Con la evidencia fotográfica descrita anteriormente es factible considerar el desarrollo del proyecto, ya que, se trata de una mejora hidrológica para el estero Las Garzas, en donde la propuesta, está orientada a implementar un sistema acuático integral que vincule hidrodinamicamente el estero Las Garzas con canales construidos que funcionen de manera natural y permanente en la planicie de inundación y dentro de los cuales se mezcle el agua mar con el agua dulce proveniente del acuífero y en cuyos litorales el mangle rojo de matorral actual se transformaría en manglar de borde el cual, bajo estas condiciones, tendría mejor desarrollo y estructura, logrando a la vez crear nuevos hábitats, nichos y funciones ecológicas, con el consecuente aumento de la biodiversidad, así como de productos y atributos ambientales derivados de la creación de una conexión hidrológica permanente con el mar. A la vez, la mejora de la hidrología permitiría reducir la salinidad en la planicie y el estrés salino del manglar de matorral hasta donde alcanzara el efecto de la humedad, propiciando el desarrollo de una mejor estructura. Lo anterior es técnicamente posible y es el sentido ambiental general de la propuesta de mejora hidroecológica en la cuenca de inundación del estero Las Garzas que se presenta mediante este documento, en el marco de la modificación del proyecto turístico autorizado en el predio Tres Ríos.

ESPECIES SUJETAS A AFECTACIÓN DEBIDO AL PROYECTO.

Motivo por la inclusión del proyecto existirá remoción de individuos vegetales, el acumulado de los mismos, así como el mapa de la superficie de afectación se muestran a continuación.

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL “PROYECTO DE MEJORA HIDRO-ECOLÓGICA DEL ESTERO LAS GARZAS”, SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.

Imagen IV. 64. Afectación por el Proyecto



Fuente: Biota y SICA, 2018.

Tabla IV. 47. Acumulado de especies de flora que serán sujetos a remoción. FB = Forma biológica, A =Árbol, Ar = Arbusto, H = Herbácea.

| FAMILIA | ESPECIE | NOMBRE COMÚN | FRECUENCIA | ALTURA (M) | DAP Y/O LONGITUD (CM) | FB | NOM-059-SEMARNAT-2010 |
|----------------|---------------------------------|---------------|---------------|------------|-----------------------|-----------|-----------------------|
| Rhizophoraceae | <i>Rhizophora mangle</i> | Mangle rojo | 1738 | 2.5 | 5 | Arbóreo | A |
| Combretaceae | <i>Laguncularia racemosa</i> | Mangle blanco | 652 | 3.4 | 4 | Arbóreo | A |
| Rhizophoraceae | <i>Rhizophora mangle</i> | Mangle rojo | 7564 | 0.5 | 2 | Arbustivo | A |
| Verbenaceae | <i>Avicennia germinans</i> | Mangle negro | 298 | 4.1 | 13 | Arbóreo | A |
| Combretaceae | <i>Conocarpus erectus</i> | Botoncillo | 357 | 5 | 22 | Arbóreo | A |
| Fabaceae | <i>Acacia collinsii</i> | Subin | 67 | 5.6 | 13 | Arbóreo | Sin estatus |
| Burseraceae | <i>Bursera simaruba</i> | Chanka | 89 | 11.4 | 39 | Arbóreo | Sin estatus |
| Fabaceae | <i>Caesalpinia gaumeri</i> | kekenche | 241 | 2.9 | 21 | Arbóreo | Sin estatus |
| Caesalpinaceae | <i>Caesalpinia yucatanensis</i> | Chakte | 121 | 6.8 | 13 | Arbóreo | Sin estatus |
| Polygonaceae | <i>Coccoloba spicata</i> | Boob | 56 | 4.5 | 15 | Arbóreo | Sin estatus |
| Bignoniaceae | <i>Crescentia cujete</i> | Güiro | 41 | 7.4 | 18 | Arbóreo | Sin estatus |
| Myrtaceae | <i>Eugenia bumelioides</i> | Eugenia | 37 | 6.1 | 19 | Arbóreo | Sin estatus |
| Sapindaceae | <i>Exothea diphylla</i> | Guayo | 28 | 3.2 | 10 | Arbóreo | Sin estatus |
| Malvaceae | <i>Hampea trilobata</i> | Majagua | 65 | 5.4 | 13 | Arbóreo | Sin estatus |
| Fabaceae | <i>Lysiloma latisiliqua</i> | Salam | 74 | 9.1 | 29 | Arbóreo | Sin estatus |
| Malvaceae | <i>Malvaviscus arboreus</i> | Altea | 32 | 1.9 | 10 | Arbóreo | Sin estatus |
| Anacardiaceae | <i>Metopium brownei</i> | Che chen | 39 | 8.4 | 21 | Arbóreo | Sin estatus |
| Mimosaceae | <i>Mimosa bahamensis</i> | Sak | 58 | 3.4 | 11 | Arbóreo | Sin estatus |
| Fabaceae | <i>Piscidia piscipula</i> | Jabin | 85 | 10.5 | 34 | Arbóreo | Sin estatus |
| Fabaceae | <i>Pithecellobium mangense</i> | Tsalam | 32 | 6.4 | 18 | Arbóreo | Sin estatus |
| Arecaceae | <i>Sabal yapa</i> | Guano | 221 | 2.4 | 19 | Arbóreo | A |
| Sapotaceae | <i>Sideroxylon persimile</i> | Bóol chi che | 47 | 2.9 | 13 | Arbóreo | Sin estatus |
| Apocynaceae | <i>Thevetia gaumeri</i> | Akits | 65 | 5.6 | 15 | Arbóreo | Sin estatus |
| Arecaceae | <i>Thrinax radiata</i> | Chit | 334 | 3.1 | 17 | Arbóreo | A |
| Total | | | 12,341 | | | | |

Fuente: Biota y SICA, 2018.

Tabla IV. 48. Número final de especies de flora que serán sujetos a remoción debido al proyecto.

| ESTRATO | NÚMERO DE ORGANISMOS |
|--------------|----------------------|
| Arbóreo | 4777 |
| Arbustivo | 7564 |
| TOTAL | 12,341 |

Fuente: Biota y SICA, 2018.

ESPECIES DE INTERÉS COMERCIAL.

No se existe formalmente la explotación de especies de interés comercial maderables, sin embargo, en la prospección de campo se observó la presencia de especies que son apreciadas por sus frutos como es el caso de *Manilkara zapota*. La extracción de productos maderables principalmente se da para emplearlos como combustible dándose de manera común esta actividad en el Municipio.

ESPECIES ENDÉMICAS, RARAS, AMENAZADAS, EN PELIGRO DE EXTINCIÓN O SUJETAS A PROTECCIÓN ESPECIAL EN LA NOM-059-SEMARNAT-2010.

La importancia de la flora mexicana recae en el número total de especies, su riqueza y número de endemismos. El alto porcentaje de endemismos se explica por la antigüedad de la flora mexicana y también por su grado de aislamiento ecológico y biogeográfico, aun cuando existe cierta relación florística entre las

**MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL
"PROYECTO DE MEJORA HIDRO-ECOLÓGICA DEL ESTERO LAS GARZAS".
SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.**

zonas templadas y cálidas de México, las cuales presentan una florística diferenciada principalmente por los elementos climáticos que las mantiene separadas ecológicamente. En la siguiente tabla se muestran las especies encontradas dentro del predio que cuentan con algún estatus de protección en la Norma antes señalada.

Tabla IV. 49. Listado de especies en la NOM-059-2010 SEMARNAT DEL PROYECTO.

| FAMILIA | NOMBRE CIENTÍFICO | NOMBRE COMÚN | FB | NOM-SEMARNAT-059-2010 |
|----------------|----------------------------|-------------------|----|-----------------------|
| Verbenaceae | <i>Avicennia germinans</i> | Mangle negro | A | A |
| Asparagaceae | <i>Beaucarnea plabilis</i> | Pata de elefante | A | A |
| Combretaceae | <i>Conocarpus erectus</i> | Mangle botoncillo | A | A |
| Rhizophoraceae | <i>Rhizophora mangle</i> | Mangle rojo | A | A |
| Arecaceae | <i>Thrinax radiata</i> | Chit | Ar | A |

Fuente: Biota y SICA, 2018.

En la siguiente tabla se muestra el listado general de especies que se encontró para el proyecto

Tabla IV. 50. Listado general de especies encontrado dentro del predio del proyecto.

| FAMILIA | NOMBRE CIENTÍFICO | NOMBRE COMÚN | FB | NOM-SEMARNAT-059-2010 |
|-----------------|---------------------------------|-----------------------|----|-----------------------|
| Fabaceae | <i>Acacia collinsii</i> | Subin | A | Sin estatus |
| Fabaceae | <i>Acacia gaumeri</i> | katsin | A | Sin estatus |
| Asteraceae | <i>Ambrosia hispida</i> | Amargosa | H | Sin estatus |
| Myrsinaceae | <i>Ardisia escallonioides</i> | Capulincillo | A | Sin estatus |
| Verbenaceae | <i>Avicennia germinans</i> | Mangle negro | A | A |
| Bataceae | <i>Batis maritima</i> | Saladillo | H | Sin estatus |
| Caesalpiniaceae | <i>Bauhinia divaricata</i> | Chulut | A | Sin estatus |
| Asparagaceae | <i>Beaucarnea plabilis</i> | Pata de elefante | A | A |
| Burseraceae | <i>Bursera simaruba</i> | Chanka | A | Sin estatus |
| Fabaceae | <i>Caesalpinia gaumeri</i> | kekenche | A | Sin estatus |
| Caesalpiniaceae | <i>Caesalpinia yucatanensis</i> | Chakte | A | Sin estatus |
| Salicaceae | <i>Casearia emarginata</i> | Naranja che' | A | Sin estatus |
| Arecaceae | <i>Chamaedorea seifrizii</i> | Xiat | A | Sin estatus |
| Rubiaceae | <i>Chiococca alba</i> | Huele de noche | A | Sin estatus |
| Polygonaceae | <i>Coccoloba diversifolia</i> | Uvilla | A | Sin estatus |
| Polygonaceae | <i>Coccoloba spicata</i> | Boob | A | Sin estatus |
| Combretaceae | <i>Conocarpus erectus</i> | Mangle botoncillo | A | A |
| Boraginaceae | <i>Cordia sebestena</i> | Anacahuite | A | Sin estatus |
| Bignoniaceae | <i>Crescentia cujete</i> | Güiro | A | Sin estatus |
| Cyperaceae | <i>Cyperus luzulae</i> | Zacate de estrella | H | Sin estatus |
| Poaceae | <i>Distichlis spicata</i> | Pasto salado | H | Sin estatus |
| Rutaceae | <i>Esenbeckia berlandieri</i> | Hueso del tigre | A | Sin estatus |
| Myrtaceae | <i>Eugenia bumelioides</i> | Eugenia | A | Sin estatus |
| Sapindaceae | <i>Exothea diphylla</i> | Guayo | A | Sin estatus |
| Moraceae | <i>Ficus cotinifolia</i> | Álamo | A | Sin estatus |
| Asteraceae | <i>Flaveria linearis</i> | Anix-xiiv | Ar | Sin estatus |
| Capparaceae | <i>Forchammeria trifoliata</i> | Naranjillo | A | Sin estatus |
| Sapindaceae | <i>Guettarda combsii</i> | Manzanillo | A | Sin estatus |
| Malvaceae | <i>Hampea trilobata</i> | Majagua | A | Sin estatus |
| Fabaceae | <i>Lonchocarpus xuul</i> | Palo gusano | A | Sin estatus |
| Fabaceae | <i>Lysiloma latisiliqua</i> | Salam | A | Sin estatus |
| Malvaceae | <i>Malvaviscus arboreus</i> | Altea | A | Sin estatus |
| Sapotaceae | <i>Manilkara zapota</i> | Ya | A | Sin estatus |
| Anacardiaceae | <i>Metopium brownei</i> | Che chen | A | Sin estatus |
| Mimosaceae | <i>Mimosa bahamensis</i> | Sak | A | Sin estatus |
| Orchidaceae | <i>Myrmecophila tibicinis</i> | Orquidea esparrago | H | Sin estatus |
| Orchidaceae | <i>Myrmecophila tibicinis</i> | Lirio | H | Sin estatus |
| Nyctaginaceae | <i>Neea tenuis</i> | Tadzi | A | Sin estatus |
| Fabaceae | <i>Piscidia piscipula</i> | Jabin | A | Sin estatus |
| Fabaceae | <i>Pithecellobium mangense</i> | Tsalam | A | Sin estatus |
| Asteraceae | <i>Pluchea odorata</i> | Hierba de Santa María | Ar | Sin estatus |

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL
 “PROYECTO DE MEJORA HIDRO-ECOLÓGICA DEL ESTERO LAS GARZAS”,
 SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.

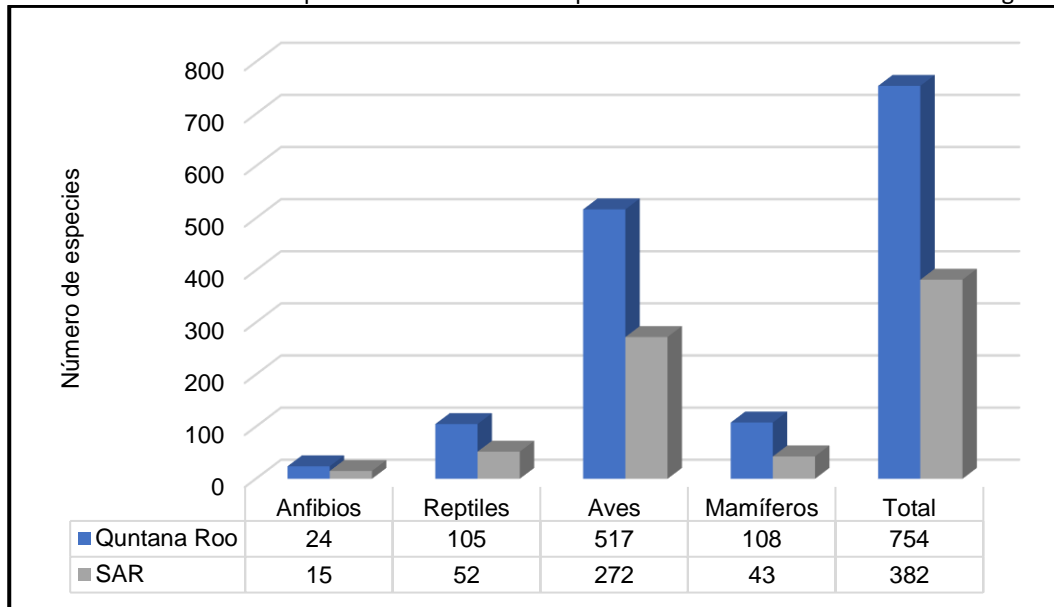
| FAMILIA | NOMBRE CIENTÍFICO | NOMBRE COMÚN | FB | NOM-SEMARNAT-059-2010 |
|----------------|-----------------------------------|-----------------|----|-----------------------|
| Rubiaceae | <i>Randia aculeata</i> | Crucecita | A | Sin estatus |
| Rhizophoraceae | <i>Rhizophora mangle</i> | Mangle rojo | A | A |
| Arecaceae | <i>Sabal yapa</i> | Guano | Ar | Sin estatus |
| Sapotaceae | <i>Sideroxylon persimile</i> | Bóol chi che | A | Sin estatus |
| Solanaceae | <i>Solanum donianum</i> | Pajonal | H | Sin estatus |
| Poaceae | <i>Sporobolus pyramidatus</i> | Pasto | H | Sin estatus |
| Bignoniaceae | <i>Styzyphyllum riparium</i> | Bejuco blanco | A | Sin estatus |
| Sapindaceae | <i>Talisia olivaeformis</i> | Huaya | A | Sin estatus |
| Sapindaceae | <i>Talisia olivaeformis</i> | Huaya | A | Sin estatus |
| Apocynaceae | <i>Thevetia gaumeri</i> | Akits | A | Sin estatus |
| Arecaceae | <i>Thrinax radiata</i> | Chit | Ar | A |
| Bromeliaceae | <i>Tillandsia dasyriillifolia</i> | Bromelia cenizo | H | Sin estatus |
| Lamiaceae | <i>Vitex gaumeri</i> | Yaxnik | A | Sin estatus |

Fuente: Biota y SICA, 2018.

IV.2.1.2.2. Fauna.

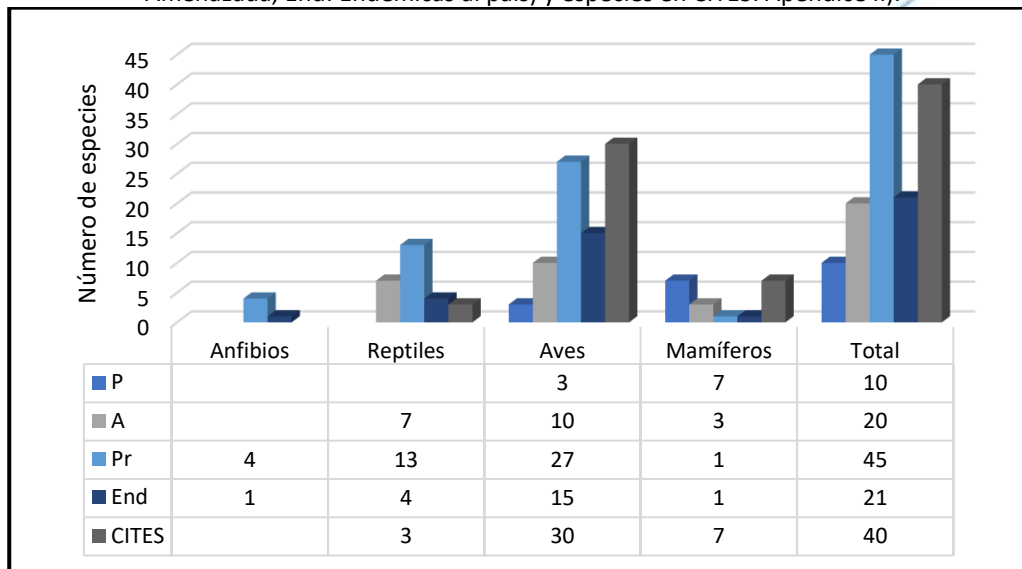
El Sistema Ambiental Regional (SAR), del proyecto, se ubica al noreste de la Península de Yucatán, particularmente al norte de Playa del Carmen, en el municipio de Solidaridad, en el Estado de Quintana Roo. Se localiza en la Región Biogeográfica Neotropical, particularmente en la provincia biótica Campechano-Petenense, subprovincia Rooena (obsérvese la siguiente imagen). Tiene una longitud aproximada de 12.3 km por 6.0 km en su parte más ancha. Presenta altitudes promedio de 10 msnm. Se encuentra inmerso en un sistema de Relieve cárstico denudatorio y Costa de inundación de intermareas. De acuerdo con la serie 5 de INEGI, el uso de suelo y vegetación predominante corresponde a manglar, selva mediana subperennifolia, vegetación secundaria arbustiva de selva mediana subperennifolia, vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia, pastizal cultivado, cuerpo de agua, asentamientos humanos y desprovisto de vegetación. Aunado a ello, el SAR se ubica dentro de una de las cuatro rutas de aves migratorias del país. De acuerdo con diferentes estudios realizados por algunos autores, para el Estado de Quintana Roo, se tiene registrada la presencia de 24 especies de anfibios (González-Sánchez et al. 2017), 105 especies de reptiles (González-Sánchez et al. 2017), 517 aves y 108 especies de mamíferos (Sosa-Escalante et al. 2013), para un total de 754 especies de vertebrados terrestres. Las condiciones ambientales y ecosistemas señalados anteriormente han dado como resultado que para el SAR se considere la presencia potencial de 382 especies de vertebrados terrestres, de las cuales 15 son anfibios, 52 son reptiles, 272 aves y 43 mamíferos (En la siguiente imagen se presenta el número de especies de fauna silvestre potenciales en el SAR). De estas especies, 74 se encuentran bajo algún estatus de conservación de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010, 10 en Peligro de Extinción, 20 como amenazadas (A) y 45 bajo protección especial (Pr). Además, 21 especies son consideradas endémicas al país y 40 especies están listadas en alguno de los apéndices de la Convención Internacional de Tráfico de Especies Silvestres (CITES; imagen: especies con algún estatus).

Gráfica IV. 8. Número de especies de fauna silvestre potenciales en el Sistema Ambiental Regional.



Fuente: Biota y SICA, 2018.

Gráfica IV. 9. Número de especies de fauna silvestre potenciales en el Sistema Ambiental Regional bajo algún estatus de conservación de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010, (Pr; Protección Especial, A: Amenazada, End: Endémicas al país) y especies en CITES: Apéndice II).



Fuente: Biota y SICA, 2018.

De las 275 especies de aves potenciales, 134 especies son residentes permanentes, 51 migratorias de invierno, tres son migratorias de invierno y 88 son residentes, migratorias de invierno, migratorias de verano y transitorias.

MÉTODO DE MUESTREO.

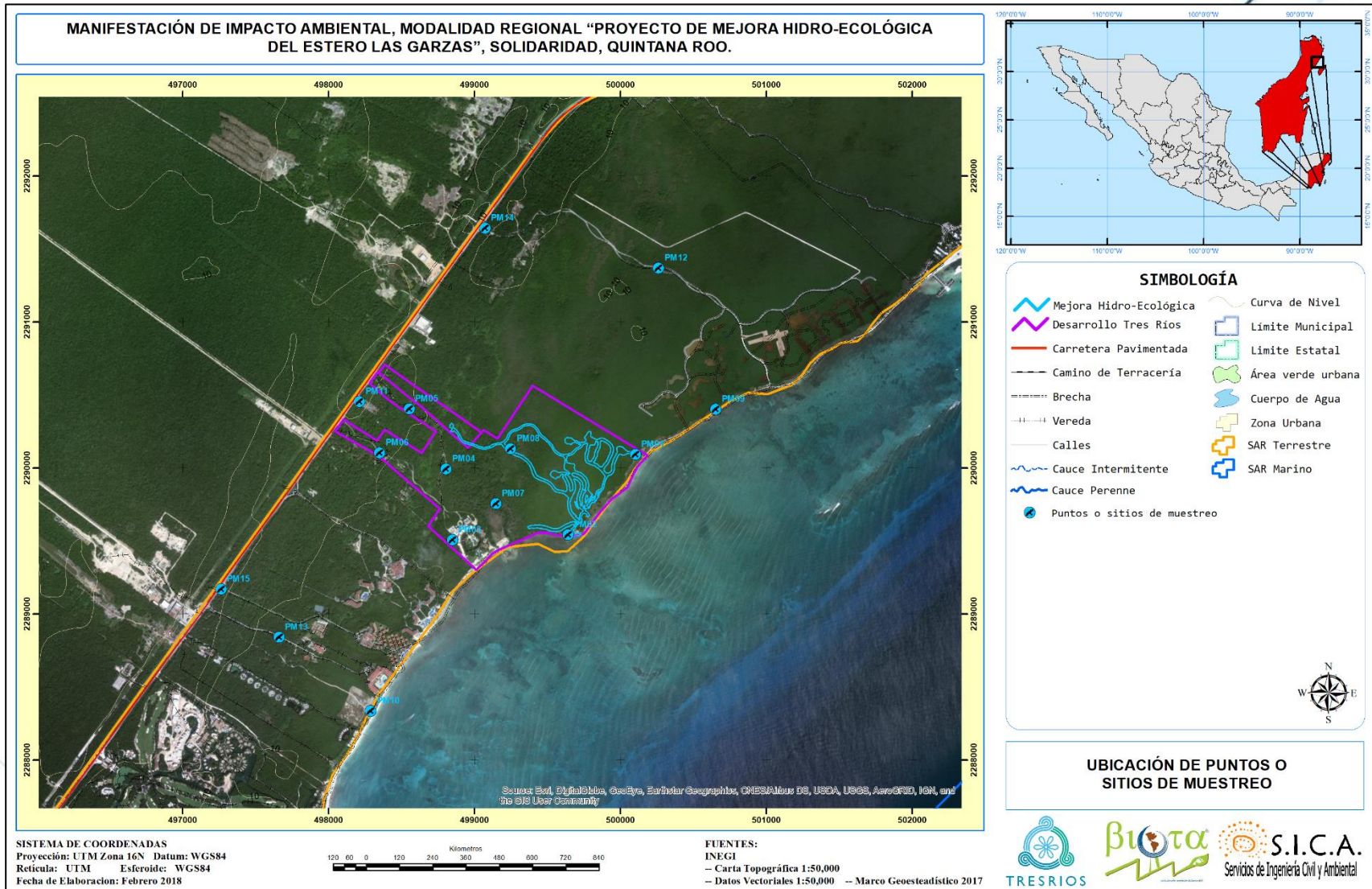
Para la realización del registro de fauna silvestre en campo, se visitó la zona de estudio en el mes de octubre de 2017, en donde se establecieron 15 sitios de muestreo ubicados a lo largo del área del proyecto y del Sistema Ambiental Regional (SAR), abarcando los diferentes tipos de hábitats presentes (refiérase a la siguiente tabla e imagen). En general se usaron métodos directos (observación y captura) y métodos indirectos (fotografía, registros de rastros, huellas, madrigueras, excretas, huesos, rascaderas, echaderos, nidos, pelos, plumas, restos de comida, entrevistas informales o cualquier otro indicio que delate la presencia y actividad de fauna).

Tabla IV. 51. Puntos de Muestreo en el proyecto y SAR (SAR: Sistema Ambiental Regional, ZA Zonas Adyacentes).

| PM | COORDENADAS X | COORDENADAS Y | UBICACIÓN |
|------|---------------|---------------|-----------|
| PM01 | 500103 | 2290092 | Proyecto |
| PM02 | 499642 | 2289542 | Proyecto |
| PM03 | 498849 | 2289506 | SAR |
| PM04 | 498806 | 2289993 | SAR |
| PM05 | 498553 | 2290404 | SAR |
| PM06 | 498350 | 2290101 | SAR |
| PM07 | 499147 | 2289754 | SAR |
| PM08 | 499249 | 2290130 | Proyecto |
| PM09 | 500655 | 2290401 | SAR |
| PM10 | 498290 | 2288334 | SAR |
| PM11 | 498212 | 2290453 | SAR |
| PM12 | 500262 | 2291367 | SAR |
| PM13 | 497661 | 2288840 | SAR |
| PM14 | 499073 | 2291641 | SAR |
| PM15 | 497263 | 2289169 | SAR |

Fuente: Biota y SICA, 2018.

Imagen IV. 65. Ubicación de los puntos de muestreo.



Fuente: Biota y SICA, 2018.

Para un mejor registro de las diferentes especies de vertebrados se implementaron varias técnicas de muestreo, de acuerdo con el grupo faunístico:

- ✓ **Reptiles:** Con el método de búsqueda intensiva de reptiles, en un cuadrante de 50 x 50m en cada uno de los Puntos de Muestreo, se procedió a la localización de individuos de este grupo faunístico durante dos períodos, de las 09:00 a las 12:00 h y de las 17:00 a las 20:00 h; además, se realizaron algunos muestreos durante la noche, particularmente para los reptiles de actividad nocturna. Para este método se caminó lentamente a través del área elegida revisando cada microhábitat potencial, tales como troncos de árboles huecos y hendiduras, tocones, bajo troncos caídos o piedras, entre la hojarasca y grietas (Ver Foto siguiente). La colecta de los ejemplares se realizó directamente con la mano o con ayuda de gancho y/o pinzas herpetológicas. En otros casos, se registró la presencia de las especies por métodos indirectos: entrevistas informales con gente de la región, cadáveres, huesos, mudas, etc. Para la identificación se utilizó literatura especializada (Flores-Villela 1993, MacPeak 2000, Grismer 2002, Liner 2007).
- ✓ **Aves:** Para el avistamiento de las diferentes especies de aves se realizaron siete puntos fijos de observación, en donde se permaneció por un periodo de 15 min, registrando a todas las aves observadas. Este método es muy utilizado y efectivo para el registro de aves en zonas relativamente abiertas, que permiten una buena visualización de las aves, sobre todo, cuando estas se trasladan de un lugar a otro. Los avistamientos y registros de aves se realizaron con apoyo de binoculares (Carl Zeiss 10x42) y cámara digital con zoom óptico de 83x. Los muestreos fueron realizados durante dos periodos de las 6:30 a las 11:00 h y de las 17:00 a las 20:00 h. También se realizaron capturas con redes niebla en tres sitios en el área del proyecto, el Sistema Ambiental Regional y zonas adyacentes (Ver Foto siguientes), en cada sitio se colocó dos redes niebla de 10 m de largo por 2.5 m de alto y 25 mm. Para la identificación de las aves se utilizó literatura especializada (Peterson y Chalif 1989, Howell y Webb 1995, National Geographic 2002, Sibley 2000).
- ✓ **Mamíferos:** de acuerdo con los hábitos de las diferentes especies de mamíferos, el muestreo de este grupo faunístico requiere de la implementación de diferentes técnicas, entre las que destacan: colocación de cámaras trampa, colocación de trampas, recorridos en busca de rastros, entre otros. Para evaluar la presencia de pequeños mamíferos se establecieron 3 sitios de muestreo en el Sistema Ambiental Regional, en el área del proyecto y en la zona adyacente, mediante retículas de 10 trampas Sherman (Ver Foto siguientes), en dos líneas de 5 trampas cada una separada 10 m entre ellas. Las trampas se cebaron con una mezcla de avena y extracto de vainilla, se colocaron entre 19:00 y 20:00 h y se revisaron entre 7:00 y 9:00 h del día siguiente. Para determinar la presencia de mamíferos medianos y grandes se realizaron recorridos a pie en el área del proyecto, el Sistema Ambiental Regional y zona adyacente, en búsqueda de rastros como huellas, excretas, restos óseos y madrigueras (Ver Foto siguientes). Utilizando esta información y las cartas topográficas, se ubicaron posibles sitios de paso de la fauna, donde se instalaron cuatro trampas cámara para registrar fotográficamente a estas especies (Ver Foto siguiente). En total se obtuvo un esfuerzo de muestreo de 12 días-trampa. Para el muestreo de murciélagos se realizaron tres puntos con redes niebla, utilizando los mismos sitios del grupo de aves. En cada sitio se instalaron dos redes de niebla de manera perpendicular al cauce de arroyos intermitentes y otras áreas relativamente abiertas, que son utilizadas por los murciélagos para desplazarse y alimentarse. Las redes se colocaron entre 19:00 y 20:00 h y se revisaban continuamente hasta las 23:00 h.

Fotografía IV. 30. Técnicas de muestreo.



Búsqueda intensiva de anfibios en zonas inundadas.



Búsqueda intensiva de reptiles.



Registro fotográfico de reptiles.



Colocación de redes niebla.



Registro fotográfico de aves.



Colocación de trampas Sherman para captura de roedores.



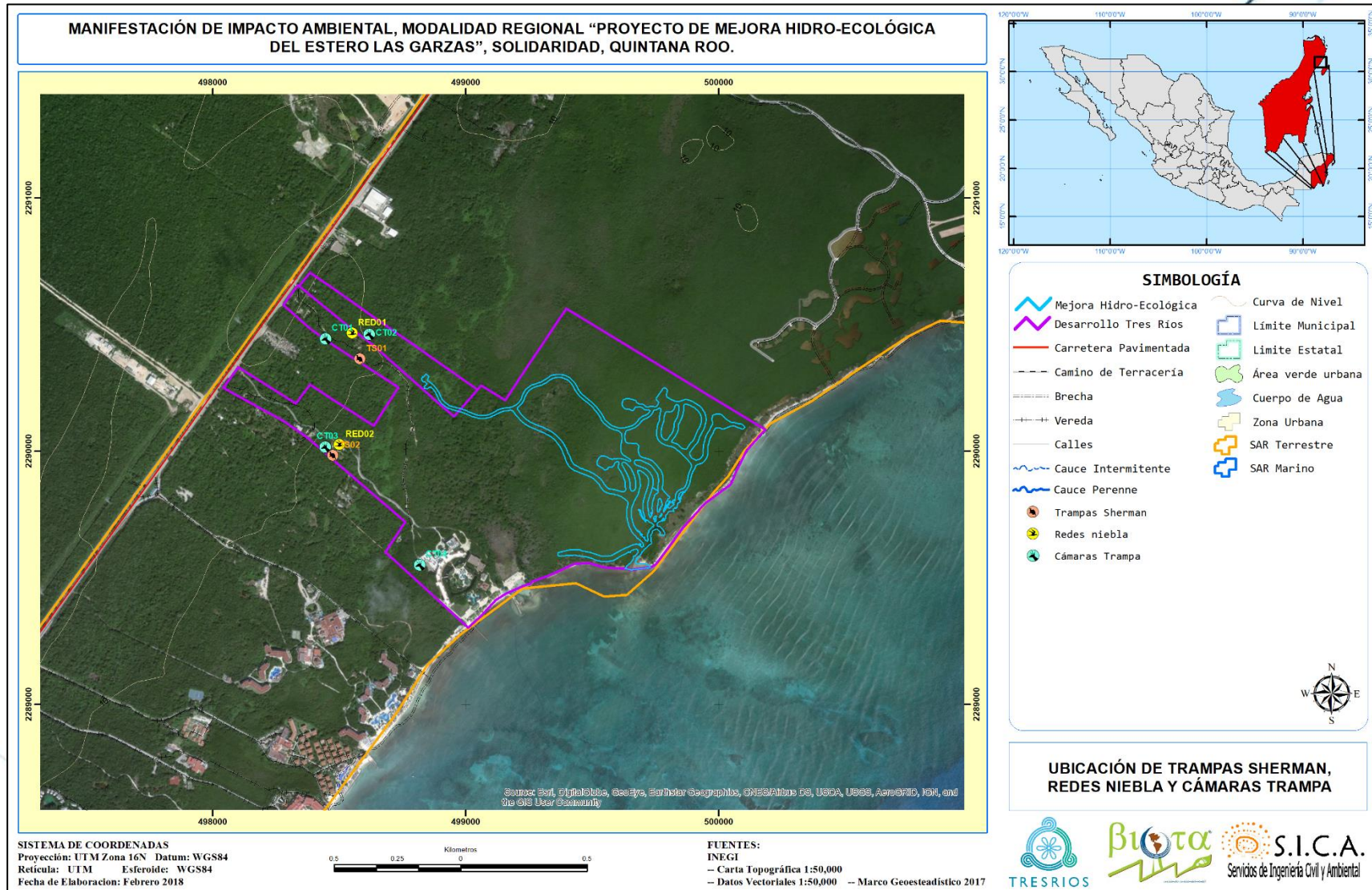
Registro de rastros.



Colocación de cámaras trampa.

Fuente: Biota y SICA, 2018.

Imagen IV. 66. Ubicación de las redes de niebla, trampas Sherman y cámaras trampa.

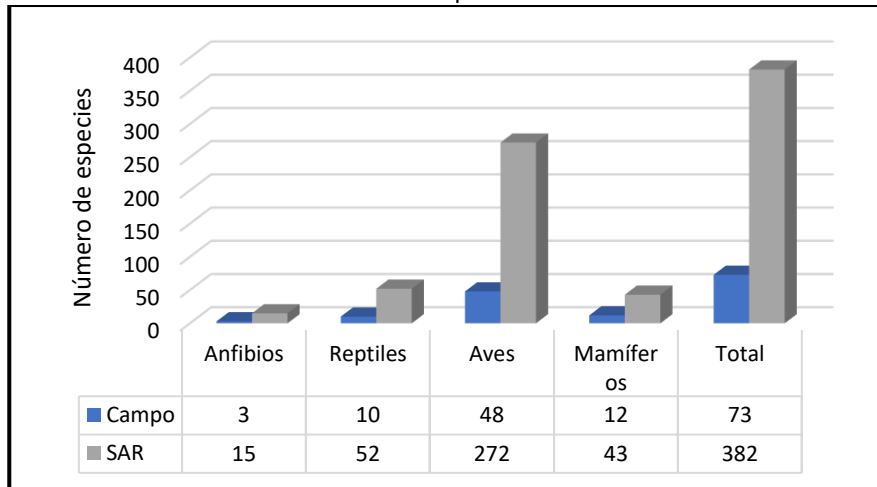


Fuente: Biota y SICA, 2018.

FAUNA REGISTRADA EN CAMPO.

Como resultado de los trabajos de campo, se obtuvo el registro del 19.1% de las especies esperadas, es decir, se registraron 73 especies en campo, de los 387 potenciales. El menor número de especies se debe a que el muestreo estuvo restringido a finales de la temporada de lluvias. Aunado a ello, gran parte del SAR comprende terrenos privados, en los cuales se lleva a cabo el turismo y fue imposible conseguir permiso para muestrear. Además, el 41.9% de las especies de aves potenciales (114 de las 272 especies de aves), son migratorias, y las fechas en las cuales se realizaron los trabajos, estaban fuera de la temporada de migración de éstas.

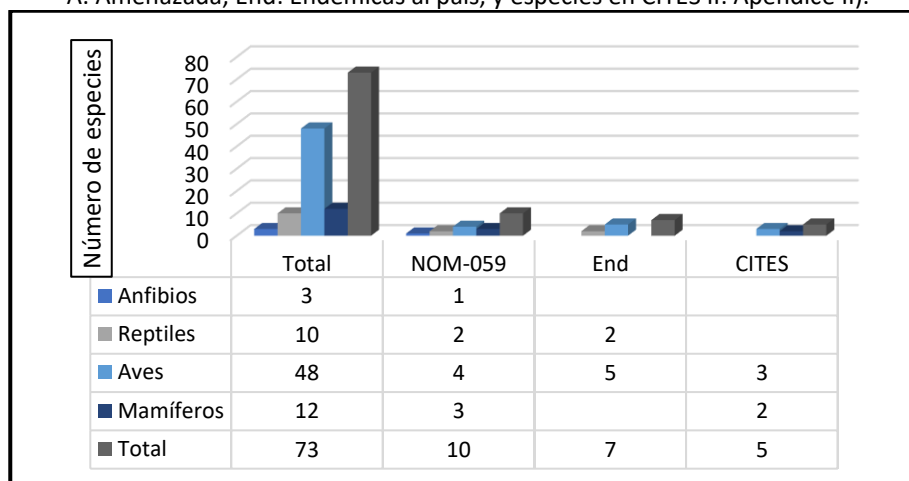
Gráfica IV. 10. Comparación entre la riqueza de especies de vertebrados esperados contra las registradas en campo.



Fuente: Biota y SICA, 2018.

Se registró un total de 73 especies de fauna, distribuidas de la siguiente manera: tres especies de anfibios, 10 especies de reptiles, 48 especies de aves y 12 especies de mamíferos (Siguiendo Gráfico). 10 especies de las registradas en campo se encuentran bajo protección especial, de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010; siete especies son endémicas y cinco especies se encuentran listadas en alguno de los Apéndices del CITES.

Gráfica IV. 11. Número de especies registradas en campo (NOM-059-SEMARNAT-2010; Protección Especial, A: Amenazada, End: Endémicas al país, y especies en CITES II: Apéndice II).



Fuente: Biota y SICA, 2018.

A continuación, se presenta el listado de especies reportado durante la visita de campo:

La herpetofauna estuvo representada por 13 especies: tres de anfibios y 10 de reptiles, pertenecientes a nueve familias y 12 géneros. Las familias Hylidae, Phrynosomatidae, Polychridae y Colubridae fueron las mejor representadas con dos especies cada una (Sigüientes Fotos). Nueve registros fueron observación directa, una por observación y rastro y, tres por entrevistas a personas que trabajan en el Predio.

Tabla IV. 52. Herpetofauna registrada en campo. Tipo de registro: Observación directa (Obs), captura (Cap), por excretas (Ex), con cámaras trampa (CT), entrevistas (Ent).

| GRUPO | FAMILIA | ESPECIE | NOMBRE COMÚN | TIPO DE REGISTRO |
|-----------|-----------------------|---------------------------------|-------------------------------------|------------------|
| Anfibios | Bufonidae | <i>Ollotis valliceps</i> | Sapo del golfo | Obs |
| | Hylidae | <i>Triprrion petasatus</i> | Rana cabeza de pala | Obs |
| | | <i>Scinax staufferi</i> | Rana arborícola trompuda | Obs |
| Reptiles | Corytophanidae | <i>Basiliscus vittatus</i> | Toloque rayado | Obs |
| | Gekkonidae | <i>Hemidactylus frenatus</i> | Gecko casero | Obs |
| | Iguanidae | <i>Ctenosaura similis</i> | Iguana espinosa rayada | Obs-Ras |
| | Phrynosomatidae | <i>Sceloporus chrysostictus</i> | Lagartija espinosa pintas amarillas | Obs |
| | | <i>Sceloporus cozumelae</i> | Lagartija de cozumel | Obs |
| | Polychridae | <i>Norops sagrei</i> | Anolis café | Obs |
| | | <i>Anolis lemurinus</i> | Anolis fantasma | Obs |
| | Colubridae | <i>Drymarchon melanurus</i> | Culebra arroyera de cola negra | Ent |
| | | <i>Oxybelis fulgidus</i> | Culebra bejuquillo verde | Ent |
| Viperidae | <i>Bothrops asper</i> | Nauyaca terciopelo real | Ent | |

Fuente: Biota y SICA, 2018.

Fotografía IV. 31. Herpetofauna registrada en campo.



Huellas de Iguana espinosa rayada (*Ctenosaura similis*).



Iguana espinosa rayada (*Ctenosaura similis*).



Lagartija espinosa pintas amarillas (*Sceloporus chrysostictus*).



Lagartija de cozumel (*Sceloporus cozumelae*).



Toloque rayado (*Basiliscus vittatus*).



Anolis fantasma (*Anolis lemurinus*).



Anolis café (*Norops sagrei*).



Anolis café (*Norops sagrei*).

Fuente: Biota y SICA, 2018.

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL "PROYECTO DE MEJORA HIDRO-ECOLÓGICA DEL ESTERO LAS GARZAS", SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.

El grupo de las aves estuvo representado por 48 especies, ubicadas en 28 familias y 44 géneros. 25 especies son residentes (R), siete son migratorias de invierno y 12 son residentes - migratorias - Transitorias. 45 registros fueron observación directa, dos aves se registraron mediante cámaras trampa y una fue observación directa registro con cámara trampa.

Tabla IV. 53. Aves registradas en campo. Residencia: Residente (R), Migratorio de Inverno (MI), Migratorio de verano (MV). Tipo de registro: Observación directa (Obs), captura (Cap), por excretas (Ex), con cámaras trampa (CT), entrevistas (Ent).

| FAMILIA | ESPECIE | NOMBRE COMÚN | TIPO DE REGISTRO | RESIDENCIA |
|-------------------|-------------------------------|-----------------------------|------------------|------------|
| Cracidae | <i>Ortalis vetula</i> | Chachalaca Oriental | Obs | R |
| Podicipedidae | <i>Tachybaptus dominicus</i> | Zambullidor Menor | Obs | R |
| Fregatidae | <i>Fregata magnificens</i> | Fragata Tijereta | Obs | R |
| Phalacrocoracidae | <i>Phalacrocorax auritus</i> | Cormorán Orejón | Obs | MI,R |
| Anhingidae | <i>Anhinga</i> | Anhinga Americana | Obs | R |
| Pelecanidae | <i>Pelecanus occidentalis</i> | Pelicano Café | Obs | R,MI |
| Ardeidae | <i>Ardea herodias</i> | Garza Morena | Obs | MI,R |
| | <i>Ardea alba</i> | Garza Blanca | Obs | MI,R |
| | <i>Egretta thula</i> | Garza Dedos Dorados | Obs | MI,R |
| | <i>Egretta caerulea</i> | Garza Azul | Obs | MI,R |
| | <i>Egretta rufescens</i> | Garza Rojiza | Obs | MI,R |
| | <i>Butorides virescens</i> | Garcita Verde | Obs | R,MI |
| Cathartidae | <i>Coragyps atratus</i> | Zopilote Común | Obs | R |
| | <i>Cathartes aura</i> | Zopilote Aura | Obs | R |
| Pandionidae | <i>Pandion haliaetus</i> | Águila Pescadora | Obs | MI,R |
| Accipitridae | <i>Rupornis magnirostris</i> | Aguililla Caminera | Obs | R |
| Rallidae | <i>Aramides axillaris</i> | Rascón Cuello Canela | CT | R |
| Charadriidae | <i>Pluvialis squatarola</i> | Chorlo Gris | Obs | MI |
| Scolopacidae | <i>Actitis macularius</i> | Playero Alzacolita | Obs | MI |
| | <i>Arenaria interpres</i> | Vuelvepedras Rojizo | Obs | MI |
| | <i>Calidris alba</i> | Playero Blanco | Obs | MI |
| | <i>Calidris minutilla</i> | Playero Diminuto | Obs | MI |
| | <i>Limnodromus griseus</i> | Costurero Pico Corto | Obs | MI |
| Laridae | <i>Leucophaeus atricilla</i> | Gaviota Reidora | Obs | MI,R |
| | <i>Thalasseus maximus</i> | Charrán Real | Obs | MI,R |
| Columbidae | <i>Streptopelia decaocto</i> | Paloma de Collar Turca | Obs | R |
| | <i>Columbina talpacoti</i> | Tortolita Canela | Obs | R |
| | <i>Leptotila verreauxi</i> | Paloma Arroyera | CT | R |
| Caprimulgidae | <i>Nyctidromus albicollis</i> | Chotacabras Pauraque | Obs | R |
| Trochilidae | <i>Amazilia yucatanensis</i> | Colibrí Vientre Canelo | Obs | R |
| Picidae | <i>Melanerpes pygmaeus</i> | Carpintero Yucateco | Obs | R |
| | <i>Melanerpes aurifrons</i> | Carpintero Cheje | Obs | R |
| Psittacidae | <i>Eupsittula nana</i> | Perico Pecho Sucio | Obs | R |
| Tyrannidae | <i>Pitangus sulphuratus</i> | Luis Bienteveo | Obs | R |
| | <i>Myiozetetes similis</i> | Luisito Común | Obs | R |
| | <i>Tyrannus melancholicus</i> | Tirano Pirirí | Obs | R |
| Tityridae | <i>Pachyramphus aglaiae</i> | Cabezón Degollado | Obs | R |
| Corvidae | <i>Psilorhinus morio</i> | Chara Pea | Obs | R |
| | <i>Cyanocorax yucatanicus</i> | Chara Yucateca | Obs | R |
| Hirundinidae | <i>Tachycineta albilinea</i> | Golondrina Manglera | Obs | R |
| Troglodytidae | <i>Troglodytes aedon</i> | Saltapared Común | Obs | R,MI,T |
| | <i>Uropsila leucogastra</i> | Saltapared Vientre Blanco | Obs | R |
| Turdidae | <i>Turdus grayi</i> | Mirlo Café | Obs | R |
| Parulidae | <i>Parkesia motacilla</i> | Chipe Arroyero | Obs | MI |
| Cardinalidae | <i>Cyanocompsa parellina</i> | Colorín Azulnegro | Obs | R |
| | <i>Dives</i> | Tordo Cantor | Obs | R |
| Icteridae | <i>Quiscalus mexicanus</i> | Zanate Mayor | Obs-CT | R |
| | <i>Icterus gularis</i> | Calandria Dorso Negro Mayor | Obs | R |

Fuente: Biota y SICA, 2018.

Fotografía IV. 32. Aves registradas en campo.



Chachalaca Oriental (*Ortalis vetula*).



Anhinga Americana (*Anhinga anhinga*).



Cormorán Orejón (*Phalacrocorax auritus*).



Pelicano Café (*Pelecanus occidentalis*).



Garza Azul (*Egretta caerulea*).



Zopilote Común (*Coragyps atratus*).



Águila Pescadora (*Pandion haliaetus*).



Rascón Cuello Canela (*Aramides axillaris*).



Chorlo Gris (*Pluvialis squatarola*).



Playero Alzacolita (*Actitis macularius*).



Vuelvepiedras Rojizo (*Arenaria interpres*).



Playero Blanco (*Calidris alba*).



Playero Diminuto (*Calidris minutilla*).



Costurero Pico Corto (*Limnodromus griseus*).



Gaviota Reidora (*Leucophaeus atricilla*).



Charrán Real (*Thalasseus maximus*).



Paloma de Collar Turca (*Streptopelia decaocto*).



Paloma Arroyera (*Leptotila verreauxi*).



Carpintero Yucateco (*Melanerpes pygmaeus*).



Luis Bienteveo (*Pitangus sulphuratus*).



Luisito Común (*Myiozetetes similis*).



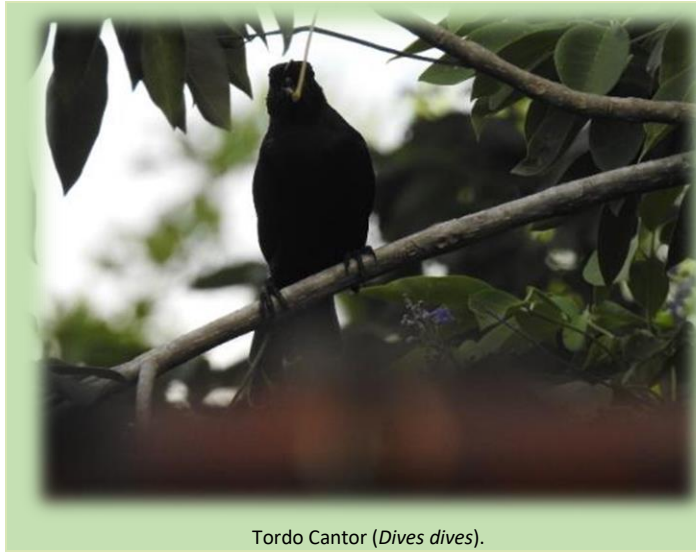
Tirano Pirirí (*Tyrannus melancholicus*).



Cabezón Degollado (*Pachyrhamphus aglaiae*).



Chipe Arroyero (*Parkesia motacilla*).



Tordo Cantor (*Dives dives*).



Zanate Mayor (*Quiscalus mexicanus*).

Fuente: Biota y SICA, 2018.

Los mamíferos estuvieron representados por 12 especies pertenecientes a 10 familias y 12 géneros. Tres registros se realizaron de manera directa, uno con observación directa y rastro, uno mediante rastros, dos mediante cámaras trampa y entrevistas que trabajan en el predio, uno con cámaras trampa y rastros, uno con cámaras trampa y tres mediante entrevistas a personas que trabajan en el predio.

Tabla IV. 54. Mamíferos registrados en campo. Tipo de registro: Observación directa (Obs), captura (Cap), por excretas (Ex), con cámaras trampa (CT), entrevistas (Ent).

| FAMILIA | ESPECIE | NOMBRE COMÚN | TIPO DE REGISTRO |
|-----------------|-------------------------------|---------------------|------------------|
| Didelphidae | <i>Didelphis marsupialis</i> | Tlacuache sureño | CT |
| Myrmecophagidae | <i>Tamandua mexicana</i> | Oso hormiguero | Ent |
| Sciuridae | <i>Sciurus yucatanensis</i> | Ardilla yucateca | Obs |
| Cuniculidae | <i>Cuniculus paca</i> | Tepezcuintle | CT-Ras |
| Dasyproctidae | <i>Dasyprocta punctata</i> | Guanaqueque | Obs |
| Mephitidae | <i>Conepatus semistriatus</i> | Zorrillo cadeno | Ras |
| Procyonidae | <i>Nasua narica</i> | Tejón | Obs - CT |
| | <i>Procyon lotor</i> | Mapache | Obs-Ras |
| Atelidae | <i>Ateles geoffroyi</i> | Mono araña | Ent |
| | <i>Alouatta pigra</i> | Mono aullador negro | Ent |
| Tayassuidae | <i>Pecari tajacu</i> | Pecarí de collar | CT-Ent |
| Cervidae | <i>Odocoileus virginianus</i> | Venado cola blanca | CT-Ent |

Fuente: Biota y SICA, 2018.

Fotografía IV. 33. Mamíferos registrados en campo.



Tlacuache sureño (*Didelphis marsupialis*).



Tepezcuintle (*Cuniculus paca*).



Huella de Tepezcuintle (*Cuniculus paca*).



Guanqueque (*Dasyprocta punctata*).



Huella de Zorrillo cadeno (*Conepatus semistriatus*).



Tejón o Cuatí (*Nasua narica*).



Mapache (*Procyon lotor*).



Huellas de Mapache (*Procyon lotor*).



Pecarí de collar (*Pecari tajacu*).



Venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*).

Fuente: Biota y SICA, 2018.

REGISTRO DE FAUNA EN CÁMARAS TRAMPA.

Como se mencionó con anterioridad para la identificación de mamíferos de talla mediana y grande presentes en la zona, se instalaron un total de cuatro cámaras trampa, con un esfuerzo de muestreo de 16 días-trampa. Se obtuvo registros fotográficos de ocho especies de fauna silvestre pertenecientes a tres aves y cinco mamíferos.

Tabla IV. 55. Especies registradas con cámaras trampa.

| GRUPO | FAMILIA | ESPECIE | NOMBRE COMÚN |
|-----------|---------------------------|-------------------------------|----------------------|
| Aves | Rallidae | <i>Aramides axillaris</i> | Rascón Cuello Canela |
| | Columbidae | <i>Leptotila verreauxi</i> | Paloma Arroyera |
| | Icteridae | <i>Quiscalus mexicanus</i> | Zanate Mayor |
| Mamíferos | Didelphidae | <i>Didelphis marsupialis</i> | Tlacuache sureño |
| | Cuniculidae | <i>Cuniculus paca</i> | Tepezcuintle |
| | Procyonidae | <i>Nasua narica</i> | Tejón |
| | Tayassuidae | <i>Pecari tajacu</i> | Pecarí de collar |
| | Cervidae | <i>Odocoileus virginianus</i> | Venado cola blanca |
| Rallidae | <i>Aramides axillaris</i> | Rascón Cuello Canela | |

Fuente: Biota y SICA, 2018.

Fotografía IV. 34. Especies registradas con cámaras trampa.



Rascón Cuello Canela (*Aramides axillaris*).



Paloma Arroyera (*Leptotila verreauxi*).



Zanate Mayor (*Quiscalus mexicanus*).



Tlacuache sureño (*Didelphis marsupialis*).



Tepezcuintle (*Cuniculus paca*).



Tejón o Cuatí (*Nasua narica*).



Pecarí de collar (*Pecari tajacu*).



Venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*).

Fuente: Biota y SICA, 2018.

FAUNA CON ALGÚN ESTATUS DE CONSERVACIÓN.

FAUNA EN LA NOM-059-SEMARNAT-2010

En total se registraron 10 especies protegidas por la NOM-059, un anfibio, dos reptiles, cuatro aves y tres mamíferos. De estas, tres se encuentran en peligro de extinción, dos amenazadas y cinco bajo protección especial (Siguiente tabla).

Tabla IV. 56. Especies registrados en campo bajo algún estatus de conservación. (NOM-059-SEMARNAT-2010: Peligro de extinción (P), Amenazadas (A), Protección especial (Pr).

| GRUPO | FAMILIA | ESPECIE | NOMBRE COMÚN | NOM-059 |
|-----------|-----------------|------------------------------|------------------------|---------|
| Anfibios | Hylidae | <i>Tripurion petasatus</i> | Rana cabeza de pala | Pr |
| Reptiles | Iguanidae | <i>Ctenosaura similis</i> | Iguana espinosa rayada | A |
| | Phrynosomatidae | <i>Sceloporus cozumelae</i> | Lagartija de Cozumel | Pr |
| Aves | Podicipedidae | <i>Tachybaptus dominicus</i> | Zambullidor Menor | Pr |
| | Ardeidae | <i>Egretta rufescens</i> | Garza Rojiza | Pr |
| | Rallidae | <i>Aramides axillaris</i> | Rascón Cuello Canela | A |
| | Psittacidae | <i>Eupsittula nana</i> | Perico Pecho Sucio | Pr |
| Mamíferos | Myrmecophagidae | <i>Tamandua mexicana</i> | Oso hormiguero | P |
| | Atelidae | <i>Ateles geoffroyi</i> | Mono araña | P |
| | | <i>Alouatta pigra</i> | Mono aullador negro | P |

Fuente: Biota y SICA, 2018.

FAUNA ENDÉMICA.

Solamente una especie de reptil registrada campo es endémica (EN) al País y cuatro especies de aves son consideradas cuasiendémicas (CE; distribución fuera de México no mayor a los 35,000 km²).

Tabla IV. 57. Especies endémicas registradas en campo.

| GRUPO | FAMILIA | ESPECIE | NOMBRE COMÚN | ENDÉMICA |
|----------|-----------------|-------------------------------|---------------------------|----------|
| Reptiles | Phrynosomatidae | <i>Sceloporus cozumelae</i> | Lagartija de Cozumel | EN |
| Aves | Trochilidae | <i>Amazilia yucatanensis</i> | Colibrí Vientre Canelo | CE |
| | Picidae | <i>Melanerpes pygmaeus</i> | Carpintero Yucateco | CE |
| | Corvidae | <i>Cyanocorax yucatanicus</i> | Chara Yucateca | CE |
| | Troglodytidae | <i>Uropsila leucogastra</i> | Saltapared Vientre Blanco | CE |

Fuente: Biota y SICA, 2018.

FAUNA EN CITES.

Cinco especies (tres especies de aves y dos mamíferos) de las especies registradas en campo, se encuentran enlistadas en alguno de los apéndices del CITES (CITES 2017).

Tabla IV. 58. Especies registradas en campo enlistadas en la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES).

| GRUPO | FAMILIA | ESPECIE | NOMBRE COMÚN | APÉNDICE DE CITES |
|-----------|--------------|------------------------------|---------------------|-------------------|
| Aves | Pandionidae | <i>Pandion haliaetus</i> | Águila Pescadora | II |
| Aves | Accipitridae | <i>Rupornis magnirostris</i> | Aguilla Caminera | II |
| Aves | Psittacidae | <i>Eupsittula nana</i> | Perico Pecho Sucio | II |
| Mamíferos | Atelidae | <i>Ateles geoffroyi</i> | Mono araña | II |
| Mamíferos | Atelidae | <i>Alouatta pigra</i> | Mono aullador negro | I |

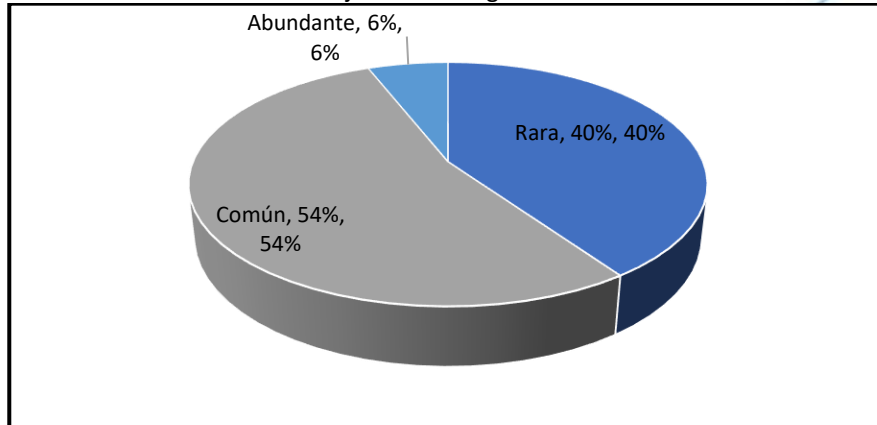
Fuente: Biota y SICA, 2018.

ABUNDANCIA RELATIVA DE LAS ESPECIES REGISTRADA EN CAMPO.

La abundancia relativa de una especie en una comunidad se refiere a la fracción con la que contribuye dicha especie a la abundancia total. Para determinar la abundancia relativa se utilizó la metodología propuesta por González-García (1992) y Bibby *et al.* (2000). Es importante señalar que, para los análisis de abundancia, no son consideradas las especies registradas por medio de entrevistas. Se obtuvo un total de 360 individuos, de 67 especies de vertebrados terrestres: de estas, 27 especies (dos anfibios, un reptil, 18 aves y seis mamíferos) fueron consideradas raras, es decir, fueron registradas con uno o dos organismos y representan el 40% del total; mientras que 36 especies, esto es el 54% de las especies registradas, con registros de entre 3 y 15 individuos fueron consideradas comunes (un anfibio, cinco reptiles, 28 aves y dos mamíferos) y, cuatro

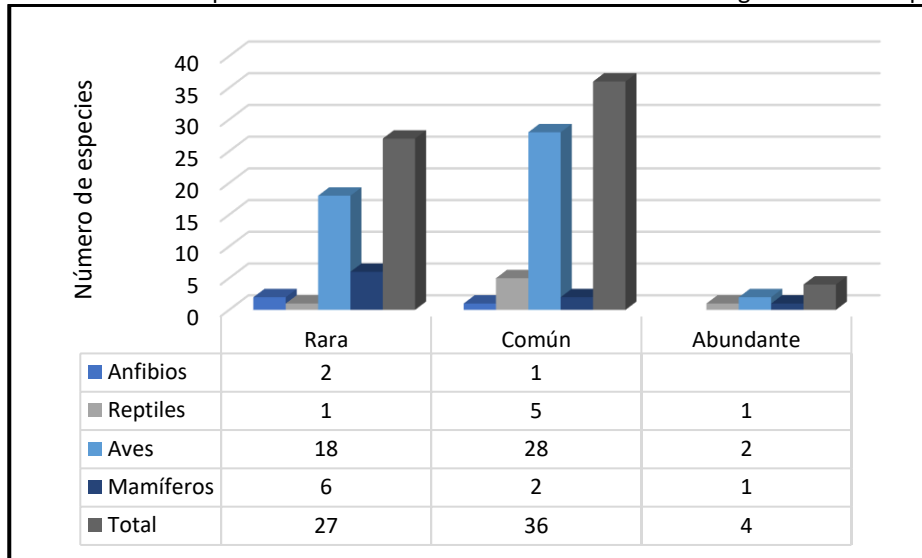
especies con 16 o más registros presentaron el 6%, fueron abundantes (un reptil, dos aves y un mamífero, refiérase a las siguientes dos gráficas).

Gráfica IV. 12. Porcentaje de las categorías de abundancia relativa.



Fuente: Biota y SICA, 2018.

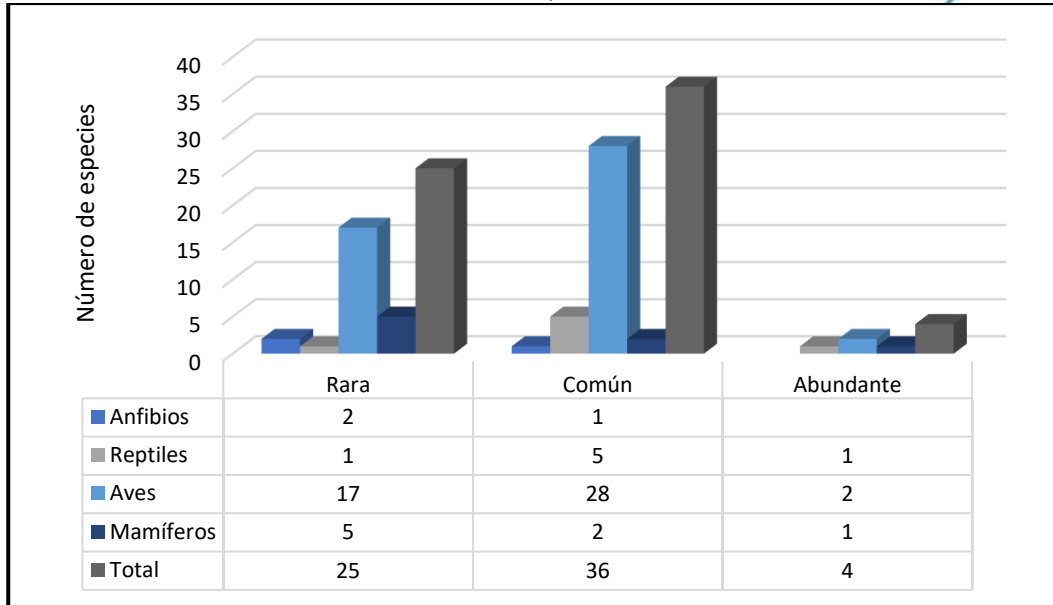
Gráfica IV. 13. Comparación de la abundancia relativa de la fauna registrada en campo.



Fuente: Biota y SICA, 2018.

De las 67 especies registradas en campo, 23 fueron observadas en el área del proyecto, dos especies fueron consideradas raras (dos aves y dos mamíferos), 15 son comunes (tres especies de reptiles, 11 de aves y una especie de mamífero) y cuatro especies fueron abundantes (una especie de reptil, dos de aves una de mamífero, siguiente imagen).

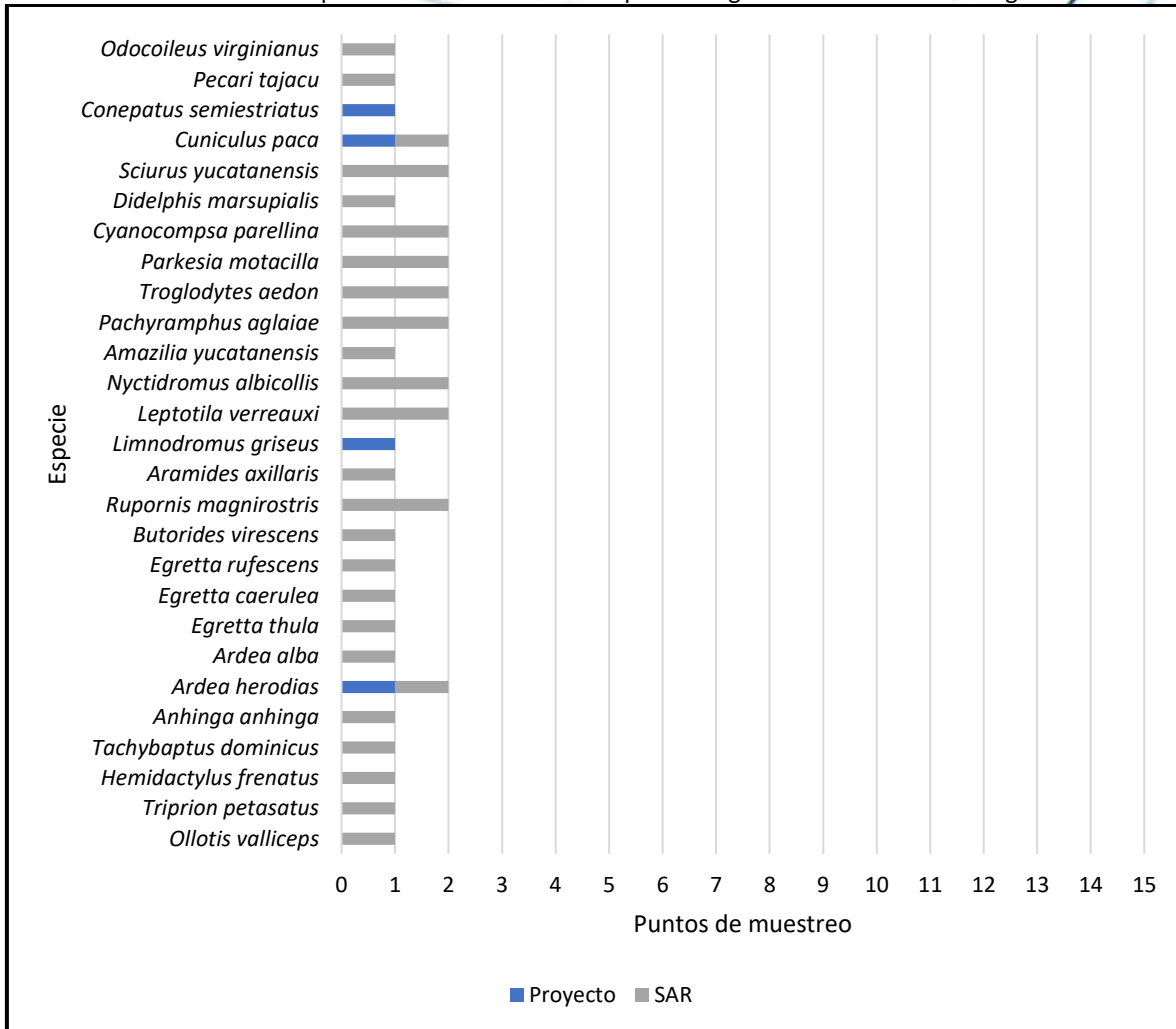
Gráfica IV. 14. Comparativo de las categorías de abundancia relativa de las especies registradas en el área del proyecto, en el Sistema Ambiental Regional (SAR) y Zona Adyacente (ZA; Rara = R, Común= C, Abundante = A).



Fuente: Biota y SICA, 2018.

Como se puede observar en las imágenes anteriores, la tendencia que presentan en cuanto a la cantidad de especies raras, comunes y abundantes, registradas en el trazo, el SAR y las totales, es muy similar. El 60% de las especies registradas en campo son consideradas comunes o abundantes, esto es, que pueden ser observadas con habitualidad o cierta frecuencia en el SAR, aunque este dato no precisa si la distribución de las especies es homogénea en la zona del proyecto y el SAR. Por ello, también se utilizó la frecuencia de ocurrencia en los diferentes puntos de muestreo, para así, poder identificar a las especies más características del área de estudio, ya que esta nos dice la frecuencia con que cada especie es registrada. Como se puede observar en la siguiente imagen, las especies con categoría de raras registradas en uno o máximo dos puntos de muestreo. Ejemplo de ello, es que especies como *Ollotis valliceptis*, *Tripirion petasatus*, *Hemidactylus frenatus*, *Tachybaptus dominicus*, *Anhinga anhinga*, *Ardea alba*, *Egretta thula*, *Egretta caerulea*, *Egretta rufescens*, *Butorides virescens*, *Aramides axillaris*, *Amazilia yucatanensis*, *Didelphis marsupialis*, *Pecari tajacu* y *Odocoileus virginianus*, que fueron registradas en un PM en el SAR y, *Limnodromus griseus*, y *Conepatus semistriatus*, fueron registradas en un PM en el área del proyecto. Otras especies como *Ardea herodias* y *Cuniculus paca*, fueron registradas en dos PM, uno en el área del proyecto y el otro en el SAR, mientras que especies como *Rupornis magnirostris*, *Leptotila verreauxi*, *Nyctidromus albicollis*, *Pachyramphus aglaiae*, *Troglodytes aedon*, *Parkesia motacilla*, *Cyanocompsa parellina* y *Sciurus yucatanensis*, fueron registradas dos PM en el SAR.

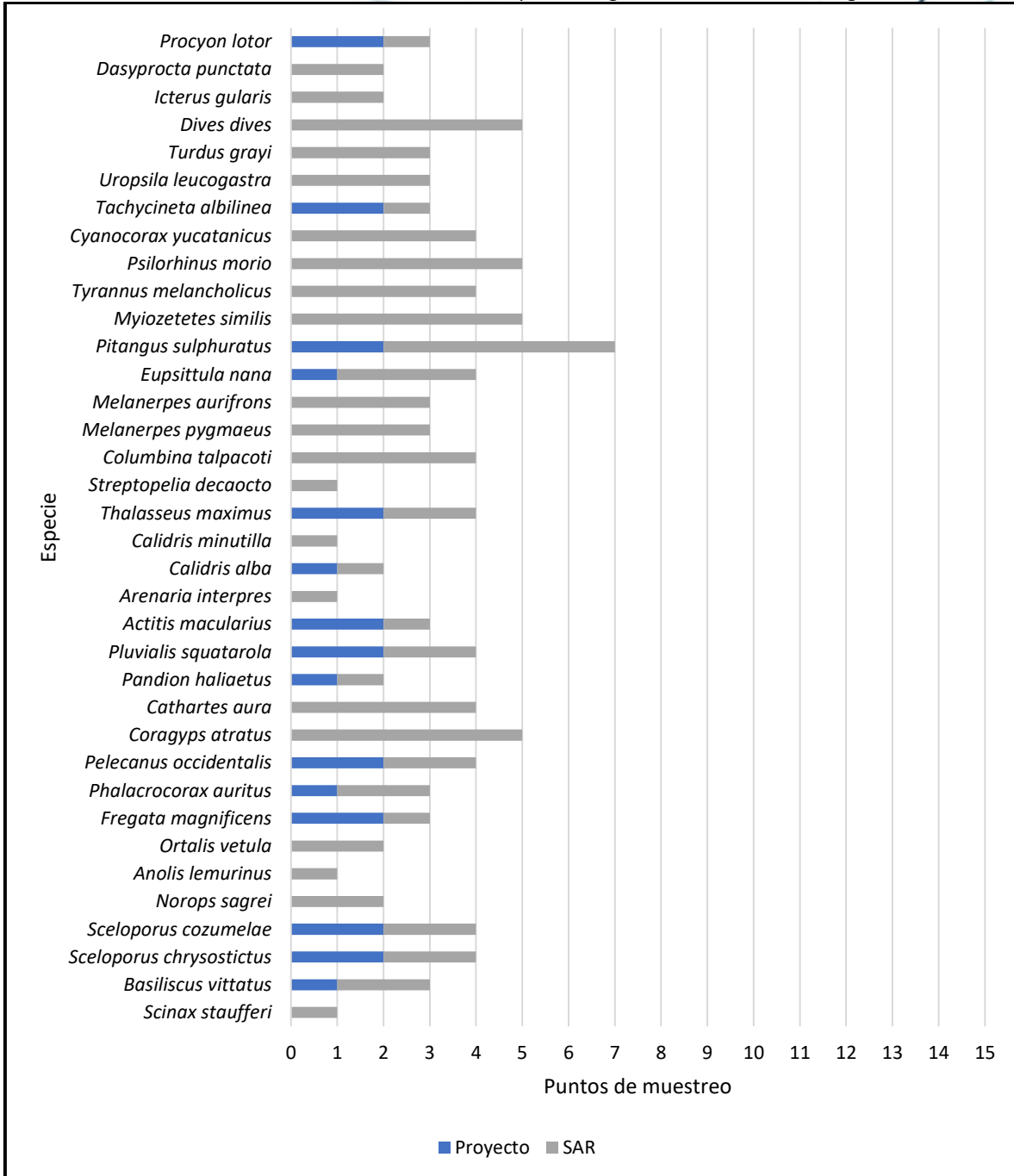
Gráfica IV. 15. Número de puntos de muestreo en los que fue registrada la fauna con categoría de raras.



Fuente: Biota y SICA, 2018.

Las especies comunes fueron registradas de uno y hasta siete puntos de muestreo (referirse a la siguiente imagen). Ejemplo de ello, es que *Scinax staufferi*, *Anolis lemurinus*, *Arenaria interpres*, *Calidris minutilla*, *Streptopelia decaocto*, fueron registradas en un punto de muestreo en la SAR, lo que puede ser interpretado como que estas especies aun cuando son consideradas comunes, no se distribuyen de manera homogénea en el SAR. Mientras que especies como *Pitangus sulphuratus* que fue registrada en siete puntos de muestreo, lo que nos indica, que además de ser una especie común, su distribución es más amplia.

Gráfica IV. 16. Número de Puntos de Muestreo en los que fue registrada la fauna con categoría de comunes.

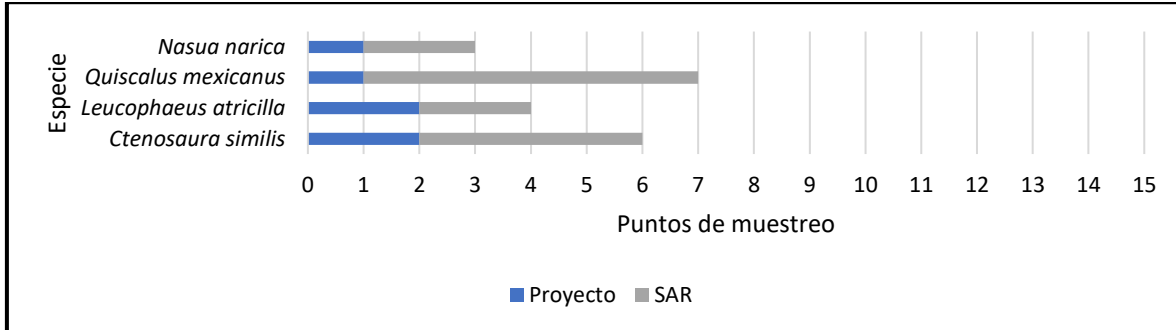


Fuente: Biota y SICA, 2018.

Las especies abundantes, fueron registradas desde tres y hasta en siete puntos de muestreo, es decir, no se distribuyen de manera homogénea en el SAR. *Quiscalus mexicanus*, además de ser la especie más abundante, también fue la especie que mejor distribuida (siguiente imagen). Esto se puede deber a que las condiciones de hábitat en el SAR guardan cierto grado de conservación, también se ve influenciada por los desarrollos turísticos que se encuentran en sus alrededores, así como de otras actividades antrópicas que se realizan en la zona, incluida la carretera federal 307 Cancún-Tulum, y *Quiscalus mexicanus*, al ser una especie oportunista,

se ve beneficiada por las condiciones antes mencionas. Por otro lado, *Nasua narica*, a pesar de ser una de las especies más abundantes, su distribución solo se limitó a tres puntos de muestreo.

Gráfica IV. 17. Número de puntos de muestreo en los que fue registrada la fauna con categoría de abundantes.



Fuente: Biota y SICA, 2018.

DISTRIBUCIÓN DE LA FAUNA.

De acuerdo con lo citado en el apartado anterior, la fauna no estuvo distribuida de manera homogénea, en el área del proyecto y en el SAR, esto es un resultado normal, ya que los recursos no se encuentran distribuidos de manera homogénea en los hábitats, sino que existen diferencias tanto en la composición, estructura y calidad del hábitat, en la distribución espacial y temporal de los recursos como el agua, alimento, áreas de reproducción, áreas de descanso y refugio. Estas diferencias microambientales tienen su efecto en una desigual distribución de la fauna, la cual estará presente o será más abundante en los sitios más propicios, mientras que los animales evitarán aquellos que no cumplen con un mínimo de condiciones y recursos, por ejemplo: para construir madrigueras o nidos, que posean alimento cercano o le brinden protección contra sus depredadores (Begon *et al.* 2006). De los 15 puntos de muestreo, los que presentaron mayor riqueza específica fueron el PM05 con 24 especies, PM01, PM06 y PM13 con 16 especies cada uno y PM10 con 15 especies. Estos PM presentan mejores condiciones de hábitat para la fauna. De los PM06 y PM10, ubicados el primero en el área del proyecto y el segundo en el SAR, se ubicaron cerca de cuerpos de agua y zonas inundadas, por lo que el 60% de las especies registradas, corresponden a aves acuáticas. Los PM05, PM06 y PM13, localizados en el SAR, se ubicaron en la Selva Mediana Subperennifolia, en donde las condiciones de hábitat presentan buena calidad. Por otro lado, el PM15 presentó el menor número de especies con cuatro, seguida por el PM08 ubicado en la zona del proyecto y el PM14 ubicado en el SAR con cinco especies cada uno (Tabla 9). Los PM14 y PM15 se ubicaron cerca de la carretera federal 307 Cancún-Tulum, en donde el tráfico y el ruido ahuyentan a muchas de las especies de fauna que se distribuyen en la zona, pudiendo observarse, solamente aquellas especies que presentan cierta tolerancia a las condiciones de perturbación que ahí se presentan. Los PM que presentaron mayor abundancia fueron los PM10 con 75 individuos registrados y PM05 con 58. Estos puntos de muestreo, además de presentar una mayor abundancia, también fueron de los más diversos. En cuanto a los PM con la abundancia más baja, el PM08 que corresponde al proyecto, presentó el menor número con 7 individuos registrados (siguiente tabla y siguientes imágenes).

Tabla IV. 59. Especies de fauna silvestre registradas por punto de muestreo.

| Grupo | Familia | Especie | Nombre común | Proyecto | | | | | | | | | | | | | | | Total |
|-------------------|-------------------------------|---------------------------------|-------------------------------------|----------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | | | | PM-01 | PM-02 | PM-08 | PM-03 | PM-04 | PM-05 | PM-06 | PM-07 | PM-09 | PM-10 | PM-11 | PM-12 | PM-13 | PM-14 | PM-15 | |
| Anfibios | Bufo | <i>Ollotis valliceps</i> | Sapo del golfo | | | | | | | | | | | | | | | 1 | 1 |
| | Hylidae | <i>Tripion petasatus</i> | Rana cabeza de pala | | | | | | 1 | | | | | | | | | | 1 |
| | Hylidae | <i>Scinax staufferi</i> | Rana arborícola trompuda | | | | | | 10 | | | | | | | | | | 10 |
| Reptiles | Corytophanidae | <i>Basiliscus vittatus</i> | Toloque rayado | | 1 | | 1 | 1 | | | | | | | | | | | 3 |
| | Gekkonidae | <i>Hemidactylus frenatus</i> | Gecko casero | | | | 1 | | | | | | | | | | | | 1 |
| | Iguanidae | <i>Ctenosaura similis</i> | Iguana espinosa rayada | 1 | 1 | | 4 | 1 | | | 1 | | | | | 8 | | | 16 |
| | Phrynosomatidae | <i>Sceloporus chrysostictus</i> | Lagartija espinosa pintas amarillas | 4 | 2 | | | | | | | | 3 | 1 | | | | | 10 |
| | Phrynosomatidae | <i>Sceloporus cozumelae</i> | Lagartija de cozumel | 2 | 4 | | | | | | | | 2 | 3 | | | | | 11 |
| | Polychridae | <i>Norops sagrei</i> | Anolis café | | | | | 1 | 11 | | | | | | | | | | 12 |
| | Polychridae | <i>Anolis lemurinus</i> | Anolis fantasma | | | | | | 3 | | | | | | | | | | 3 |
| | Cracidae | <i>Ortalis vetula</i> | Chachalaca Oriental | | | | | 2 | | | 2 | | | | | | | | 4 |
| | Podicipedidae | <i>Tachybaptus dominicus</i> | Zambullidor Menor | | | | 1 | | | | | | | | | | | | 1 |
| | Fregatidae | <i>Fregata magnificens</i> | Fragata Tijereta | 1 | 1 | | | | | | | | | | 1 | | | | 3 |
| Phalacrocoracidae | <i>Phalacrocorax auritus</i> | Cormorán Orejón | | 2 | | | | | | | | | 1 | 4 | | | | 7 | |
| Anhingidae | <i>Anhinga anhinga</i> | Anhinga Americana | | | | | | | | | | 1 | | | | | | 1 | |
| Pelecanidae | <i>Pelecanus occidentalis</i> | Pelicano Café | 2 | 1 | | | | | | | | | 3 | 5 | | | | 11 | |
| Ardeidae | <i>Ardea herodias</i> | Garza Morena | 1 | | | | | | | | | 1 | | | | | | 2 | |
| Ardeidae | <i>Ardea alba</i> | Garza Blanca | | | | | | | | | | 1 | | | | | | 1 | |
| Ardeidae | <i>Egretta thula</i> | Garza Dedos Dorados | | | | | | | | | | 1 | | | | | | 1 | |
| Ardeidae | <i>Egretta caerulea</i> | Garza Azul | | | | | | | | | | 2 | | | | | | 2 | |
| Ardeidae | <i>Egretta rufescens</i> | Garza Rojiza | | | | | | | | | | 1 | | | | | | 1 | |
| Ardeidae | <i>Butorides virescens</i> | Garcita Verde | | | | | | | | | | 1 | | | | | | 1 | |
| Cathartidae | <i>Coragyps atratus</i> | Zopilote Común | | | | | | | | | | | | 1 | 2 | 2 | | 10 | |
| Cathartidae | <i>Cathartes aura</i> | Zopilote Aura | | | | | | | | | | | | 3 | | 1 | 4 | 7 | |
| Pandionidae | <i>Pandion haliaetus</i> | Águila Pescadora | 1 | | | | | | | | | | | 2 | | | | 3 | |
| Accipitridae | <i>Rupornis magnirostris</i> | Aguiluilla Caminera | | | | | | | | | 1 | | | | | | | 2 | |
| Rallidae | <i>Aramides axillaris</i> | Rascón Cuello Canela | | | | | | | | 1 | | | | | | 1 | | 1 | |
| Charadriidae | <i>Pluvialis squatarola</i> | Chorlo Gris | 2 | 2 | | | | | | | | | 1 | 3 | | | | 8 | |
| Scolopacidae | <i>Actitis macularia</i> | Playero Alzacolita | 2 | 1 | | | | | | | | | | 2 | | | | 5 | |
| Scolopacidae | <i>Arenaria interpres</i> | Vuelvepiedras Rojizo | | | | | | | | | | | | 10 | | | | 10 | |
| Scolopacidae | <i>Calidris alba</i> | Playero Blanco | 4 | | | | | | | | | | | 8 | | | | 12 | |
| Scolopacidae | <i>Calidris minutilla</i> | Playero Diminuto | | | | | | | | | | | | 14 | | | | 14 | |
| Scolopacidae | <i>Limnodromus griseus</i> | Costurero Pico Corto | 1 | | | | | | | | | | | | | | | 1 | |
| Laridae | <i>Leucophaeus atricilla</i> | Gaviota Reidora | 3 | 3 | | | | | | | | | 2 | 8 | | | | 16 | |
| Laridae | <i>Thalasseus maximus</i> | Charrán Real | 1 | 2 | | | | | | | | | 1 | 7 | | | | 11 | |
| Columbidae | <i>Streptopelia decaocto</i> | Paloma de Collar Turca | | | | 5 | | | | | | | | | | | | 5 | |
| Columbidae | <i>Columba talpacoti</i> | Tortolita Canela | | | | | | | 1 | | | | | | 1 | 2 | 1 | 5 | |
| Columbidae | <i>Leptotila verreauxi</i> | Paloma Arroyera | | | | | | | 1 | | | | | | | | | 2 | |
| Caprimulgidae | <i>Nyctidromus albicollis</i> | Chotacabras Pauraque | | | | | | | 1 | 1 | | | | | | | | 2 | |
| Trochilidae | <i>Amazilia yucatanensis</i> | Colibrí Vientre Canelo | | | | 1 | | | | | | | | | | | | 1 | |
| Picidae | <i>Melanerpes pygmaeus</i> | Carpintero Yucateco | | | | | | | 2 | | | | | | 1 | 1 | | 4 | |
| Picidae | <i>Melanerpes aurifrons</i> | Carpintero Cheje | | | | 1 | | | | | 1 | | | | | | 1 | 3 | |
| Psittacidae | <i>Eupsittula nana</i> | Perico Pecho Sucio | | | | 3 | | | | 4 | 2 | | | | | 2 | | 11 | |
| Tyrannidae | <i>Pitangus sulphuratus</i> | Luis Bienteveo | 1 | 1 | | | 1 | | 1 | 1 | | | | 2 | | 2 | | 9 | |
| Tyrannidae | <i>Myiozetetes similis</i> | Luisito Común | | | | | | | 2 | 3 | | | | 1 | 3 | 3 | | 12 | |
| Tyrannidae | <i>Tyrannus melancholicus</i> | Tirano Pirirí | | | | | | | 2 | 1 | | | | 4 | | 2 | | 9 | |
| Tityridae | <i>Pachyrhamphus aglaiae</i> | Cabezón Degollado | | | | | | | 1 | | | | | | | 1 | | 2 | |
| Corvidae | <i>Psilorhinus morio</i> | Chara Pea | | | | | | 3 | 4 | 2 | | | | | 2 | 2 | | 13 | |
| Corvidae | <i>Cyanocorax yucatanicus</i> | Chara Yucateca | | | | | | 5 | | 2 | | | | | 3 | 2 | | 12 | |
| Hirundinidae | <i>Tachycineta albilinea</i> | Golondrina Manglera | 2 | 1 | | | | | | | | | 2 | | | | | 5 | |
| Troglodytidae | <i>Troglodytes aedon</i> | Saltpared Común | | | | | | | | 1 | | | | | 1 | | | 2 | |

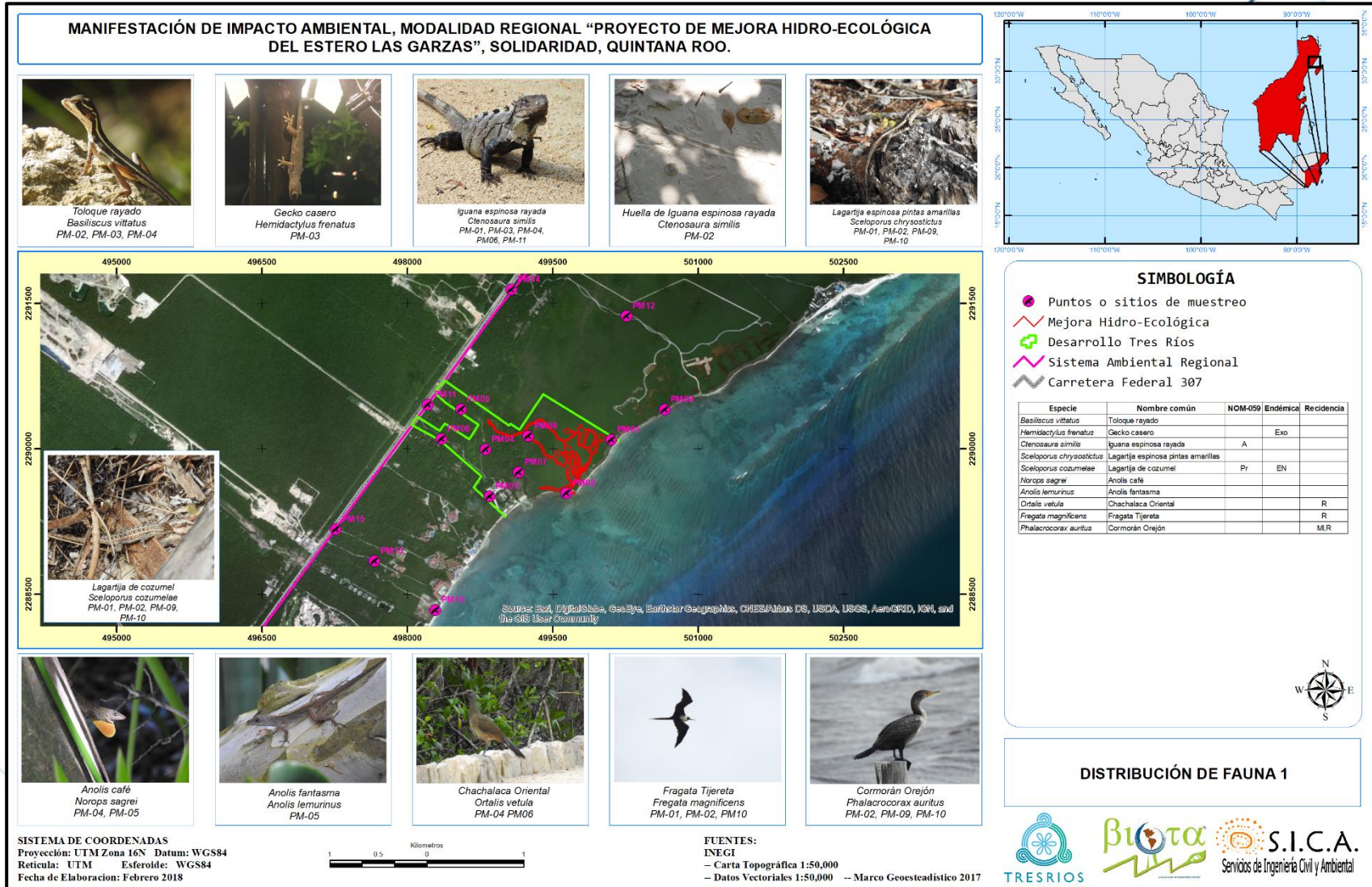
MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL “PROYECTO DE MEJORA HIDRO-ECOLÓGICA DEL ESTERO LAS GARZAS”, SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.

| Grupo | Familia | Especie | Nombre común | Proyecto | | SAR | | | | | | | | | | | | | Total |
|---------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-----------------------------|----------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | | | | PM-01 | PM-02 | PM-08 | PM-03 | PM-04 | PM-05 | PM-06 | PM-07 | PM-09 | PM-10 | PM-11 | PM-12 | PM-13 | PM-14 | PM-15 | |
| Mamíferos | Troglodytidae | <i>Uropsila leucogastra</i> | Saltapared Vientre Blanco | | | | | | | 1 | | | | | 1 | 1 | | | 3 |
| | Turdidae | <i>Turdus grayi</i> | Mirlo Café | | | | | | | 1 | | | | | 1 | 1 | | | 3 |
| | Parulidae | <i>Parkesia motacilla</i> | Chipe Arroyero | | | | | | 1 | | | | | | 1 | | | | 2 |
| | Cardinalidae | <i>Cyanocompsa parellina</i> | Colorín Azulnegro | | | | | | | 1 | | | | | 1 | | | | 2 |
| | Icteridae | <i>Dives dives</i> | Tordo Cantor | | | | | | 3 | 1 | | | | | 1 | 2 | 2 | | 9 |
| | Icteridae | <i>Quiscalus mexicanus</i> | Zanate Mayor | 1 | | | 5 | | 1 | | 2 | 3 | 6 | | | | | 5 | 23 |
| | Icteridae | <i>Icterus gularis</i> | Calandria Dorso Negro Mayor | | | | | | | 1 | | | | | | 2 | | | 3 |
| | Didelphidae | <i>Didelphis marsupialis</i> | Tlacuache sureño | | | | | | 1 | | | | | | | | | | 1 |
| | Sciuridae | <i>Sciurus yucatanensis</i> | Ardilla yucateca | | | | | | 1 | | | | | | | 1 | | | 2 |
| | Cuniculidae | <i>Cuniculus paca</i> | Tepezcuintle | | | 1 | | | 1 | | | | | | | | | | 2 |
| | Dasyproctidae | <i>Dasyprocta punctata</i> | Guanaqueque | | | | 2 | 1 | | | | | | | | | | | 3 |
| | Mephitidae | <i>Conepatus semistriatus</i> | Zorrillo cadeno | | | 1 | | | | | | | | | | | | | 1 |
| | Procyonidae | <i>Nasua narica</i> | Tejón | | | 1 | 8 | | 12 | | | | | | | | | | 21 |
| | Procyonidae | <i>Procyon lotor</i> | Mapache | | 1 | 1 | | | | | | 1 | | | | | | | 3 |
| Tayassuidae | <i>Pecari tajacu</i> | Pecarí de collar | | | | | | 1 | | | | | | | | | | 1 | |
| Cervidae | <i>Odocoileus virginianus</i> | Venado cola blanca | | | | | | | 1 | | | | | | | | | 1 | |
| Total, de individuos observados | | | | 29 | 23 | 7 | 30 | 24 | 58 | 22 | 11 | 18 | 75 | 21 | 18 | 26 | 10 | 8 | 380 |
| Total, de especies registradas | | | | 16 | 14 | 5 | 11 | 8 | 24 | 16 | 9 | 9 | 15 | 7 | 12 | 16 | 5 | 4 | 67 |

Fuente: Biota y SICA, 2018.

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL “PROYECTO DE MEJORA HIDRO-ECOLÓGICA DEL ESTERO LAS GARZAS”, SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.

Imagen IV. 67. Distribución de la fauna registrada en campo.



Fuente: Biota y SICA, 2018.

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL “PROYECTO DE MEJORA HIDRO-ECOLÓGICA DEL ESTERO LAS GARZAS”, SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.

Imagen IV. 68. Distribución de la fauna registrada en campo.



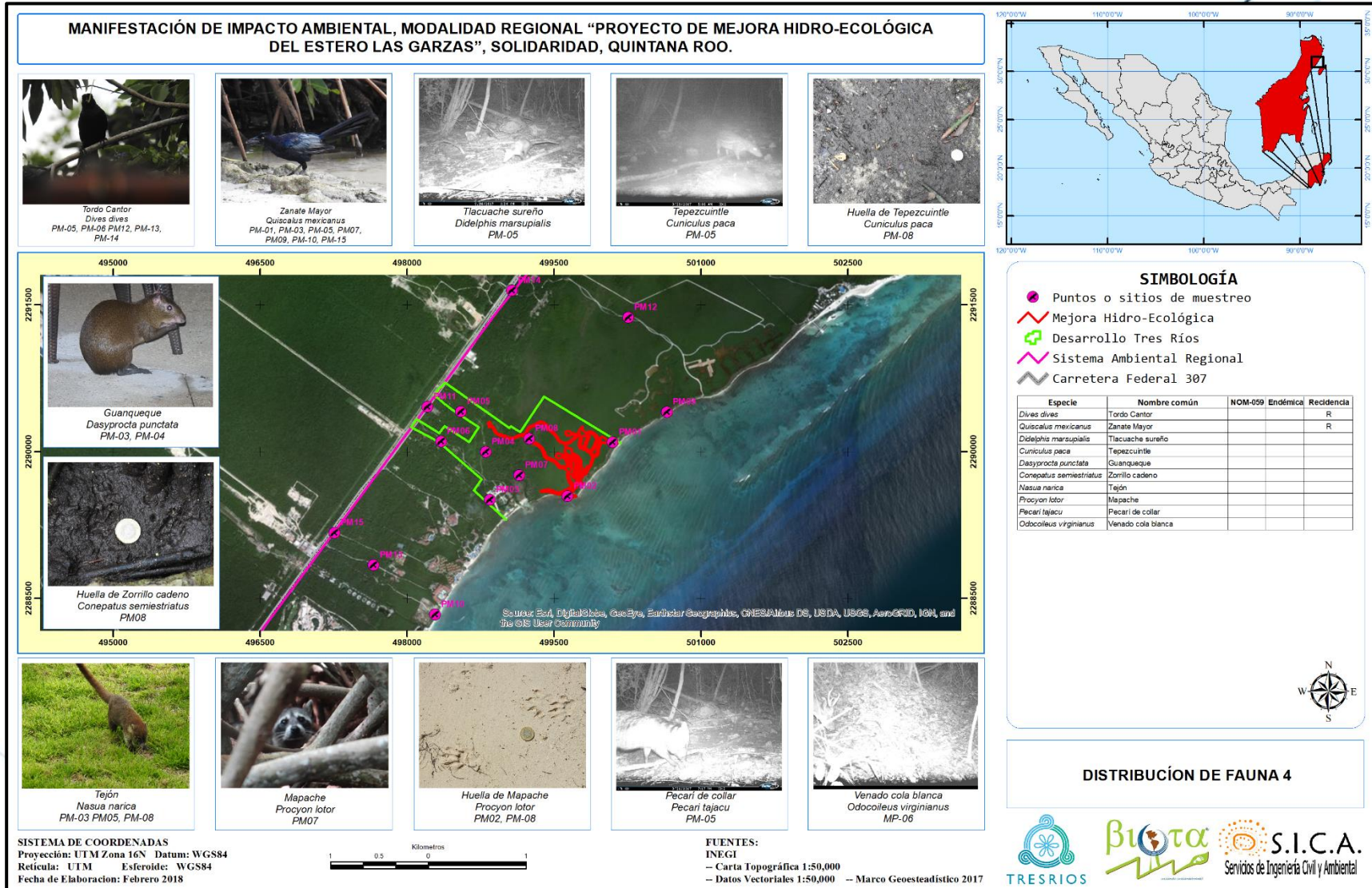
MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL “PROYECTO DE MEJORA HIDRO-ECOLÓGICA DEL ESTERO LAS GARZAS”, SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.

Imagen IV. 69. Distribución de la fauna registrada en campo.



Fuente: Biota y SICA, 2018.

Imagen IV. 70. Distribución de la fauna registrada en campo.



Fuente: Biota y SICA, 2018.

FAUNA REGISTRADA POR USO DE SUELO Y VEGETACIÓN.

Para la identificación de fauna silvestre, se realizaron 15 Puntos de Muestreo, mismos que fueron ubicados en el área del proyecto (tres PM) y en el SAR (12 PM), abarcando los diferentes tipos de hábitat (referirse a la siguiente tabla), esto con el fin de obtener mayor representatividad de las especies de fauna presentes en la zona. Los PM estuvieron distribuidos de la siguiente manera: 10 en Manglar y cinco en Selva Mediana Subperennifolia (SMS).

Tabla IV. 60. Especies de fauna silvestre registradas por punto de muestreo.

| PM | COORDENADAS X | COORDENADAS Y | USV | UBICACIÓN |
|------|---------------|---------------|---------|-----------|
| PM01 | 500103 | 2290092 | Manglar | Proyecto |
| PM02 | 499642 | 2289542 | Manglar | Proyecto |
| PM03 | 498849 | 2289506 | Manglar | SAR |
| PM04 | 498806 | 2289993 | Manglar | SAR |
| PM05 | 498553 | 2290404 | SMS | SAR |
| PM06 | 498350 | 2290101 | SMS | SAR |
| PM07 | 499147 | 2289754 | Manglar | SAR |
| PM08 | 499249 | 2290130 | Manglar | Proyecto |
| PM09 | 500655 | 2290401 | Manglar | SAR |
| PM10 | 498290 | 2288334 | Manglar | SAR |
| PM11 | 498212 | 2290453 | SMS | SAR |
| PM12 | 500262 | 2291367 | Manglar | SAR |
| PM13 | 497661 | 2288840 | SMS | SAR |
| PM14 | 499073 | 2291641 | Manglar | SAR |
| PM15 | 497263 | 2289169 | SMS | SAR |

Fuente: Biota y SICA, 2018.

A continuación, se describen los resultados en los diferentes tipos de vegetación, primeramente, de los PM ubicados en el área del proyecto y posteriormente de los PM ubicados en el SAR (Es importante señalar que las especies registradas por entrevistas no son consideradas en los siguientes análisis).

FAUNA REGISTRADA POR USV EN EL ÁREA DEL PROYECTO

Manglar:

Este tipo de vegetación abarca gran parte del área del proyecto. Se ubicaron tres PM en este tipo de vegetación, en donde se registraron 23 especies: cuatro especies de reptiles, 15 especies de aves y cuatro especies de mamíferos, pertenecientes a 17 Familias y 22 Géneros. Las familias mejor representadas fueron Scolopacidae con tres especies, seguida por Phrynosomatidae, Laridae y Procyonidae con dos especies cada una; *Sceloporus chrysostictus*, *Sceloporus cozumelae* y *Leucophaeus atricilla*, fueron las especies más abundantes, con seis registros cada una.

Tabla IV. 61. Especies de fauna registradas en Manglar en el área del proyecto.

| GRUPO | FAMILIA | ESPECIE | NOMBRE COMÚN | IND. REG. |
|----------|-------------------|---------------------------------|-------------------------------------|-----------|
| Reptiles | Corytophanidae | <i>Basiliscus vittatus</i> | Toloque rayado | 1 |
| | Iguanidae | <i>Ctenosaura similis</i> | Iguana espinosa rayada | 2 |
| | Phrynosomatidae | <i>Sceloporus chrysostictus</i> | Lagartija espinosa pintas amarillas | 6 |
| | | <i>Sceloporus cozumelae</i> | Lagartija de cozumel | 6 |
| Aves | Fregatidae | <i>Fregata magnificens</i> | Fragata Tijereta | 2 |
| | Phalacrocoracidae | <i>Phalacrocorax auritus</i> | Cormorán Orejón | 2 |
| | Pelecanidae | <i>Pelecanus occidentalis</i> | Pelícano Café | 3 |
| | Ardeidae | <i>Ardea herodias</i> | Garza Morena | 1 |
| | Pandionidae | <i>Pandion haliaetus</i> | Águila Pescadora | 1 |
| | Charadriidae | <i>Pluvialis squatarola</i> | Chorlo Gris | 4 |
| | | <i>Actitis macularius</i> | Playero Alzacolita | 3 |
| | Scolopacidae | <i>Calidris alba</i> | Playero Blanco | 4 |
| | | <i>Limnodromus griseus</i> | Costurero Pico Corto | 1 |
| | | <i>Leucophaeus atricilla</i> | Gaviota Reidora | 6 |
| | Laridae | <i>Thalasseus maximus</i> | Charrán Real | 3 |
| | | <i>Eupsittula nana</i> | Perico Pecho Sucio | 3 |
| | Tyrannidae | <i>Pitangus sulphuratus</i> | Luis Bienteveo | 2 |

**MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL
"PROYECTO DE MEJORA HIDRO-ECOLÓGICA DEL ESTERO LAS GARZAS",
SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.**

| GRUPO | FAMILIA | ESPECIE | NOMBRE COMÚN | IND. REG. |
|-----------|--------------|-------------------------------|---------------------|-----------|
| | Hirundinidae | <i>Tachycineta albilinea</i> | Golondrina Manglera | 3 |
| | Icteridae | <i>Quiscalus mexicanus</i> | Zanate Mayor | 1 |
| | Cuniculidae | <i>Cuniculus paca</i> | Tepezcuintle | 1 |
| Mamíferos | Mephitidae | <i>Conepatus semistriatus</i> | Zorrillo cadeno | 1 |
| | Procyonidae | <i>Nasua narica</i> | Tejón | 1 |
| | | <i>Procyon lotor</i> | Mapache | 2 |

Fuente: Biota y SICA, 2018.

FAUNA REGISTRADA POR USV EN EL SAR.

Manglar:

Este tipo de vegetación cobre gran importancia, abarcando poco más del 50% de cobertura de la zona terrestre del SAR. Se ubicaron siete PM en este tipo de vegetación, en donde se registraron 49 especies: una especie de anfibio, seis especies de reptiles, 39 de aves y tres especies de mamíferos, pertenecientes a 31 Familias y 43 Géneros. La familia mejor representada fue Ardeidae con seis especies, seguida por Scolopacidae con cuatro especies y, Phrynosomatidae, Cathartidae, Laridae, Columbidae, Picidae, Tyrannidae, Corvidae, Icteridae y Procyonidae, con dos especies cada una. Las especies más abundantes fueron *Quiscalus mexicanus* con 16 registros, *Calidris minutilla* con 14 registros y, *Scinax staufferi*, *Arenaria interpres* y *Leucophaeus atricilla* con 10 registros cada una.

Tabla IV. 62. Especies de fauna registradas en Manglar en el SAR.

| Grupo | Familia | Especie | Nombre común | Ind. Reg. |
|----------------------------|-----------------|---------------------------------|-------------------------------------|---------------------|
| Anfibios | Hylidae | <i>Scinax staufferi</i> | Rana arborícola trompuda | 10 |
| | Corytophanidae | <i>Basiliscus vittatus</i> | Toloque rayado | 2 |
| Reptiles | Gekkonidae | <i>Hemidactylus frenatus</i> | Gecko casero | 1 |
| | Iguanidae | <i>Ctenosaura similis</i> | Iguana espinosa rayada | 5 |
| | Phrynosomatidae | <i>Sceloporus chrysostictus</i> | Lagartija espinosa pintas amarillas | 4 |
| | | <i>Sceloporus cozumelae</i> | Lagartija de cozumel | 5 |
| | Polychridae | <i>Norops sagrei</i> | Anolis café | 1 |
| | Aves | Cracidae | <i>Ortalis vetula</i> | Chachalaca Oriental |
| Podicipedidae | | <i>Tachybaptus dominicus</i> | Zambullidor Menor | 1 |
| Fregatidae | | <i>Fregata magnificens</i> | Fragata Tijereta | 1 |
| Phalacrocoracidae | | <i>Phalacrocorax auritus</i> | Cormorán Orejón | 5 |
| | | <i>Anhinga anhinga</i> | Anhinga Americana | 1 |
| Pelecanidae | | <i>Pelecanus occidentalis</i> | Pelícano Café | 8 |
| | | Ardeidae | <i>Ardea herodias</i> | Garza Morena |
| <i>Ardea alba</i> | | | Garza Blanca | 1 |
| <i>Egretta thula</i> | | | Garza Dedos Dorados | 1 |
| <i>Egretta caerulea</i> | | | Garza Azul | 2 |
| <i>Egretta rufescens</i> | | | Garza Rojiza | 1 |
| <i>Butorides virescens</i> | | | Garcita Verde | 1 |
| Cathartidae | | <i>Coragyps atratus</i> | Zopilote Común | 7 |
| | | <i>Cathartes aura</i> | Zopilote Aura | 2 |
| Pandionidae | | <i>Pandion haliaetus</i> | Águila Pescadora | 2 |
| Accipitridae | | <i>Rupornis magnirostris</i> | Aguillita Caminera | 1 |
| Charadriidae | | <i>Pluvialis squatarola</i> | Chorlo Gris | 4 |
| | | <i>Actitis macularius</i> | Playero Alzacolita | 2 |
| Scolopacidae | | <i>Arenaria interpres</i> | Vuelvepiedras Rojizo | 10 |
| | | <i>Calidris alba</i> | Playero Blanco | 8 |
| | | <i>Calidris minutilla</i> | Playero Diminuto | 14 |
| | | <i>Leucophaeus atricilla</i> | Gaviota Reidora | 10 |
| Laridae | | <i>Thalasseus maximus</i> | Charrán Real | 8 |
| | | <i>Streptopelia decaocto</i> | Paloma de Collar Turca | 5 |
| Columbidae | | <i>Columbina talpacoti</i> | Tortolita Canela | 2 |
| | | <i>Amazilia yucatanensis</i> | Colibrí Vientre Canelo | 1 |
| Trochilidae | | <i>Melanerpes pygmaeus</i> | Carpintero Yucateco | 1 |
| | | <i>Melanerpes aurifrons</i> | Carpintero Cheje | 2 |
| Picidae | | <i>Pitangus sulphuratus</i> | Luis Bienteveo | 1 |
| | | <i>Myiozetetes similis</i> | Luisito Común | 3 |

| Grupo | Familia | Especie | Nombre común | Ind. Reg. |
|-----------|---------------|-------------------------------|---------------------------|-----------|
| | Corvidae | <i>Psilorhinus morio</i> | Chara Pea | 5 |
| | | <i>Cyanocorax yucatanicus</i> | Chara Yucateca | 8 |
| | Hirundinidae | <i>Tachycineta albilinea</i> | Golondrina Manglera | 2 |
| | Troglodytidae | <i>Uropsila leucogastra</i> | Saltapared Vientre Blanco | 1 |
| | Turdidae | <i>Turdus grayi</i> | Mirlo Café | 1 |
| | Parulidae | <i>Parkesia motacilla</i> | Chipe Arroyero | 1 |
| | Cardinalidae | <i>Cyanocompsa parellina</i> | Colorín Azulnegro | 1 |
| | Icteridae | <i>Dives dives</i> | Tordo Cantor | 3 |
| | | <i>Quiscalus mexicanus</i> | Zanate Mayor | 16 |
| | Dasyproctidae | <i>Dasyprocta punctata</i> | Guanaqueque | 3 |
| Mamíferos | Procyonidae | <i>Nasua narica</i> | Tejón | 8 |
| | | <i>Procyon lotor</i> | Mapache | 1 |

Fuente: Biota y SICA, 2018.

Selva Mediana Subperennifolia (SMS):

Este tipo de vegetación, aun cuando solamente abarca el 10% de la superficie terrestre del SAR, es reconocido por presentar una alta biodiversidad. Se ubicaron cinco PM este tipo de vegetación, en donde se registraron 36 especies (dos especies de anfibios, tres especies de reptiles, 25 especies de aves y seis especies de mamíferos), pertenecientes a 26 Familias y 35 Géneros. Las familias mejor representadas fueron Tyrannidae e Icteridae con tres especies cada una, seguidas por Polychridae, Cathartidae, Columbidae, Picidae, Corvidae y Troglodytidae con dos especies cada una. Las especies más abundantes fueron *Nasua narica* con 12 registros, seguida por *Norops sagrei* con 11 registros.

Tabla IV. 63. Especies de fauna registradas en SMS en la zona del SAR.

| GRUPO | FAMILIA | ESPECIE | NOMBRE COMÚN | IND. REG. | |
|-------------|---------------|-------------------------------|-------------------------------|---------------------------|---|
| Anfibios | Bufonidae | <i>Ollotis valliceps</i> | Sapo del golfo | 1 | |
| | Hylidae | <i>Triprrion petasatus</i> | Rana cabeza de pala | 1 | |
| Reptiles | Iguanidae | <i>Ctenosaura similis</i> | Iguana espinosa rayada | 9 | |
| | | <i>Norops sagrei</i> | Anolis café | 11 | |
| | Polychridae | <i>Anolis lemurinus</i> | Anolis fantasma | 3 | |
| Aves | Cracidae | <i>Ortalis vetula</i> | Chachalaca Oriental | 2 | |
| | Cathartidae | <i>Coragyps atratus</i> | Zopilote Común | 3 | |
| | | <i>Cathartes aura</i> | Zopilote Aura | 5 | |
| | Accipitridae | <i>Rupornis magnirostris</i> | Aguillita Caminera | 1 | |
| | Rallidae | <i>Aramides axillaris</i> | Rascón Cuello Canela | 1 | |
| | Columbidae | <i>Columbina talpacoti</i> | Tortolita Canela | 3 | |
| | | <i>Leptotila verreauxi</i> | Paloma Arroyera | 2 | |
| | Caprimulgidae | <i>Nyctidromus albicollis</i> | Chotacabras Pauraque | 2 | |
| | Picidae | <i>Melanerpes pygmaeus</i> | Carpintero Yucateco | 3 | |
| | | <i>Melanerpes aurifrons</i> | Carpintero Cheje | 1 | |
| | Psittacidae | <i>Eupsittula nana</i> | Perico Pecho Sucio | 8 | |
| | | | Luis Bienteveo | 6 | |
| | | Tyrannidae | <i>Myiozetetes similis</i> | Luisito Común | 9 |
| | | | <i>Tyrannus melancholicus</i> | Tirano Pirirí | 9 |
| | | Tityridae | <i>Pachyrhamphus aglaiae</i> | Cabezón Degollado | 2 |
| | | Corvidae | <i>Psilorhinus morio</i> | Chara Pea | 8 |
| | | | <i>Cyanocorax yucatanicus</i> | Chara Yucateca | 4 |
| | | Troglodytidae | <i>Troglodytes aedon</i> | Saltapared Común | 2 |
| | | | <i>Uropsila leucogastra</i> | Saltapared Vientre Blanco | 2 |
| | | Turdidae | <i>Turdus grayi</i> | Mirlo Café | 2 |
| | Parulidae | <i>Parkesia motacilla</i> | Chipe Arroyero | 1 | |
| | Cardinalidae | <i>Cyanocompsa parellina</i> | Colorín Azulnegro | 1 | |
| | Icteridae | <i>Dives dives</i> | Tordo Cantor | 6 | |
| | | <i>Quiscalus mexicanus</i> | Zanate Mayor | 6 | |
| | | <i>Icterus gularis</i> | Calandria Dorso Negro Mayor | 3 | |
| | Mamíferos | Didelphidae | <i>Didelphis marsupialis</i> | Tlacuache sureño | 1 |
| | | Sciuridae | <i>Sciurus yucatanensis</i> | Ardilla yucateca | 2 |
| Cuniculidae | | <i>Cuniculus paca</i> | Tepezcuintle | 1 | |
| Procyonidae | | <i>Nasua narica</i> | Tejón | 12 | |

| GRUPO | FAMILIA | ESPECIE | NOMBRE COMÚN | IND. REG. |
|-------|-------------|-------------------------------|--------------------|-----------|
| | Tayassuidae | <i>Pecari tajacu</i> | Pecarí de collar | 1 |
| | Cervidae | <i>Odocoileus virginianus</i> | Venado cola blanca | 1 |

Fuente: Biota y SICA, 2018.

ÍNDICES DE DIVERSIDAD.

ÍNDICE DE SHANON-WIENER.

El Índice de Shannon-Wiener nos indica si existe dominancia de una o varias especies en una muestra, y depende básicamente de la proporción de especies (p_i) y del número de especies; es decir, en una zona en donde la riqueza de especies es baja y además cada una de estas especies tienen pocos representantes, el índice de Shannon (H') puede ser mayor que una zona con mayor riqueza de especies, pero con algunas especies con mayor dominancia. El índice de Shannon asume que los individuos son seleccionados al azar y que todas las especies están representadas en la muestra. Adquiere valores entre cero, cuando hay una sola especie o existe dominancia de una especie, y el logaritmo de S , cuando todas las especies están representadas por el mismo número de individuos (Magurran 1988, Peet 1974, Baev y Penev 1995). El índice de Shannon está dado por la ecuación: $H' = -\sum p_i \ln p_i$, donde: p_i = abundancia proporcional de la especie i , es decir, el número de individuos de la especie i dividido entre el número total de individuos de la muestra. Asimismo, se calculó el Índice de equitatividad de Pielou ($J' = H'/H'_{max}$, donde $H'_{max} = \ln \text{Núm. total de especies}$), a fin de observar la proporción de la diversidad observada con relación a la máxima diversidad esperada. Su valor va de 0 a 1, de forma que 1 corresponde a situaciones donde todas las especies son igualmente abundantes (Magurran 1988). Se aplicó el índice de diversidad de Shannon (H') para evaluar el estatus de diversidad faunística, así como el índice de equitatividad de Pielou para definir el estado de abundancia de las especies de fauna reportadas en el trabajo de campo por uso de suelo y vegetación, tanto para la zona del proyecto, como para el Sistema Ambiental Regional. Es importante recordar que las especies registradas mediante entrevistas no son consideradas en los análisis de diversidad.

Tabla IV. 64. Índice de diversidad de Shannon-Wiener por PM.

| UBICACIÓN | USO DE SUELO | NÚM. ESPECIES | NÚM. INDIVIDUOS | SHANNON (H') | H'_{MAX} | J' |
|--------------|-------------------------------|---------------|-----------------|------------------|---------------|-------------|
| Proyecto | Manglar | 23 | 59 | 2.9461 | 3.1355 | 0.94 |
| | Total, Proyecto | 23 | 59 | 2.9461 | 3.1355 | 0.94 |
| SAR | Manglar | 49 | 186 | 3.5006 | 3.8918 | 0.90 |
| | Selva Mediana Subperennifolia | 36 | 135 | 3.2593 | 3.5835 | 0.91 |
| | Total, SAR | 65 | 321 | 3.7708 | 4.1744 | 0.90 |
| Total | | 67 | 380 | 3.8174 | 4.2047 | 0.91 |

Fuente: Biota y SICA, 2018.

Como se puede observar en la tabla anterior, los resultados exponen que el índice de diversidad de Shannon general es de $H'=4.2047$, esto muestra que la diversidad puede ser considerada alta, considerando lo que menciona Magurran (1988), ya que señala que cuando los valores del índice de Shannon son inferiores a 1.5, el área se considera de diversidad baja, en tanto que los valores entre 1.6 y 3.0 se consideran como diversidad media, y los valores iguales o superiores a 3.1 se consideran como diversidad alta. De igual forma, el índice de Pielou presentó un valor de $J'=0.91$, es decir, que existe poca discrepancia entre los resultados obtenidos en campo y los valores teóricos esperados. Continuando con lo mencionado por Magurran (1988), la diversidad particular del área del proyecto es considerada media, con un $H'=2.9461$, mientras que para el SAR con un $H'=3.7708$ la diversidad se considera alta. Al observar la Tabla 10, se puede observar que existen pocas discrepancias con los valores teóricos esperados, considerando valores de $H_{max}=3.946$ para el área del proyecto y $H_{max}=4.1744$ para el SAR. Un ejemplo de lo anterior es que el índice de equitatividad de Pielou, muestra valores de $(J)=0.94$ para el proyecto y $(J)=0.90$ para el SAR, por lo que se puede considerar que no hay dominancia de especies, recordando que el valor de este índice oscila entre 0 y 1, de forma que 1 corresponde a situaciones donde todas las especies son igualmente abundantes. Por otro lado, los usos de suelo y vegetación que presentaron mayor índice de diversidad fueron el Manglar y la selva mediana subperennifolia ubicados ambos en el SAR, con un índice de $H'=3.5006$ y $H'=3.2593$, respectivamente. Estos usos de suelo, además de presentaron una alta equitatividad con $J'=0.90$ y $J'=0.91$, respectivamente, es decir,

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL "PROYECTO DE MEJORA HIDRO-ECOLÓGICA DEL ESTERO LAS GARZAS", SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.

la mayoría de las especies de estos usos de suelo, tienen las mismas probabilidades de ser registradas. La diversidad en estos usos de suelo es considerada alta (Magurran 1988).

Mientras que el manglar, ubicado en el área del proyecto, presento el índice de diversidad más bajo, con un $H'=2.9461$. La diversidad en este tipo de vegetación es considerada media según lo establecido por Magurran (1988). De acuerdo con lo antes citado, los resultados aquí mostrados, son considerados representativos y confiables.

ÍNDICE DE MARGALEF.

El índice de Margalef es utilizado para estimar la biodiversidad de una comunidad con base en la distribución numérica de los individuos de las diferentes especies en función del número de individuos existentes en la muestra analizada. El índice está dado por la ecuación $D_{Mg} = (S-1)/\ln N$, en donde S =número de especies, N = número total de individuos. Valores inferiores a dos son considerados como zonas de baja biodiversidad y valores superiores a cinco son indicativos de alta biodiversidad (Margalef 1995). A continuación, se presentan los resultados del cálculo del índice de Margalef:

Tabla IV. 65. Índice de Margalef calculado.

| GRUPO | S-1 | LN N | ÍNDICE DE MARGALEF |
|-------------------------------|-----|-------|--------------------|
| Manglar | 22 | 4.078 | 5.3954 |
| Total, Proyecto | 22 | 4.078 | 5.3954 |
| Manglar | 48 | 5.226 | 9.1853 |
| Selva Mediana Subperennifolia | 35 | 4.905 | 7.1352 |
| Total, SAR | 64 | 5.771 | 11.0891 |
| Total | 66 | 5.940 | 11.1108 |

Fuente: Biota y SICA, 2018.

De acuerdo con la tabla anterior, en términos generales, el índice de Margalef, muestra que la diversidad alta con un valor de $D_{Mg}= 11.1108$. El Manglar ubicado en la zona del proyecto presento el índice de diversidad más bajo con un valor de $D_{Mg}= 5.3954$, no obstante, también es considerada la diversidad como alta, de acuerdo con lo mencionado por Margalef (1995); mientras que el manglar y la Selva Mediana Subperennifolia ubicadas en el SAR, presentaron una diversidad alta, con valores de $D_{Mg}= 9.1853$ y $D_{Mg} = 7.1352$, respectivamente. Estos resultados son congruentes con expuesto con anterioridad sobre el índice de diversidad de Shannon-Wiener, por lo que son considerados representativos y confiables.

ÍNDICE DE SIMILITUD DE JACCARD.

Este índice permite conocer la similitud entre dos comunidades, tomando en cuenta el número de especies compartidas por ambas comunidades y el número de especies de cada comunidad. Su valor va de 0, cuando no existen especies compartidas y 1, cuando comparten todas las especies. El índice de Jaccard se calcula mediante la ecuación: $S_j = a/b+c-a$, donde a es el número de especies compartidas entre los sitios 1 y 2, b es el número de especies presentes en el sitio 1 y c el número de especies presentes en el sitio 2. Se aplico el índice de Jaccard (S_j), para conocer la similitud que existe entre los diferentes tipos de vegetación ubicados en el área del proyecto y el SAR. Lo anterior se puede observar en la siguiente tabla:

Tabla IV. 66. Índice de similitud Jaccard para los PM.

| | MANGLAR PROYECTO | MANGLAR SAR | SELVA MEDIANA SUBPERENNIFOLIA SAR |
|-----------------------------------|------------------|-------------|-----------------------------------|
| Manglar proyecto | | | |
| Manglar SAR | 0.3585 | | |
| Selva Mediana Subperennifolia SAR | 0.0759 | 0.3077 | |

Fuente: Biota y SICA, 2018.

En términos generales, existe poca similitud entre los diferentes tipos de vegetación, ya que presentan valores por debajo de 0.360, es decir, que son pocas las especies de fauna silvestre que comparten. La mayor similitud se presentó entre el manglar de la zona del proyecto y el manglar de SAR, con un índice de $S_j= 0.3585$. Aun cuando se habla del mismo tipo de vegetación (manglar) para dos sitios (área del proyecto y SAR) y se pudiera pensar en una mayor similitud entre estos dos sitios, la diferencia entre el mangle del área del proyecto y el

mangle del SAR, radica en que en el mangle del SAR se registró más del doble de especies (49 especies) que en el mangle del área del proyecto (23 especies), pero en realidad, comparten 19 especies, es decir, el 82% de las especies registradas en el mangle del área del proyecto, fueron registradas en el mangle del SAR, lo que representa para este solo el 38%. Por otro lado, la similitud más baja la presenta el manglar del área del proyecto y la selva mediana subperennifolia del SAR, con un valor de $S_j = 0.0759$. Estos tipos de vegetación solamente compartieron seis especies, lo que representa el 26% para el mangle del área del proyecto y el 16% para la selva mediana subperennifolia del SAR.

PRESENCIA DE ESPECIES EXÓTICAS.

La presencia de individuos de especies fuera de su área de distribución original (nativa), es en la mayoría de los casos, una representación más de la actividad humana (Rodríguez, 2001). Se afirma incluso que después de la fragmentación y pérdida de hábitat, la introducción de especies exóticas es la segunda causa de pérdida de la biodiversidad (Glowa et al., 1996 citado en Rodríguez, 2001; Williamson 1999, Walker & Steffen 1997 citados en Travest y Santamaría, 2004). Años de evolución y selección determinan las relaciones entre especies: depredadores, competidores, parásitos, patógenos, entre otros. Cuando una especie introducida llega a un área nueva, todas estas relaciones entre especies no están presentes, por lo que es mucho más fácil poder colonizar dicha área, esto conlleva que las especies nativas o locales no tengan el tiempo suficiente para tener mecanismos con los cuales enfrentar la especie nueva (Rodríguez, 2001). En los ecosistemas insulares, este efecto se ve incrementado debido a las características geográficas intrínsecas (aislamiento del continente, menor área, entre otras) así como de la biota presente en ellos (menor tamaño de sus poblaciones, su evolución aislada, grado de endemismo, etc.) (Traveset y Santamaría, 2004) por lo que el monitoreo, identificación y registro de especies exóticas o invasoras es de vital importancia.

Dentro de la zona de estudio se reportan tres especies exóticas. A diferencia de especies domésticas como el gato, que requieren del cuidado del hombre, especies como: Paloma de Collar Turca (*Streptopelia decaocto*) y Gecko casero (*Hemidactylus frenatus*), se ven beneficiado indirectamente por la presencia de asentamientos humanos. Es importante mencionar que los gatos fueron observados en el SAR sin ninguna restricción de movimiento. En seguida se enlistan las especies exóticas detectadas en área de estudio.

Tabla IV. 67. Especies de vertebrados terrestres exóticos registrados en el Sistema Ambiental Regional.

| ESPECIE | NOMBRE COMÚN | DOMÉSTICO | NO DOMÉSTICO |
|------------------------------|------------------------|-----------|--------------|
| <i>Hemidactylus frenatus</i> | Gecko casero | | X |
| <i>Streptopelia decaocto</i> | Paloma de Collar Turca | | X |
| <i>Felis catus</i> | Gato | X | |

Fuente: Biota y SICA, 2018.

FAUNA SILVESTRE DE VALOR CINEGÉTICO Y COMERCIAL

ESPECIES DE IMPORTANCIA CINEGÉTICA

Para el estado de Quintana Roo, la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) ha autorizado el aprovechamiento extractivo sustentable de 13 especies de animales para la temporada 2017-2018, de las cuales siete son mamíferos y seis son aves. Para la zona de estudio se detectó una especie de un ave la Chachalaca Oriental (*Ortalis vetula*) y seis especies de mamíferos, el Guanqueque (*Dasyprocta punctata*), Tepezcuintle (*Cuniculus paca*), Tejón (*Nasua narica*), Mapache (*Procyon lotor*), Pecarí de collar (*Pecari tajacu*) y Venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*). En la siguiente tabla se muestra el calendario de aprovechamiento para las especies mencionadas. Cabe resaltar que este estudio no tiene como objetivo la extracción de especies.

Tabla IV. 68. Especies de vertebrados terrestres exóticos registrados en el SAR.

| GRUPO | ESPECIES | INICIA | TERMINA |
|------------------|---|--------------------------------------|--------------------------------------|
| Aves | Agachona común (<i>Gallinago delicata</i>) | último viernes de noviembre de 2017 | tercer domingo de febrero de 2018 |
| | Chachalaca oriental (<i>Ortalis vetula</i>) | primer viernes de noviembre de 2017 | primer domingo de enero de 2018 |
| | Hocofaisán (<i>Crax rubra</i>) | último viernes de enero de 2018 | cuarto domingo de mayo de 2018 |
| | Paloma alas blancas (<i>Zenaida asiatica</i>) | cuarto viernes de septiembre de 2017 | primer domingo de enero de 2018 |
| | Paloma morada (<i>Patagioenas flavirostris</i>) | tercer viernes de octubre de 2017 | segundo domingo de diciembre de 2017 |
| | Pavo ocelado (<i>Meleagris ocellata</i>) | último viernes de enero de 2018 | cuarto domingo de mayo de 2018 |
| Mamíferos | Agutí o Guaqueque negro (<i>Dasyprocta punctata</i>) | último viernes de enero de 2018 | cuarto domingo de mayo de 2018 |
| | Pecarí de collar (<i>Pecari tajacu</i>) | segundo viernes de octubre de 2017 | cuarto domingo de mayo de 2018 |
| | Mapache (<i>Procyon lotor</i>) | segundo viernes de agosto de 2017 | segundo domingo de diciembre de 2017 |
| | Tejón o Coatí (<i>Nasua narica</i>) | último viernes de enero de 2018 | cuarto domingo de mayo de 2018 |
| | Tepezcuintle (<i>Cuniculus paca</i>) | último viernes de enero de 2018 | cuarto domingo de mayo de 2018 |
| | Venado temazate (<i>Mazama temama</i>) [antes: (<i>Mazama americana</i>)] | último viernes de enero de 2018 | cuarto domingo de mayo de 2018 |
| | Venado cola blanca (<i>Odocoileus virginianus</i>) | último viernes de noviembre de 2017 | cuarto domingo de marzo de 2018 |

Fuente: Biota y SICA, 2018.

UNIDADES DE MANEJO PARA LA CONSERVACIÓN DE LA VIDA SILVESTRE (UMA'S).

Para el mes de marzo del 2014, se tenía registradas 142 Unidades de Manejo para la Conservación de la Vida Silvestre en el Estado de Quintana Roo, de estas, 81 son consideradas extensivas y 61 UMAs intensivas. Es importante resaltar que, en el SAR, no se registró ninguna UMA.

APROVECHAMIENTO DE AVES CANORAS Y DE ORNATO PARA FINES DE SUBSISTENCIA.

Para la temporada 2017–2018, la SEMARNAT no tiene contemplado el aprovechamiento de aves canoras y de ornato con fines de subsistencia para la entidad federativa de Quintana Roo. Nuevamente es importante señalar que este proyecto no tiene como objetivo el uso o aprovechamiento de especies de aves canoras o de ornato.

USO DE LA FAUNA.

Si bien es común el aprovechamiento de especies nativas por parte de los lugareños, en el área de estudio no se detectó la utilización de alguna especie de fauna silvestre.

ÁREAS DE CONSERVACIÓN E IMPORTANCIA ECOLÓGICA.

Áreas Naturales Protegidas (ANPs)

Es importante mencionar que ni el proyecto ni el SAR se encuentran ubicados en algún Área Natural Protegida (ANP), siendo el ANP Caribe Mexicano la más cercana

OTRAS ÁREAS DE IMPORTANCIA ECOLÓGICA (RHP, RMP, RTP, AICA'S Y RAMSAR).

Para conocer el grado de conservación que guarda la fauna en la zona del proyecto, se utilizaron los criterios de la NOM-059-SEMARNAT-2010, endemismos y del CITES; aunado a ello, también se utiliza la ubicación geográfica de la zona con relación a los criterios de conservación manejados por la Sección Mexicana del Consejo Internacional para la Conservación de las Aves (CIPAMEX), y la CONABIO a través de las llamadas Regiones Prioritarias.

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL "PROYECTO DE MEJORA HIDRO-ECOLÓGICA DEL ESTERO LAS GARZAS", SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.

El proyecto y el SAR se encuentran ubicadas dentro de Región Hidrológica Prioritaria No. 105 "Corredor Cancún – Tulum". Esta Región tiene una extensión de 1,715 km², y presenta recursos hídricos como las lagunas de Chakmochuk y Nichupté, cenotes, estuarios, humedales y aguas subterráneas. Los tipos de vegetación presente son: selva mediana subperennifolia, selva mediana perennifolia, selva mediana inundable, manglar, sabana, palmar inundable y vegetación de dunas costeras. Diversidad de hábitats: estuarios, humedales, dunas costeras, caletas, cenotes y playas. La flora fitoplanctónica de los cenotes generalmente está dominada por diatomeas. Fauna característica: de crustáceos, decápodos, copépodos y otros invertebrados, así como, peces, anfibios, reptiles, aves y mamíferos. Es importante señalar que el proyecto no comprometerá la biodiversidad en esta RMP, no obstante, se contemplan medidas de mitigación que garanticen la protección de la fauna.

En cuanto a las Regiones Terrestres Prioritarias, ni el proyecto ni el SAR se encuentran dentro de alguna de estas, siendo las más cercanas la RTP "Dzilam-Ría Lagartos-Yum Balam", ubicada aproximadamente 55 km al norte del proyecto. En cuanto a las Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICA), el proyecto no encuentra inmerso en alguna de estas, siendo el AICA -176 "Isla de Cozumel", la más cercana, ubicada a 10.2 km al este del SAR y 17 km de distancia del proyecto, por lo que este mismo, no afectara dicha AICA.

Para los sitios RAMSAR, el proyecto tampoco se encuentra inmerso en alguno de estos, el más cercano es el sitio RAMSAR "Parque Nacional Arrecife de Puerto Morelos", ubicado a 10 km el noreste del SAR, por lo que el proyecto no afectara este sitio RAMSAR.

IV.2.1.2.3. *Caracterización del ambiente acuático.*

De manera general, la toma de muestras de ejemplares (animales y/o vegetales) o el muestreo de las comunidades es la técnica que permite obtener información sobre las características cualitativas o cuantitativas de la cobertura o abundancia de ejemplares de un área determinada, sin necesidad de analizarla o recorrerla en su totalidad. Cuando queremos estudiar alguna característica de una población para obtener el máximo de información veraz, se nos plantea un problema relacionado con la elección de los individuos. Puesto que no podemos estudiar a toda la población por varias razones (proceso largo y coste elevado, entre otros), debemos elegir estudiar una muestra que sea representativa y que nos permita extrapolar los resultados que obtengamos a la población de referencia. Sin embargo, debemos considerar que el empleo de técnicas de muestreo implica una serie de ventajas y limitaciones. En el contexto de la investigación, el muestreo es la forma de lograr una descripción cuantitativa y/o cualitativa de las especies presentes en el sitio a partir de ejemplares que son tomadas como referencia. Estadísticamente el muestreo es un procedimiento destinado a la estimación no sesgada de los parámetros estadísticos de una población, como por ejemplo su media y varianza. Las características del muestreo dependerán de las dimensiones y heterogeneidad del área de observación. Cuanto mayor sea el área por evaluar y cuanto más diversa la existencia de especies, mayor será el esfuerzo de muestreo a ejecutar. Las áreas menos extensas y la vegetación más uniforme requerirán un menor número de transectos, de menores dimensiones y una menor superficie total de muestreo, para el logro de la precisión deseada en la información obtenida. Entre los métodos de muestreo probabilísticos más utilizados en investigación encontramos los siguientes: Muestreo aleatorio simple, estratificado, sistemático y muestreo en etapas múltiples. A continuación, se describen las características de cada uno de los sistemas de muestreo.

- **Muestreo aleatorio simple.** Se caracteriza porque cada elemento de la población tiene la misma probabilidad de ser escogido para formar parte de la muestra. Una vez censado el marco de la población se asigna un número a cada individuo o elemento y se elige aleatoriamente. La aleatorización puede realizarse mediante listas de números aleatorios generados por ordenador, aplicándolas para escoger de la población los individuos o sujetos que coincidan con los números obtenidos.

Fotografía IV. 35. Recorrido durante el muestreo simple.



Fuente: Biota y SICA, 2018.

- **Muestreo estratificado.** En este tipo de muestreo la población de estudio se divide en subgrupos o estratos, escogiendo posteriormente una muestra al azar de cada estrato. Esta división suele realizarse según una característica que pueda influir sobre los resultados del estudio.
- **Muestreo sistemático.** El muestreo sistemático es muy similar al muestreo aleatorio simple. La diferencia se obtiene en que en este tipo de muestreo se divide el total de la población de estudio entre el tamaño de la muestra, obteniendo una constante de muestreo.

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL "PROYECTO DE MEJORA HIDRO-ECOLÓGICA DEL ESTERO LAS GARZAS", SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.

- **Muestreo en etapas múltiples.** Consiste en empezar a muestrear por algo que no constituye el objeto de la investigación (unidades primarias), y obtener una muestra dentro de cada una de ellas (unidades secundarias). Pueden utilizarse sucesivamente tantas etapas como sean necesarias, y en cada una de ellas, una técnica de muestreo diferente. Este método de muestreo se utiliza cuando la población de referencia es muy amplia y dispersa, ya que facilita la realización del estudio.

La importancia de un buen diseño incluye también el tipo de muestreo, que debe garantizar la selección de una muestra representativa de la población de estudio. El tamaño muestral tiene una importancia determinante puesto que un tamaño de muestra insuficiente puede desvirtuar los resultados de un estudio y un tamaño de muestra excesivo requiere del uso de recursos innecesarios y la posible exposición de un grupo de pacientes a un determinado riesgo sin que esto sea necesario.

GENERALIDADES AMBIENTALES DEL MANGLAR.

Por su naturaleza costera, los manglares pueden sufrir impactos severos, tanto de origen natural como antropogénico. Algunos de los factores naturales que contribuyen a la degradación y/o pérdida de los manglares son los huracanes (Kovacs et al. 2004), procesos geomorfológicos, reducción en las descargas de los ríos, cambios en los regímenes de mareas, sequías y altas tasas de sedimentación. Estos agentes naturales ocasionan cambios en la salinidad, fertilidad y grado de anoxia en los manglares. Según la FAO, en 1980 los manglares abarcaban una superficie cercana a los 198 000 km² de las zonas costeras del mundo, para el año 2005 la misma FAO reportó 152 000 km², lo que significa que durante ese periodo se perdió el 23% de la superficie mundial. Entre los eventos ciclónicos históricos que han afectado las costas de Quintana Roo destacan Janet que en 1955 arrasó con Chetumal; Allen que, aunque en 1980 rozó solamente la península, causó estragos en varias zonas. El huracán Gilberto incidió sobre las costas de Quintana Roo en septiembre de 1988 con categoría 5 por lo cual se le consideró el mayor del siglo, tanto por sus dimensiones como por su poder destructivo. A su paso afectó significativamente la estructura y composición de las asociaciones vegetales costeras en una franja de 3 a 5 kilómetros sobre su trayectoria. En 1995, Roxana afectó las costas del estado. Sus efectos se dejaron ver claramente en la erosión de las playas y la afectación de la vegetación. Más recientemente al finalizar la temporada de huracanes en 1998, el huracán Mitch aun cuando su trayectoria no tuvo incidencia directa en el estado sus efectos sobre la costa fueron fuertemente significativos. Otros meteoros que afectan al estado son las tormentas tropicales, los nortes y las suradas. Las tormentas tropicales se presentan en verano y otoño y se consideran como predecesoras de los huracanes, se caracterizan por presentar vientos inferiores a los 120 km/hr. Los nortes, que hacen su aparición de noviembre a marzo, son masas de aire polar con velocidades altas que hacen descender la temperatura y ocasionan precipitaciones; generalmente van acompañadas por rachas de vientos que alcanzan los 100 km/hr. Las suradas o suestes, son fenómenos meteorológicos de poca frecuencia y duración en los que el viento dominante proviene del Sureste y se desplaza al Noroeste con velocidades que llegan a alcanzar los 60 km/hr y rachas de 80 km/hr. Cabe destacar de manera muy relevante que la localización geográfica y las características geomorfológicas y topográficas del predio, lo hacen una zona altamente expuesta al embate del viento y a los fenómenos meteorológicos. Derivado del paso de tormentas, huracanes y demás eventos climáticos extremos en la región es que el sistema de canales naturales de la zona se ha visto afectados por el exceso de arrastre de arena y sedimentos a las desembocaduras de los cuerpos de agua al mar. El intenso proceso erosivo que se advierte en la actualidad en el área pone de manifiesto la ocurrencia de cambios significativos en las condiciones en que se desarrollan los procesos dinámicos de la zona costera a nivel regional.



Fuente: Biota y SICA, 2018.

Lo antes dicho, pone de manifiesto la importancia de llevar a cabo un proyecto que; de acuerdo a lo antes mencionado permita restaurar la integralidad de un flujo hidrológico regular agua-manglar, mediante la implementación de un sistema acuático que elimine los obstáculos topográficos, permita el drenaje, evite el anegamiento, aminore la evaporación y reduzca la desecación por efecto natural de un hidropereodo con mezcla de agua dulce y marina dentro de la cuenca, lo cual conjuntamente revierta el proceso de salinización del agua intersticial y del suelo; reduzca el deterioro natural del manglar de matorral y evite su mortalidad por desecación.

OBJETIVOS

Los trabajos correspondientes a la identificación y obtención de índices para los ejemplares presentes en los trazos de los ríos recorridos tienen los siguientes objetivos directos e indirectos.

Objetivos directos.

- Identificar y conocer las especies de flora presente en los trazos de los ríos recorridos.
- Identificar y conocer las especies de fauna presente en los trazos de los ríos recorridos.

Objetivos indirectos.

- Aportar información de importancia ecológica al Proyecto General de Mejora Hidro-Ecológica del Estero las Garzas.

TÉCNICA Y METODOLOGÍA

Una población silvestre se define como *un conjunto de individuos de una especie que habita un área determinada*. Los métodos disponibles para caracterizar la abundancia de las poblaciones varían en función de las características de la especie a estudiar. Algunos de los métodos más difundidos para cuantificar la abundancia de las poblaciones pueden ser:

Para obtener el tamaño absoluto de las poblaciones:

- Censos
- Capturas / recapturas
- Densidad / superficie

Densidad por unidad espacial:

- Cobertura
- Frecuencia
- Biomasa

Indirectos:

- Cuento de indicios

Para el caso en particular que comprenden los trabajos de identificación de especies presentes en los trazos que corresponden a los ríos que desembocan al mar, se utilizaron las técnicas para determinar la abundancia por unidad espacial (superficie o volumen) y por muestreo simple. A menudo resulta más útil que el tamaño absoluto de la población, ya que la densidad determina aspectos fundamentales como la competencia por los recursos. La densidad de población se puede expresar de distintas formas:

- ✓ **Número de individuos por unidad espacial.** Se utiliza cuando la especie en cuestión está formada por individuos que pueden ser fácilmente cuantificables.
- ✓ **Biomasa de organismos por unidad espacial.** Se utiliza cuando los individuos son muy pequeños o cuando no es posible identificar individuos. La biomasa se estima mediante el peso seco de los organismos.
- ✓ **Cobertura.** Es la variable más utilizada para cuantificar la abundancia de especies vegetales. Es la proporción de la superficie muestreada recubierta por la proyección vertical de la vegetación.
- ✓ **Frecuencia.** Es la probabilidad de encontrar una especie en un área dada.

TRABAJOS EN RÍOS.

Los trabajos que se llevaron a cabo en los ríos que desembocan al mar, comprendieron recorridos en los cuerpos de agua los cuales fueron de la siguiente manera:

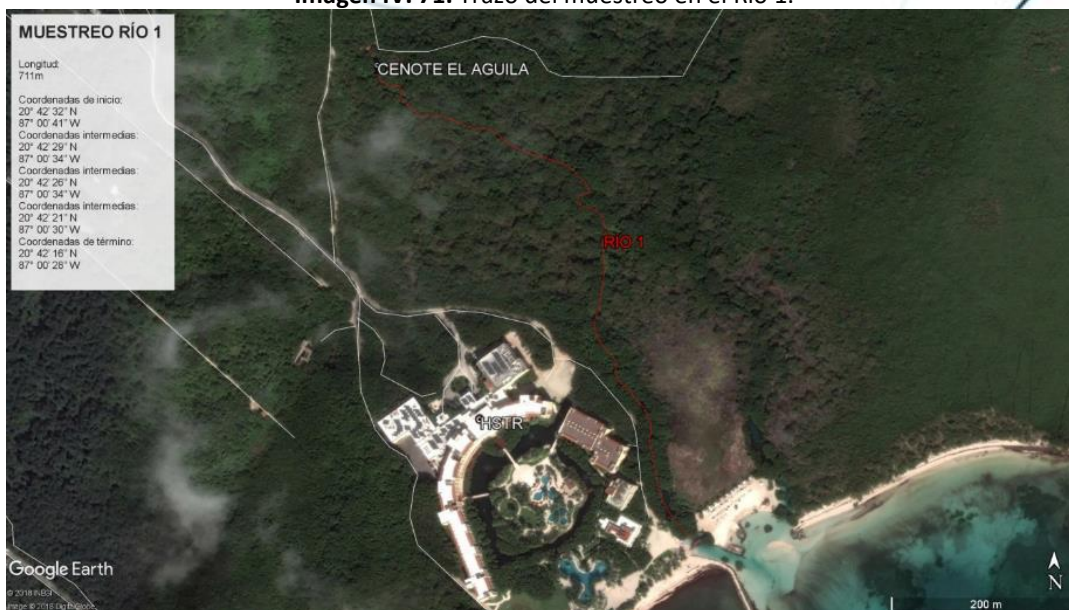
- Para los trabajos del primer río, se realizó un recorrido a lo largo del cuerpo de agua desde el cenote Águila hasta su desembocadura en el mar, en aproximadamente 711 metros.

Tabla IV. 69. Trabajos primer río.

| RÍO 1 |
|--|
| Longitud: 711m |
| Coordenadas de inicio: 20° 42' 32" N 87° 00' 41" W |
| Coordenadas intermedias: 20° 42' 29" N 87° 00' 34" W |
| Coordenadas intermedias: 20° 42' 26" N 87° 00' 34" W |
| Coordenadas intermedias: 20° 42' 21" N 87° 00' 30" W |
| Coordenadas de término: 20° 42' 16" N 87° 00' 28" W |

Fuente: Biota y SICA, 2018.

Imagen IV. 71. Trazo del muestreo en el Río 1.



Fuente: Biota y SICA, 2018.

Para los trabajos del segundo río y debido a la inaccesibilidad al cuerpo de agua, se realizó un recorrido dentro del cenote Tortuga y en las inmediaciones de su desembocadura en el mar, en aproximadamente 75 metros.

Tabla IV. 70. Trabajos segundo río.

| RÍO 2 |
|--|
| Longitud: 75m |
| Coordenadas en el cenote: 20° 42' 41" N 87° 00' 18" W |
| Coordenadas en su desembocadura: 20° 42' 19" N 87° 00' 25" W |

Fuente: Biota y SICA, 2018.

Imagen IV. 72. Trazo del muestreo en el Río 2.



Fuente: Biota y SICA, 2018.

Para los trabajos del tercer río; de igual manera, debido a la inaccesibilidad al cuerpo de agua por encontrarse dentro de la zona de manglar y ser áreas con profundidades menores a 1 metro, se realizó un recorrido en las inmediaciones de su desembocadura en el mar, en aproximadamente 30 metros.

Tabla IV. 71. Trabajos tercer río.

| |
|---|
| RÍO 3 |
| Longitud: 30m |
| Coordenadas en su desembocadura: |
| 20° 42' 19" N |
| 87° 00' 11" W |

Fuente: Biota y SICA, 2018.

Imagen IV. 73. Trazo del muestreo en el Río 3.



Fuente: Biota y SICA, 2018.

FLORA Y FAUNA DE LOS CUERPOS DE AGUA DULCE

FLORA.

La flora de los cenotes puede visualizarse a través de un gradiente de humedad, desde el ambiente circundante hasta la columna de agua, en donde predomina el fitoplancton, pasando por vegetación emergente, flotante y/o sumergida, cuando las condiciones lo permiten. Desde un punto de vista ecológico, la vegetación y el fitoplancton representan el nivel productor, esto es los organismos que fijan la energía solar y la hacen disponible para los organismos consumidores que no tienen la posibilidad de sintetizar sus propios alimentos.

Fotografía IV. 37. Vista de los mangles dentro del Río 1.



Fuente: Biota y SICA, 2018.

Las especies de fitoplancton que habitan en la columna de agua varían estacionalmente respondiendo a las estaciones lluviosas o secas como consecuencia del arrastre de nutrientes de las zonas aledañas al cenote; esto produce que las aguas de los cenotes puedan observarse verdes, azules, cafés o transparentes dependiendo de la época del año. Las especies de perifiton que viven asociadas a plantas sumergidas y las de fitobentos que viven en el fondo, son especialmente abundantes debido a la transparencia de la mayoría de los cuerpos de agua y contribuyen de manera importante en el mantenimiento del ecosistema, ya que su producción puede exceder la de las algas flotantes. Durante los recorridos en las orillas de los cuerpos de agua dulce del sitio se pudieron encontrar las siguientes especies dominantes de flora:

Tabla IV. 72. Especies dominantes de flora.

| NOMBRE COMÚN | NOMBRE CIENTÍFICO |
|---------------|------------------------------|
| Mangle rojo | <i>Rhizophora mangle</i> |
| Mangle negro | <i>Avicennia germinans</i> |
| Mangle blanco | <i>Laguncularia racemosa</i> |
| Botoncillo | <i>Conocarpus erectus</i> |
| Arabo | <i>Erythroxylum confusum</i> |

Fuente: Biota y SICA, 2018.

Fotografía IV. 38. Raíces de mangle dentro del trazo del Río 1.



Fuente: Biota y SICA, 2018.

Durante los recorridos en los cuerpos de agua dulce del sitio se pudieron encontrar las siguientes especies de algas:

Tabla IV. 73. Especies de algas.

| FAMILIA | NOMBRE CIENTÍFICO |
|-------------------------|-------------------------------|
| Familia Gymnophloeaceae | <i>Hypnea spp.</i> |
| Familia Dasyaceae | <i>Dasya spp.</i> |
| Familia Delesseriaceae | <i>Taenioma nanum</i> |
| Familia Ceramiaceae | <i>Ceramium spp.</i> |
| | <i>Spyridia filamentosa</i> |
| | <i>Crouania attenuata</i> |
| Familia Rhodomelaceae | <i>Acanthophora muscoides</i> |
| Familia Bryopsidaceae | <i>Bryopsis rhizophora</i> |

Fuente: Biota y SICA, 2018.

FAUNA.

La fauna constituye el componente consumidor de los diferentes tipos de ecosistemas, entre ella podemos encontrar especies que no habitan permanentemente el cuerpo de agua, pero que viven asociados a él como algunos insectos, anfibios, reptiles, aves y mamíferos que requieren del sistema acuático ya sea como fuente del vital líquido y/o como hábitat en alguna parte de su ciclo vital. Además del papel que cumplen estos organismos en la dinámica del ecosistema como parte de la trama trófica, algunas de las especies contribuyen de manera importante en la dispersión de algunas de las especies acuáticas como el plancton. Durante los recorridos en los cuerpos de agua dulce del sitio se pudieron encontrar las siguientes especies de peces:

Tabla IV. 74. Fauna ictiológica.

| NOMBRE COMÚN | NOMBRE CIENTÍFICO |
|------------------------------|----------------------------------|
| Familia Poeciliidae | |
| Topo | <i>Phallichthys fairweatheri</i> |
| Molly | <i>Poecilia petenensis</i> |
| Espada | <i>Xiphophorus spp.</i> |
| Guapote | <i>Heterandria bimaculata</i> |
| Familia Cichlidae | |
| Ciclido | <i>Cichlasoma ssp.</i> |
| Familia Clupeidae | |
| Sardinita | <i>Dorosoma petenense</i> |
| Familia Characidae | |
| Tetra | <i>Hyphessobrycon compressus</i> |
| Familia Heptapteridae | |
| Bagre | <i>Rhamdia spp.</i> |

Fuente: Biota y SICA, 2018.

Fotografía IV. 39. Presencia de fauna ictiológica (Gen. *Rhamdia*).



Fuente: Biota y SICA, 2018.

Fotografía IV. 40. Presencia de fauna ictiológica (Gen. *Cichlasoma*).



Fuente: Biota y SICA, 2018.

Durante los recorridos en los cuerpos de agua dulce del sitio se pudieron encontrar las siguientes especies de crustáceos:

Fotografía IV. 41. Presencia de fauna ictiológica (Gen. *Cichlasoma*).



Fuente: Biota y SICA, 2018.

FLORA Y FAUNA DE CUERPOS DE AGUA SALOBRE

FLORA.

En algunas zonas costeras se desarrolla vegetación de manglar, las raíces de estos árboles pueden absorber el agua de mar y utilizarla para desarrollar sus funciones. El agua salobre es típica de los estuarios de todo el planeta y resulta de la mezcla del agua de las lluvias, reunidas generalmente en cada río correspondiente, con el agua del mar. Estos pueden ser sistemas abiertos hacia el mar o semicerrados, o sea, que conectan parcialmente con el mar.

Fotografía IV. 42. Vista de la desembocadura del Río 1 en el mar.



Fuente: Biota y SICA, 2018.

Durante los recorridos en las orillas de los cuerpos de agua salobre del sitio se pudieron encontrar las siguientes especies dominantes de flora:

Tabla IV. 75. Flora en agua salobre.

| NOMBRE COMÚN | NOMBRE CIENTÍFICO |
|---------------|------------------------------|
| Mangle rojo | <i>Rhizophora mangle</i> |
| Mangle negro | <i>Avicennia germinans</i> |
| Mangle blanco | <i>Laguncularia racemosa</i> |
| Botoncillo | <i>Conocarpus erectus</i> |

Fuente: Biota y SICA, 2018.

Fotografía IV. 43. Mangle en la desembocadura del Río 1 al mar.



Fuente: Biota y SICA, 2018.

Durante los recorridos en los cuerpos de agua salobre del sitio se pudieron encontrar las siguientes especies de algas:

Tabla IV. 76. Especies de algas.

| FAMILIA | NOMBRE CIENTÍFICO |
|------------------------|----------------------------|
| Familia Dasyaceae | <i>Dasya spp.</i> |
| Familia Delesseriaceae | <i>Taenioma nanum</i> |
| Familia Ceramiaceae | <i>Crouania attenuata</i> |
| Familia Bryopsidaceae | <i>Bryopsis rhizophora</i> |

Fuente: Biota y SICA, 2018.

Fotografía IV. 44. Presencia de rodofitas en la desembocadura.



Fuente: Biota y SICA, 2018.

Fotografía IV. 45. Presencia de clorofitas y rodofitas en la desembocadura.



Fuente: Biota y SICA, 2018.

Fotografía IV. 46. Presencia de feofitas y rodofitas en la desembocadura.



Fuente: Biota y SICA, 2018.

FAUNA.

Como en cualquier otro ecosistema, la vida de los organismos acuáticos depende del intercambio de materia y energía que se presente entre ellos, de los materiales disueltos en el agua y de la temperatura de esta. Los ecosistemas salobres son muy importantes porque a ellos acuden muchas especies a reproducirse. Durante los recorridos en los cuerpos de agua salobre del sitio se pudieron encontrar las siguientes especies de peces:

Tabla IV. 77. Especies de peces.

| NOMBRE COMÚN | NOMBRE CIENTÍFICO |
|--------------------------------|------------------------------|
| Familia Engraulidae | |
| Anchoa | <i>Anchoa spp.</i> |
| Familia Gobiidae | |
| Gobido | <i>Bathygobius soporator</i> |
| Gobido | <i>Evorthodus spp.</i> |
| Familia ciprinodóntidos | |
| Bolín | <i>Cyprinodon artifrons</i> |
| Familia Lutjanidae | |
| Perca | <i>Lutjanus apodus</i> |
| Familia Gérridos | |
| Mojarra de espinas | <i>Diapterus spp.</i> |
| Aleta amarilla | <i>Gerres spp.</i> |
| Familia Belonidae | |
| Aguja | <i>Strongylura notata</i> |

Fuente: Biota y SICA, 2018.

Fotografía IV. 47. Cardumen de peces en la desembocadura del Río 1 en el mar.



Fuente: Biota y SICA, 2018.

Fotografía IV. 48. Presencia de ictiofauna (Gen. *Lutjanus*).



Fuente: Biota y SICA, 2018.

Fotografía IV. 49. Presencia de ictiofauna (Gen. *Lutjanus*).



Fuente: Biota y SICA, 2018.

Fotografía IV. 50. Presencia de ictiofauna (Gen. *Diapterus*).



Fuente: Biota y SICA, 2018.

Durante los recorridos en los cuerpos de agua salobre del sitio se pudieron encontrar las siguientes especies de crustáceos:

Tabla IV. 78. Especies de crustáceos.

| NOMBRE COMÚN | NOMBRE CIENTÍFICO |
|--------------------|-------------------------|
| Familia Portunidae | |
| Jaiba | <i>Callinectes spp.</i> |

Fuente: Biota y SICA, 2018.

Fotografía IV. 51. Presencia de ictiofauna (Gen. *Diapterus*).



Fuente: Biota y SICA, 2018.

ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN.

Rio 1. Cuadrantes.

Se realizaron cuadrantes en la zona del Cenote Águila, debido a que es aquí donde se inicia el cuerpo de agua.

Fotografía IV. 52. Vista aérea del cenote Águila.



Fuente: Biota y SICA, 2018.

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL "PROYECTO DE MEJORA HIDRO-ECOLÓGICA DEL ESTERO LAS GARZAS", SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.

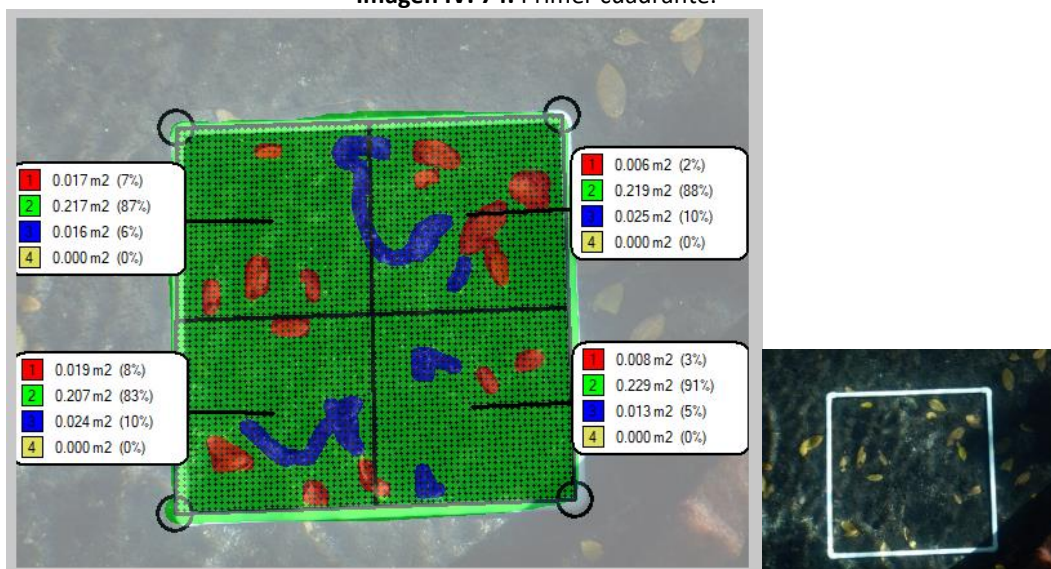
Estos cuadrantes realizados fueron de 50 cm², con ayuda de software, dichos cuadrantes se dividieron en 4 subcuadrantes más pequeños de 25 cm² (denominados A, B, C y D) con la finalidad de poder calcular los porcentajes de cada uno de los componentes encontrados en el fondo de dicho cenote. Se encontró presencia de algas (rodofitas y feofitas, principalmente), presencia de arena de fondo y sedimentos externos. Los porcentajes para cada componente dentro de los subcuadrantes son los siguientes:

Tabla IV. 79. Primer cuadrante.

| PRIMER CUADRANTE | |
|-----------------------|---------------------------|
| COMPONENTE | SUPERFICIE m ² |
| Subcuadrante A | |
| Algas | 0.217 |
| Sedimento | 0.017 |
| Arena de fondo | 0.016 |
| Subcuadrante B | |
| Algas | 0.219 |
| Sedimento | 0.006 |
| Arena de fondo | 0.025 |
| Subcuadrante C | |
| Algas | 0.207 |
| Sedimento | 0.019 |
| Arena de fondo | 0.024 |
| Subcuadrante D | |
| Algas | 0.229 |
| Sedimento | 0.008 |
| Arena de fondo | 0.013 |

Fuente: Biota y SICA, 2018.

Imagen IV. 74. Primer cuadrante.



*NOTA: Rojo=Sedimento, Verde=Algas, Azul=Arena de fondo, Amarillo=Sin valor.

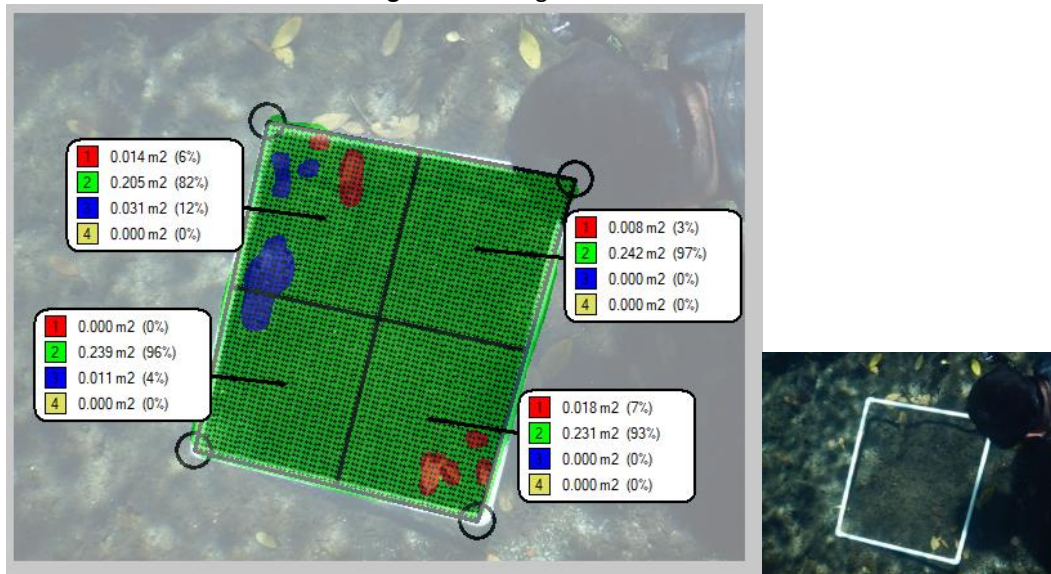
Fuente: Biota y SICA, 2018.

Tabla IV. 80. Segundo cuadrante.

| SEGUNDO CUADRANTE | |
|-----------------------|---------------------------|
| COMPONENTE | SUPERFICIE m ² |
| Subcuadrante A | |
| Algas | 0.205 |
| Sedimento | 0.014 |
| Arena de fondo | 0.031 |
| Subcuadrante B | |
| Algas | 0.242 |
| Sedimento | 0.008 |
| Arena de fondo | 0.000 |
| Subcuadrante C | |
| Algas | 0.239 |
| Sedimento | 0.000 |
| Arena de fondo | 0.011 |
| Subcuadrante D | |
| Algas | 0.231 |
| Sedimento | 0.018 |
| Arena de fondo | 0.000 |

Fuente: Biota y SICA, 2018.

Imagen IV. 75. Segundo cuadrante.



*NOTA: Rojo=Sedimento, Verde=Algas, Azul=Arena de fondo, Amarillo=Sin valor.

Fuente: Biota y SICA, 2018.

RIO 1. RECORRIDOS.

Con la finalidad de identificar y reconocer especies de flora y fauna a lo largo del río, se llevó a cabo un recorrido en los 711 metros de longitud desde el Cenote Águila hasta su desembocadura en el mar.

Fotografía IV. 53. Arena de fondo dentro del recorrido.



Fuente: Biota y SICA, 2018.

Fotografía IV. 54. Existe una gran cantidad de sedimento.



Fuente: Biota y SICA, 2018.

Fotografía IV. 55. Presencia de rodofitas dentro del cuerpo de agua.



Fuente: Biota y SICA, 2018.

Fotografía IV. 56. Presencia de rodofitas y clorofitas dentro del cuerpo de agua.



Fuente: Biota y SICA, 2018.

Fotografía IV. 57. Arena de fondo en la zona de aguas salobres.



Fuente: Biota y SICA, 2018.

Fotografía IV. 58. Raíces de mangle en el transecto.



Fuente: Biota y SICA, 2018.

A lo largo del recorrido se pudieron encontrar 8 especies de algas divididas en las familias Gymnophloeaceae, Dasyaceae, Delesseriaceae, Ceramiaceae, Rhodomelaceae y Bryopsidaceae.

RIO 2. RECORRIDOS.

El segundo cuerpo de agua, debido a su inaccesibilidad se procedió a realizar inmersiones cortas en el Cenote Tortuga y se llevó a cabo un recorrido en la desembocadura del río al mar.

Fotografía IV. 59. Vista del cenote Tortuga.



Fuente: Biota y SICA, 2018.

Fotografía IV. 60. Abundante presencia de sedimentos.



Fuente: Biota y SICA, 2018.

Fotografía IV. 61. Dentro del cenote se encontraron algas feofitas.



Fuente: Biota y SICA, 2018.

Fotografía IV. 62. Abundante presencia de sedimentos.



Fuente: Biota y SICA, 2018.

Fotografía IV. 63. Abundante presencia de sedimentos.



Fuente: Biota y SICA, 2018.

Fotografía IV. 64. Presencia de fauna ictiológica.



Fuente: Biota y SICA, 2018.

Fotografía IV. 65. Presencia de fauna ictiológica.



Fuente: Biota y SICA, 2018.

Se observó la presencia de ejemplares de la familia Cichlidae, del género Cichlasoma.

RIO 3. CUADRANTES.

De igual manera, se realizó un recorrido del río 3 en su desembocadura al mar. Este cuerpo de agua es el que presenta un mayor nivel de azolvamiento que no permite drenar el agua ni permite la recirculación de sales minerales del interior del manglar.

Fotografía IV. 66. Vista del acceso azolvado en la desembocadura.



Fuente: Biota y SICA, 2018.

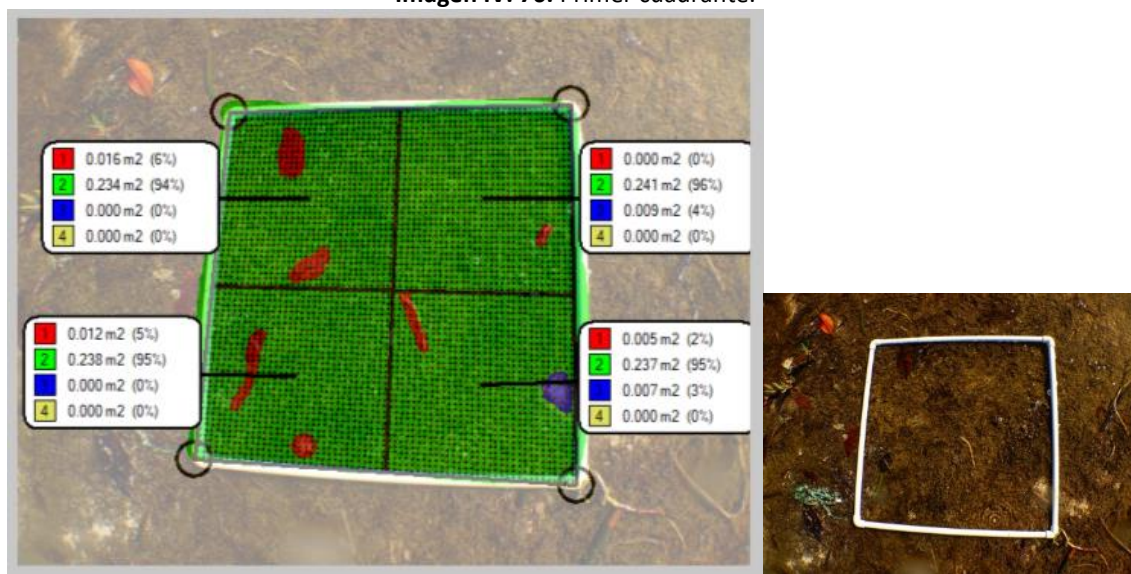
Al igual en el Río 1, se realizaron cuadrantes de 50 cm², con ayuda de software, dichos cuadrantes se dividieron en 4 subcuadrantes más pequeños de 25 cm² (denominados A, B, C y D) con la finalidad de poder calcular los porcentajes de cada uno de los componentes encontrados en el cuerpo de agua. Se encontró presencia de algas (rodofitas y feofitas) así como ejemplares de rebrote de manglar, presencia de arena de fondo y sedimentos externos. Los porcentajes para cada componente dentro de los subcuadrantes son los siguientes:

Tabla IV. 81. Primer cuadrante.

| PRIMER CUADRANTE | |
|-----------------------|---------------------------|
| COMPONENTE | SUPERFICIE m ² |
| Subcuadrante A | |
| Algas | 0.234 |
| Sedimento | 0.000 |
| Arena de fondo | 0.000 |
| Rebrotos | 0.000 |
| Subcuadrante B | |
| Algas | 0.241 |
| Sedimento | 0.009 |
| Arena de fondo | 0.000 |
| Rebrotos | 0.000 |
| Subcuadrante C | |
| Algas | 0.238 |
| Sedimento | 0.012 |
| Arena de fondo | 0.000 |
| Rebrotos | 0.000 |
| Subcuadrante D | |
| Algas | 0.237 |
| Sedimento | 0.005 |
| Arena de fondo | 0.007 |
| Rebrotos | 0.000 |

Fuente: Biota y SICA, 2018.

Imagen IV. 76. Primer cuadrante.



*NOTA: Rojo=Sedimento, Verde=Algas, Azul=Arena de fondo, Amarillo=Rebrotos.

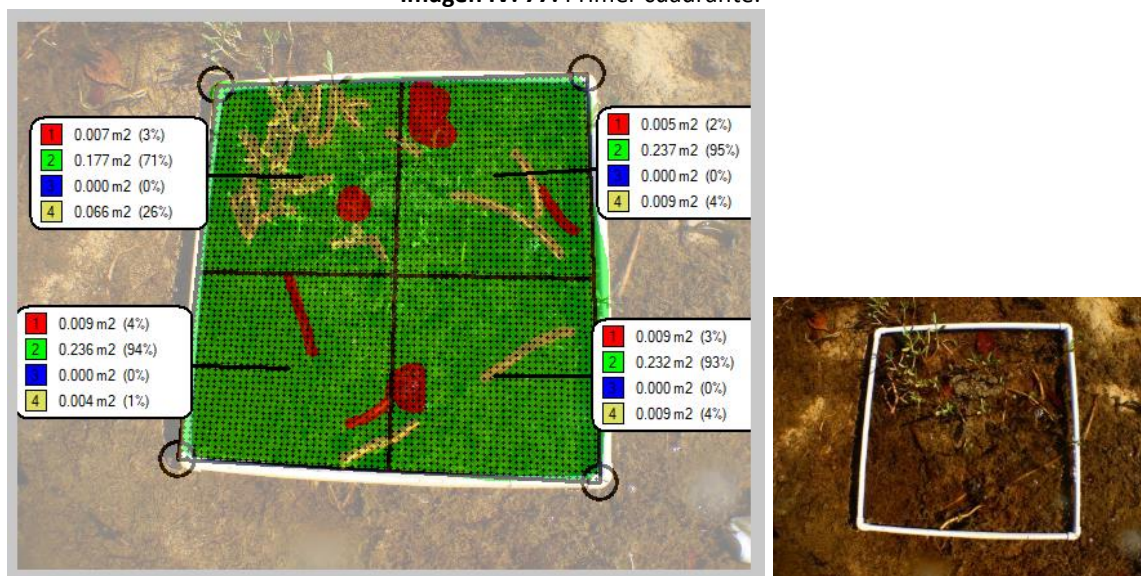
Fuente: Biota y SICA, 2018.

Tabla IV. 82. Segundo cuadrante.

| SEGUNDO CUADRANTE | |
|-----------------------|---------------------------|
| COMPONENTE | SUPERFICIE m ² |
| Subcuadrante A | |
| Algas | 0.177 |
| Sedimento | 0.007 |
| Arena de fondo | 0.000 |
| Rebrotos | 0.066 |
| Subcuadrante B | |
| Algas | 0.237 |
| Sedimento | 0.005 |
| Arena de fondo | 0.000 |
| Rebrotos | 0.009 |
| Subcuadrante C | |
| Algas | 0.236 |
| Sedimento | 0.009 |
| Arena de fondo | 0.000 |
| Rebrotos | 0.004 |
| Subcuadrante D | |
| Algas | 0.232 |
| Sedimento | 0.009 |
| Arena de fondo | 0.000 |
| Rebrotos | 0.009 |

Fuente: Biota y SICA, 2018.

Imagen IV. 77. Primer cuadrante.



*NOTA: Rojo=Sedimento, Verde=Algas, Azul=Arena de fondo, Amarillo=Rebrotos.
 Fuente: Biota y SICA, 2018.

CONCLUSIONES.

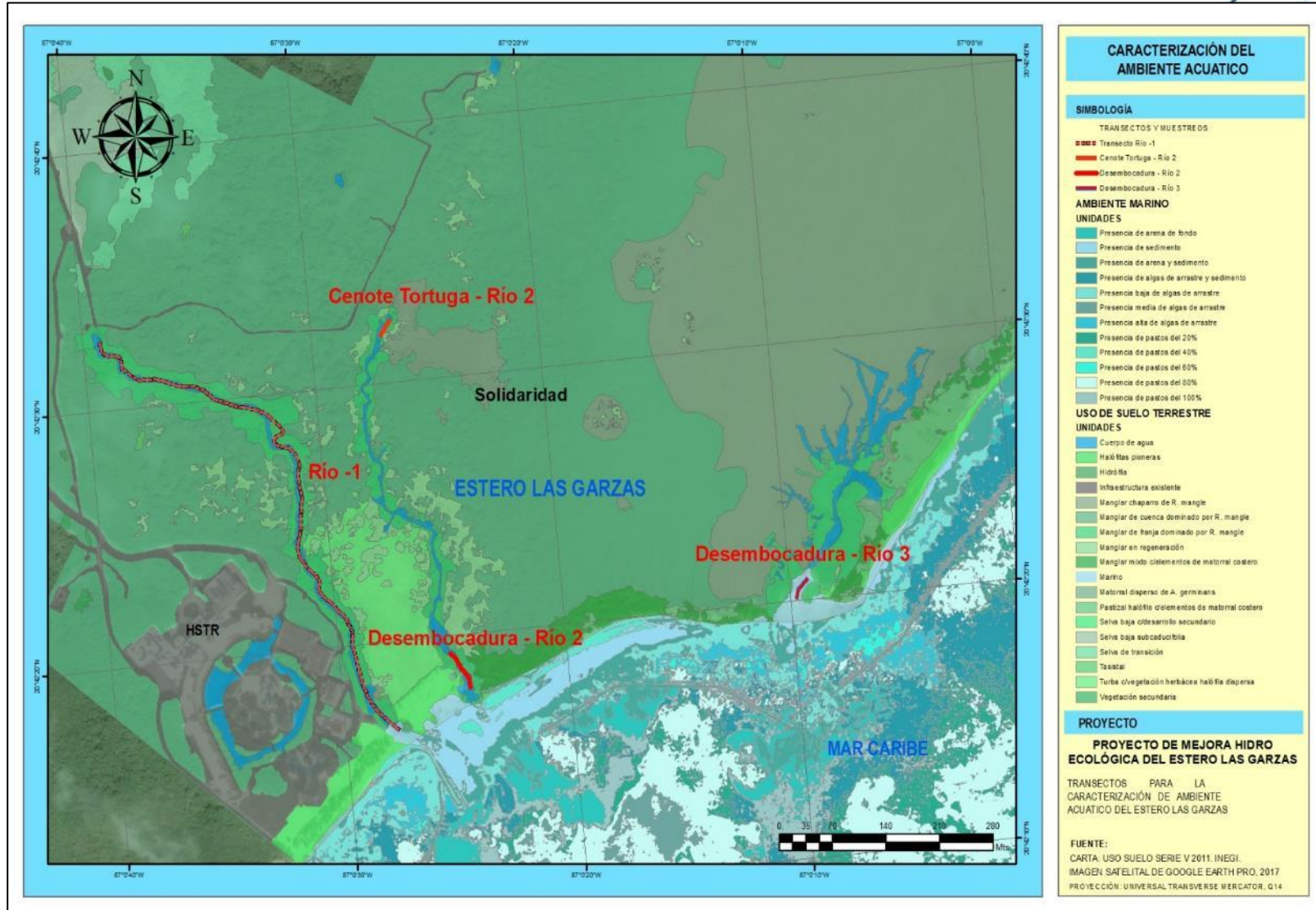
El municipio de Solidaridad cuenta con la mayor cantidad de infraestructura para brindar las necesidades del turismo nacional e internacional que llega constantemente a esta región; la infraestructura hotelera con que cuenta el municipio representa el 28% de los hoteles y el 41% de los cuartos disponibles en el estado. Éstos a su vez representan el 64.4% de hoteles y el 83.8% de los cuartos disponibles del destino Riviera Maya. Todo esto conlleva la necesidad de mantener y ampliar la infraestructura y los servicios públicos que demandan los habitantes y turistas. Como ya se mencionó, la propuesta de mejora hidro-ecológica plantea restaurar la integralidad de un flujo hidrológico regular mediante la implementación de un sistema acuático que elimine los obstáculos topográficos permitiendo el drenaje del estero y evite el anegamiento, aminorando así la evaporación y reduciendo la desecación por efecto natural con la mezcla de agua dulce y marina dentro de la cuenca, lo cual conjuntamente revierta el proceso de salinización del agua intersticial y del suelo; esto permitirá reducir el deterioro natural del manglar de matorral y evite su mortalidad por desecación. Se realizaron los trabajos correspondientes a la identificación de especies presentes en los trazos que corresponden a los ríos que desembocan al mar recorriendo un total de 816 metros lineales divididos en los cenotes Águila y Tortuga y trazos hasta las desembocaduras en el mar.

Es importante recalcar que las presentes especies reportadas corresponden a una serie de muestreos realizados de manera única; es decir, no corresponden a muestreos constantes y periódicos que arrojarían como resultado listados más extensos y que podrían ser utilizados como representativos regionales. Estos resultados solamente pueden ser utilizados como representación puntual de los sitios.

En lo que respecta a la flora, tenemos que se identificaron 5 especies de árboles que se consideran representativas en las inmediaciones de los cauces, los cuales fueron *Rhizophora mangle*, *Avicennia germinans*, *Laguncularia racemosa*, *Conocarpus erectus* y *Erythroxylum confusum*. En la porción de agua dulce, se identificaron 8 especies de algas divididas en 6 familias. En la porción de agua salobre, se identificaron 4 especies de algas divididas en 4 familias. Por su parte, en relación con la fauna se identificaron 8 especies de peces distribuidas en 5 familias. Así mismo, se identificaron 2 especies de crustáceos de dos familias, Portunidae y Atyidae. También, en la porción de agua salobre, se identificaron 8 especies de peces divididas en 6 familias. En el transecto recorrido del cenote Águila hasta su desembocadura en el mar (RÍO 1), se puede apreciar una gran fluidez hídrica, ya que las profundidades promedio pueden estimarse en 4 metros. De acuerdo con los resultados obtenidos de los cuadrantes se pudo determinar una mayor abundancia de algas lo largo del río, seguido de la presencia de sedimentos que son el resultado de los procesos tróficos naturales de un estero. Por otro lado, en el transecto recorrido del cenote Tortuga hasta su desembocadura en el mar (RÍO 2), no fue posible realizar el transecto completo, sin embargo, se puede apreciar una fluidez hídrica moderada, ya que las profundidades promedio pueden estimarse en 2 metros. De acuerdo con los resultados obtenidos se pudo determinar una mayor abundancia de algas en los sitios muestreados, seguido de la presencia alta de sedimentos que, al igual que otras partes de la zona, son el resultado de los procesos tróficos naturales de un estero. Por otro último, en el transecto recorrido del tercer cuerpo de agua hasta su desembocadura en el mar (RÍO 3), no fue posible realizar el transecto, debido al alto grado de azolvamiento derivado al paso de los últimos eventos naturales que afectaron la zona en general (huracanes y tormentas). Sin embargo, se puede apreciar una fluidez hídrica nula, ya que la desembocadura se encuentra cerrada por acción de la arena, así como la presencia de sedimentos y basura de arrastre. Las profundidades promedio pueden estimarse en 1 metro. De acuerdo con los resultados obtenidos se pudo determinar una mayor abundancia de algas en los sitios muestreados, seguido de la presencia alta de sedimentos que, al igual que otras partes de la zona, son el resultado de los procesos tróficos naturales de un estero, y por último la presencia de rebrotes de especies de mangle.

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL “PROYECTO DE MEJORA HIDRO-ECOLÓGICA DEL ESTERO LAS GARZAS”, SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.

Imagen IV. 78. Caracterización del Ambiente Acuático.



Fuente: Biota y SICA, 2018.

GENERALIDADES MARINO/AMBIENTALES.

Los sistemas marinos son dinámicos y constantemente cambiantes; además de que están interconectados por una red de corrientes superficiales y profundas que provocan en ellos cambios en cuanto a diversidad de flora y fauna; de igual manera la temperatura y salinidad del agua dan lugar a la formación de capas estratificadas y corrientes al largo de las costas que generan cambios a diferentes profundidades.

Fotografía IV. 67. Vista de la zona costera.



Fuente: Biota y SICA, 2018.

La zona costera y la plataforma continental del Caribe Mexicano albergan una gran pluralidad de ecosistemas y hábitats como lagunas costeras, ríos y deltas, playas, marismas y pantanos, arrecifes coralinos, dunas costeras, manglares y praderas de pastos marinos, entre otros. El principal ecosistema marino en las costas de Quintana Roo son los arrecifes de coral, seguido de las paraderas de pastos marinos. La mayor parte de las costas del estado se encuentran en áreas de influencia por arrecifes que pertenecen al Sistema Arrecifal Mesoamericano, el cual se extiende desde la punta norte de la Península de Yucatán en México hacia el sur en Belice, Guatemala y las Islas Bahía frente a la costa de Honduras.

Fotografía IV. 68. Corales presentes en la cercanía de costa.



Fuente: Biota y SICA, 2018.

**MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL
 “PROYECTO DE MEJORA HIDRO-ECOLÓGICA DEL ESTERO LAS GARZAS”,
 SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.**

En lo que corresponde a las praderas de pastos marinos, estos ecosistemas tienen infinidad de funciones ambientales, pero principalmente cumplen con la función de evitar la erosión de las costas y forman zonas de protección, crianza y alimentación para invertebrados y peces, además de que estabilizan el fondo marino.

Fotografía IV. 69. Pastos marinos dentro del trazo del proyecto.



Fuente: Biota y SICA, 2018.

En los últimos años el crecimiento económico del estado de Quintana Roo ha sido significativamente mayor al alcanzado a nivel nacional. De acuerdo con información de la SEDETUR, para el periodo 2011-2015, Quintana Roo promedió 4.3% de incremento anual, mientras que la economía mexicana creció solamente de 2.3%. Esta variación se explica en mayor medida por el dinamismo del sector turístico que prevalece en la entidad. Como ya se mencionó en el apartado de generalidades turísticas; la Riviera Maya se ha posicionado como el primer destino turístico internacional de México. En el 2010 la Riviera Maya contaba con una infraestructura hotelera de 377 hoteles con 38,402 cuartos y para el primer trimestre de 2016 contaba con 405 hoteles y 43,669 cuartos. Por su parte, el municipio de Solidaridad cuenta con el mayor número de hoteles y cuartos, lo que implica la necesidad de mantener y ampliar la infraestructura y los servicios públicos que demandan los habitantes y turistas. Esto denota la importancia de toda la región del estado en lo que a tema de turismo se refiere.

Fotografía IV. 70. Vista del completo turístico.



Fuente: Biota y SICA, 2018.

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL "PROYECTO DE MEJORA HIDRO-ECOLÓGICA DEL ESTERO LAS GARZAS", SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.

La construcción de las obras ofrecerá una mayor diversidad de opciones al turista nacional y extranjero, lo que despuntará aún más el nivel de atractivo turístico de la Riviera Maya, así como de mayor relevancia en el país; esto permitirá una notable mejoría en la economía local y regional, aunado de la mejora ambiental que traerá su realización.

Fotografía IV. 71. Vista al sur de los sitios de transectos.



Fuente: Biota y SICA, 2018.

OBJETIVOS

Los trabajos correspondientes a la identificación y cuantificación de ejemplares presentes en los trazos señalados más adelante.

Objetivos directos

- Identificar y conocer las especies de flora presente en el trazo.
- Identificar y conocer las especies de fauna presente en el trazo.

Objetivos indirectos

- Aportar información de importancia ecológica al Proyecto.

Las comunidades marinas de aguas poco profundas cercanas a la costa son dominadas por comunidades coralinas y estructuras rocosas, con una gran diversidad de especies de algas, invertebrados y peces. Los arrecifes están cercanamente ligados con otros ecosistemas, ya que estas grandes estructuras coralinas o rocosas, cambian la dirección y velocidad de las corrientes marinas y ayudan en el establecimiento de otros ecosistemas costeros como manglares y pastos marinos. Entre estos ecosistemas existe una relación muy importante donde organismos juveniles de peces e invertebrados de diferentes especies pasan su periodo de larva y juvenil en zonas de manglares y pastos marinos. Una vez que llegan a la etapa adulta, migran a los arrecifes en donde se reproducen y liberan sus huevecillos, después las pequeñas larvas harán su viaje a los manglares y pastos en donde crecerán hasta alcanzar el tamaño necesario para poder regresar al arrecife y repetir el ciclo. Los organismos encargados de la formación de los arrecifes coralinos y de formar su estructura básica, son los pólipos de coral. Estos pequeños animales pertenecen junto con las medusas y anémonas al grupo de los cnidarios (*Phylum: Cnidaria*). Los corales son animales que viven unidos formando colonias de hasta miles de individuos. Al conjunto de varias colonias de diferentes especies de coral las conocemos como arrecifes coralinos. Los arrecifes coralinos según su origen, configuración y situación con respecto a tierra firme son catalogados en:

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL "PROYECTO DE MEJORA HIDRO-ECOLÓGICA DEL ESTERO LAS GARZAS", SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.

Arrecifes costeros: de aguas someras, bordeando costas, muy cerca de la costa o separados por un estrecho brazo de agua de poca profundidad.

Arrecifes de barrera: dispuestos paralelamente a la costa, pero muy alejados de ella, casi siempre separados por un canal que puede tener, en algunos casos hasta 100 metros de profundidad. Estos arrecifes son de mayor tamaño que los costeros.

Arrecifes de plataforma: de forma plana y alargada en su parte superior que se debe a la acción de los vientos y las corrientes.

Atolones: anillos de islas de coral, que generalmente se encuentran en mar abierto y están asociados a conos volcánicos.

En Quintana Roo: se registran 35 especies de corales escleractinios y 37 de corales blandos; el cuerno de alce (*Acropora Palmata*), el de ciervo (*A. cervicornis*), *Plexaura homomalla* y *P. dichotoma* están considerados por la normatividad mexicana bajo protección especial. De invertebrados marinos se han reportado 82 especies de esponjas, 43 de moluscos, como quitones, caracoles, ostras, pulpos, y calamares. Se encuentran también 65 especies de poliquetos, 37 de crustáceos, 21 de sipuncúlidos, 24 de equinodermos, entre estrellas, erizos y pepinos de mar. De los vertebrados destacan 108 especies de peces, cuatro tortugas marinas, la blanca, la caguama, la carey y la laúd, también dos de cocodrilo, el de río *crocodylus acutus* y el de pantano *crocodylus moreletti* protegidas por la norma mexicana. Se han reportado también 11 especies de delfines y ballenas. Los sistemas continentales presentan una gran diversidad de especies locales y endémicas, entre las cuales podemos mencionar a *Anguilla rostrata*, *Gymnothorax funebri*, *Anchoa colonensis*, *Anchoa cubana*, *Anchoa hepsetus*, *Anchoa parva*, *Anchoa clupeioides*, *Dorosoma petenense*, *Harengula clupeiola*, *Harengula jaguana*, *Jenkinsia sp.*, *Astyanax aeneus*, *Astyanax altior*, *Hyphessobrycon compressus*, *Arius similis*, *Cathorops aguaduke*, *Ktalurus furcatus*, *Rhamdia guatemalensis*, *Rhamdia laticauda*, *Synodus foetens*, *Lucifuga sp.*, *Ogilbia pearsei*, *Opsanus beta*, *Mugil cephalus*, *Mugil curema*, *Atherinella sp.*, *Atherinella alvarezii*, *Menidia coleii*, *Atherinomorus stipes*, *Strongylura marina*, *Strongylura notata*, *Strongylura timucu*, *Chriodorus atherinoides*, *Hyporhamphus roberti*.

TÉCNICA Y METODOLOGÍA

Una población silvestre se define como *un conjunto de individuos de una especie que habita un área determinada*.

Fotografía IV. 72. Vista de la línea de costa donde se realizaron los muestreos.



Fuente: Biota y SICA, 2018.

Los métodos disponibles para caracterizar la abundancia de las poblaciones varían en función de las características de la especie a estudiar. Algunos de los métodos más difundidos para cuantificar la abundancia de las poblaciones pueden ser:

Para obtener el tamaño absoluto de las poblaciones:

- Censos
- Capturas / recapturas
- Densidad / superficie

Densidad por unidad espacial:

- Cobertura
- Frecuencia
- Biomasa

Indirectos:

- Conteo de indicios

Para el caso en particular que comprenden los trabajos de identificación de especies presentes en los trazos donde se realizara la instalación de los palafitos ecoturísticos, se utilizaron las técnicas para determinar la abundancia por unidad espacial (superficie o volumen). A menudo resulta más útil que el tamaño absoluto de la población, ya que la densidad determina aspectos fundamentales como la competencia por los recursos.

Fotografía IV. 73. Marcaje y recorrido de transectos.



Fuente: Biota y SICA, 2018.

Fotografía IV. 74. Línea de transectos y cuadrante.



Fuente: Biota y SICA, 2018.

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL "PROYECTO DE MEJORA HIDRO-ECOLÓGICA DEL ESTERO LAS GARZAS", SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.

La densidad de población se puede expresar de distintas formas:

Número de individuos por unidad espacial. Se utiliza cuando la especie en cuestión está formada por individuos que pueden ser fácilmente cuantificables.

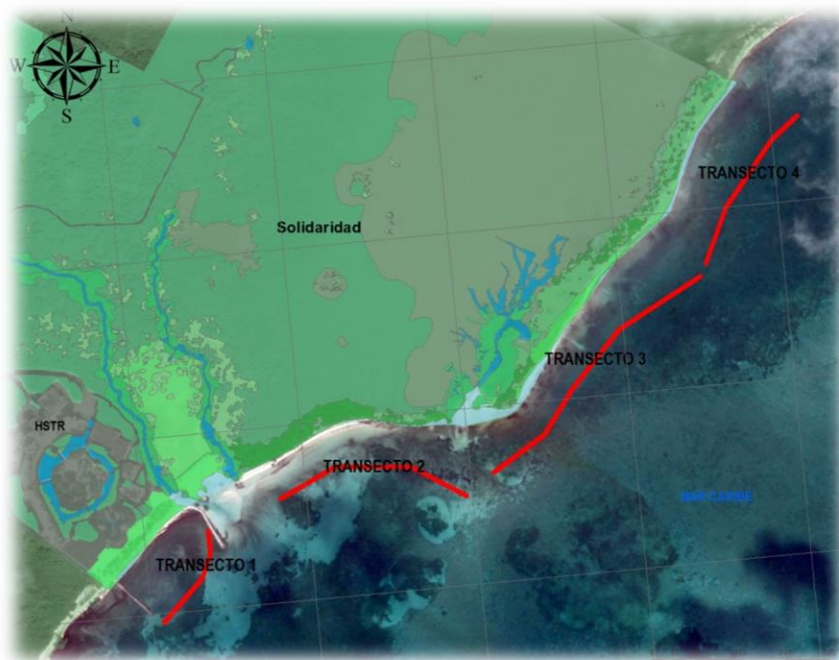
Biomasa de organismos por unidad espacial. Se utiliza cuando los individuos son muy pequeños o cuando no es posible identificar individuos. La biomasa se estima mediante el peso seco de los organismos.

Cobertura. Es la variable más utilizada para cuantificar la abundancia de especies vegetales. Es la proporción de la superficie muestreada recubierta por la proyección vertical de la vegetación.

Frecuencia. Es la probabilidad de encontrar una especie en un área dada.

Para poder llevar a cabo las actividades del presente trabajo, se planeó la realización de 4 transectos lineales sobre los sitios donde se llevarán a cabo las obras.

Imagen IV. 79. Distribución de los transectos realizados.



Fuente: Biota y SICA, 2018.

Los transectos y sus coordenadas geográficas de cada uno de los trazos son los siguientes:

Tabla IV. 83. Transectos 1.

| Longitud: 188m | |
|--------------------------|--------------------------------|
| Coordenadas de inicio: | 20° 42' 09" N 87° 00' 31" W |
| Coordenadas intermedias: | 20° 42' 11" N 87° 00' 28" W |
| Coordenadas intermedias: | 20° 42' 13" N 87° 00' 27" W |
| Coordenadas de término: | 20° 42' 14" N 87° 00' 27" W |

Fuente: Biota y SICA, 2018.

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL "PROYECTO DE MEJORA HIDRO-ECOLÓGICA DEL ESTERO LAS GARZAS", SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.

Imagen IV. 80. Transecto 1 Longitud y puntos intermedios.



Fuente: Biota y SICA, 2018.

Tabla IV. 84. Transectos 2.

| Longitud: 353 m | |
|---------------------------------|--------------------------------|
| Coordenadas de inicio: | 20° 42' 15" N 87° 00' 23" W |
| Coordenadas intermedias: | 20° 42' 17" N 87° 00' 19" W |
| Coordenadas intermedias: | 20° 42' 17" N 87° 00' 15" W |
| Coordenadas de término: | 20° 42' 14" N 87° 00' 27" W |

Fuente: Biota y SICA, 2018.

Imagen IV. 81. Transecto 2 Longitud y puntos intermedios.



Fuente: Biota y SICA, 2018.

**MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL
"PROYECTO DE MEJORA HIDRO-ECOLÓGICA DEL ESTERO LAS GARZAS",
SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.**

Tabla IV. 85. Transectos 3.

| | |
|---------------------------------|--------------------------------|
| Longitud: 507 m | |
| Coordenadas de inicio: | 20° 42' 16" N 87° 00' 10" W |
| Coordenadas intermedias: | 20° 42' 18" N 87° 00' 07" W |
| Coordenadas intermedias: | 20° 42' 20" N 87° 00' 05" W |
| Coordenadas de término: | 20° 42' 23" N 87° 00' 02" W |
| Coordenadas de término: | 20° 42' 26" N 86° 59' 56" W |

Fuente: Biota y SICA, 2018.

Imagen IV. 82. Transecto 3 Longitud y puntos intermedios.



Fuente: Biota y SICA, 2018.

Tabla IV. 86. Transectos 4.

| | |
|---------------------------------|--------------------------------|
| Longitud: 308 m | |
| Coordenadas de inicio: | 20° 42' 26" N 86° 59' 56" W |
| Coordenadas intermedias: | 20° 42' 30" N 86° 59' 54" W |
| Coordenadas intermedias: | 20° 42' 33" N 86° 59' 51" W |
| Coordenadas de término: | 20° 42' 34" N 86° 59' 50" W |
| Coordenadas de término: | 20° 42' 34" N 86° 59' 50" W |

Fuente: Biota y SICA, 2018.

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL "PROYECTO DE MEJORA HIDRO-ECOLÓGICA DEL ESTERO LAS GARZAS", SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.

Imagen IV. 83. Transecto 4 Longitud y puntos intermedios.



Fuente: Biota y SICA, 2018.

FLORA Y FAUNA DE CUERPOS DE AGUA SALADA

FLORA.

Los pastos marinos y las macroalgas marinas son organismos que transforman la luz solar en compuestos químicos a través del proceso de la fotosíntesis. Los pastos marinos son organismos clonales capaces de reproducirse de forma asexual que poseen raíces, sistemas vasculares para transportar productos de la fotosíntesis, flores y semillas; son angiospermas que frecuentemente se encuentran formando praderas extensas con la presencia de sólo una especie.

Fotografía IV. 75. Recorridos de los transectos.



Fuente: Biota y SICA, 2018.

Durante los recorridos en el cuerpo de agua salada del sitio y sus alrededores se pudieron encontrar las siguientes especies de pastos marinos y las macroalgas:

Tabla IV. 87. Especies de pastos marinos y macroalgas.

| FAMILIA | NOMBRE CIENTÍFICO |
|------------------------------|--------------------------------|
| Familia Cymodoceaceae | <i>Syringodium filiforme</i> |
| Familia Halimedaceae | <i>Halimeda sp.</i> |
| Familia Dictyotaceae | <i>Padina sanctae-crucis</i> |
| | <i>Dictyota sp.</i> |
| Familia Sargassaceae | <i>Turbinaria turbinata</i> |
| | <i>Sargassum natans</i> |
| Familia Udoteaceae | <i>Penicillus capitatus</i> |
| | <i>Udotea cyathiformis</i> |
| Familia Hydrocharitaceae | <i>Thalassia testudinum</i> |
| Familia Valoniaceae | <i>Valonia ventricosa</i> |
| Familia Dichotomosiphonaceae | <i>Avrainvillea asarifolia</i> |

Fuente: Biota y SICA, 2018.

Fotografía IV. 76. Algas adheridas a rocas cercanas al trazo.



Fuente: Biota y SICA, 2018.

Fotografía IV. 77. Presencia de ejemplares de la familia sargassaceae.



Fuente: Biota y SICA, 2018.

Fotografía IV. 78. Presencia de ejemplares de la familia hydrocharitaceae en los transectos.



Fuente: Biota y SICA, 2018.

Fotografía IV. 79. Presencia de ejemplares de la familia valoniaceae en los transectos.



Fuente: Biota y SICA, 2018.

FAUNA.

La diversidad de fauna del necton está muy ligada a la abundancia del plancton y desde luego a la diversidad del bento, por tal razón, es por eso que los ecosistemas marinos son de suma importancia a nivel económico y comercial en zonas costeras. Debemos entender al necton como aquellos organismos que habitan la zona pelágica y que se encuentran dotados de medios de locomoción capaces de contrarrestar los movimientos de las aguas. Por su parte, el bento está formado por los organismos sésiles que se encuentran fijados al fondo marino o móviles en menor grado. Durante los recorridos en el cuerpo de agua salada del sitio y sus alrededores se pudieron encontrar las siguientes especies de peces:

Tabla IV. 88. Especies de Peces.

| NOMBRE COMÚN | NOMBRE CIENTÍFICO |
|-------------------------------|---------------------------------|
| Familia Belonidae | |
| Aguja | <i>Strongylura notata</i> |
| Familia Chaetodontidae | |
| Mariposa | <i>Chaetodon capistratus</i> |
| Familia Pomacanthidae | |
| Pez ángel | <i>Holacanthus bermudensis</i> |
| Pintano | <i>Abudefduf saxatilis</i> |
| Damisela | <i>Microspathodon chrysurus</i> |
| Familia Acanthuridae | |
| Cirujano | <i>Acanthurus coeruleus</i> |
| Familia Scaridae | |
| Princesa | <i>Scarus taeniopterus</i> |
| Familia Lutjanidae | |
| Perca | <i>Lutjanus apodus</i> |
| Familia Tetraodontidae | |
| Globo | <i>Sphoeroides spengleri</i> |
| Familia Haemulidae | |
| Bandera | <i>Anisotremus virginicus</i> |
| Ronco | <i>Haemulon carbonarium</i> |
| Familia Labridae | |
| Español | <i>Bodianus rufus</i> |
| Doncella | <i>Halichoeres bivittatus</i> |
| Familia Holocentridae | |
| Candil | <i>Holocentrus rufus</i> |

Fuente: Biota y SICA, 2018.

Fotografía IV. 80. Presencia de ictiofauna en las cercanías de los trazos.



Fuente: Biota y SICA, 2018.

Fotografía IV. 81. Zonas coralinas en las cercanías de los trazos.



Fuente: Biota y SICA, 2018.

Durante los recorridos en los cuerpos de agua salada del sitio y sus alrededores se pudo encontrar un ejemplar de cangrejo ermitaño, sin poder identificar género y especie:

Tabla IV. 89. Cangrejo Ermitaño.

| NOMBRE COMÚN | NOMBRE CIENTÍFICO |
|---------------|-------------------|
| Super familia | Paguroidea |
| Ermitaño | S/Id. |

Fuente: Biota y SICA, 2018.

Fotografía IV. 82. Ejemplar de la super familia paguroidea sin identificación de género.



Fuente: Biota y SICA, 2018.

Durante los recorridos en el cuerpo de agua salada del sitio y sus alrededores se pudieron encontrar las siguientes especies de corales:

Tabla IV. 90. Especie de Corales.

| CORALES | NOMBRE CIENTÍFICO |
|----------------|----------------------------------|
| Escleractinios | <i>Agaricia agaricites</i> |
| | <i>Diploria strigosa</i> |
| | <i>Manicina areolata</i> |
| | <i>Siderastrea siderea</i> |
| | <i>Millepora alcicornis</i> |
| | <i>Stephanochoenia michilini</i> |
| Gorgonaceos | <i>Gorgonia flabellum</i> |
| | <i>Muricea laxa</i> |
| | <i>Plexaura flexuosa</i> |
| Esponjas | <i>Callyspongia vaginalis</i> |
| | <i>Ectyoplasia ferox</i> |

Fuente: Biota y SICA, 2018.

Fotografía IV. 83. Presencia de coral escleractinios en los transectos.



Fuente: Biota y SICA, 2018.

Fotografía IV. 84. Gorconaceos presentes en las zonas coralinas fuera de los transectos.



Fuente: Biota y SICA, 2018.

Fotografía IV. 85. Corales escleractinios fuera de los transectos.



Fuente: Biota y SICA, 2018.

Fotografía IV. 86. Diversidad de gorconaceos fuera de los transectos.



Fuente: Biota y SICA, 2018.

ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN.

ANÁLISIS DE LOS TRANSECTOS.

Se realizaron 4 transectos a lo largo de la línea de costa. Cada trazo fue dividido en tramos de 10 metros lineales a fin de hacer una distribución espacial de los ejemplares registrados en cada uno de los tramos.

Fotografía IV. 87. Marcaje de los transectos.



Fuente: Biota y SICA, 2018.

Cabe mencionar que, durante los trabajos, y debido al arrastre constante de sedimentos de los ríos que desembocan a la costa, se presentó una gran cantidad de arrastre de sedimentos (arena y materia orgánica) lo que dificultó el uso de cuadrantes para la estimación de densidad.

Fotografía IV. 88. Línea de transecto sobre el cuadrante.



Fuente: Biota y SICA, 2018.

Se recabó información sobre la presencia o ausencia de ejemplares de flora marina, arrojando la siguiente información.

Tabla IV. 91. Presencia o ausencia de ejemplares de flora marina, transecto 1.

| TRANSECTO 1 | | | |
|---|--------------------|----------------------|--------------------|
| LONGITUD: 188 M | | | |
| METROS DEL TRANSECTO | PRESENCIA/AUSENCIA | METROS DEL TRANSECTO | PRESENCIA/AUSENCIA |
| 0 a 10 | Ausencia | 100 a 110 | Ausencia |
| 10 a 20 | Presencia | 110 a 120 | Ausencia |
| 20 a 30 | Presencia | 120 a 130 | Ausencia |
| 30 a 40 | Presencia | 130 a 140 | Presencia |
| 40 a 50 | Presencia | 140 a 150 | Presencia |
| 50 a 60 | Presencia | 150 a 160 | Ausencia |
| 60 a 70 | Presencia | 160 a 170 | Ausencia |
| 70 a 80 | Presencia | 170 a 180 | Ausencia |
| 80 a 90 | Presencia | 180 a 188 | Ausencia |
| 90 a 100 | Ausencia | | |
| ESPECIES PRESENTES EN ORDEN DE ABUNDANCIA | | | |
| 1 = más abundante | | 7 = menos abundante | |
| <i>Syringodium filiforme</i> | | | 1 |
| <i>Thalassia testudinum</i> | | | 2 |
| <i>Udotea cyathiformis</i> | | | 3 |
| <i>Dictyota sp</i> | | | 4 |
| <i>Avrainvillea asarifolia</i> | | | 5 |
| <i>Penicillus capitatus</i> | | | 6 |
| <i>Halimeda sp</i> | | | 7 |

Fuente: Biota y SICA, 2018.

Fotografía IV. 89. Familias de cymodoceaceae y hydrocharitaceae en la zona.



Fuente: Biota y SICA, 2018.

Fotografía IV. 90. Familias de cymodoceaceae y hydrocharitaceae en línea de transecto.



Fuente: Biota y SICA, 2018.

Tabla IV. 92. Presencia o ausencia de ejemplares de flora marina, transecto 2.

| TRANSECTO 2 | | | |
|--------------------------------|--------------------|----------------------|--------------------|
| LONGITUD: 353 M | | | |
| METROS DEL TRANSECTO | PRESENCIA/AUSENCIA | METROS DEL TRANSECTO | PRESENCIA/AUSENCIA |
| 0 a 10 | Ausencia | 190 a 200 | Ausencia |
| 10 a 20 | Ausencia | 200 a 210 | Ausencia |
| 20 a 30 | Presencia | 210 a 220 | Presencia |
| 30 a 40 | Presencia | 220 a 230 | Presencia |
| 40 a 50 | Presencia | 230 a 240 | Presencia |
| 50 a 60 | Ausencia | 240 a 250 | Presencia |
| 60 a 70 | Ausencia | 250 a 260 | Presencia |
| 70 a 80 | Ausencia | 260 a 270 | Presencia |
| 80 a 90 | Ausencia | 270 a 280 | Presencia |
| 90 a 100 | Ausencia | 280 a 290 | Presencia |
| 100 a 110 | Presencia | 290 a 300 | Presencia |
| 110 a 120 | Presencia | 300 a 310 | Presencia |
| 120 a 130 | Ausencia | 310 a 320 | Presencia |
| 130 a 140 | Presencia | 320 a 330 | Presencia |
| 140 a 150 | Ausencia | 330 a 340 | Presencia |
| 150 a 160 | Ausencia | 330 a 340 | Presencia |
| 160 a 170 | Ausencia | 340 a 350 | Ausencia |
| 170 a 180 | Presencia | 350 a 353 | Ausencia |
| 180 a 190 | Presencia | | |
| 1 = más abundante | | 6 = menos abundante | |
| <i>Syringodium filiforme</i> | | 1 | |
| <i>Thalassia testudinum</i> | | 2 | |
| <i>Avrainvillea asarifolia</i> | | 3 | |
| <i>Turbinaria turbinata</i> | | 4 | |
| <i>Halimeda sp</i> | | 5 | |
| <i>Padina sanctae-crucis</i> | | 6 | |

Fuente: Biota y SICA, 2018.

Fotografía IV. 91. Familia de hydrocharitaceae en cuadrantes.



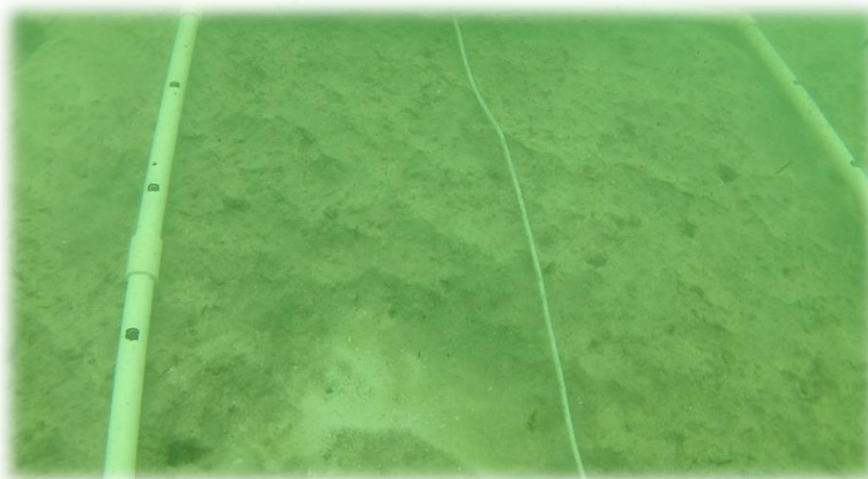
Fuente: Biota y SICA, 2018.

Tabla IV. 93. Presencia o ausencia de ejemplares de flora marina, transecto 3.

| TRANSECTO 3 | | | |
|--------------------------------|--------------------|----------------------|--------------------|
| LONGITUD: 507 M | | | |
| METROS DEL TRANSECTO | PRESENCIA/AUSENCIA | METROS DEL TRANSECTO | PRESENCIA/AUSENCIA |
| 0 a 10 | Ausencia | 260 a 270 | Presencia |
| 10 a 20 | Ausencia | 270 a 280 | Presencia |
| 20 a 30 | Presencia | 280 a 290 | Ausencia |
| 30 a 40 | Presencia | 290 a 300 | Ausencia |
| 40 a 50 | Presencia | 300 a 310 | Presencia |
| 50 a 60 | Presencia | 310 a 320 | Presencia |
| 60 a 70 | Ausencia | 320 a 330 | Ausencia |
| 70 a 80 | Ausencia | 330 a 340 | Presencia |
| 80 a 90 | Presencia | 340 a 350 | Presencia |
| 90 a 100 | Presencia | 350 a 360 | Presencia |
| 100 a 110 | Presencia | 360 a 370 | Presencia |
| 110 a 120 | Presencia | 370 a 380 | Presencia |
| 120 a 130 | Presencia | 380 a 390 | Presencia |
| 130 a 140 | Presencia | 390 a 400 | Presencia |
| 140 a 150 | Presencia | 400 a 410 | Presencia |
| 150 a 160 | Presencia | 410 a 420 | Presencia |
| 160 a 170 | Ausencia | 420 a 430 | Presencia |
| 170 a 180 | Presencia | 430 a 440 | Presencia |
| 180 a 190 | Presencia | 440 a 450 | Presencia |
| 190 a 200 | Presencia | 450 a 460 | Presencia |
| 200 a 210 | Presencia | 460 a 470 | Presencia |
| 210 a 220 | Presencia | 470 a 480 | Presencia |
| 220 a 230 | Presencia | 480 a 490 | Presencia |
| 230 a 240 | Presencia | 490 a 500 | Presencia |
| 240 a 250 | Presencia | 500 a 507 | Presencia |
| 250 a 260 | Presencia | | |
| 1 = más abundante | | 8 = menos abundante | |
| <i>Syringodium filiforme</i> | | 1 | |
| <i>Thalassia testudinum</i> | | 2 | |
| <i>Turbinaria turbinata</i> | | 3 | |
| <i>Avrainvillea asarifolia</i> | | 4 | |
| <i>Udotea cyathiformis</i> | | 5 | |
| <i>Halimeda sp</i> | | 6 | |
| <i>Penicillus capitatus</i> | | 7 | |
| <i>Padina sanctae-crucis</i> | | 8 | |

Fuente: Biota y SICA, 2018.

Fotografía IV. 92. Áreas sin vegetación en el fondo del transecto.



Fuente: Biota y SICA, 2018.

Tabla IV. 94. Presencia o ausencia de ejemplares de flora marina, transecto 4.

| TRANSECTO 4 | | | |
|--------------------------------|--------------------|--------------------------|----------------------------|
| LONGITUD: 308 M | | | |
| METROS DEL TRANSECTO | PRESENCIA/AUSENCIA | METROS DEL TRANSECTO | PRESENCIA/AUSENCIA |
| 0 a 10 | Presencia | 160 a 170 | Presencia |
| 10 a 20 | Presencia | 170 a 180 | Presencia |
| 20 a 30 | Presencia | 180 a 190 | Presencia |
| 30 a 40 | Presencia | 190 a 200 | Presencia |
| 40 a 50 | Presencia | 200 a 210 | Presencia |
| 50 a 60 | Presencia | 210 a 220 | Presencia |
| 60 a 70 | Presencia | 220 a 230 | Presencia |
| 70 a 80 | Presencia | 230 a 240 | Ausencia |
| 80 a 90 | Ausencia | 240 a 250 | Presencia |
| 90 a 100 | Ausencia | 250 a 260 | Presencia |
| 100 a 110 | Presencia | 260 a 270 | Presencia |
| 110 a 120 | Presencia | 270 a 280 | Presencia |
| 120 a 130 | Presencia | 280 a 290 | Presencia |
| 130 a 140 | Ausencia | 290 a 300 | Presencia |
| 140 a 150 | Presencia | 300 a 308 | Presencia |
| 150 a 160 | Ausencia | | |
| | | 1 = más abundante | 5 = menos abundante |
| <i>Thalassia testudinum</i> | | | 1 |
| <i>Syringodium filiforme</i> | | | 2 |
| <i>Penicillus capitatus</i> | | | 3 |
| <i>Avrainvillea asarifolia</i> | | | 4 |
| <i>Turbinaria turbinata</i> | | | 5 |

Fuente: Biota y SICA, 2018.

Fotografía IV. 93. Vista de la familia de hydrocharitaceae en cuadrantes.



Fuente: Biota y SICA, 2018.

ANÁLISIS DE LOS CUADRANTES.

Se realizaron cuadrantes aleatorios a lo largo de los transectos, alguno no fue posible analizarlos debido a la alta presencia de sedimentos suspendidos que limitaban la visibilidad.

Fotografía IV. 94. Limitaciones de vista durante los transectos.



Fuente: Biota y SICA, 2018.

Estos cuadrantes realizados fueron de 50 cm², con ayuda de software, dichos cuadrantes se dividieron en 4 subcuadrantes más pequeños de 25 cm² (denominados A, B, C y D) con la finalidad de poder calcular los porcentajes de cada uno de los componentes encontrados en el fondo de los trazos seleccionados para las obras. Se encontró presencia de algas (pastos marinos y macroalgas, principalmente), presencia de arena de fondo y sedimentos externos.

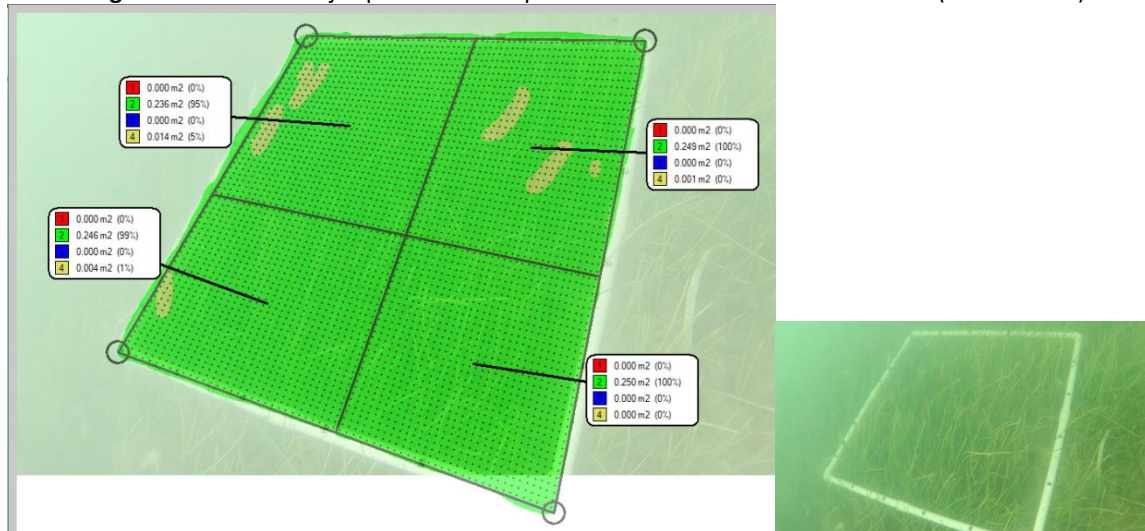
Los porcentajes para cada componente dentro de los subcuadrantes son los siguientes:

Tabla IV. 95. Porcentajes para cada componente dentro de los subcuadrantes (Cuadrante 1).

| PRIMER CUADRANTE | |
|-----------------------|---------------------------|
| COMPONENTE | SUPERFICIE m ² |
| Subcuadrante A | |
| Pastos | 0.236 |
| Sedimento | 0.000 |
| Otras especies | 0.014 |
| Arena de fondo | 0.000 |
| Subcuadrante B | |
| Pastos | 0.249 |
| Sedimento | 0.000 |
| Otras especies | 0.001 |
| Arena de fondo | 0.000 |
| Subcuadrante C | |
| Pastos | 0.246 |
| Sedimento | 0.000 |
| Otras especies | 0.004 |
| Arena de fondo | 0.000 |
| Subcuadrante D | |
| Pastos | 0.250 |
| Sedimento | 0.000 |
| Otras especies | 0.000 |
| Arena de fondo | 0.000 |

Fuente: Biota y SICA, 2018.

Imagen IV. 84. Porcentajes para cada componente dentro de los subcuadrantes (Cuadrante 1).



Rojo.- sin valor. Verde.- *S. filiforme*. Azul.- sin valor. Amarillo.- *T. testudinum*.

Fuente: Biota y SICA, 2018.

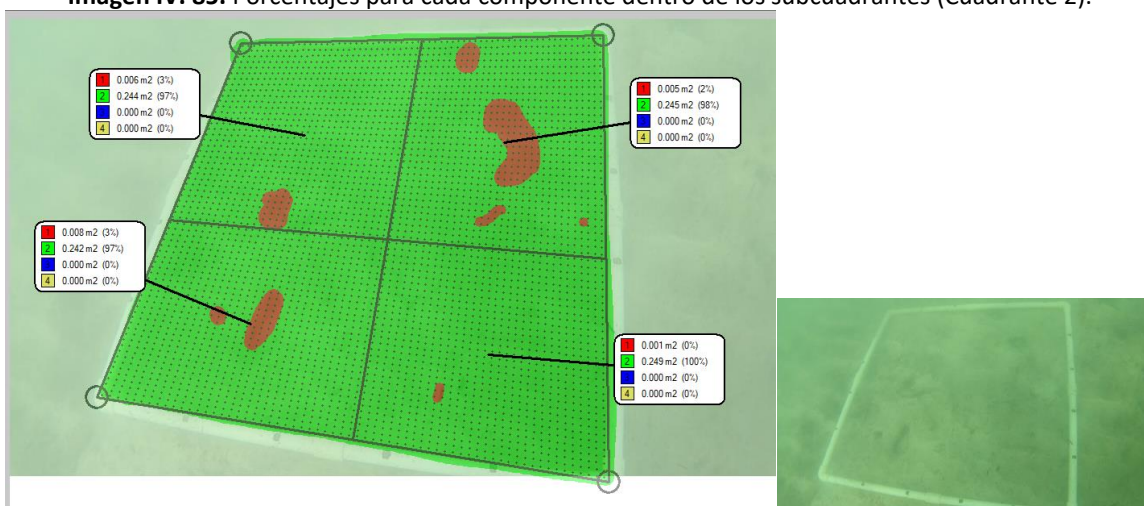
**MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL
"PROYECTO DE MEJORA HIDRO-ECOLÓGICA DEL ESTERO LAS GARZAS",
SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.**

Tabla IV. 96. Porcentajes para cada componente dentro de los subcuadrantes (Cuadrante 2).

| SEGUNDO CUADRANTE | |
|-----------------------|---------------------------|
| COMPONENTE | SUPERFICIE m ² |
| Subcuadrante A | |
| Pastos | 0.000 |
| Sedimento | 0.006 |
| Otras especies | 0.000 |
| Arena de fondo | 0.244 |
| Subcuadrante B | |
| Pastos | 0.000 |
| Sedimento | 0.005 |
| Otras especies | 0.000 |
| Arena de fondo | 0.245 |
| Subcuadrante C | |
| Pastos | 0.000 |
| Sedimento | 0.008 |
| Otras especies | 0.000 |
| Arena de fondo | 0.242 |
| Subcuadrante D | |
| Pastos | 0.000 |
| Sedimento | 0.001 |
| Otras especies | 0.000 |
| Arena de fondo | 0.249 |

Fuente: Biota y SICA, 2018.

Imagen IV. 85. Porcentajes para cada componente dentro de los subcuadrantes (Cuadrante 2).



Rojo.- sedimento. Verde.- arena de fondo. Azul.- sin valor. Amarillo.- sin valor.

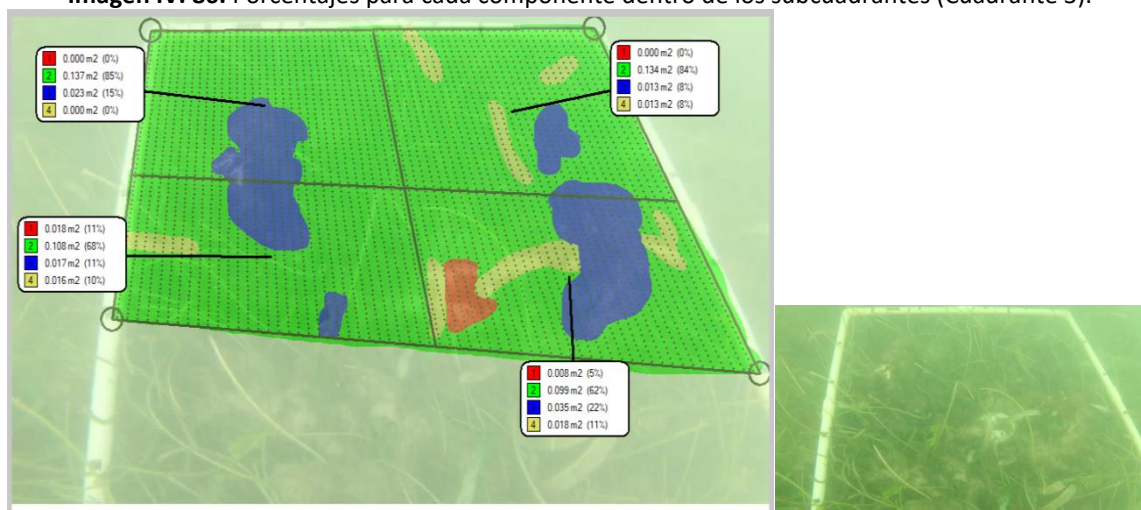
Fuente: Biota y SICA, 2018.

**MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL
"PROYECTO DE MEJORA HIDRO-ECOLÓGICA DEL ESTERO LAS GARZAS",
SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.**

Tabla IV. 97. Porcentajes para cada componente dentro de los subcuadrantes (Cuadrante 3).

| TERCER CUADRANTE | |
|-----------------------|---------------------------|
| COMPONENTE | SUPERFICIE m ² |
| Subcuadrante A | |
| Pastos | 0.137 |
| Sedimento | 0.000 |
| Otra especie | 0.023 |
| Otra especie | 0.000 |
| Subcuadrante B | |
| Pastos | 0.134 |
| Sedimento | 0.000 |
| Otra especie | 0.013 |
| Otra especie | 0.013 |
| Subcuadrante C | |
| Pastos | 0.108 |
| Sedimento | 0.000 |
| Otra especie | 0.017 |
| Otra especie | 0.000 |
| Subcuadrante D | |
| Pastos | 0.099 |
| Sedimento | 0.008 |
| Otra especie | 0.035 |
| Otra especie | 0.018 |

Imagen IV. 86. Porcentajes para cada componente dentro de los subcuadrantes (Cuadrante 3).



Rojo.- arena de fondo. Verde.- *S. filiforme*. Azul.- *Halimeda sp.* Amarillo.- *T. testudinum*.

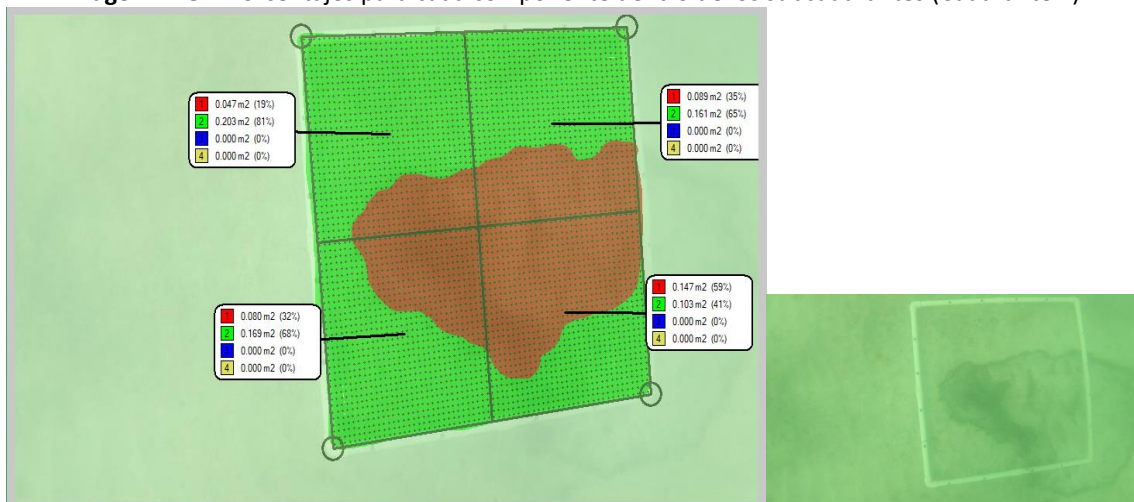
Fuente: Biota y SICA, 2018.

Tabla IV. 98. Porcentajes para cada componente dentro de los subcuadrantes (Cuadrante 4).

| CUARTO CUADRANTE | |
|-----------------------|---------------------------|
| COMPONENTE | SUPERFICIE m ² |
| Subcuadrante A | |
| Pastos | 0.000 |
| Sedimento | 0.047 |
| Otras especies | 0.000 |
| Arena de fondo | 0.203 |
| Subcuadrante B | |
| Pastos | 0.000 |
| Sedimento | 0.089 |
| Otras especies | 0.000 |
| Arena de fondo | 0.161 |
| Subcuadrante C | |
| Pastos | 0.000 |
| Sedimento | 0.080 |
| Otras especies | 0.000 |
| Arena de fondo | 0.000169 |
| Subcuadrante D | |
| Pastos | 0.000 |
| Sedimento | 0.147 |
| Otras especies | 0.000 |
| Arena de fondo | 0.103 |

Fuente: Biota y SICA, 2018.

Imagen IV. 87. Porcentajes para cada componente dentro de los subcuadrantes (Cuadrante 4).



Rojo.- sedimento. Verde.- arena de fondo. Azul.- sin valor. Amarillo.- sin valor.

Fuente: Biota y SICA, 2018.

CONCLUSIONES.

El principal ecosistema marino en las costas de Quintana Roo son los arrecifes de coral, seguido de las praderas de pastos marinos. La mayor parte de las costas del estado se encuentran en áreas de influencia por arrecifes que pertenecen al Sistema Arrecifal Mesoamericano; por su parte, las praderas de pastos marinos, estos ecosistemas tienen infinidad de funciones ambientales, pero principalmente cumplen con la función de evitar la erosión de las costas y forman zonas de protección, crianza y alimentación para invertebrados y peces, además de que estabilizan el fondo marino. Para conocer la composición de la flora y fauna marina comprendida dentro del trazo considerado para las obras, así como de sus alrededores, se propuso utilizar las técnicas para determinar la abundancia por unidad espacial por medio de 4 transectos paralelos a la línea de costa y sobre los ejes considerados para la construcción de los palafitos en un total de 1,356 metros lineales.

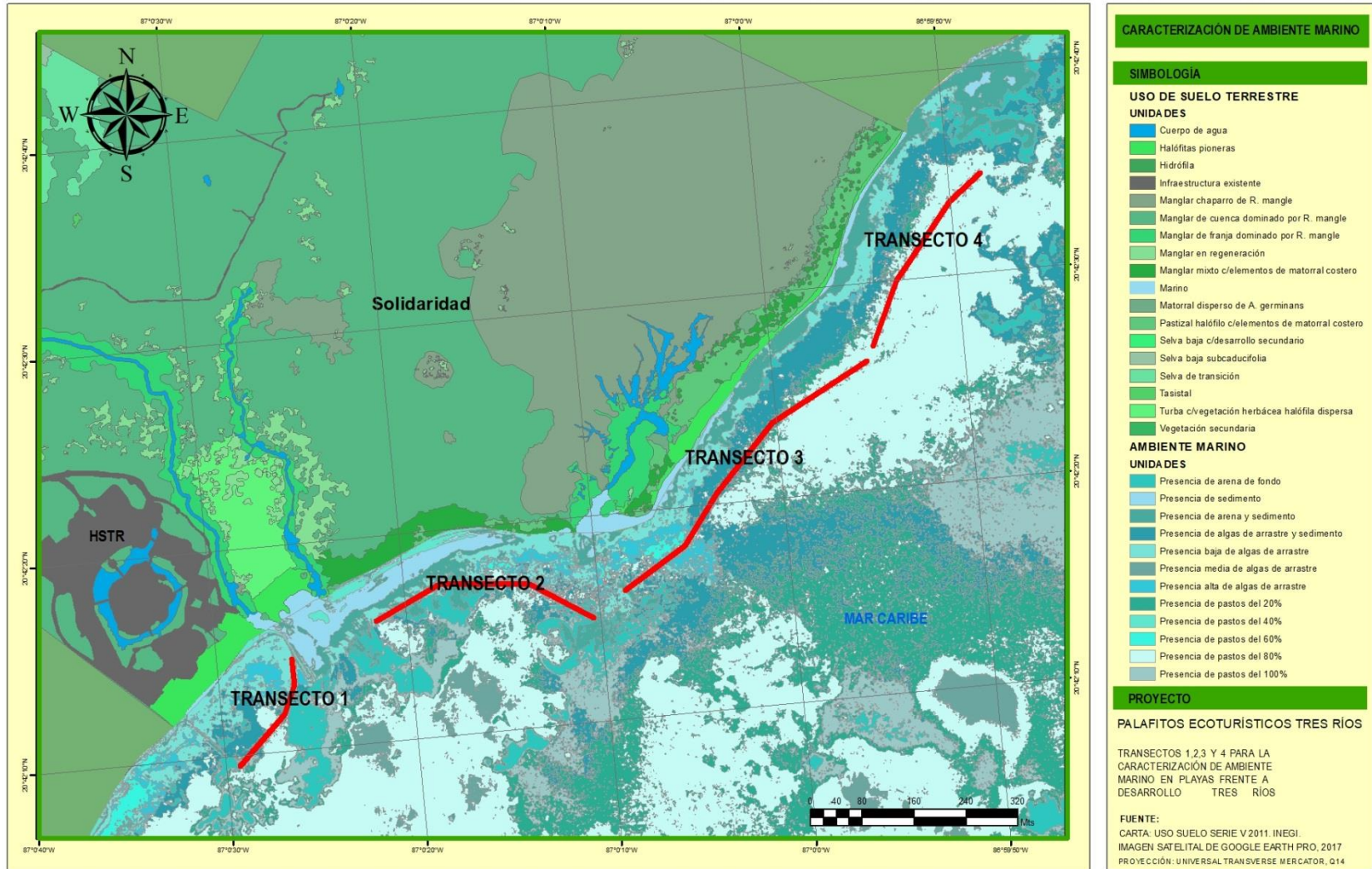
Es importante recalcar que las presentes especies reportadas corresponde a una serie de muestreos realizados de manera única; es decir, no corresponden a muestreos constantes y periódicos que arrojarían como resultado listados más extensos y que podrían ser utilizados como representativos regionales. Estos resultados solamente pueden ser utilizados como representación puntual de los sitios.

En lo que respecta a la flora marina, tenemos que dentro de las especies registradas se encontraron 11 especies de pastos marinos y macroalgas divididos en 8 familias, las cuales son cymodoceaceae, halimedaceae, sargassaceae, udoteaceae, hydrocharitaceae, valoniaceae, dichotomosiphonaceae y dictyotaceae. Para el caso de la fauna marina referente a peces, se registraron 14 especies divididas en 10 familias, las cuales son holocentridae, labridae, haemulidae, tetraodontidae, lutjanidae, scaridae, acanthuridae, pomacanthidae, chaetodontidae y belonidae. De igual manera, se registró un ejemplar de cangrejo ermitaño, sin poder identificar género y especie, perteneciendo a la super familia paguroidea.

Por último, se pudieron identificar 6 especies de corales escleractinio, 3 especies de gorgonaceos y 2 especies de esponjas. En los transectos realizados, las especies dominantes en las praderas de pastos marinos son *Syringodium filiforme* y *Thalassia testudinum*. Existiendo una mayor abundancia de la primera especie en la zona suroeste, mientras que de la segunda especie la mayor abundancia es en la zona noreste. Con respecto a los registros de los cuadrantes realizados se pudo determinar que a lo largo del eje considerado para las obras existe una mayor presencia de praderas marinas, en un porcentaje de 76% de la superficie, mientras que el restante 24% corresponde a superficies sin vegetación marina.

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL “PROYECTO DE MEJORA HIDRO-ECOLÓGICA DEL ESTERO LAS GARZAS”, SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.

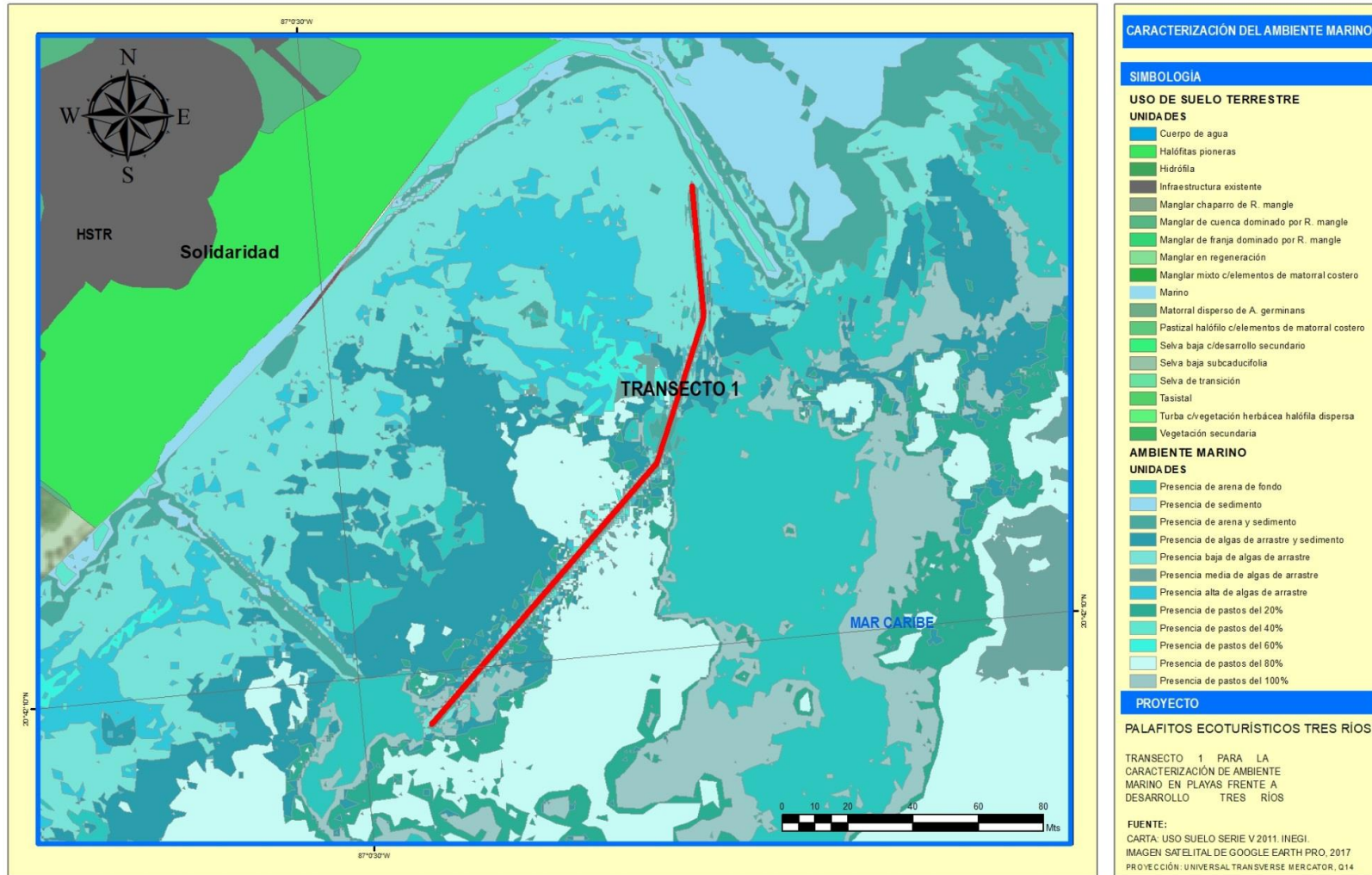
Imagen IV. 88. Unidades Ambiente Marino Transectos.



Fuente: Biota y SICA, 2018.

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL “PROYECTO DE MEJORA HIDRO-ECOLÓGICA DEL ESTERO LAS GARZAS”, SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.

Imagen IV. 89. Unidades Ambiente Marino Transecto 1.



Fuente: Biota y SICA, 2018.

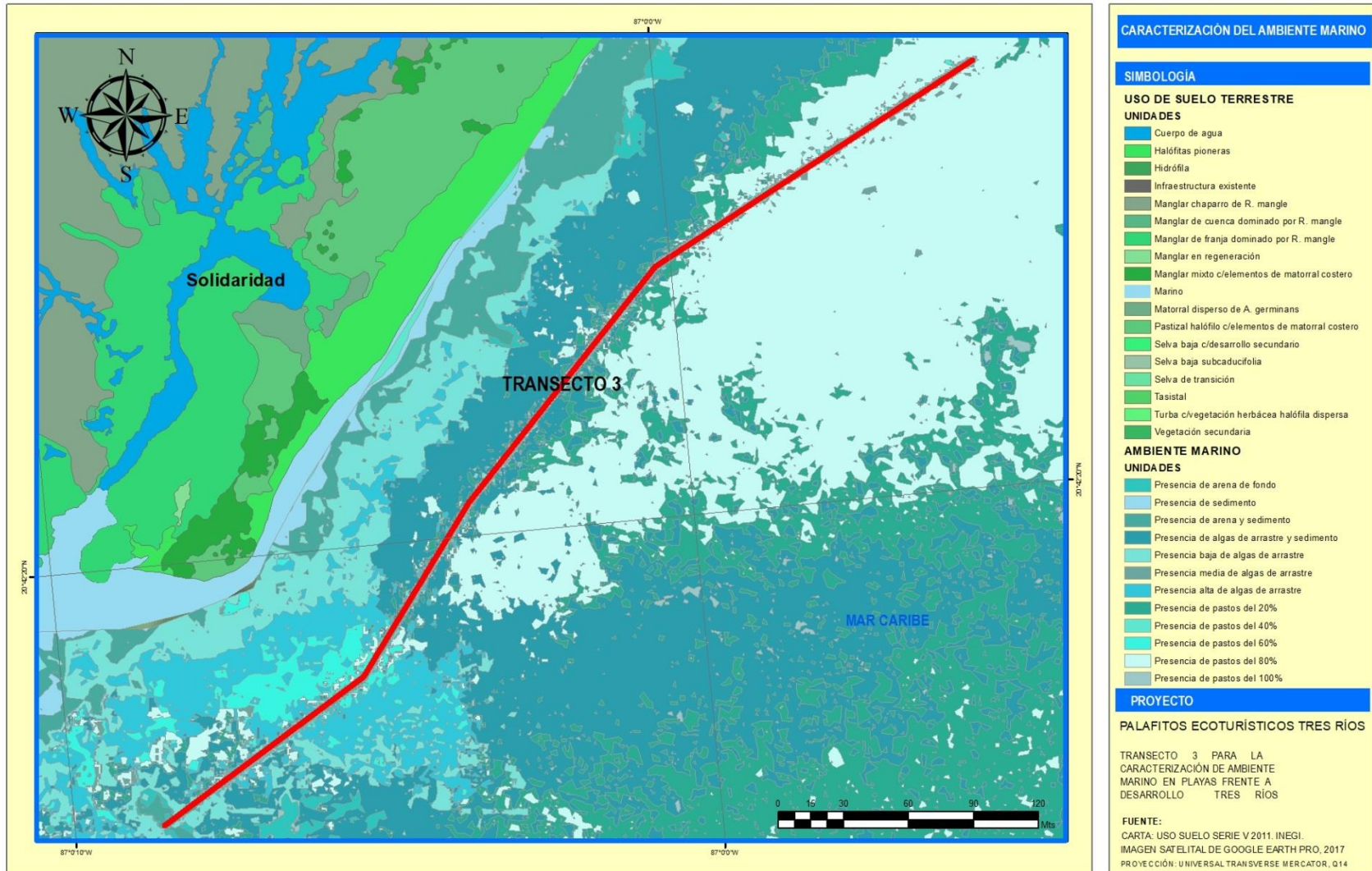
MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL “PROYECTO DE MEJORA HIDRO-ECOLÓGICA DEL ESTERO LAS GARZAS”, SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.

Imagen IV. 90. Unidades Ambiente Marino Transecto 2.



Fuente: Biota y SICA, 2018.

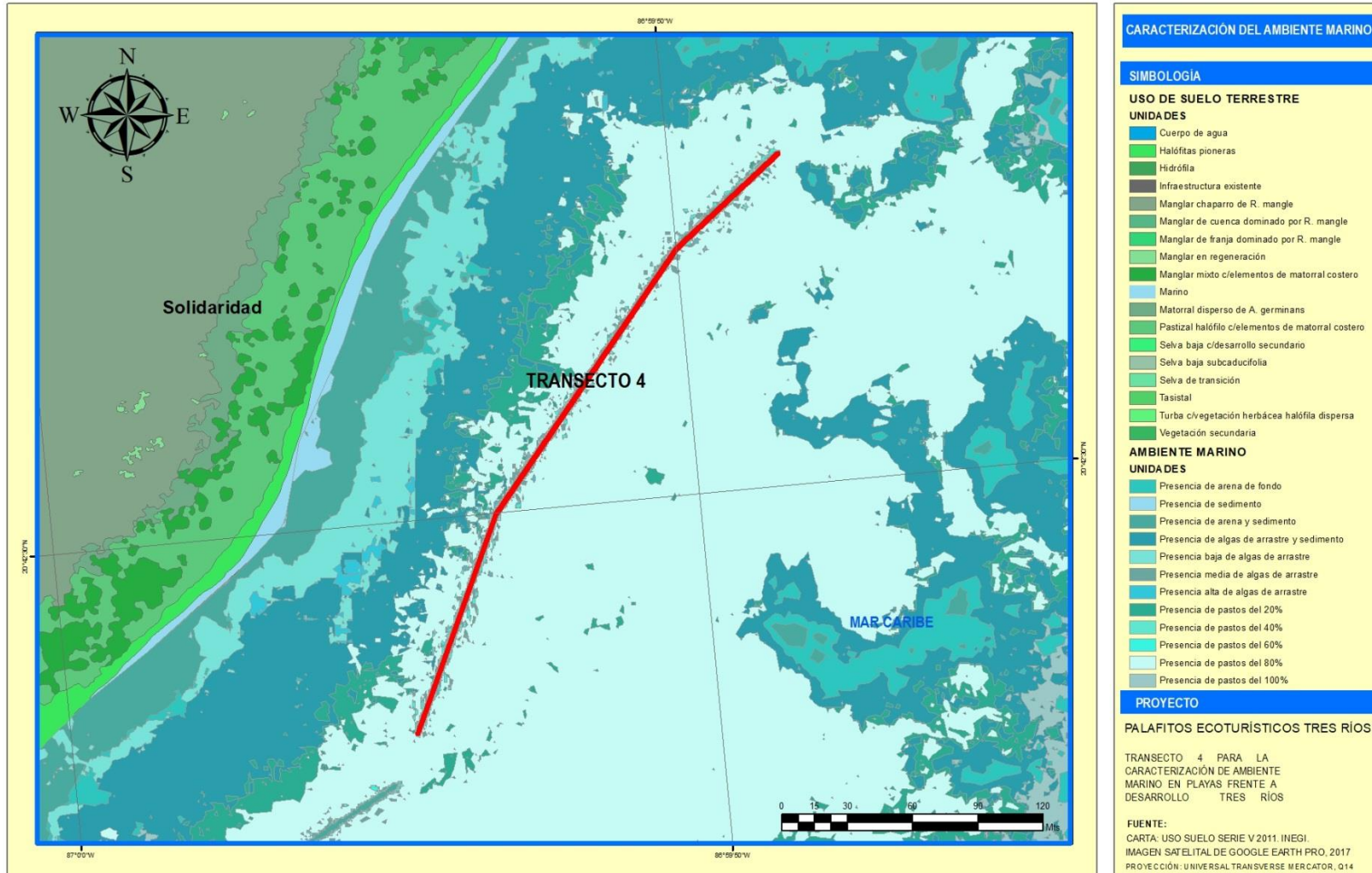
Imagen IV. 91. Unidades Ambiente Marino Transecto 3.



Fuente: Biota y SICA, 2018.

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL “PROYECTO DE MEJORA HIDRO-ECOLÓGICA DEL ESTERO LAS GARZAS”, SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.

Imagen IV. 92. Unidades Ambiente Marino Transecto 4.



Fuente: Biota y SICA, 2018.

IV.2.1.2.4. Biodiversidad.

En el litoral caribeño del estado de Quintana Roo se pueden distinguir cuatro zonas:

1. Hacia el Norte con Isla Blanca y Cancún caracterizada por una duna costera conectada a tierra firme por tómbolas o barras de arena;
2. Desde Cancún hasta Tulum con ensenadas de playas, puntas rocosas, caletas y abundantes cenotes;
3. El centro con grandes extensiones de humedales, playas de barrera y pequeños sistemas estuarinos; y
4. Al Sur entre Punta Herrero y Xcalak con playas arenosas tipo barrera y salientes rocosas.

En atención al programa de regionalización ambiental basada en ecosistemas impulsado por la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), se identifican regiones terrestres, marinas e hidrológicas prioritarias. Dentro de éstas últimas, se encuentra la Región Hidrológica Prioritaria 105 – Corredor Cancún Tulúm, en donde se ubica el Municipio de Solidaridad. CONABIO clasifica esta región de alta diversidad y amenazada. En el Municipio de Solidaridad podemos distinguir los ambientes siguientes:

1. Terrestre (selva, vegetación secundaria, manglar, duna costera y playa),
2. Cenotes y caletas, ríos subterráneos y
3. Arrecifes de coral.

Las selvas se consideran las manifestaciones de vida vegetal y animal más exuberante, y el reservorio genético más rico del mundo. En estos ecosistemas existe una enorme variedad de especies, lo cual puede significar una extrema vulnerabilidad, ya que en una superficie determinada podrían existir sólo pocos individuos de una especie dada. Los ecosistemas de manglar son los ecosistemas más productivos de la Biosfera, funcionan como hábitat de apoyo a pesquerías, como sistemas naturales de control de inundaciones, barreras de huracanes e intrusión salina; control de erosión y protección costera. Tienen un valor estético, recreativo, cultural y educativo. Actúan como filtros biológicos o trampas de sedimentos, materias orgánicas y nutrientes protegiendo a los arrecifes de coral de la sedimentación y eutrofización. Albergan un importante número y variedad de flora y fauna, muchos con potencial biotecnológico. La vegetación halófila consiste en formaciones de almacenaje de arena que constituyen la defensa natural más importante para la conservación de la playa. Amortizan la acción erosiva. Brindan refugio a especies animales y terrestres y marinos. Es una barrera de protección para todo tipo de edificaciones contra la acción del viento e inundaciones provocada por fenómenos meteorológicos y para las especies vegetales que se establecen detrás de las dunas costeras. Contribuyen al enriquecimiento del paisaje natural.

Los cenotes tienen una invaluable importancia de carácter mágico y religioso para la cultura maya, considerados como entrada a un mundo espiritual en donde practicaban ceremonias o sacrificios. En ellos se ha descubierto gran cantidad de alhajas, ofrendas, cerámica utensilios de rituales religiosos pertenecientes a esta cultura. Estos cuerpos de aguas constituían la única fuente de agua dulce de los mayas en medio de la selva, incluso hoy día de igual manera son utilizados con este fin en comunidades asentadas en sus alrededores. Por otra parte, representan un gran atractivo científico por la gran variedad de comunidades acuáticas que lo habitan. La playa desde el punto de vista científico se define como un rasgo geomorfológico que responde a las condiciones de suministro de sedimento, oleaje, marea, corrientes y viento en una escala de tiempo que va de horas a miles de años y que varía de un lugar a otro. Constituyen un límite natural entre el aire, la tierra y el agua, producto de la acumulación de materiales sedimentarios no consolidados alrededor del límite de la acción del oleaje. Son enormes disipadores de energía de las olas y tienen la capacidad de adaptar su morfología a las situaciones energéticas cambiantes del mar y del viento, consideradas como el mejor y más perfecto sistema de defensa de las costas. Las playas de Quintana Roo representan un atractivo singular de reconocimiento internacional, sin embargo, la poca amplitud que presentan limitadas al Este por el mar Caribe y al Oeste por la zona de humedales, condiciona su fragilidad y espacio de aprovechamiento. La forma natural de las playas y dunas a lo largo de la entidad se manifiesta de maneras diferentes.

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL "PROYECTO DE MEJORA HIDRO-ECOLÓGICA DEL ESTERO LAS GARZAS", SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.

Las asociaciones secundarias se desarrollan cuando las primarias son destruidas total o parcialmente. En estas comunidades habitan especies que se caracterizan por: su eficiencia dispersora, rapidez de crecimiento y en ocasiones la resistencia al fuego. Están compuestas por varios estratos arbóreos pequeños (entre 8 y 20 m), varios arbustivos y un herbáceo, gran cantidad de trepadoras y algunas epifitas.

El Sistema Ambiental Regional (SAR), consiste en una Unidad Fisiográfica costera de 2,223.46 hectáreas en donde interaccionan 4 tipos de ecosistemas principales, esto es, selva mediana subperennifolia, selva de transición o ecotono, manglar y vegetación de duna costera. La selva que se distribuye, en el SAR se clasifica como subcaducifolia, lo cual obedece a que las especies que dominan en ella pierden la mayor parte de sus hojas durante la época de secas. De acuerdo con las perturbaciones que ha sufrido este ecosistema en el pasado por lo menos en las últimas tres décadas, se considera que ésta se encuentra en proceso de recuperación. La selva mediana subperennifolia en recuperación representa alrededor del 25.35% del SAR. Su distribución forma una franja que va desde la carretera federal hasta el límite con la cuenca inundable donde se desarrolla el manglar. La zona del SAR donde la franja de selva es más amplia tiene aproximadamente 1 kilómetro de ancho, en tanto que, en su zona más angosta presenta aproximadamente 0.4 kilómetros de ancho.

Dentro de la cuenca inundable del SAR se distinguieron cuatro diferentes comunidades: manglar de *Conocarpus*, manglar de *Conocarpus-Rhizophora* y manglar chaparro de *Rhizophora mangle*. La vegetación halófila se distribuye a lo largo de toda la franja costera del SAR con una superficie aproximada de 26.86 hectáreas y una longitud de aproximadamente 12 kilómetros. Este tipo de vegetación se encuentra formada por una franja de suelo arenoso cuyo ancho promedio es de 34.5 ± 3.7 metros. Al oeste de dicha franja existe una depresión inundable donde se desarrolla manglar de cuenca y manglar enano, al este se encuentra la playa arenosa que colinda con el Mar Caribe y está desprovista de vegetación. La duna costera como geoforma tiene una altura máxima a lo largo del SAR de 1.5 metros, sin embargo, en la mayor parte del terreno no sobrepasa los 50 centímetros. La geoforma de esta zona ha sido erosionada a través del tiempo y la vegetación típica (de duna costera) ha sido reemplazada por una comunidad de halófilas que no proporcionan los bienes y servicios ambientales que un ecosistema de duna costera sano genera en la región.

De acuerdo con las condiciones ambientales y ecosistemas presentes en el SAR dan como resultado que se considere la presencia potencial de 382 especies de vertebrados terrestres, de las cuales 15 son anfibios, 52 reptiles, 272 aves y 43 mamíferos. Como resultado de los trabajos de campo, se obtuvo el registro del 19.1% de las especies esperadas, es decir se registraron 73 especies en campo, de los 382 potenciales. El menor número de especies se debe a que el muestreo estuvo restringido a finales de la temporada de lluvias. Aunado a ello, gran parte de del SAR comprende terrenos privados, en los cuales se lleva a cabo el turismo y fue imposible conseguir permiso para muestrear. Además, el 41.9% de las especies de aves potenciales (114 de las 272 especies de aves), son migratorias, y las fechas en las cuales se realizaron los trabajos, estaban fuera de la temporada de migración de estas. Se registró un total de 73 especies de fauna, distribuidas de la siguiente manera: tres especies de anfibios, 10 especies de reptiles, 48 especies de aves y 12 especies de mamíferos

Los sistemas marinos son dinámicos y constantemente cambiantes; además de que están interconectados por una red de corrientes superficiales y profundas que provocan en ellos cambios en cuanto a diversidad de flora y fauna; de igual manera la temperatura y salinidad del agua dan lugar a la formación de capas estratificadas y corrientes a lo largo de las costas que generan cambios a diferentes profundidades. La zona costera y la plataforma continental del Caribe Mexicano albergan una gran pluralidad de ecosistemas y hábitats como lagunas costeras, ríos y deltas, playas, marismas y pantanos, arrecifes coralinos, dunas costeras, manglares y praderas de pastos marinos, entre otros. El principal ecosistema marino en las costas de Quintana Roo son los arrecifes de coral, seguido de las praderas de pastos marinos. La mayor parte de las costas del estado se encuentran en áreas de influencia por arrecifes que pertenecen al Sistema Arrecifal Mesoamericano, el cual se extiende desde la punta norte de la Península de Yucatán en México hacia el sur en Belice, Guatemala y las Islas Bahía frente a la costa de Honduras.

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL "PROYECTO DE MEJORA HIDRO-ECOLÓGICA DEL ESTERO LAS GARZAS", SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.

En lo que corresponde a las praderas de pastos marinos, estos ecosistemas tienen infinidad de funciones ambientales, pero principalmente cumplen con la función de evitar la erosión de las costas y forman zonas de protección, crianza y alimentación para invertebrados y peces, además de que estabilizan el fondo marino. Las comunidades marinas de aguas poco profundas cercanas a la costa son dominadas por comunidades coralinas y estructuras rocosas, con una gran diversidad de especies de algas, invertebrados y peces. Los arrecifes están cercanamente ligados con otros ecosistemas, ya que estas grandes estructuras coralinas o rocosas, cambian la dirección y velocidad de las corrientes marinas y ayudan en el establecimiento de otros ecosistemas costeros como manglares y pastos marinos. Entre estos ecosistemas existe una relación muy importante donde organismos juveniles de peces e invertebrados de diferentes especies pasan su periodo de larva y juvenil en zonas de manglares y pastos marinos. Una vez que llegan a la etapa adulta, migran a los arrecifes en donde se reproducen y liberan sus huevecillos, después las pequeñas larvas harán su viaje a los manglares y pastos en donde crecerán hasta alcanzar el tamaño necesario para poder regresar al arrecife y repetir el ciclo.

Los organismos encargados de la formación de los arrecifes coralinos y de formar su estructura básica, son los pólipos de coral. Estos pequeños animales pertenecen junto con las medusas y anémonas al grupo de los cnidarios (Phylum: Cnidaria). Los corales son animales que viven unidos formando colonias de hasta miles de individuos. Al conjunto de varias colonias de diferentes especies de coral las conocemos como arrecifes coralinos. Los arrecifes coralinos según su origen, configuración y situación con respecto a tierra firme son catalogados en:

- **Arrecifes costeros:** de aguas someras, bordeando costas, muy cerca de la costa o separados por un estrecho brazo de agua de poca profundidad.
- **Arrecifes de barrera:** dispuestos paralelamente a la costa, pero muy alejados de ella, casi siempre separados por un canal que puede tener, en algunos casos hasta 100 metros de profundidad. Estos arrecifes son de mayor tamaño que los costeros.
- **Arrecifes de plataforma:** de forma plana y alargada en su parte superior que se debe a la acción de los vientos y las corrientes.
- **Atolones:** anillos de islas de coral, que generalmente se encuentran en mar abierto y están asociados a conos volcánicos.

En Quintana Roo: se registran 35 especies de corales escleractinios y 37 de corales blandos; el cuerno de alce (*Acropora Palmata*), el de ciervo (*A. cervicornis*), *Plexaura homomalla* y *P. dichotoma* están considerados por la normatividad mexicana bajo protección especial. De invertebrados marinos se han reportado 82 especies de esponjas, 43 de moluscos, como quitones, caracoles, ostras, pulpos, y calamares. Se encuentran también 65 especies de poliquetos, 37 de crustáceos, 21 de sipuncúlidos, 24 de equinodermos, entre estrellas, erizos y pepinos de mar. De los vertebrados destacan 108 especies de peces, cuatro tortugas marinas, la blanca, la caguama, la carey y la laúd, también dos de cocodrilo, el de río *crocodylus acutus* y el de pantano *crocodylus moreletti* protegidas por la norma mexicana. Se han reportado también 11 especies de delfines y ballenas. Los sistemas continentales presentan una gran diversidad de especies locales y endémicas, entre las cuales podemos mencionar a *Anguilla rostrata*, *Gymnothorax funebri*, *Anchoa colonensis*, *Anchoa cubana*, *Anchoa hepsetus*, *Anchoa parva*, *Anchoa clupeioides*, *Dorosoma petenense*, *Harengula clupeiola*, *Harengula jaguana*, *Jenkinsia sp.*, *Astyanax aeneus*, *Astyanax altior*, *Hyphessobrycon compressus*, *Arius similis*, *Cathorops aguaduke*, *Ktalarus furcatus*, *Rhamdia guatemalensis*, *Rhamdia laticauda*, *Synodus foetens*, *Lucifuga sp.*, *Ogilbia pearsei*, *Opsanus beta*, *Mugil cephalus*, *Mugil curema*, *Atherinella sp.*, *Atherinella alvarezii*, *Menidia colei*, *Atherinomorus stipes*, *Strongylura marina*, *Strongylura notata*, *Strongylura timucu*, *Chriodorus atherinoides*, *Hyporhamphus roberti*. En lo que respecta a la flora marina, tenemos que dentro de las especies registradas se encontraron 11 especies de mastos marinos y macroalgas divididos en 8 familias, las cuales son cymodoceaceae, halimedaceae, sargassaceae, udoteaceae, hydrocharitaceae, valoniaceae, dichotomosiphonaceae y dictyotaceae.

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL "PROYECTO DE MEJORA HIDRO-ECOLÓGICA DEL ESTERO LAS GARZAS", SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.

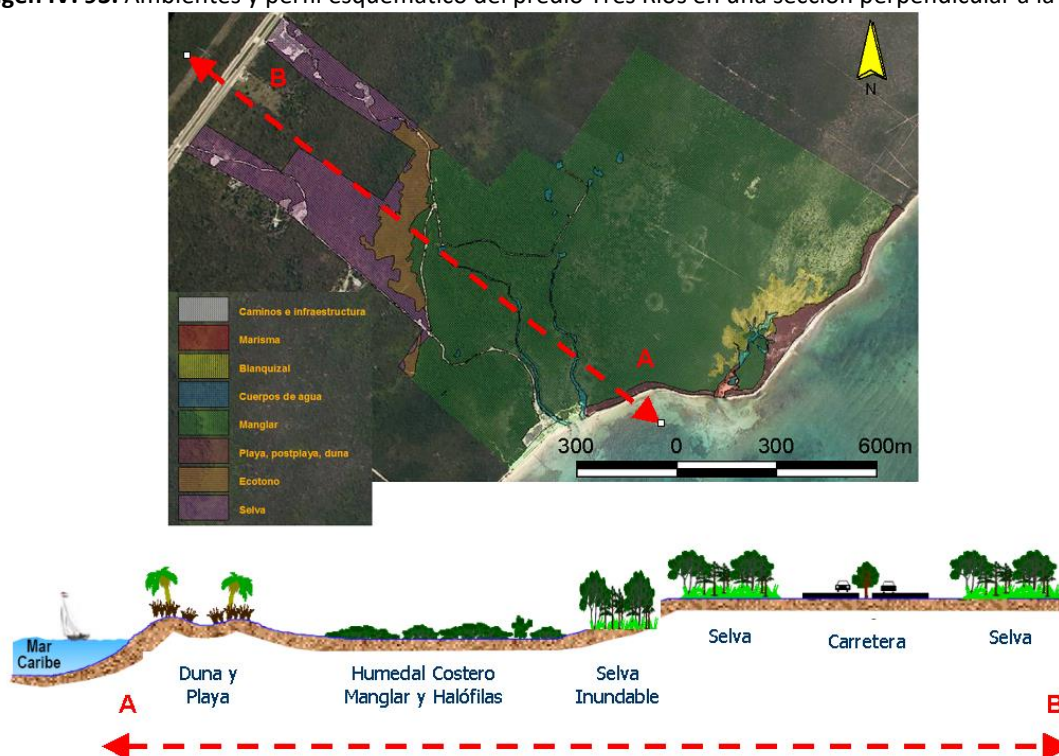
Para el caso de la fauna marina referente a peces, se registraron 14 especies divididas en 10 familias, las cuales son holocentridae, labridae, haemulidae, tetraodontidae, lutjanidae, scaridae, acanthuridae, pomacanthidae, chaetodontidae y belonidae. De igual manera, se registró un ejemplar de cangrejo ermitaño, sin poder identificar género y especie, perteneciendo a la super familia paguroidea. Por último, en las cercanías a la playa del Predio se pudieron identificar 6 especies de corales escleractinio, 3 especies de gorgonaceos y 2 especies de esponjas. En los transectos realizados, las especies dominantes en las praderas de pastos marinos son *Syringodium filiforme* y *Thalassia testudinum*. Existiendo una mayor abundancia de la primera especie en la zona suroeste, mientras que de la segunda especie la mayor abundancia es en la zona noreste. Con respecto a los registros de los cuadrantes realizados se pudo determinar que a lo largo del eje considerado para las obras existe una mayor presencia de praderas marinas, en un porcentaje de 76% de la superficie. Mientras que el restante 24% corresponde a superficies sin vegetación marina.

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL "PROYECTO DE MEJORA HIDRO-ECOLÓGICA DEL ESTERO LAS GARZAS", SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.

IV.2.1.2.5. Ecosistemas.

El área donde se propone el desarrollo del Proyecto tiene un perfil topográfico que manifiesta una amplia planicie de inundación que va aumentando su altura hasta alcanzar 10 msnm al llegar a las inmediaciones de la Carretera Federal 307, esto permite la existencia de una selva en la parte más alta de la zona. Conforme disminuye la altitud, dicha área presenta un ecotono de selva inundable y en su parte baja y más amplia presenta humedales costeros y vegetación halófila. Esta zona baja está sujeta a constante inundación. Finalmente, antes del litoral se ubica la zona de duna y playa que ha sido sometida recientemente a severos procesos de erosión costera por efecto de las condiciones naturales del predio y por el impacto de huracanes. Por lo tanto, en el eje longitudinal del mar hacia el continente, el predio, presenta los siguientes ecosistemas: playa - duna, humedal con diversas asociaciones donde predomina el manglar, selva mediana inundable de transición y selva mediana subperennifolia con desarrollo secundario.

Imagen IV. 93. Ambientes y perfil esquemático del predio Tres Ríos en una sección perpendicular a la costa.



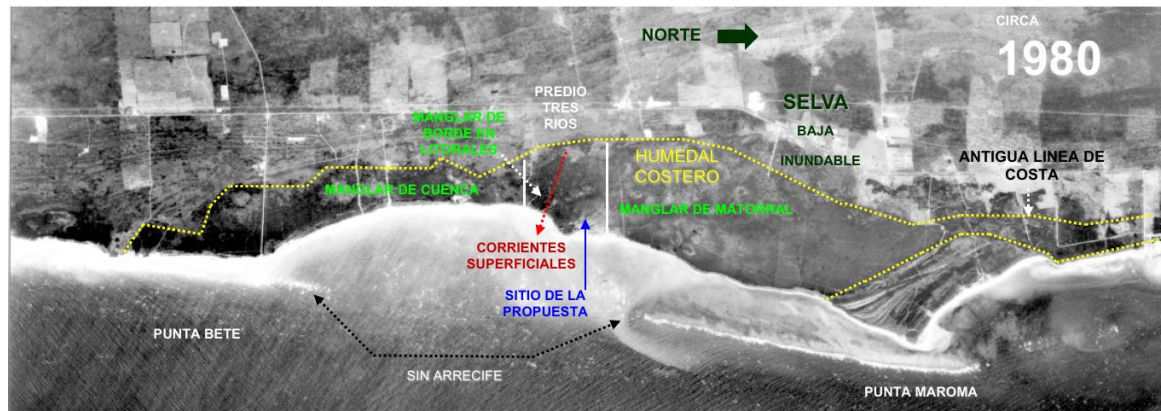
Al igual que en el sistema ambiental regional, el rasgo ambiental más distintivo del predio, es la existencia de un complejo sistema hidrológico que tiene afloramientos superficiales a través de 9 cenotes y ojos de agua; asimismo presenta dos sistemas de fracturas preferenciales expuestas conocidas localmente como los ríos Selva y Pájaros que desembocan en el mar de manera directa y permanente, aportando un importante volumen de descarga de agua dulce y salobre al mar, así como de sedimentos terrígenos. También existe una marisma denominada de las Garzas que se asocia con la planicie de inundación formando blanquiazales, este sistema igualmente desemboca en el mar de manera directa y permanente. Donde se pretende desarrollar la propuesta de mejora hidroecológica es un humedal costero, este tipo de ecosistemas se caracterizan por encontrarse entre el ambiente terrestre y el ambiente marino y por ello están sujetos a la influencia de ambos sistemas, como son: sustrato no consolidado, evaporación excesiva, desecación, intrusión periódica de agua marina, variación de la salinidad, vientos y oleaje, entre otros (Lugo y Snedaker, 1974; Chapman, 1977; Cintron *et al.*, 1978; Odum *et al.*, 1982; Hutchings y Saenger, 1987; Smith, 1987; Blasco 1991, Flores-Verdugo, 1992, 2001; Saintillan, 1998; Delgado *et al.*, 2001). En este caso el humedal se forma en la depresión paralela al mar del Sistema Ambiental Regional Punta Bete-Punta Maroma, con áreas de inundación temporal o

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL "PROYECTO DE MEJORA HIDRO-ECOLÓGICA DEL ESTERO LAS GARZAS", SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.

permanente y ocupado por un mosaico de tipos de vegetación con predominio de mangle, pero incluyendo en diversas magnitudes zonas con tasistales, popales, tulares, petenes y/o elementos de selva inundable; cuya estructura y funcionamiento se ha presentado en este documento.

El humedal Punta Bete-Punta Maroma está dividido de manera natural en partes norte y sur, cuya frontera son las corrientes de agua dulce superficiales permanentes que existen en del predio. Cada una de esas partes tiene características de drenaje diferente y tipos fisonómicos de manglar distintos: al sur el tipo predominante es Cuenca; al norte tipo Matorral y en los litorales de las corrientes tipo Borde; en los tres casos la especie dominante es *Rhizophora mangle*. Los límites naturales del ecosistema al Este son las dunas costeras y/o las playas aún existentes o sus remanentes y al Oeste la antigua línea de costa (imagen siguiente).

Imagen IV. 94. Rasgos principales del ecosistema de humedal costero en el que se la propuesta de mejora hidroecológica en una parte del predio.



Por su origen geomorfológico y características derivadas el sitio donde se propone la mejora hidroecológica presenta los siguientes rasgos ecosistémicos principales:

- ✓ Es una porción de un humedal costero sujeta a inundaciones aleatorias y a periodos de evaporación y desecación intensos con influencia subterránea del acuífero.
- ✓ Esa porción se ubica en la sección norte del predio, sin colindancia con ecosistemas arrecifales.
- ✓ Como unidad natural corresponde a una planicie de inundación de fondo somero.
- ✓ Presenta características de un ambiente hipersalino en agua y suelo por falta o escasa circulación y drenaje del agua, por ello después de las inundaciones ocasionales de origen marino o pluvial, los procesos de evaporación son predominantes funcionando básicamente como una cuenca de evaporación.
- ✓ Por su hidrodinámica e hidroperiodo es un ecosistema de manglar hidrológicamente activo, pero subóptimo.
- ✓ Sus límites al Sur son las corrientes de agua dulce superficial del predio; al Norte los límites de la propiedad; al Oeste los remanentes de duna y playa que aún subsisten en la línea de costa del predio y al Este, elevaciones naturales del terreno dentro del predio.
- ✓ Es un ecosistema de manglar prácticamente monoespecífico de *Rhizophora mangle* con talla promedio menor a 1.5 m
- ✓ El tipo fisonómico de manglar que la ocupa es Matorral con funciones, productos y atributos ambientales muy limitados.

PÉRDIDA DE ECOSISTEMAS COSTEROS CRÍTICOS EN EL SAR Y EL PREDIO.

Como se describió anteriormente los dos extremos del Sistema Ambiental Punta-Bete-Punta Maroma son zonas de acumulación por la existencia de barreras arrecifales; incipiente en Punta Bete y mejor estructurada en el caso de Punta Maroma, la cuales propician la presencia de las puntas o tómbolos respectivos. La carencia de una continuidad entre ambos arrecifes se debe al extraordinario aporte continuo de agua dulce que sale al mar por fracturas preferenciales ubicadas en el predio Tres Ríos y que inhibe el crecimiento del coral por sus características estenohalinas. Como consecuencia de la carencia de una barrera arrecifal, las playas frente al hueco que se forma están sujetas a un mayor efecto del oleaje normal y extraordinario y consecuentemente a la erosión costera derivada, lo cual se evidencia claramente por la forma de bahía o ensenada que tiene la línea de costa en esta zona dentro de la cual se ubica el sitio de la propuesta.

Imagen IV. 95. Fotografía del SAR donde se pueden apreciar las características originales de la barrera arrecifal y de la línea de costa.



Teniendo en cuenta este marco de referencia, es muy importante señalar que a partir del año 2005 por efecto de los huracanes Emily y Wilma, la vulnerabilidad natural de esta parte del litoral costero ante la erosión marina, se ha visto significativamente incrementada; enfrentando ya por más de una década un acelerado y continuo proceso de retroceso en la línea de costa, con la consecuente grave pérdida acumulativa de playas, dunas costeras y manglares en todo el SAR independientemente de la presencia o carencia de infraestructura turística. Por estar ubicado al centro del SAR en la zona de mayor vulnerabilidad, los daños ambientales naturales registrados en el litoral costero norte del predio Tres Ríos por el efecto del huracán Wilma fueron de gran magnitud; en esta zona incluyeron la pérdida total de los ecosistemas originales de playa y de duna costera, e incluso la pérdida parcial del manglar de matorral por enterramiento con arena. La continuidad de estos procesos es evidente si se considera que la línea de costa del predio ha retrocedido en promedio 22 m a razón de 3.67 m/año, con valores hasta de 54 m en algunos sitios, valores que muy probablemente podrían incrementarse si se considera que el incremento de la erosión costera sería sin duda un efecto más del cambio global del clima. Esta condición crea la imposibilidad de cumplir la obligación de la propiedad de conservar las superficies establecidas de manglar, duna y playa si no se realizan las acciones integrales conducentes a la recuperación de estos ambientes costeros.

**MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL
 “PROYECTO DE MEJORA HIDRO-ECOLÓGICA DEL ESTERO LAS GARZAS”,
 SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.**

Imagen IV. 96. Efectos de la erosión marina y el vertimiento natural de arena en el litoral norte del predio Tres Ríos provocados por el huracán Wilma en el año 2005.

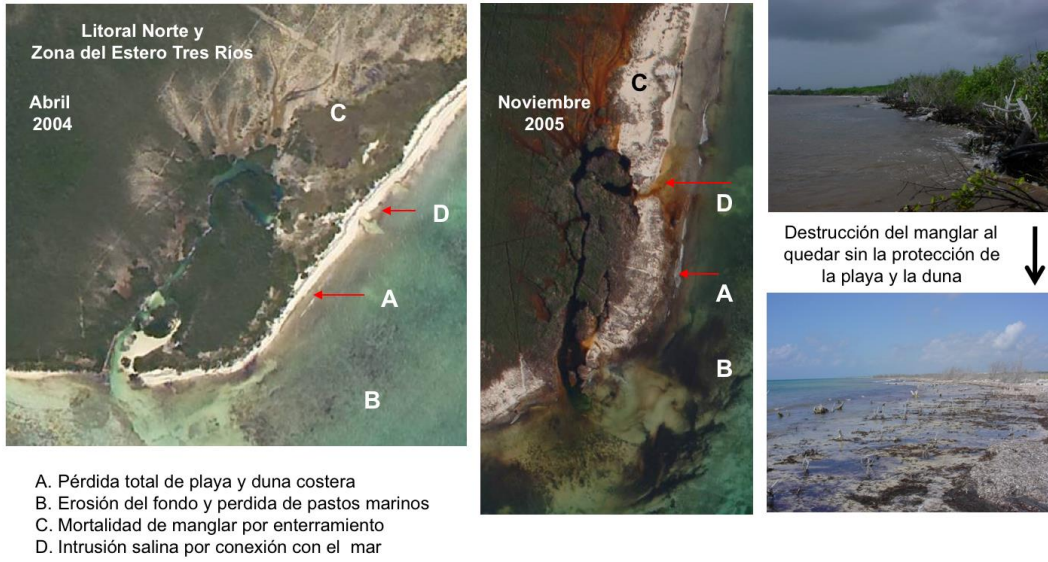
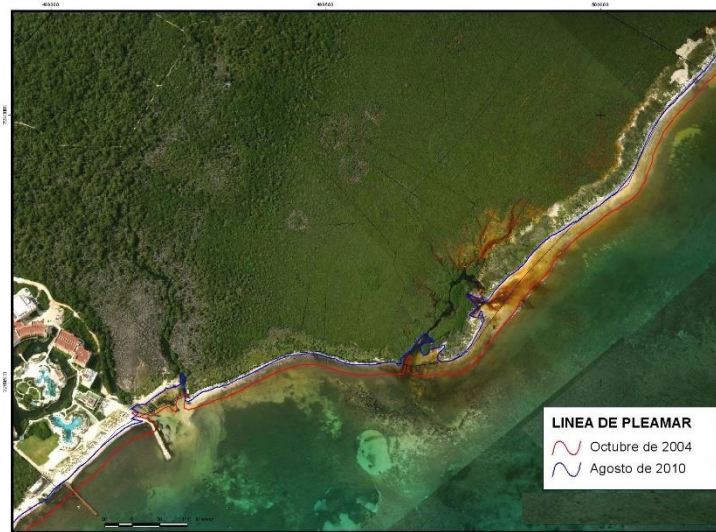


Imagen IV. 97. Retroceso de la línea de costa en el litoral norte del predio Tres Ríos entre octubre de 2004 y agosto de 2010. En la foto se observa el estero del predio.



Los efectos descritos y su continuidad hacen claramente evidente que los servicios ambientales que prestan los ecosistemas costeros del SAR en lo general y en particular los remanentes en el predio, están en grave riesgo pérdida total por estos procesos naturales de destrucción y/o deterioro gradual; así como la necesidad de restaurar la playa y la duna y disminuir la fuerza del oleaje mediante la colocación de barreras artificiales en el mar , así como reducir la vulnerabilidad actual del ecosistema de manglar en el predio.

IV.2.1.3. Medio socioeconómico.

DINÁMICA DEMOGRÁFICA.

De acuerdo con los datos del Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática (INEGI), actualmente, Solidaridad es el tercer municipio con mayor número de habitantes del estado de Quintana Roo.

Tabla IV. 99. Distribución de la población en el estado de Quintana Roo (2015)

| MUNICIPIO | CABECERA MUNICIPAL | AÑO DE CREACIÓN | POBLACIÓN TOTAL ESTIMADA |
|------------------------|------------------------|-----------------|--------------------------|
| Cozumel | Cozumel | 1974 | 86415 |
| Felipe Carrillo Puerto | Felipe Carrillo Puerto | 1974 | 81742 |
| Isla Mujeres | Isla Mujeres | 1974 | 19485 |
| Othón P. Blanco | Chetumal | 1974 | 224080 |
| Benito Juárez | Cancún | 1974 | 706537 |
| José María Morelos | José María Morelos | 1974 | 37502 |
| Lázaro Cárdenas | Kantunilkín | 1974 | 27243 |
| Solidaridad | Playa del Carmen | 1993 | 209634 |
| Tulum | Tulum | 2008 | 32714 |
| Bacalar | Bacalar | 2011 | 39111 |
| Puerto Morelos | Puerto Morelos | 2015 | 37099 |
| | TOTAL | | 1501562 |

Fuente: Plan Municipal de Desarrollo 2016-2018 Solidaridad, Quintana Roo.

Por otra parte, las estimaciones del Consejo Estatal de Población (COESPO) pronostican que la población del Solidaridad seguirá creciendo de manera acelerada, pues considera que para el año 2025 habrá aproximadamente 331,150 habitantes en el municipio. Es decir, el COESPO estima que la población estatal crecerá 22% de 2015 a 2025, mientras que la población del municipio de Solidaridad crecerá 35% en el mismo periodo. De los 440,515 nuevos habitantes estimados para el estado de Quintana Roo, para el año 2025, 114,420 (26%) corresponderán al municipio de Solidaridad. Esto quiere decir que uno de cada cuatro nuevos habitantes del estado de Quintana Roo será un residente del municipio de Solidaridad.

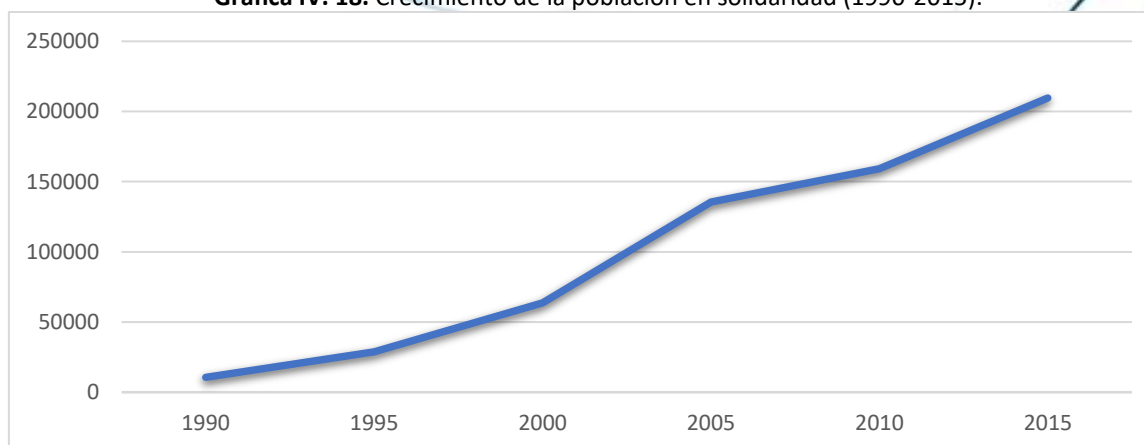
Tabla IV. 100. Proyecciones de la población del municipio de Solidaridad (2015-2025)

| AÑO | QUINTANA ROO | SOLIDARIDAD | PORCENTAJE RESPECTO AL TOTAL ESTATAL |
|------------------------|----------------|---------------|--------------------------------------|
| 2015 | 1527747 | 216730 | 13.78 |
| 2016 | 1616747 | 228186 | 14.11 |
| 2017 | 1660748 | 239638 | 14.43 |
| 2018 | 1704748 | 251087 | 14.73 |
| 2019 | 1748746 | 262532 | 15.01 |
| 2020 | 1792749 | 273975 | 15.28 |
| 2021 | 1837136 | 285415 | 15.54 |
| 2022 | 1881168 | 296852 | 15.78 |
| 2023 | 1925200 | 3082087 | 16.01 |
| 2024 | 1969231 | 319719 | 16.24 |
| 2025 | 2013262 | 331150 | 16.45 |
| Incremento 2015 - 2025 | 4405115 | 114420 | 25.97 |
| Incremento Porcentual | 21.88% | 34.55% | |

Fuente: Plan Municipal de Desarrollo 2016-2018 Solidaridad, Quintana Roo.

El crecimiento poblacional que ha experimentado el municipio ha sido exponencial ya que en 1990 se contabilizaban 10,594 habitantes; cinco años después, en 1995, habitaban 28,747 personas; mientras que para el 2000 su población era de 63,752. Para 2005 se duplicaría su población hasta llegar a los 135,512; cinco años después, en 2010, Solidaridad contaba con 159,310 habitantes y para 2015 la cantidad total de población era de 209,634.

Gráfica IV. 18. Crecimiento de la población en solidaridad (1990-2015).



Fuente: Plan Municipal de Desarrollo 2016-2018 Solidaridad, Quintana Roo.

ACTIVIDADES ECONÓMICAS Y POBLACIÓN ECONÓMICAMENTE ACTIVA

En los últimos años el crecimiento económico del estado de Quintana Roo ha sido significativamente mayor al alcanzado a nivel nacional. Para el periodo 2011-2015, Quintana Roo promedió 4.3% de incremento anual, mientras que la economía mexicana creció solamente de 2.3%. Esta variación se explica en mayor medida por el dinamismo del sector turístico que prevalece en la entidad. La principal actividad económica del estado y del municipio es el turismo. Como podemos observar, entre 2010 y 2014, el 86% del PIB Estatal, se generó por actividades terciarias, 13% por el sector secundario, y únicamente 1% por actividades primarias.

Tabla IV. 101. PIB de Quintana Roo (2010-2014, millones de pesos a precios corrientes)

| CONCEPTO | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | (%) ACTIVIDAD ECONÓMICA |
|---------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|-------------------------|
| Actividad económica total | 189536 | 203680 | 225984 | 239224 | 262825 | 100 |
| Actividades primarias | 1908 | 2161 | 1876 | 2041 | 1793 | 0.87 |
| Actividades secundarias | 24991 | 27225 | 30530 | 31281 | 35704 | 13.35 |
| Actividades terciarias | 162637 | 174294 | 193578 | 205902 | 225328 | 85.75 |

Fuente: Plan Municipal de Desarrollo 2016-2018 Solidaridad, Quintana Roo.

De acuerdo con datos de la Secretaria de Trabajo y Previsión Social, al tercer trimestre del 2016, la población total del estado de Quintana Roo asciende a 1'625,464 habitantes, de los cuales 1'203,685 está en edad de trabajar, de estos, el 68% constituye la Población Económicamente Activa (PEA) y el 32% la No Activa. De las 819,527 personas que conforman la (PEA) el 97% se mantiene ocupado y el 3% restante desocupado. Para este mismo periodo el INEGI estima una tasa de desocupación estatal de 3.41%.

En el municipio de Solidaridad, entre 2010 y 2015, la población de 12 años y más pasó de 119,352 a 162,596 personas, de las cuales, el 67% conforman la Población Económicamente Activa (PEA), y el 33% se identifica como Población No Económicamente Activa. La población ocupada ha aumentado ligeramente. En 2010 representó el 96.40% de la PEA y para 2015 se situó en un 97.64% (106,588 personas). Por otro lado, la tasa de desocupación (TDA-2015) del municipio de Solidaridad fue de 2.36%, un porcentaje menor al nacional (4%) y al estatal (2.9%). Dentro de las actividades terciarias, la población ocupada con actividades relacionadas directamente con el turismo representa el 54.56%, comercio 19.92%, transporte 8.74% y actividades diversas 16.78%.

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL "PROYECTO DE MEJORA HIDRO-ECOLÓGICA DEL ESTERO LAS GARZAS", SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.

Tabla IV. 102. Población ocupada por actividades terciarias, municipio de Solidaridad, Quintana Roo (2010-2014)

| CONCEPTO | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | PROMEDIO |
|------------------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------------------|
| Actividades terciarias | 162637 | 174294 | 193578 | 205902 | 225328 | 192348 |
| Turismo | 89773 | 93478 | 105685 | 112345 | 123548 | 104966 |
| Comercio | 30383 | 35201 | 38591 | 42015 | 45895 | 38417 |
| Transportes | 14031 | 15280 | 16875 | 17317 | 20632 | 16827 |
| Otros | 28450 | 30335 | 32427 | 34225 | 35252 | 32138 |
| Actividades terciarias | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | Porcentajes (%) |
| Turismo | 55.2 | 53.63 | 54.6 | 54.56 | 54.83 | 54.56 |
| Comercio | 18.68 | 20.2 | 19.94 | 20.41 | 20.37 | 19.92 |
| Transportes | 8.63 | 8.77 | 8.72 | 8.41 | 9.16 | 8.74 |
| Otros | 17.49 | 17.4 | 16.75 | 16.62 | 15.64 | 16.78 |

Fuente: Plan Municipal de Desarrollo 2016-2018 Solidaridad, Quintana Roo.

TURISMO

Quintana Roo es el estado del país que más visitan los extranjeros. En el 2015 captó el 38.5% del total de divisas que ingresaron al país por concepto de turismo. Durante el primer cuatrimestre del año la afluencia turística hacia la Riviera Maya aumento un 2.7 por ciento, respecto al mismo periodo del año 2015. Del total de visitantes en el estado, el destino Riviera Maya recibió el 41.52% y Cancún el 43.84%.

Tabla IV. 103. Afluencia de turistas a Quintana Roo por zona turística (comparativo enero-abril, 2015-2016)

| DESTINO | TURISTAS ENE - ABR | |
|--------------|--------------------|----------------|
| | 2015 | 2016 |
| Cancún | 1624270 | 1656674 |
| Cozumel | 195760 | 217728 |
| Chetumal | 154799 | 155022 |
| Isla Mujeres | 127474 | 179819 |
| Riviera Maya | 1527931 | 1568965 |
| Estatal | 3630234 | 3778208 |

Fuente: SEDETUR (2016)

La Riviera Maya se ha posicionado como el primer destino turístico internacional de México. En el 2010 la Riviera Maya contaba con una infraestructura hotelera de 377 hoteles con 38,402 cuartos y para el primer trimestre de 2016 contaba con 405 hoteles y 43,669 cuartos. Por su parte, el municipio de Solidaridad cuenta con el mayor número de hoteles y cuartos, lo que implica la necesidad de mantener y ampliar la infraestructura y los servicios públicos que demandan los habitantes y turistas. La infraestructura hotelera que cuenta Solidaridad representa 28% de los hoteles y 41% de los cuartos disponibles en el estado. Éstos a su vez representan 64.4% de hoteles y 83.8% de los cuartos disponibles del destino Riviera Maya. En cuanto a la ocupación hotelera en la Riviera Maya, se puede observar un decremento de 3.4% respecto al primer cuatrimestre de 2015; esta disminución se explica por diversos factores como la recesión económica en la mayor parte de las regiones del mundo, entre otros. La estadística no contempla el periodo de mayor disminución del valor de la moneda nacional frente al dólar estadounidense y otras divisas.

Tabla IV. 104. Ocupación hotelera Quintana Roo (comparativo Enero- Abril, 2015-2016)

| DESTINO | ENE - ABR | | DIFERENCIA ABSOLUTA % |
|--------------|---------------|---------------|-----------------------|
| | 2015 | 2016 | |
| Cancún | 83.20% | 81.10% | -2.10% |
| Cozumel | 76.20% | 63.80% | -12.40% |
| Chetumal | 62.40% | 66.00% | 3.60% |
| Isla Mujeres | 42.30% | 33.70% | -8.60% |
| Riviera Maya | 88.80% | 85.40% | -3.40% |

Fuente: SEDETUR (2016)

En términos de impacto económico destacan dos indicadores: la derrama económica y el gasto promedio. El destino Riviera Maya, entre el primer cuatrimestre de 2015 y 2016, alcanzó un incremento de 2.7% en la captación de divisas al pasar de 962.6 a 988.45 millones de dólares.

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL "PROYECTO DE MEJORA HIDRO-ECOLÓGICA DEL ESTERO LAS GARZAS", SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.

POBREZA Y REZAGO SOCIAL.

De acuerdo con cifras del CONEVAL (2010), en el estado de Quintana Roo el 28.2% de la población se encontraba en situación de pobreza moderada, 36.1% en condición vulnerable por carencias sociales; 6.4% en situación de pobreza extrema y 4.7% en condición vulnerable por ingresos.

Tabla IV. 105. Índice de población en situación de carencia y/o tipo de pobreza comparativo Estado – Municipio de Solidaridad (2010).

| INDICADORES | QUINTANA ROO | SOLIDARIDAD |
|---|--------------|-------------|
| Población en situación de pobreza moderada | 28.20% | 26% |
| Población en situación de pobreza extrema | 6.40% | 4.30% |
| Población vulnerable por carencias sociales | 36.10% | 40.00% |
| Población vulnerable por ingresos | 4.70% | 4.20% |
| Población no pobre y no vulnerable | 24.60% | 25.40% |

Fuente: CONEVAL (2014)

En cuanto al municipio de Solidaridad, la población en situación de pobreza moderada y extrema alcanzó el 30.3% del total de su población, cifra menor a la de nivel estatal que fue de 34.6%. Para el mismo periodo, la población municipal vulnerable por ingreso representó el 40.0%, superior al porcentaje estatal del 36.1%. Respecto al índice de rezago social, de acuerdo con estimaciones del CONEVAL, presentadas en 2015, dentro de los municipios de Quintana Roo, el municipio de Solidaridad registra el índice más bajo, superando incluso a Benito Juárez.

Tabla IV. 106. Índice de rezago social de municipios de Quintana Roo (2015)

| INDICADORES | ÍNDICE DE REZAGO SOCIAL | GRADO DE REZAGO SOCIAL | RANKING NACIONAL |
|-----------------|-------------------------|------------------------|------------------|
| Cozumel | 1.21268 | Muy bajo | 2298 |
| Othón P. Blanco | 1.09913 | Muy bajo | 2207 |
| Benito Juárez | 1.21506 | Muy bajo | 2300 |
| Solidaridad | 1.05545 | Muy bajo | 2158 |

Fuente: CONEVAL (2015)

EDUCACIÓN.

De acuerdo con la Encuesta Intercensal 2015 del INEGI, en Quintana Roo, el grado promedio de escolaridad de la población de 15 años y más es de 9.6 años, superior al promedio nacional que es de 9.1 años. El 24.1% de la población de Solidaridad de 15 años y más presenta rezago educativo, porcentaje menor al índice estatal que es de 28%; sin embargo, representa un porcentaje relevante y la importancia de su reducción, radica en que es elemental para elevar la calidad de vida y oportunidad de los ciudadanos, y para mantener la competitividad de la economía local. La misma fuente señala que la población estimada de 15 años y más para 2015 es de 153,526 habitantes, de los cuales el 2.2% son analfabetas, el 7.6% no ha terminado la primaria y el 14.3% no ha concluido la secundaria.

Tabla IV. 107. Rezago educativo de población de 15 Años y más, municipio de Solidaridad – estado de Quintana Roo (2015)

| ENTIDAD/ MUNICIPIO | POBLACIÓN DE 15 AÑOS Y MAS | ANALFABETAS | SIN PRIMARIA TERMINADA | SIN SECUNDARIA TERMINADA | REZAGO TOTAL |
|-----------------------|-------------------------------|-----------------|---------------------------|-----------------------------|------------------|
| Quintana Roo | 1090216 | 42209 (3.9%) | 102500 (9.4%) | 160.798 (14.7%) | 305507 (28%) |
| Solidaridad | 153526 | 3381 (2.2%) | 11694 (7.6%) | 22018 (14.3) | 37093 (24.1%) |

Fuente: INEGI (2015)

La educación pública en el municipio de Solidaridad en los niveles básico, medio superior y superior, se atiende con 34 edificios para preescolar de los cuales 23 edificios sólo se usan en el turno matutino y 11 trabajan doble turno, haciendo un total de 45 centros de trabajo.

En nivel de primaria se atienden 39 edificios de los cuales 8 atienden el turno matutino y 31 tiene doble turno, en total se cuenta con 70 centros de trabajo; para secundaria hay 6 que sólo laboran en el turno matutino y 5 tienen doble turno, un total de 16 centros de trabajo. En el aspecto pedagógico, los centros educativos carecen en su mayoría de por lo menos de un psicólogo, un maestro de inglés y un maestro de educación especial. En el nivel superior se cuenta con dos planteles públicos, uno de la Universidad Tecnológica y otro de la Universidad de Quintana Roo. Adicionalmente existen cinco universidades privadas. El panorama general en el ámbito educativo de Solidaridad no es alentador, al enfrentar carencias en mobiliario, falta de infraestructura, falta de educadores y profesionistas que consoliden una pedagogía integral, además de la saturación de la matrícula escolar en cada grupo.

SALUD.

De acuerdo con datos de la Secretaría de Salud Estatal, al 2015, el 23.06% del total de la población de Solidaridad no cuenta con derechohabencia a servicios de salud. De acuerdo con los servicios médicos prestados, los padecimientos más recurrentes en el 2016 fueron infecciones respiratorias agudas (46%), infecciones intestinales (13%), infección de vías urinarias (11%). Los veinte padecimientos médicos más comunes en 2016, de acuerdo con la Jurisdicción Sanitaria número 2, fueron los siguientes.

Tabla IV. 108. Padecimientos médicos más comunes, Solidaridad, Quintana Roo (2016)

| PADECIMIENTO MÉDICOS MAS COMUNES EN SOLIDARIDAD | NÚMERO DE CASOS | PORCENTAJE |
|---|-----------------|------------|
| Infecciones respiratorias agudas | 37901 | 46.00% |
| Infecciones intestinales | 10461 | 13.00% |
| Infecciones de vías urinarias | 8600 | 11.00% |
| Gingivitis y enfermedad periodontal | 2774 | 3.00% |
| Síndrome febril | 2658 | 3.00% |
| Conjuntivitis | 2456 | 3.00% |
| Infección por virus Zika | 1895 | 2.00% |
| Dengue no grave | 1779 | 2.00% |
| Obesidad | 1751 | 2.00% |
| Úlceras, gastritis y duodenitis | 1692 | 2.00% |
| Otras helmintiasis | 1216 | 1.00% |
| Otitis media aguda | 1178 | 1.00% |
| Quemaduras | 744 | 1.00% |
| Varicela | 646 | 1.00% |
| Vulvovaginitis | 560 | 1.00% |
| Escabiosis | 498 | 1.00% |
| Hipertensión arterial | 445 | 1.00% |
| Amebiasis intestinal | 435 | 1.00% |
| Neumonías y bronconeumonías | 407 | 0.00% |
| Otros | 3522 | 4.00% |

Fuente: Servicios Estatales de Salud (2016)

Además de los padecimientos mencionados, es importante señalar las principales causas de mortalidad en 2016. En general, resaltan las enfermedades al corazón, accidentes, diabetes, tumores y enfermedades al hígado. Resalta la correlación con problemas de alimentación y consumo de alcohol.

**MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL
"PROYECTO DE MEJORA HIDRO-ECOLÓGICA DEL ESTERO LAS GARZAS",
SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.**

Tabla IV. 109. Principales causas de muerte registradas, Solidaridad, Quintana Roo (2016)

| SÍNTOMAS Y HALLAZGOS ANORMALES CLÍNICOS | NÚMERO DE CASOS | PORCENTAJE |
|---|-----------------|------------|
| Enfermedades del corazón | 105 | 17.00% |
| Accidentes | 77 | 13.00% |
| Diabetes | 71 | 12.00% |
| Tumores | 56 | 9.00% |
| Enfermedades del hígado | 56 | 9.00% |
| Afecciones del periodo perinatal | 24 | 4.00% |
| Malformaciones congénitas | 22 | 4.00% |
| Enfermedades cardiovasculares | 21 | 3.00% |
| SIDA | 17 | 3.00% |
| Lesiones autoinflingidas | 15 | 2.00% |
| Síntomas y hallazgos anormales clínicos | 14 | 2.00% |
| Insuficiencia renal | 13 | 2.00% |
| Agresiones (homicidios) | 13 | 2.00% |
| Neumonía e influenza | 11 | 2.00% |
| Tuberculosis | 6 | 1.00% |
| Enfermedades pulmonares obstructivas crónicas excepto bronquitis, enfisema y asma | 5 | 1.00% |
| Enfermedades infecciosas intestinales | 4 | 1.00% |
| Anemias | 4 | 1.00% |
| Colelitiriasis y colecistitis | 4 | 1.00% |
| Pancreatitis aguda | 4 | 1.00% |
| Infecciones de piel | 4 | 1.00% |

Fuente: Servicios Estatales de Salud (2016)

IV.3.1.4. Paisaje.

Como parte de una evaluación integral, se considera al paisaje como un elemento o sintético de todo conjunto de características del medio físico, biótico y social. El correcto análisis del **paisaje** proporciona elementos importantes respecto de la situación actual, antecedentes y las posibilidades futuras de desarrollo en la región y aunque su efecto sólo es visual e integral, es un buen indicador que muestra las tendencias y comportamiento de los aspectos de conservación ambiental y hábitat de especies silvestres, la fragmentación del hábitat, tamaño y conformación de matrices, corredores y parches, son aspectos importantes para conocer si se ha rebasado la resistencia y resiliencia del sistema. El inventario del paisaje incluye la descripción y valoración de la singularidad paisajística o elementos naturales o artificiales sobresalientes, así como los componentes relevantes de carácter científico, cultural e histórico.

SÍNTESIS DE LOS COMPONENTES DEL MODELO DE PAISAJE.

El estudio del paisaje se basa en la interpretación y explicación de lo que ve un sujeto, principalmente caracterizado por los elementos que pueden ser percibidos por el observador (vegetación, cultivos, relieve, corrientes de agua, rocas expuestas, etc.); Asimismo se puede considerar al paisaje como un recurso natural que tiene una consideración especial dentro de la valoración ambiental cuando está en función de los proyectos de desarrollo. La valoración del paisaje incorpora a los recursos naturales y actividades antrópicas, con ello esta valoración se hace a través de la calidad y la fragilidad.

CALIDAD VISUAL.

La calidad visual se refiere a la valoración del atractivo visual, y se ha establecido como un recurso básico y parte esencial, recibiendo igual consideración que los demás recursos del medio físico, además es valorado en términos comparables al resto de los recursos. La percepción del paisaje es una acción de interpretación por parte del observador donde además del problema perceptivo surge una nueva complicación: la adjudicación posterior de un valor. Una vez que el evaluador ha percibido el escenario el proceso de evaluación le exige realizar una ponderación de los componentes de la escenografía ambiental que puede resultar subjetiva y diferente de un segundo evaluador, por ello se considera que la calidad visual del paisaje tiene interés para adoptar alternativas de uso o cuando se necesitan cánones de comparación. Ahora bien, todo intento de evaluar la calidad paisajística de un espacio debe asumir la existencia de posturas subjetivas. Pero siempre se debe tratar de tener objetividad lo que se ve con la finalidad de marcar aspectos que permitan comparar situaciones distintas, por ejemplo, comparar la misma situación del paisaje, y su tendencia a lo largo del tiempo sin proyecto y con proyecto. Asimismo, se realizó la ponderación de la calidad escénica, utilizando las siguientes consideraciones:

Tabla IV. 110. Ponderación para la Evaluación de la Calidad Escénica.

| PONDERACIÓN | 5 | 3 | 1 |
|--------------------|---|---|---|
| Morfología | Relieve muy montañoso, marcado y prominente (acantilados, agujas ígneas, grandes formaciones rocosas); o bien relieve de gran Variedad superficial o muy erosionado o sistema de dunas; o presencia de algún rasgo muy singular y dominante (glaciares) | Formas erosivas interesantes o relieve variado en tamaño y forma. Presencia de formas y detalles interesantes, pero no dominantes o excepcionales | Colinas suaves, fondos de valle planos, pocos o ningún detalle singular |
| Ponderación | 5 | 3 | 1 |
| Vegetación | Gran variedad de tipos de vegetación, con formas, texturas y distribución interesantes | Algunas variedades en la vegetación, pero solo uno o dos tipos | Poca o ninguna variedad o contraste en la vegetación |
| Ponderación | 5 | 3 | 0 |
| Hidrología | Factor dominante en el paisaje; apariencia limpia y clara, aguas blancas (rápidos y cascadas) o láminas de agua en reposo | Agua en movimiento o en reposo, pero no dominante en el paisaje | Ausente o inapreciable |
| Ponderación | 5 | 3 | 1 |
| Color | Combinaciones De color intensa y variada, o contrastes agradables entresuelo, vegetación, roca, agua y nieve. | Alguna variedad e intensidad en los colores y contraste del suelo, roca y vegetación, pero no actúa como elemento dominante. | Muy poca variación de color o contrastes, colores apagados. |
| Ponderación | 5 | 3 | 0 |

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL "PROYECTO DE MEJORA HIDRO-ECOLÓGICA DEL ESTERO LAS GARZAS", SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.

| | | | |
|----------------------------|--|---|---|
| Fondo escénico | El paisaje circundante potencia mucho la calidad visual | El paisaje circundante incrementa moderadamente la calidad visual del conjunto | El paisaje adyacente no ejerce influencia en la calidad del conjunto |
| Ponderación | 6 | 2 | 1 |
| Rareza | Único o poco común, o muy raro en la región, posibilidad real de contemplar fauna y vegetación de manera excepcional | Característico, aunque similar a otros en la región | Bastante común en la región |
| Ponderación | 2 | 1 | 0 |
| Actividades humanas | Libre de actividades estéticamente indeseadas o con modificaciones que inciden favorablemente en la calidad visual. | La calidad escénica está afectada por modificaciones poco armoniosas, aunque no en una totalidad, o las actuaciones no añaden calidad visual. | Modificaciones intensas y extensas, que reducen o anulan la calidad escénica. |

Fuente: González Alonso Santiago et al, (1983)

En el sitio se obtienen las coordenadas geográficas y el área susceptible de modificación potencial, de acuerdo con la estructura del paisaje, posteriormente fueron identificados los atributos del paisaje que pudieran ser afectados por el proyecto y la simulación del contraste visual:

1. Toma de fotografías en cada sitio seleccionado, la cual muestra la situación del escenario sin la presencia del proyecto.
2. Registro y valoración de elementos del paisaje, en formato de campo ex profeso.
3. Manejo de imágenes en gabinete.

Los criterios para la evaluación de la calidad escénica se presentan en la tabla siguiente, donde los atributos considerados están justificados en su operación por el U.S.D.A. Forest Service y el Bureau of Land Management (BLM) de Estados Unidos y para la valoración final se toma de la misma metodología los niveles de sensibilidad de acuerdo con la sumatoria de ponderación como se muestra en la tabla de Valoración al paisaje.

CALIDAD VISUAL.

Con las metodologías utilizadas se observó que, en la zona del proyecto se pueden determinar las siguientes unidades de paisaje bien diferenciadas, las cuales son coincidentes con la geomorfología del SAR Punta Bete-Punta Maroma, a la cual se agrega la infraestructura turística:

- **Infraestructura turística**, en la que se localizan los caminos de acceso a los diferentes hoteles, entre otros: Hoteles Sunset Tres Ríos, Mayakoba, Blue Diamond Luxury, por mencionar algunos. Además de los mismos hoteles.
- **Mar**, que corresponde con el Mar Caribe.
- **Playa**, que abarca toda la línea de costa del Sistema Ambiental Regional, aunque en algunas secciones son muy limitadas o se han perdido completamente a causa del efecto de la erosión costera.
- **Duna**, aunque en algunas secciones del SAR se han perdido totalmente o son muy limitadas por efecto de la erosión costera.
- **Cuenca de inundación**, que corresponde con el ecosistema de manglar.
- **Talud**, en el cual se desarrolla la selva inundable.
- **Terraza**, en esta geofoma se localiza la selva mediana, la Carretera Tulum-Cancún y la selva mediana y mediana.

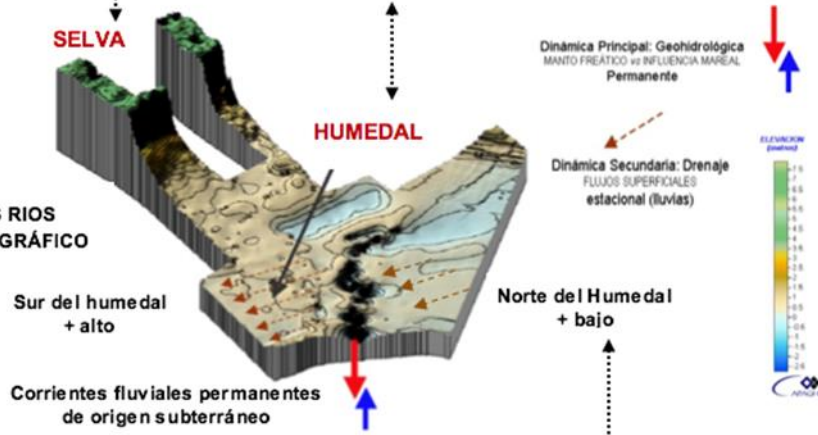
Esta es una concordancia que se presenta tanto en el SAR como el Predio del DTR, lo cual se puede comprobar en la siguiente imagen, en las que las características fueron identificadas con base en estudios geomorfológicos, litológicos, edafológicos y aéreo fotogramétricos especializados.

Imagen IV. 98. Concordancia entre las características del SAR y del Predio del DTR.

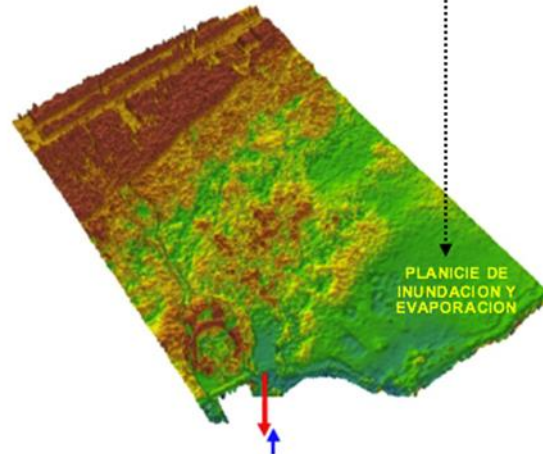
A SAR PUNTA BETE-PUNTA MAROMA: PERFIL ESQUEMATICO



B PREDIO TRES RIOS PERFIL TOPOGRÁFICO



C PREDIO TRES RIOS MODELO DIGITAL DE ELEVACION DEL TERRENO (LIDAR)



MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL “PROYECTO DE MEJORA HIDRO-ECOLÓGICA DEL ESTERO LAS GARZAS”, SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.

Fotografía IV. 95. Unidades de paisaje localizadas en el Sistema Ambiental Regional y en el Predio Desarrollo Tres Ríos.



En la presente fotografía se puede observar el Hotel Sunset Tres Ríos, el cual pertenece al Predio Desarrollo Tres Ríos y ocupa la unidad paisajística designada como Infraestructura turística



En esta fotografía se visualiza el Hotel Mayakoba que se ubica dentro de la Infraestructura turística, así mismo como la cuenca de inundación, en la que se presenta manglar, además de la playa y el mar.



En la presente fotografía se pueden observar diferentes unidades de paisaje, entre las que destacan, el mar, la cuenca, la infraestructura turística (Hotel Sunset Tres Ríos) y la terraza



En esta fotografía se aprecia el manglar localizado en la cuenca, la selva localizada en la terraza y el ecotono selva-manglar (selva inundable) ubicado en el talud

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL “PROYECTO DE MEJORA HIDRO-ECOLÓGICA DEL ESTERO LAS GARZAS”, SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.



Esta fotografía muestra el Estero Las Garzas ubicado dentro de la cuenca de inundación, junto con el manglar



Lo que podemos distinguir en esta fotografía es a la unidad paisajística mar y a la playa, además la parte del Hotel Sunset Tres Ríos que corresponde con Infraestructura turística



Esta fotografía aérea muestra en su lado izquierdo la selva mediana, en el centro la carretera y del lado derecho la selva mediana y mediana que corresponden con la unidad terraza



La fotografía señala los Ríos Selva y Pájaros que entran dentro de la cuenca de inundación

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL “PROYECTO DE MEJORA HIDRO-ECOLÓGICA DEL ESTERO LAS GARZAS”, SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.



En esta imagen tomada al este del SAR se puede observar la pérdida de playa de duna, por un lado y por el otro el mar y la cuenca de inundación



En esta fotografía se pueden observar el mar, la playa la infraestructura turística y la cuenca de inundación en la que se presenta manglar

Fuente: Biota y SICA, 2018.

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL "PROYECTO DE MEJORA HIDRO-ECOLÓGICA DEL ESTERO LAS GARZAS" SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.

Para realizar la valoración paisajística se tomaron los siguientes criterios de valoración:

- 1) Valoración estética:
 - ✓ Común o áreas con características y rasgos ordinarios en la región;
 - ✓ Frecuente o áreas que reúnen una mezcla de características excepcionales para algunos aspectos y comunes para otros;
 - ✓ Excepcional o única, áreas que reúnen características excepcionales para cada aspecto valorado.

- 2) Valoración ecosistémica
 - ✓ Conservada, guarda procesos ecosistémicos originales y con alta resiliencia;
 - ✓ Deteriorada, los procesos ecosistémicos han sido alterados y disminuye su resiliencia;
 - ✓ Progresiva, existen factores o fuerzas exógenas, que están promoviendo esa tendencia, ya sea de conservación o de deterioro;
 - ✓ Regresiva, donde existen factores o fuerzas exógenas y endógenas, que revierten esta tendencia.

Para valorar el paisaje en el sitio se realiza la sumatoria de la ponderación de atributos y el resultado obtenido se incluye en alguna de las tres categorías de sensibilidad indicadas en la tabla siguiente:

Tabla IV. 111. Sensibilidad del Paisaje por algún tipo de alteración.

| PONDERACIÓN | SENSIBILIDAD | CATEGORÍA | CRITERIO | VALOR NUMÉRICO |
|-------------|--------------|------------|--|----------------|
| A | Alta | Clímax | Mantienen sus caracteres originales y prevalece una estabilidad equilibrio entre los subsistemas abiótico, biótico y antrópico, tienen alta capacidad de resiliencia y muy bajo nivel de deterioro. Existen procesos edafogenéticos y recolonización vegetal que garantizan el mantenimiento de la riqueza y el equilibrio de sus paisajes. Con aprovechamientos del potencial natural, sin afectar la regeneración natural. | 19 – 33 |
| B | Media | Paraclímax | Presenta una situación de estabilidad favorable, aunque puede ser frágil debido a acciones antrópicas sobre los componentes bióticos que han simplificado el sistema, incrementando su sensibilidad a impactos externos. No obstante, la baja incidencia e intensidad no compromete el equilibrio alcanzado, de tal forma que los escasos desajustes espaciales y temporales del potencial ecológico pueden ser restaurados. | 12 – 18 |
| C | Baja | Degradado | Presenta diversas situaciones de deterioro en distinto grado y manifiesta una sensible inestabilidad, La posibilidad de recuperación de un paisaje degradado depende de su nivel de deterioro. | 0 - 11 |

Fuente: González Alonso Santiago et al, (1983) modificada por promovente, 2009

En el área de estudio, predominan las condiciones ecológicas de "Conservadas" ya que se trata de una zona de vida libre de especies de fauna, con la intervención mínima del hombre, lo cual ha permitido continuar con características ambientales sobresalientes en el sitio. No así en las zonas turísticas en las que las condiciones ecológicas pueden considerarse como progresivas hacia su degradación en ciertas zonas en las que hay pérdida de línea de costa y pérdida de manglar por la hipersalinidad; y en otras zonas pueden ser consideradas como progresivas hacia la conservación como es el caso de los canales artificiales ubicados dentro del complejo Mayakoba, los cuales han mostrado que existe un gran éxito en la recuperación del manglar. Los grados de perturbación, según Mateo y Ortiz (2001), se presentan como:

- I. **Degradado:** donde el sistema ha sufrido importantes perturbaciones,
- II. **Conservado:** donde los ecosistemas mantienen sus procesos ecosistémicos y grado de resiliencia,
- III. **Progresivo:** donde el sistema degradado continua su degradación o el conservado continúa con su poder de resiliencia,

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL "PROYECTO DE MEJORA HIDRO-ECOLÓGICA DEL ESTERO LAS GARZAS" SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.

- IV. **Regresivo:** los sistemas degradados registran una tendencia a la recuperación del equilibrio, o donde los sistemas conservados pierden su poder de regeneración de elementos bióticos. Existen paisajes regresivos o progresivos por causa antrópica (áreas periurbanas) y por causa natural (zonas desérticas y zonas con intensos procesos de erosión natural, o grado de resiliencia).

Con los criterios anteriores se presenta la siguiente tabla de valoración total del paisaje:

Tabla IV. 112. Valoración del paisaje del Proyecto.

| UNIDAD PAISAJÍSTICA | SUBUNIDAD | VALORACIÓN ESTÉTICA | VALORACIÓN ECOSISTÉMICA | CALIDAD VISUAL |
|---------------------------|-------------------|---------------------|-------------------------|----------------|
| Infraestructura turística | | Común | Degradado regresivo | Moderado |
| Mar | | Común | Progresivo conservado | Alta |
| Playa | | Rara | Progresivo degradado | Baja |
| Duna | Matorral y palmar | Rara | Progresivo degradado | Baja |
| Cuenca de inundación | Humedal/manglar | Común | Progresivo degradado | Moderado |
| Talud | Selva inundable | Común | Progresivo conservado | Moderado |
| Terraza | Selva mediana | Común | Progresivo conservado | Alta |
| | Carretera | Común | Degradado regresivo | Baja |
| | Selva mediana | Común | Progresivo conservado | Moderado |

Fuente: Biota y SICA, 2018.

FRAGILIDAD VISUAL.

La fragilidad visual se evalúa teniendo también como base la geomorfología, vegetación y los elementos que encubren a otros, considerando que la fragilidad visual crece con la magnitud del contraste entre geomorfología, suelo y vegetación y disminuye con los que enmascaren una nueva actividad que se pretenda ser incorporada a la zona de estudio, donde el factor enmascararte más importante es el relieve. Por otra parte, la vegetación; a mayor pendiente mayor es la fragilidad visual y a medida que la pendiente se suaviza la absorción de las modificaciones a un paisaje, se atenúan paulatinamente. Lo anterior como resultado de que una visual resulta más vulnerable a medida que tiene una mayor visibilidad. En la tabla siguiente se presentan los resultados.

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL "PROYECTO DE MEJORA HIDRO-ECOLÓGICA DEL ESTERO LAS GARZAS" SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.

Tabla IV. 113. Fragilidad visual del Sistema Ambiental Regional del Proyecto.

| UNIDAD PAISAJÍSTICA | SUB_ UNIDAD | FACTORES INTRÍNSECOS | | | FACTORES EXTRÍNSECOS | | | FRAGILIDAD VISUAL |
|---------------------------|-------------------|-------------------------|--|-------------|----------------------|---------------|-------------------------|-------------------|
| | | ABUNDANCIA DE ELEMENTOS | TOPOGRAFÍA Y PENDIENTE (INCIDENCIA VISUAL) | COMPLEJIDAD | CAMPO VISUAL | ACCESIBILIDAD | ELEMENTOS DE INFLUENCIA | |
| Infraestructura turística | Mar | Moderado | Moderado | Moderada | Moderado | Alta | Alto | Baja |
| | Playa | Alta | Alta | Alta | Alto | Baja | Alto | Baja |
| | Duna | Moderado | Moderado | Moderada | Moderado | Baja | Moderado | Baja |
| Cuenca de inundación | Matorral y palmar | Bajo | Moderado | Moderado | Moderado | Baja | Moderado | Baja |
| | Humedal/manglar | Alta | Baja | Alta | Alta | Baja | Alto | Alto |
| Talud | Selva inundable | Moderado | Moderado | Alta | Moderado | Moderada | Moderada | Moderada |
| | Selva mediana | Moderado | Baja | Moderada | Moderado | Moderada | Moderada | Moderada |
| Terraza | Carretera | Bajo | Baja | Baja | Bajo | Alta | Bajo | Baja |
| | Selva mediana | Alto | Alto | Alta | Alto | Moderada | Moderado | Alto |

Fuente: Biota y SICA, 2018.

Tabla IV. 114. Base numérica para calcular la capacidad de acogida ecológica.

| Calidad visual | Fragilidad visual | | | |
|----------------|-------------------|------|-------|------|
| | Categoría | Alta | Media | Baja |
| Alta | | 1 | 2 | 3 |
| Media | | 2 | 3 | 4 |
| Baja | | 3 | 4 | 5 |

Fuente: Biota y SICA, 2018.

Con los resultados de este cruce se desarrolla la tabla de capacidad de acogida ecológica, donde los valores numéricos tienen el significado siguiente:

Tabla IV. 115. Agrupación de la Capacidad de Acogida Ecológica.

| CLAVE | PONDERACIÓN PAISAJÍSTICA | CATEGORÍA | DESCRIPCIÓN |
|-------|--------------------------|--|--|
| 1 | 1 | Baja capacidad de acogida o sensibilidad alta al cambio | Zona de alta calidad y alta fragilidad, cuya conservación resulta prioritaria. |
| 2 | 2 | | Zona de alta calidad y baja o moderada fragilidad, aptas en principio para la promoción de actividades que requieran calidad paisajística o causen impactos de baja ponderación en el paisaje. |
| 3 | 3 | Moderada capacidad de acogida ecológica o sensibilidad media | Zona de calidad media y fragilidad media, que puede incorporar obras cuando las circunstancias lo permitan e impactos mitigables. |
| 4 | 4 | | Zonas de calidad media a baja y fragilidad media baja, que pueden incorporarse a la clase 5, cuando sea preciso |
| 5 | 5 | Mayor capacidad de acogida o sensibilidad baja al cambio | Zonas de calidad y fragilidad bajas, aptas desde el punto de vista paisajístico para la localización de actividades poco gratas o que causen impactos muy fuertes. |

Fuente: Ramos, et al 1980

**MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL
"PROYECTO DE MEJORA HIDRO-ECOLÓGICA DEL ESTERO LAS GARZAS"
SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.**

Tabla IV. 116. Capacidad de Acogida Ecológica del Proyecto.

| | Unidad paisajística | Sub-unidad | Infraestructura turística | Mar | Playa | Calidad visual | | | | | |
|--------------------------|---------------------------|-------------------|---------------------------|-----|-------|-------------------|----------------------|-----------------|---------------|-----------|---------------|
| | | | | | | Duna | Cuenca de inundación | Talud | Terraza | | |
| | | | | | | Matorral y palmar | Humedal Manglar | Selva inundable | Selva mediana | Carretera | Selva mediana |
| Fragilidad visual | Infraestructura turística | | 4 | | | | | | | | |
| | Mar | | | 3 | | | | | | | |
| | Playa | | | | 4 | | | | | | |
| | Duna | Matorral y palmar | | | | 4 | | | | | |
| | Cuenca de inundación | Humedal/manglar | | | | | 2 | | | | |
| | Talud | Selva inundable | | | | | | 3 | | | |
| | Terraza | Selva mediana | | | | | | | 2 | | |
| | | Carretera | | | | | | | | 4 | |
| | | Selva mediana | | | | | | | | | 3 |

Conforme a la tabla anterior la unidad de paisaje se establece que, las sub-unidades de paisaje: infraestructura turística, la playa, el matorral y palmar y la carretera presentan una alta capacidad de acogida para el proyecto, considerando las características de degradación regresiva en la infraestructura, la carretera y la degradación progresiva en la duna y la playa. Por otro lado, el mar, la selva inundable y la selva mediana presentan una capacidad de acogida del proyecto moderada. Por último, el humedal/manglar y la selva mediana presentan una baja capacidad de acogida del proyecto. No obstante, recordemos que el presente proyecto lo que pretende es mejorar las condiciones ambientales con la implementación de los canales artificiales se espera mejorar e incrementar los servicios ecosistémicos que presta actualmente el manglar. Considerando que en la actualidad se tiene un alto grado de deterioro natural en el SAR Punta Bete – Punta Maroma a causa de la erosión marina ha provocado severas pérdidas de ecosistemas de playa, duna y manglar en la costa de esta región, así como las serias afectaciones a la funciones y pérdida de productos y atributos ambientales que estos ecosistemas prestan. Considerando este grave deterioro y el riesgo evidente de que las pérdidas y las afectaciones sean mayores por el muy posible incremento de los procesos de erosión y salinización por fenómenos naturales; varios propietarios de predios ubicados dentro del SAR Punta Bete-Punta Maroma en lo general y en particular la empresa Ecoturismo Tres Ríos S. A. de C. V. presentaron una manifestación de impacto ambiental regional, para someter a evaluación el denominado "Programa de Rehabilitación y Protección de Ambientes Costeros del Sistema Ambiental Regional Punta Bete Punta Maroma: Desarrollo Tres Ríos"; como una posible alternativa de solución ante la problemática regional y local, con los siguientes objetivos para el caso del predio Tres Ríos:

- Recuperar y restablecer la integridad ecosistémica de la playa, duna y manglar.
- Proteger de la erosión la línea de costa y estabilizar el frente del predio.
- Enriquecer el ecosistema de duna costera del predio.
- Detener el proceso de deterioro del ecosistema de manglar dentro del predio.
- Conservar en buenas condiciones la superficie de manglar comprometida.
- Establecer un modelo de desarrollo, con aplicaciones tecnológicas y monitoreo.

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL "PROYECTO DE MEJORA HIDRO-ECOLÓGICA DEL ESTERO LAS GARZAS" SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.

Es decir, que al final la capacidad de acogida ecológica de este proyecto es muy alta, una vez demostrada la importancia de la implementación de los canales artificiales para la mejora hidro-ecológica del Estero Las Garzas.

IV.3. Diagnóstico ambiental.

A continuación, se describen los indicadores de los componentes abióticos y bióticos que se integraron para dar una evaluación del estado que actualmente guarda la calidad ambiental del Predio del Desarrollo Tres Ríos. Asimismo, se describe la escala ordinal de uno a nueve para cada indicador donde el uno (1) corresponde a una calidad extremadamente baja y el nueve (9) a una calidad ambiental muy alta.

MEDIO ABIÓTICO

A continuación, se presentan los criterios de evaluación considerados como referencia estimada para otorgar una calificación a cada unidad de paisaje.

Aire.

Emisiones de gases: este indicador se basa en la calidad del aire tomando como parámetro la NOM-041-SEMARNAT-2006 que establece los límites máximos permisibles de emisiones de gases contaminantes provenientes de los escapes de los vehículos automotores en circulación que usan gasolina como combustible. Enfocado a la zona de estudio. *Emisión de polvos:* Este indicador se basa en la emisión de partículas de polvo suspendidas por las actividades realizadas durante el proyecto, como el desmonte, despalme, acarreo de materiales, etc. Los rangos de evaluación se establecieron de acuerdo con el grado de emisión de partículas que puede levantar un vehículo o maquinaria al paso o por la carga, descarga, transporte de materiales, por lo que la evaluación se sitúa desde la nula visibilidad provocada por la alta concentración de partículas, hasta la presencia de aire puro, sin influencia de emisión de partículas por actividad antrópica o natural.

El criterio utilizado para evaluar el aire se presenta en la siguiente tabla, en donde los valores mayores indican una mejor calidad ambiental, en tanto que los valores menores señalan una menor calidad ambiental.

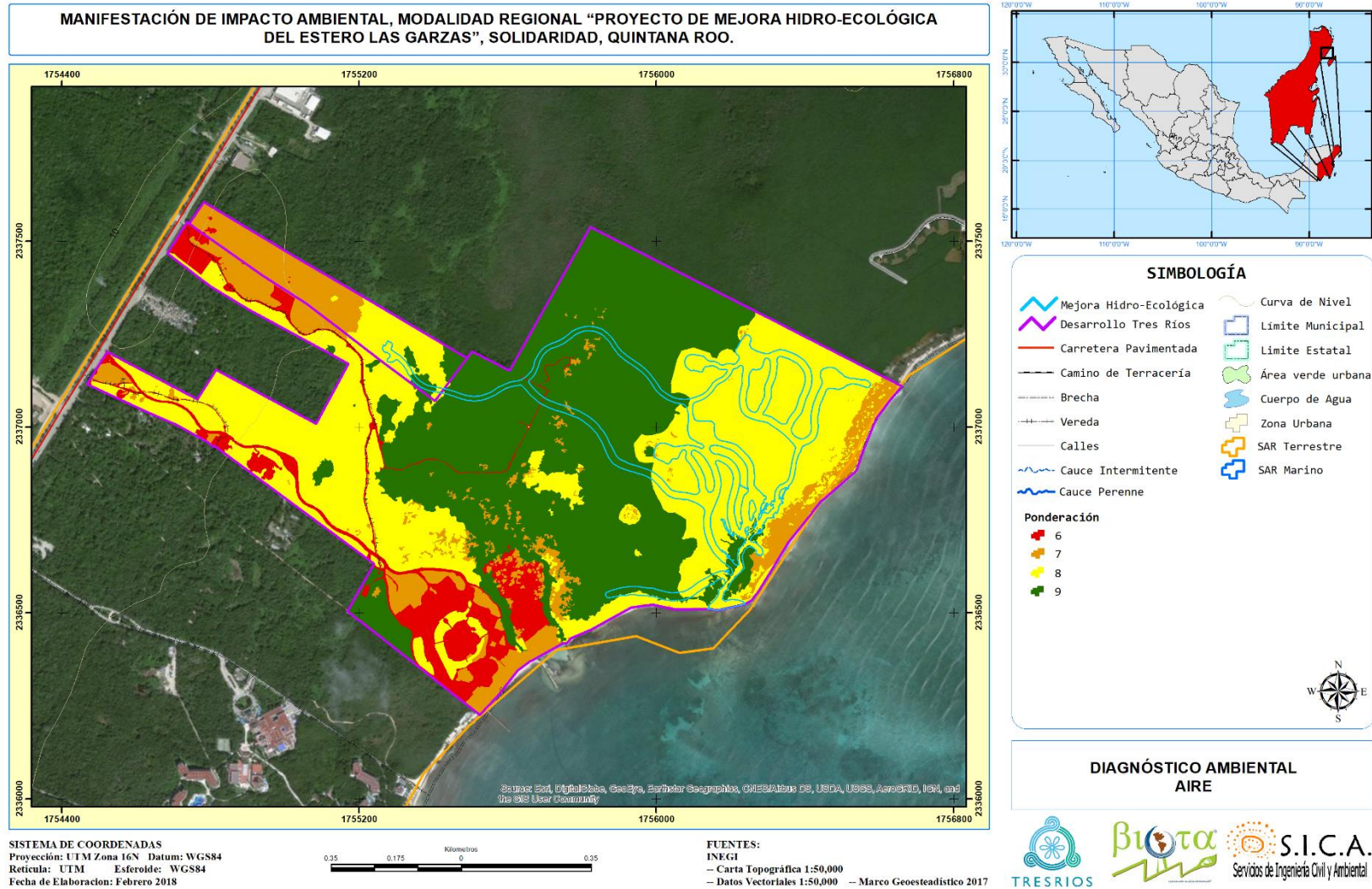
Tabla IV. 117. Ponderación del aire.

| ESCALA DE EVALUACIÓN | VALOR | EMISIÓN DE GASES | EMISIÓN DE POLVOS |
|-----------------------------|-------|--|---|
| <i>Degradado</i> | 1 | Emisión de gases todo el tiempo con abundante tránsito de vehículos y actividades antrópicas constantes | Nula visibilidad |
| <i>Muy mala</i> | 2 | Emisión de gases por más de 12 horas continuas con abundante tránsito de vehículos y actividades antrópicas. | Poca visibilidad la mayor parte del tiempo |
| <i>Mala</i> | 3 | Emisión de gases por tránsito de vehículos en horarios pico, acompañado de actividades antrópicas | Poca visibilidad en horarios pico |
| <i>Moderada</i> | 4 | Emisión de gases en ocasiones eventuales ya sea por vehículos o actividades antrópicas. | Poca visibilidad en al menos 2 ocasiones durante el día |
| <i>Regular/modificada o</i> | 5 | Emisión de gases en ocasiones eventuales ya sea por vehículos o actividades antrópicas. | Poca visibilidad en ocasiones eventuales (temporales) |
| <i>Aceptable/modificado</i> | 6 | Hay emisiones bajas de vehículos y antrópicas en varios puntos de la zona de estudio | Hay liberación de partículas en varios puntos |
| <i>Buena</i> | 7 | Aire aceptable, emisiones de vehículos y antrópicas incipientes y aisladas, en algunas zonas del proyecto | Aire aceptable, emisiones de partículas incipientes y aisladas, polvo en estiaje |
| <i>Muy buena</i> | 8 | Aire puro, muy poca influencia de emisiones derivadas del tránsito de vehículos y actividad antrópica | Aire puro, muy pocas emisiones de partículas derivadas de actividad antrópica o natural, aún en estiaje |
| <i>Sin perturbación</i> | 9 | Aire puro, sin influencia de emisiones por tránsito de vehículos o actividad antrópica | Aire puro, sin influencia de emisiones de partículas por actividad antrópica |

Fuente: Biota y SICA, 2018.

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL “PROYECTO DE MEJORA HIDRO-ECOLÓGICA DEL ESTERO LAS GARZAS”, SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.

Imagen IV. 99. Diagnóstico Ambiental del Predio del Proyecto (componente aire).



Fuente: Biota y SICA, 2018.

**MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL.
"PROYECTO DE MEJORA HIDRO-ECOLÓGICA DEL ESTERO LAS GARZAS",
SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.**

La imagen anterior señala que las zonas de mejor calidad ambiental, con puntuación registrada en 9, se tratan de las zonas en donde se encuentra el manglar de cuenca dominado por *R. mangle*, los Ríos Selva y Pájaros y parte del Estero Las Garzas, en tanto que las zonas en donde se ubica el manglar chapararro de la misma especie presentan una ponderación de 8, aunado las zonas de selva, selva de transición y algunas de manglar cercanas a la infraestructura turística, lo cual obedece a que se entiende que los vehículos automotores que circulan para entrar y salir del complejo turístico disminuyen la calidad del aire de la zona. Las zonas evaluadas con 7 son zonas de la costa cercanas al Hotel Sunset Tres Ríos, con vegetación halófitas pioneras y a algunas zonas cercanas a la carretera Tulum-Cancún, mientras las zonas de menor calidad del aire las presentan la infraestructura turística, esto por razones obvias, es decir el movimiento continuo de vehículo automotores, llámese turistas, personal del Hotel, distribuidores, etc. Además de la turba con vegetación herbácea halófila dispersa en la que impactó el huracán Wilma en el año 2005.

Suelo.

En todos los proyectos de construcción de una infraestructura, el elemento suelo, suele ser uno de los más impactados, ya que este recurso se ve afectado en su totalidad. De esta manera es importante mencionar a este elemento como un indicador.

El criterio utilizado para evaluar el factor suelo se presenta en la siguiente tabla, en donde los valores mayores indican una mejor calidad ambiental.

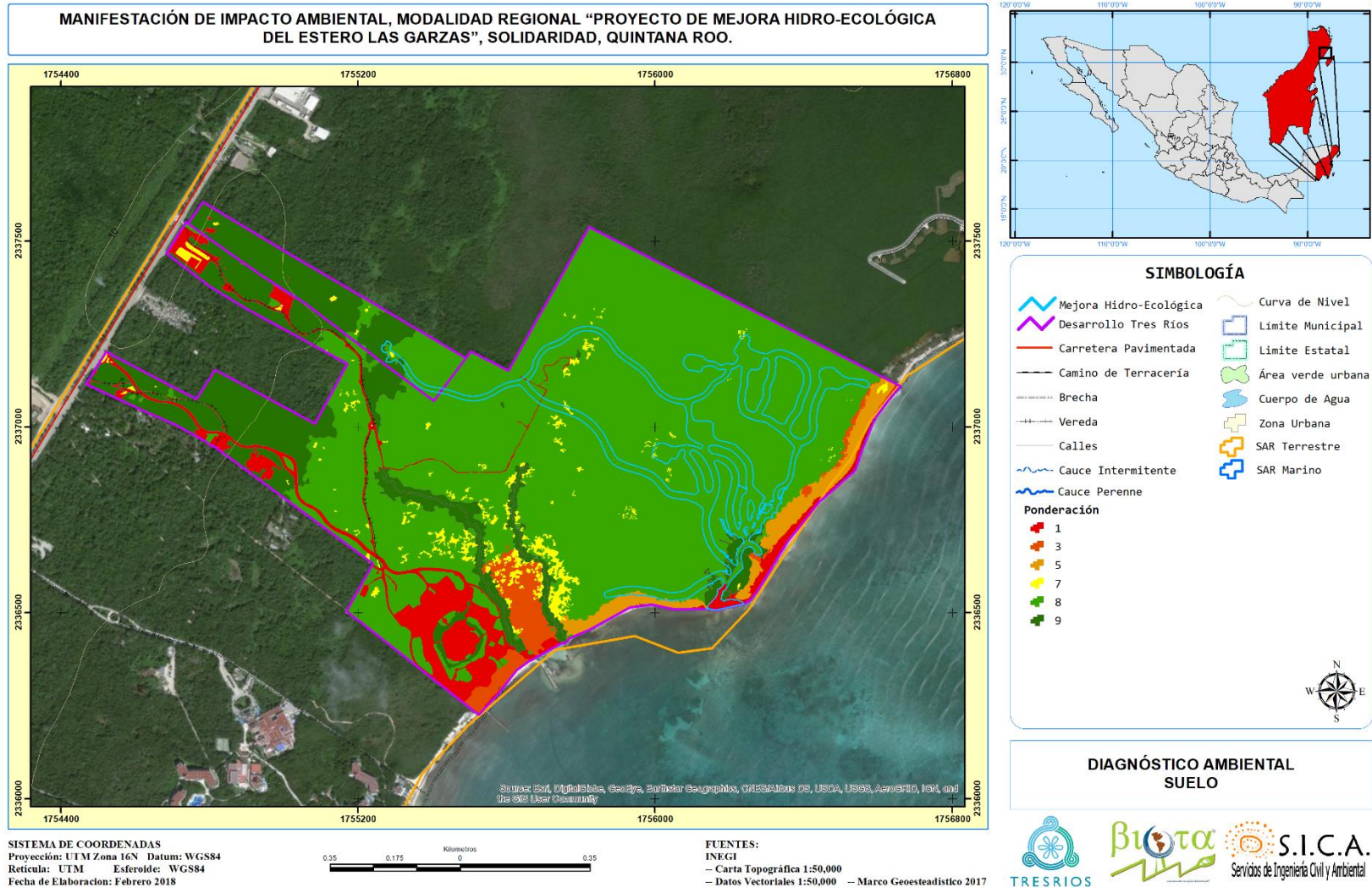
Tabla IV. 118. Ponderación del suelo.

| ESCALA DE EVALUACIÓN | VALOR | EROSIÓN |
|-----------------------------------|-------|--|
| <i>Degradado</i> | 1 | Erosión severa (ES): pérdida de playa o de dunas costeras a causa de la erosión marina. Suelo parcial o completamente impermeable por caminos o construcciones |
| <i>Mala</i> | 3 | Erosión severa (ES): áreas que no permiten el desarrollo del mangle debido a su hipersalinización (salinidad=110 UPS). |
| <i>Moderada</i> | 5 | Erosión media (EM): áreas en donde se presenta manglar muy disperso donde la salinidad es de 70 UPS aproximadamente. |
| <i>Aceptable a</i> | 7 | Erosión incipiente (EL): áreas con manglar tipo matorral y manglar disperso o en regeneración con salinidad entre los 50 UPS |
| <i>Buena</i> | 8 | Erosión mínima (NE): áreas con manglar tipo cuenca |
| <i>Muy buena sin perturbación</i> | 9 | Sin erosión (NE): áreas con manglar tipo borde o selva mediana sin perturbaciones o cuerpos de agua (ríos, cenotes y estero) |

Fuente: Biota y SICA, 2018

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL “PROYECTO DE MEJORA HIDRO-ECOLÓGICA DEL ESTERO LAS GARZAS”, SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.

Imagen IV. 100. Diagnóstico Ambiental del Predio del Proyecto (componente suelo).



Fuente: Biota y SICA, 2018.

La imagen anterior señala que la mejor calidad en el suelo (puntuación 9) la presentan las zonas de selva mediana, el manglar de tipo borde alrededor de los cuerpos de agua de los Ríos Selva y Pájaros, además del Estero Las Garzas. Mientras las zonas de calidad con puntuación 8 la presenta toda la planicie de inundación en la que se localiza el manglar de tipo cuenca. Los suelos con puntuación de 7 se ubican y coinciden con vegetación de manglar de tipo chaparro y manglar en regeneración, principalmente, en las que la carencia de un flujo hidrológico permanente o regular y la existencia de un hidropérido dependiente de la magnitud de las épocas de sequía, identifican esta zona como un ambiente hidrológicamente subóptimo aunque activo y determinan un efecto de alta salinidad del suelo. Estas condiciones particulares tienen su reflejo y respuesta ecológica en el tipo y estructura de manglar de matorral con baja estructura y muy limitados servicios ambientales, con alto riesgo de disminuir aún más dicha estructura y servicios si el aislamiento, las sequías, la evaporación y/o la salinización del suelo aumenta, estos suelos se localizan tanto en la planicie de inundación como en el talud y en la terraza. En tanto que, los suelos con puntuación de 5 son suelos salinos que no permiten el desarrollo óptimo del manglar por su alta concentración salina por la desconexión hidrológica con un cuerpo de agua dulce, sobre este tipo de suelo se encuentra el manglar mixto con elementos de matorral costero. Los suelos con puntuación de 3 se tratan de los ubicados en el frente del Hotel Sunset Tres Ríos, donde se localizan actualmente halófitas pioneras que presentan una alta concentración salina, junto con la turba de vegetación herbácea halófitas dispersa, lugar en donde impactó el huracán Wilma en el año 2005. Finalmente, los suelos con menor calidad se tratan de las zonas de la infraestructura turística del Hotel Sunset Tres Ríos, además de algunas zonas de la línea de costa con halófitas pioneras y las zonas marinas en las que antes se ubicaban playas, y ahora su alta concentración salina no permiten el desarrollo del humedal.

Hidrología

La dinámica hidrológica del SAR Punta Bete-Punta Maroma está determinada por tres funciones de fuerza ambiental características de la Península de Yucatán; estas son la precipitación pluvial, la Geología y la Geohidrología, las cuales actúan de la siguiente manera: la precipitación en la península es importante, sin embargo el suelo cárstico determina la carencia de cauces fluviales superficiales y su infiltración total al subsuelo conformando un acuífero de gran magnitud que drena hacia el mar de manera continua.

Este drenaje se caracteriza por la dilución de la roca carbonatada creando ríos subterráneos y flujos a través de fracturas preferenciales hasta alcanzar las costas de la península incluyendo las del estado de Quintana Roo. Por lo anterior, el funcionamiento hidrológico general de la península y su relación con el SAR Punta Bete-Punta Maroma puede resumirse de la siguiente manera:

- La península constituye la zona de recarga del acuífero regional y sus costas la zona de descarga de este,
- En la zona costera el drenaje continental se encuentra con el agua del mar que penetra en tierra en forma de una cuña salina por la diferencia de densidades);

En esta zona de interacción acuífero-mar es donde se ubica la depresión costera del SAR Punta Bete-Punta Maroma cuya hidrología está determinada por la dinámica del acuífero en épocas de secas y lluvias; y por la dinámica mareal diaria y estacional; así como por los huracanes y tormentas tropicales características de la región del Caribe Mexicano.

El criterio utilizado para evaluar la hidrología se presenta en la siguiente tabla, en donde los valores mayores indican una mejor calidad ambiental.

**MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL.
"PROYECTO DE MEJORA HIDRO-ECOLÓGICA DEL ESTERO LAS GARZAS",
SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.**

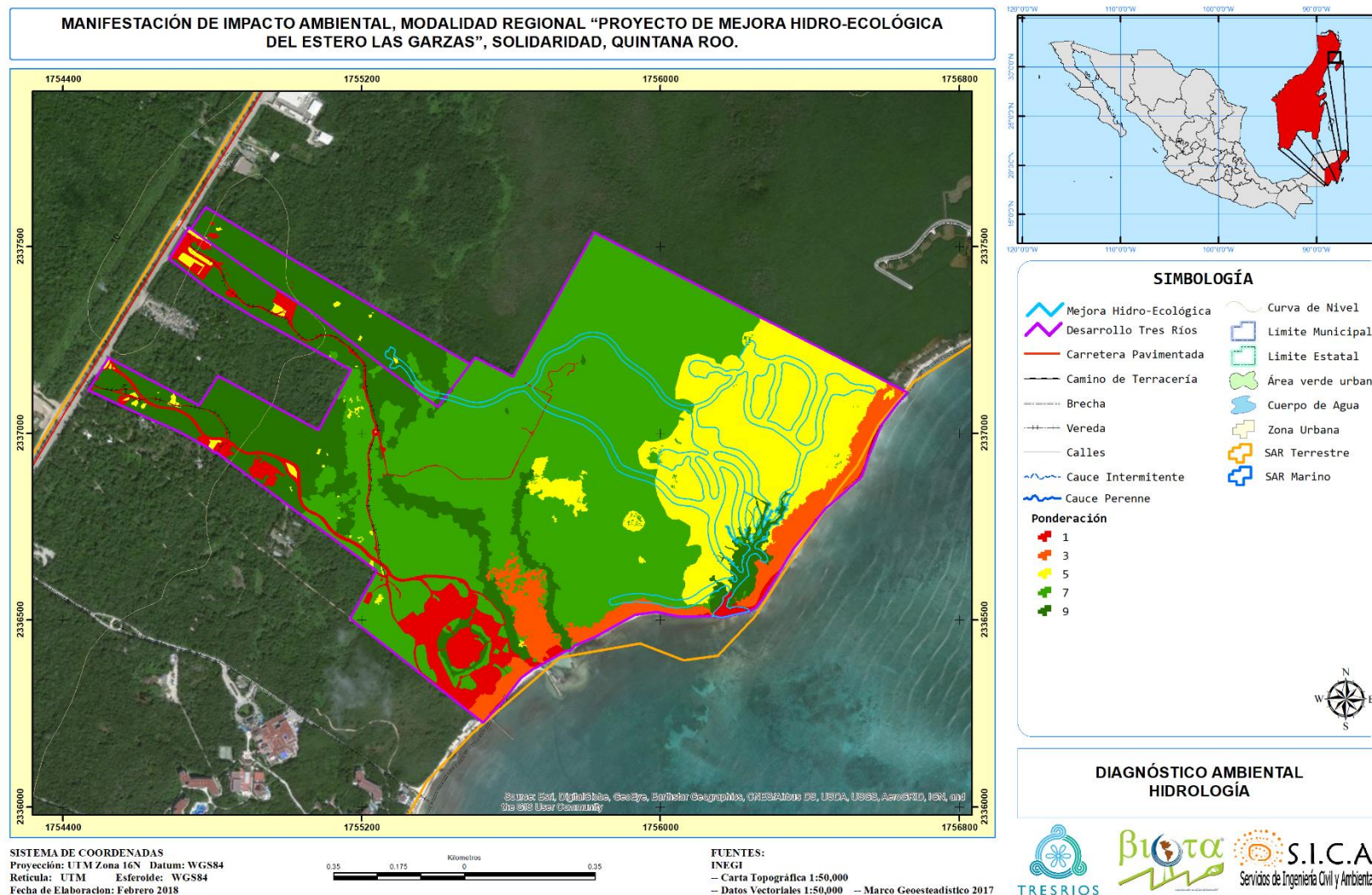
Tabla IV. 119. Ponderación de la hidrología.

| ESCALA DE EVALUACIÓN | VALOR | CAPACIDAD DE INFILTRACIÓN |
|-------------------------|-------|--|
| <i>Degradado</i> | 1 | Capacidad de infiltración nula, por la inexistencia de vegetación. Sin cuerpos de agua. |
| <i>Muy mala</i> | 3 | Capacidad de infiltración escasa, presencia de vegetación dispersa, con un alto grado de salinidad que evita el desarrollo del humedal por el efecto de la evaporación, salización y la desconexión hidrológica o en su defecto se trata del mar que ha aumentado su nivel |
| <i>Mala</i> | 5 | Capacidad de infiltración escasa, presencia de vegetación de tipo matorral, que indica un grado de salinidad importante que evita el desarrollo del humedal de manera más eficaz por el efecto de la evaporación, salización y la desconexión hidrológica, escasa retención de agua |
| <i>Muy buena</i> | 7 | Infiltración eficiente, gran parte de los poros del suelo se encuentran saturados de agua, la permeabilidad de los estratos inferiores se optimiza, por lo tanto, la infiltración alcanza mayor profundidad. La retención de agua es más eficiente y suficiente para abastecer al manto freático y a la vegetación por periodos de tiempo más largos aún en época de estiaje. Hay mayor capacidad de retención de agua por la vegetación |
| <i>Sin perturbación</i> | 9 | Influencia permanente de agua dulce, alta capacidad de retención de agua por los tipos de vegetación, conexión hidrológica en periodos de sequía, o se trata de un cuerpo de agua dulce en buen estado |

Fuente: Biota y SICA, 2018.

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL “PROYECTO DE MEJORA HIDRO-ECOLÓGICA DEL ESTERO LAS GARZAS”, SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.

Imagen IV. 101. Diagnóstico Ambiental del Predio del Proyecto (componente hidrología).



Fuente: Biota y SICA, 2018.

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL "PROYECTO DE MEJORA HIDRO-ECOLÓGICA DEL ESTERO LAS GARZAS", SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.

La imagen anterior indica que la zona de mayor calidad (puntuación 9) en hidrología se ubica y coincide con los cuerpos de agua, el manglar de tipo borde, la selva mediana y la selva de transición, lo cual obedece a su ubicación geomórfica de terraza o de talud para el caso de la selva y para el manglar de tipo borde por que la dinámica hidrológica de los Tres Ríos (Selva, Pájaros y Estero Las Garzas) permiten el completo desarrollo del manglar de tipo borde que presta los mejores servicios ambientales. Mientras que la zona con calidad de 7 se trata de la planicie de inundación en la que se encuentra manglar tipo cuenca. La puntuación 5 la tienen el manglar chaparro localizado en la planicie de inundación coincidente con la ubicación de la propuesta de mejora hidro-ecológica, la cual pretende mejorar las condiciones del manglar y del Estero Las Garzas, además las zonas en donde se encuentra vegetación secundaria presentan la misma puntuación. La zona con puntuación de 3 se trata en su mayoría de toda la línea de costa del Predio DTR en donde existen halófitas pioneras, manglar mixto con elementos de matorral costero y la turba con vegetación herbácea halófila dispersa en donde el huracán Wilma impactó en el año 2005. En tanto que la menor puntuación (1) la obtienen la infraestructura turística existente, algunas zonas de halófitas pioneras y la zona marina, esto debido a la pérdida de playa.

Geomorfología.

El SAR Punta Bete-Punta Maroma se caracteriza por presentar una secuencia de depresiones o cuencas paralelas a la línea de costa por la elevación de la Península de Yucatán en épocas geológicas pasadas y de la consecuente variación del nivel del mar.

En esta secuencia los rasgos geomorfológicos principales son:

- Las zonas altas que originalmente fueron cordones de duna;
- Los taludes que marcan las antiguas líneas de costa;
- Las antiguas puntas que había en las líneas de costa; y

Las zonas bajas o cuencas que originalmente fueron lagunas arrecifales.

El área en donde se pretende desarrollar la propuesta de mejora hidroecológica se localiza en una de estas cuencas o depresiones paralelas al mar, claramente delimitada de manera natural por dos puntas o zonas de acumulación y acreción litoral, cuya existencia está determinada por la presencia frente a ellas de estructuras coralinas que generan un ambiente de baja energía, constituyendo el Sistema Regional Ambiental (SAR) aplicable a esta propuesta y denominado para ese fin SAR Punta Bete-Punta Maroma.

Con la explicación previa se designaron valores a determinadas áreas con las siguientes características:

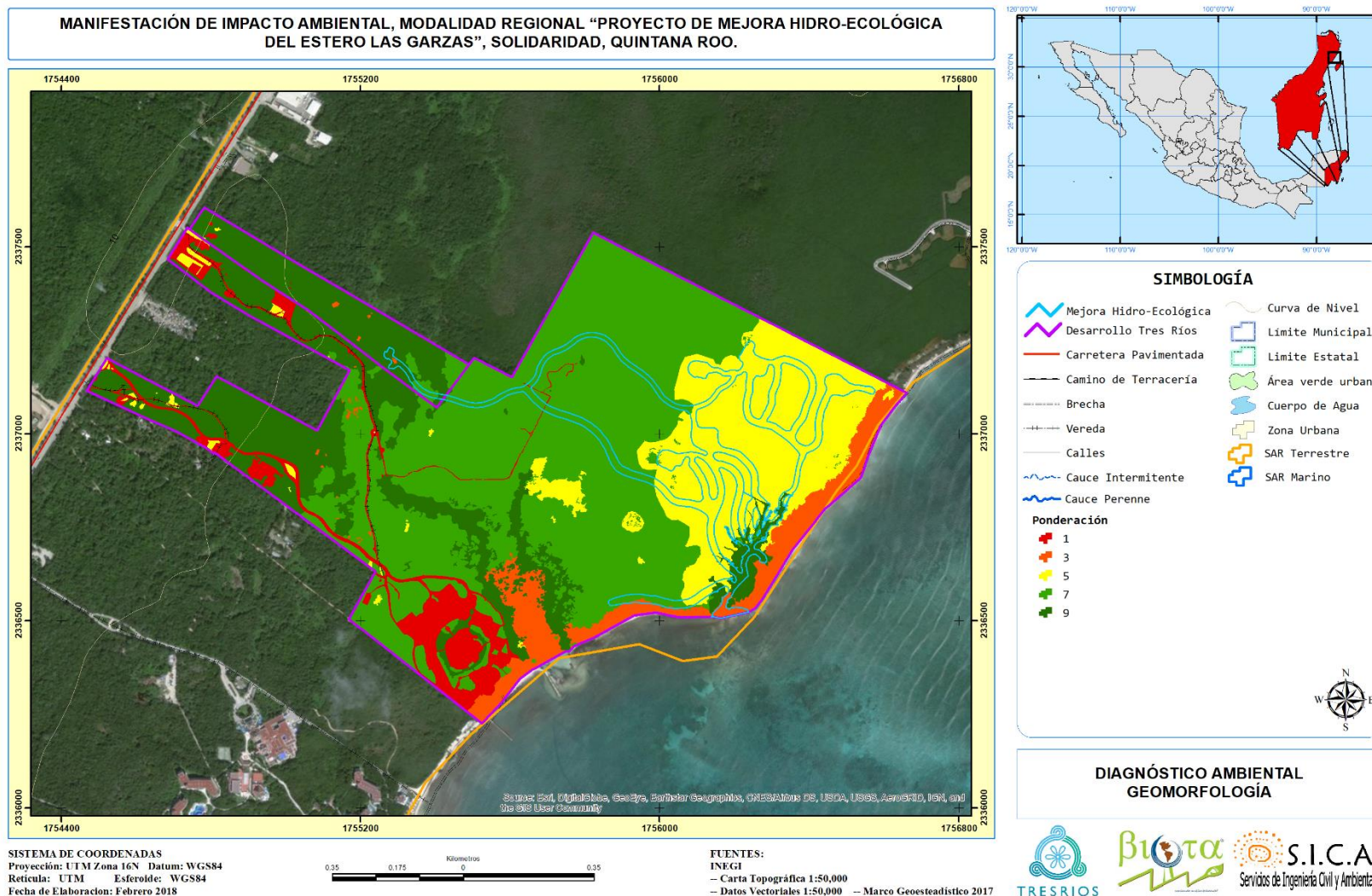
Tabla IV. 120. Ponderación de la geomorfología.

| ESCALA DE EVALUACIÓN | VALOR | INTEMPERISMO DE LA ROCA |
|-------------------------|-------|---|
| <i>Degradado</i> | 1 | Perdida de playa o de duna costeras, o zonas con la geomorfología modificada completamente por causas antropogénicas |
| <i>Muy mala</i> | 3 | Cuenca de inundación con pérdida de vegetación natural a causa de la erosión o aumento del nivel del mar |
| <i>Buena</i> | 5 | Cuenca de inundación con manglar tipo matorral que presta menores servicios ambientales |
| <i>Muy buena</i> | 7 | Cuenca de inundación con manglar de tipo cuenca, o selva con algún grado de deterioro o zona marina con algún grado de deterioro. |
| <i>Sin perturbación</i> | 9 | Cuenca de inundación con manglar de tipo borde que ofrece mayores servicios ambientales, o talud o terraza con vegetación primaria de selva. Cuerpos de agua en buen estado de conservación |

Fuente: Biota y SICA, 2018.

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL “PROYECTO DE MEJORA HIDRO-ECOLÓGICA DEL ESTERO LAS GARZAS”, SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.

Imagen IV. 102. Diagnóstico Ambiental del Predio del Proyecto (componente geomorfológica).



Fuente: Biota y SICA, 2018.

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL "PROYECTO DE MEJORA HIDRO-ECOLÓGICA DEL ESTERO LAS GARZAS", SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.

Las zonas con mayor ponderación en lo que a la geomorfología se refiere coinciden con las zonas de terraza y de talud, en las que se ubica selva mediana y selva de transición, además de los cuerpos de agua y el manglar de tipo borde que incrementan su valor, esto se puede observar en la imagen anterior. La cuenca de inundación en la que se ubica el manglar tipo cuenca tiene una puntuación de 7, toda vez que la falta de una geomorfología óptima limita el desarrollo de la vegetación. En tanto que, la planicie de inundación en su extremo oriente obtiene una puntuación de 5, ya que en este caso la geomorfología limita aún más el desarrollo del manglar. Para el caso de la línea de costa se tiene una ponderación de 3, lo cual obedece a que el desarrollo del ecosistema en este lugar es aún más limitado. Por último, la infraestructura existente tiene la puntuación más baja toda vez que la geomorfología fue modificada completamente.

MEDIO BIÓTICO

Vegetación.

La zona baja o cuenca del SAR Punta Bete-Punta Maroma que antiguamente fue una laguna arrecifal, actualmente es un humedal costero, con zonas sujetas tanto a inundación temporal o permanente, como a evaporación intensa, ocupadas por un mosaico de mangles, humedales, petenes y/o elementos de selvas inundables.

Un rasgo crítico para el funcionamiento del sistema natural terrestre y marino en el SAR Punta Bete-Punta Maroma es la existencia de un flujo de gran magnitud de agua dulce proveniente de fracturas preferenciales que tienen incluso una expresión superficial a través de corrientes fluviales de origen subterráneo ubicadas en el centro de la unidad (localmente conocidas como "rías"), cuyo efecto determina la interrupción de la barrera arrecifal y una zonificación topográfica diferente al sur y norte de dichas fracturas las cuales se ubican dentro del predio Tres Ríos.

En el humedal los litorales de los ríos presentan manglar de borde a diferencia de la zona sur (más baja) donde el manglar es del tipo cuenca y de la zona norte (más baja) en la cual el manglar es del tipo matorral. Por detrás del humedal se desarrolla la selva en distintos tipos. El efecto principal que conlleva la eliminación de la cobertura vegetal en los sitios es la fragmentación del hábitat, lo que provoca efectos de borde y altera la estructura y las funciones originales del ecosistema. De manera indirecta la poca cobertura vegetal elimina las fuentes de alimentación y refugio de la fauna que habita en el ecosistema.

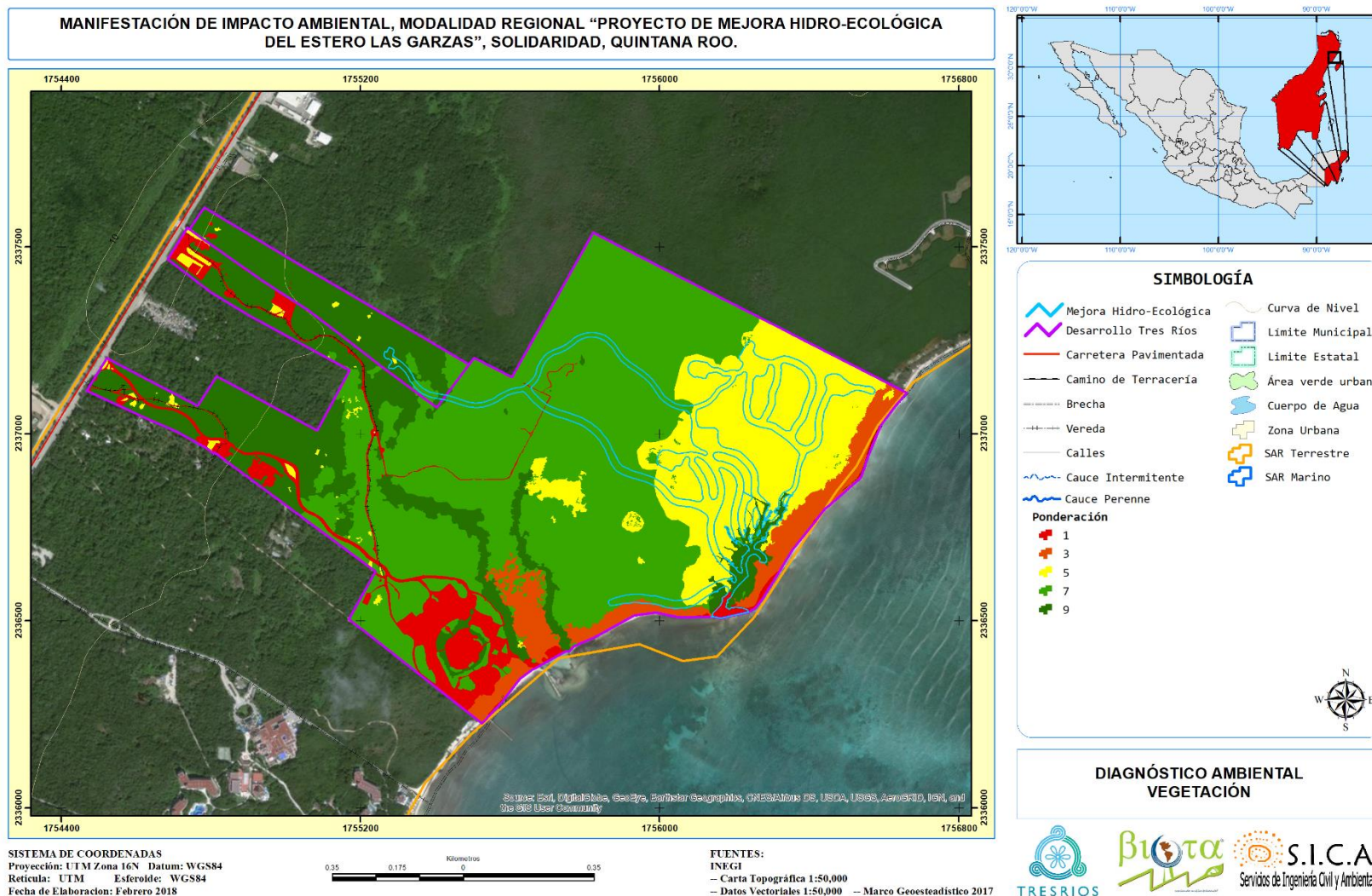
Tabla IV. 121. Ponderación de la vegetación.

| ESCALA DE EVALUACIÓN | ESCALA | % DE COBERTURA VEGETAL EN EL POLÍGONO |
|---------------------------------|--------|---|
| <i>Degradado</i> | 1 | Pérdida completamente de la vegetación por agentes naturales o antropogénicos, ya sea por erosión, exceso de salinidad o aumento del nivel del mar |
| <i>Bajo estado conservación</i> | 3 | Pérdida parcial de la vegetación primaria ya sea por fenómenos naturales o por actividades antropogénicas |
| <i>Regular/modificado</i> | 5 | Pérdida de la vegetación primaria, pero presenta un estado de recuperación hacia las condiciones primarias, o se presenta manglar de tipo matorral que presta servicios ecosistémicos limitados |
| <i>Buena</i> | 7 | Cubierta vegetal entre el 70 y el 90%, pero de talla mediana, esto respecto al mangle |
| <i>Sin perturbación</i> | 9 | Cobertura del 95 al 100% y se presenta manglar de tipo borde o se trata de un cuerpo de agua que permite una conexión hidrológica en épocas de sequía |

Fuente: Biota y SICA, 2018.

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL “PROYECTO DE MEJORA HIDRO-ECOLÓGICA DEL ESTERO LAS GARZAS”, SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.

Imagen IV. 103. Diagnóstico Ambiental del Predio del Proyecto (componente vegetación).



Fuente: Biota y SICA, 2018.

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL. "PROYECTO DE MEJORA HIDRO-ECOLÓGICA DEL ESTERO LAS GARZAS", SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.

La imagen anterior muestra que las zonas de mayor calidad en lo que se refiere a la vegetación se trata de la selva mediana localizada en la terraza, la selva de transición ubicada en el talud, los Tres Ríos (Selva, Pájaros y Estero Las Garzas), ya que éstos permiten un desarrollo óptimo del manglar y el manglar de tipo borde, localizados en la franja de estos cuerpos de agua. En cuanto a la planicie de inundación con vegetación de manglar de tipo cuenca tienen una ponderación de 7 ya que, a pesar de las buenas condiciones del manglar, éstas podrían incrementarse y mejorarse. El manglar chaparro de la planicie de inundación se considera como de calidad regular ya que sus servicios ambientales son limitados, esto por la falta de la dinámica hidrológica. Mientras que toda la línea de costa en la que prevalecen halófitas pioneras, manglar mixto con elementos de matorral costero, pastizal halófilo y la turba con vegetación herbácea halófila dispersa presentan una menor calidad en la vegetación. En tanto que, las zonas con la menor calidad son las zonas ocupadas por la infraestructura existente y algunas zonas de la línea de costa.

Fauna.

De acuerdo con lo citado en el apartado de fauna, la fauna no estuvo distribuida de manera homogénea, en el área del proyecto y en el SAR, esto es un resultado normal, ya que los recursos no se encuentran distribuidos de manera homogénea en los hábitats, sino que existen diferencias tanto en la composición, estructura y calidad del hábitat, en la distribución espacial y temporal de los recursos como el agua, alimento, áreas de reproducción, áreas de descanso y refugio. Estas diferencias microambientales tienen su efecto en una desigual distribución de la fauna, la cual estará presente o será más abundante en los sitios más propicios, mientras que los animales evitarán aquellos que no cumplen con un mínimo de condiciones y recursos, por ejemplo: para construir madrigueras o nidos, que posean alimento cercano o le brinden protección contra sus depredadores (Begon et al. 2006). Por ello se entiende que entre mayor cobertura vegetal exista, además de las alturas adecuadas permiten que existan más especies animales, en otras palabras, existe una correlación entre el estado de la vegetación, para que sirva como hábitat, refugio, áreas de descanso. De los 15 puntos de muestreo, los que presentaron mayor riqueza específica fueron el PM05 con 24 especies, PM01, PM06 y PM13 con 16 especies cada uno y PM10 con 15 especies. Estos PM presentan mejores condiciones de hábitat para la fauna. De los PM06 y PM10, ubicados el primero en el área del proyecto y el segundo en el SAR, se ubicaron cerca de cuerpos de agua y zonas inundadas, por lo que el 60% de las especies registradas, corresponden a aves acuáticas. Los PM05, PM06 y PM13, localizados en el SAR, se ubicaron el Selva Mediana Subperennifolia, en donde las condiciones de hábitat presentan buena calidad. Por otro lado, el PM15 presentó el menor número de especies con cuatro, seguida por lo PM08 ubicado en la zona del proyecto y el PM14 ubicado en el SAR con cinco especies cada uno (Tabla 9). Los PM14 y PM15 se ubicaron cerca de la carretera federal 307 Cancún-Tulum, en donde el tráfico y el ruido ahuyentan a muchas de las especies de fauna que se distribuyen en la zona, pudiendo observarse, solamente aquellas especies que presentan cierta tolerancia a las condiciones de perturbación que ahí se presentan. Los PM que presentaron mayor abundancia fueron los PM10 con 75 individuos registrados y PM05 con 58. Estos puntos de muestreo, además de presentar una mayor abundancia, también fueron de los más diversos. En cuanto a los PM con la abundancia más baja, el PM08 que corresponde al proyecto, presentó el menor número con 7 individuos registrados. Para determinar la calidad ambiental de los sitios que serán afectados por la implementación de los canales artificiales para la mejora hidro-ecológica del Estero Las Garzas, se tomarán en cuenta el índice de diversidad de especies (Shannon-Wiener), el cual engloba riqueza y abundancia de las especies.

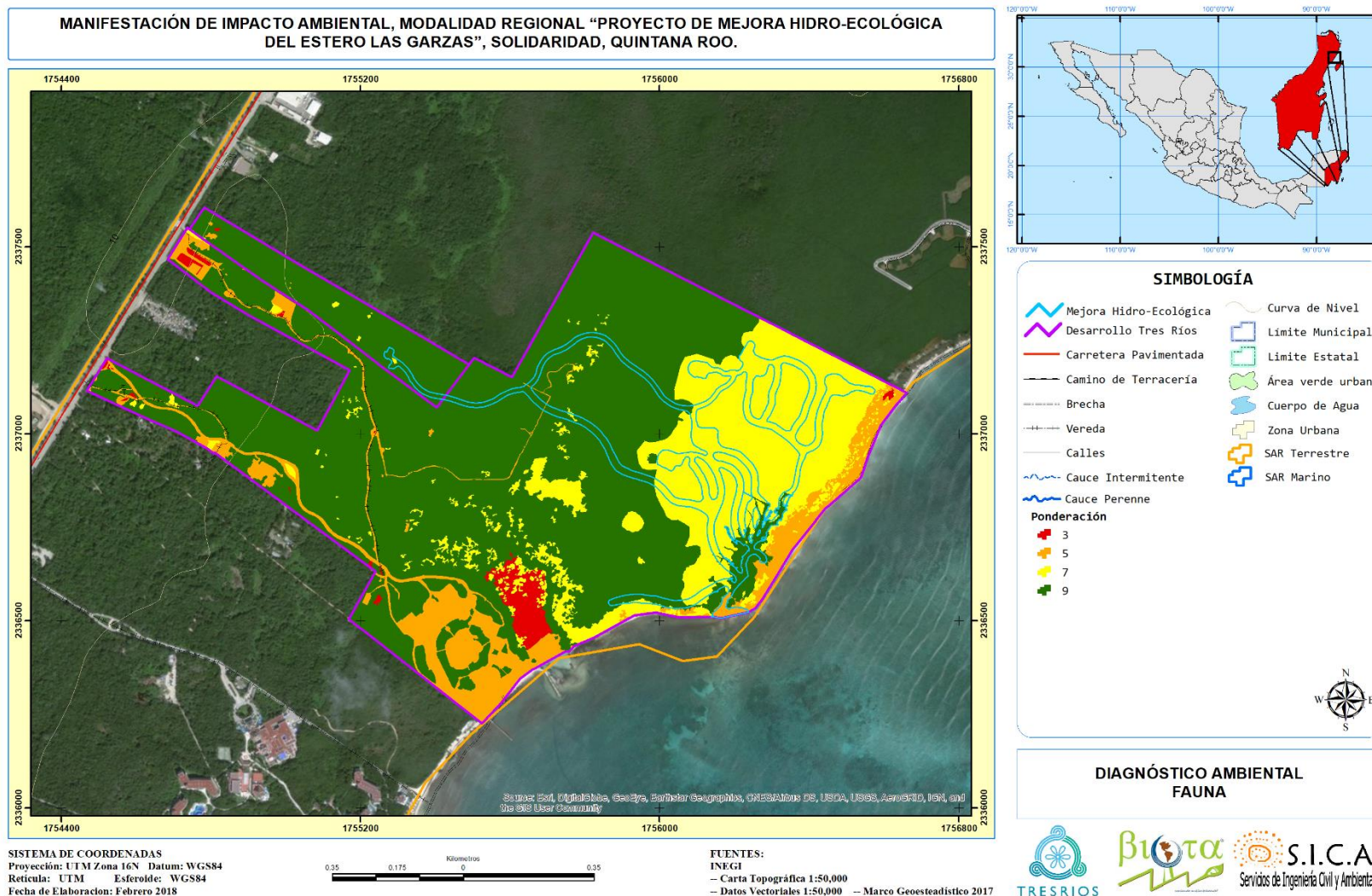
Tabla IV. 122. Ponderación de la fauna.

| Escalas de evaluación | Valor | Índice de Shannon |
|-----------------------|-------|--|
| Muy mala | 1 | Valores < 1 indican que se trata de sitios con una muy baja diversidad biológica |
| Mala | 3 | Valores entre 1 y 1.99 indican que son sitios con una diversidad biológica baja |
| Moderada | 5 | Valores entre 2 y 2.99 indican que son sitios con una diversidad biológica media |
| Buena | 7 | Valores entre 3 y 3.4 indican que son sitios con una diversidad biológica alta |
| Muy buena | 9 | Valores > 3.5 indican que se trata de sitios con una diversidad biológica muy alta |

Fuente: Biota y SICA, 2018.

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL “PROYECTO DE MEJORA HIDRO-ECOLÓGICA DEL ESTERO LAS GARZAS”, SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.

Imagen IV. 104. Diagnóstico Ambiental del Predio del Proyecto (componente fauna).



Fuente: Biota y SICA, 2018.

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL. "PROYECTO DE MEJORA HIDRO-ECOLÓGICA DEL ESTERO LAS GARZAS", SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.

Para el caso del factor fauna se tiene que la mayor diversidad la tienen todas las zonas de manglar de tipo borde, de tipo cuenca, la selva mediana, la selva de transición y los cuerpos de agua que se presume son lugares de refugio, anidamiento, hábitat, etc. Mientras que las zonas que ocupan el siguiente lugar de diversidad biológica coinciden con las zonas de manglar chaparro, manglar mixto con elementos de matorral costero, en los que los servicios que presta este tipo de vegetación son más limitados que en los anteriores. En tanto que la infraestructura existente presenta valor de 5, junto con la línea de costa con halófitas pioneras, pastizal halófilo y marino en las que los recursos son aún más limitados. Por último, las zonas con menor valor coinciden con la zona de turba con vegetación herbácea halófila dispersa en las que el huracán Wilma impactó en el predio DTR.

Presencia antrópica.

Los elementos relacionados con el medio socioeconómico considerados para la evaluación de la calidad ambiental son las vías de comunicación y asentamientos humanos; para el caso particular que nos atañe se tomaron en cuenta los desarrollos turísticos, es decir el Hotel Sunset Tres Ríos junto con sus caminos, y los caminos a los cenotes como factores que implican la presencia antrópica.

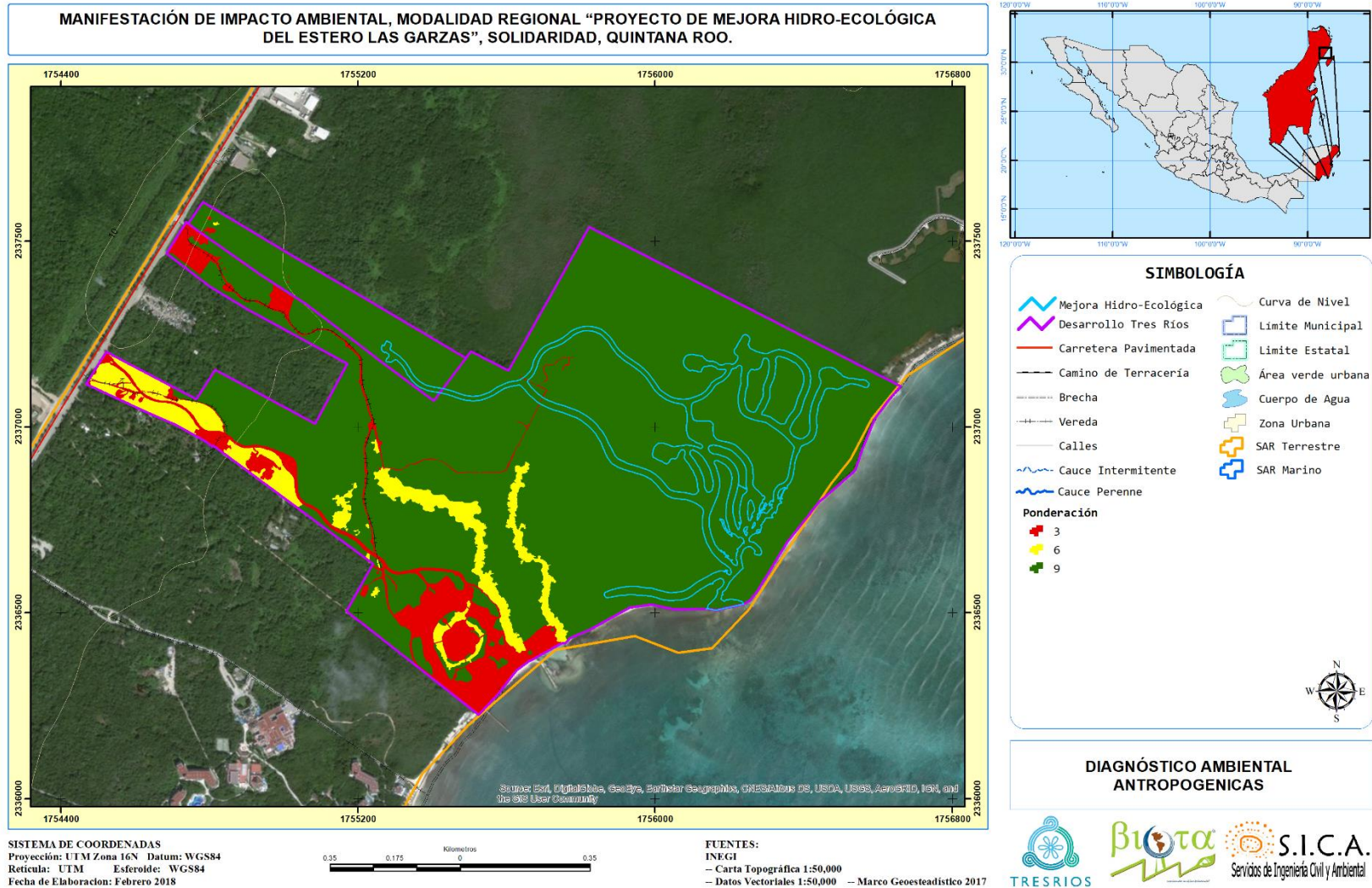
Tabla IV. 123. Ponderación de la presencia antrópica.

| RANGOS | VIALIDADES | | ASENTAMIENTOS HUMANOS |
|--------|----------------------|--|--|
| | VALOR | POR TIPO DE VIALIDAD | PRESENCIA DE LOCALIDADES URBANAS Y/O RURALES |
| 9 | Sin perturbación | Cuando no existen vías de comunicación | Sin presencia de asentamientos humanos |
| 6 | Buena | Cuando únicamente hay terracería, brechas y veredas o cuando predominan carreteras. | Con presencia de asentamientos humanos de tipo rural (es decir con menos de 2500 habitantes) |
| 3 | Moderada | Cuando predominan vías de segundo orden, brechas y veredas. | Con presencia de asentamientos humanos de tipo urbano (es decir con más de 2500 habitantes) |
| 1 | Aceptable/modificado | Cuando predominan vías tercer orden, pavimentadas y terracerías dentro del polígono. | Con presencia de asentamientos humanos de tipo urbano y rural. |

Fuente: Biota y SICA, 2018.

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL “PROYECTO DE MEJORA HIDRO-ECOLÓGICA DEL ESTERO LAS GARZAS”, SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.

Imagen IV. 105. Diagnóstico Ambiental del Predio del Proyecto (componente presencia antrópica).



Fuente: Biota y SICA, 2018.

**MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL.
"PROYECTO DE MEJORA HIDRO-ECOLÓGICA DEL ESTERO LAS GARZAS",
SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.**

En la anterior imagen podemos atisbar que la mayor superficie del predio del DTR presenta escasa presencia antrópica, con presencia antropológica intermedia la presentan las zonas cercanas al Hotel Sunset Tres Ríos, a los Ríos Selva y Pájaros en las que existen visitas guiadas de snorkel, kayak, así como tours para nadar en los que hay una mayor presencia antropológica. Mientras que las zonas como mayor afluencia antrópica la presentan las zonas del Hotel Sunset Tres Ríos, junto con sus caminos y accesos a cenotes. Para el presente diagnóstico se tomaron en consideración diferentes elementos, entre otros, la ayuda de los Sistemas de Información Geográfica, como imágenes satelitales, aunado a los vídeos capturados por el dron para referir con mayor precisión el estado que guarda el Predio del Desarrollo Tres Ríos de manera más fiel y confiable en cada zona.

Para el análisis del diagnóstico ambiental se utilizó el **álgebra de mapas**. El álgebra de mapas contiene el conjunto de procedimientos que permiten analizar capas ráster y extraer información a partir de ellas, para el presente estudio se requirió a la ayuda del programa Arcgis 10.3.1, para manejar esta información. La información contenida en las capas es susceptible de ser analizada para la obtención de otras capas referentes al mismo espacio geográfico, pero que contengan distinta información derivada de aquella. El álgebra de mapas es el conjunto de procedimientos y métodos que permiten llevar a cabo dicho análisis y extraer nuevos valores a partir de los contenidos en una o varias capas. Se entiende por **álgebra de mapas** el conjunto de técnicas y procedimientos que, operando sobre una o varias capas en formato ráster, nos permite obtener información derivada, generalmente en forma de nuevas capas de datos. Aunque nada impide que este proceso se lleve a cabo sobre capas vectoriales, se entiende que el álgebra de mapas hace referencia al análisis desarrollado sobre capas ráster, pues estas, por su estructura regular y sus características inherentes, son mucho más adecuadas para plantear los algoritmos y formulaciones correspondientes. Los procedimientos que se aplican sobre información geográfica en formato vectorial son por regla general clasificados dentro de otros bloques de conocimiento, como es por ejemplo el caso de las operaciones geométricas sobre datos vectoriales. Mediante este método, primero se evaluó cada factor individualmente, una vez realizado esto, se procedió a generar información de tipo raster para conseguir realizar las sumatorias pertinentes y conseguir un raster único, para finalmente crear un shape con la información requerida. Al final se obtuvieron los siguientes resultados: rangos que oscilan entre los 18 y los 63 puntos, en los que, se clasificó de acuerdo con los menores valores posibles a obtener y los mayores, es decir el valor menor posible de obtener de acuerdo con las ponderaciones de cada atributo son 7, la menor puntuación y 63 la mayor puntuación. Ahora bien, rangos que oscilan entre 7 y 17 señalan una muy mala calidad ambiental, valores entre los 18 y los 28 son considerados de mala calidad ambiental, en tanto que valores que oscilan entre los 30 y los 41 indican una calidad ambiental regular, valores que van de los 42 a los 53 puntos señalan una buena calidad ambiental, mientras que los valores que van de 54 a 63 indican una excelente calidad ambiental. Los posibles valores por obtener se presentan en la siguiente tabla:

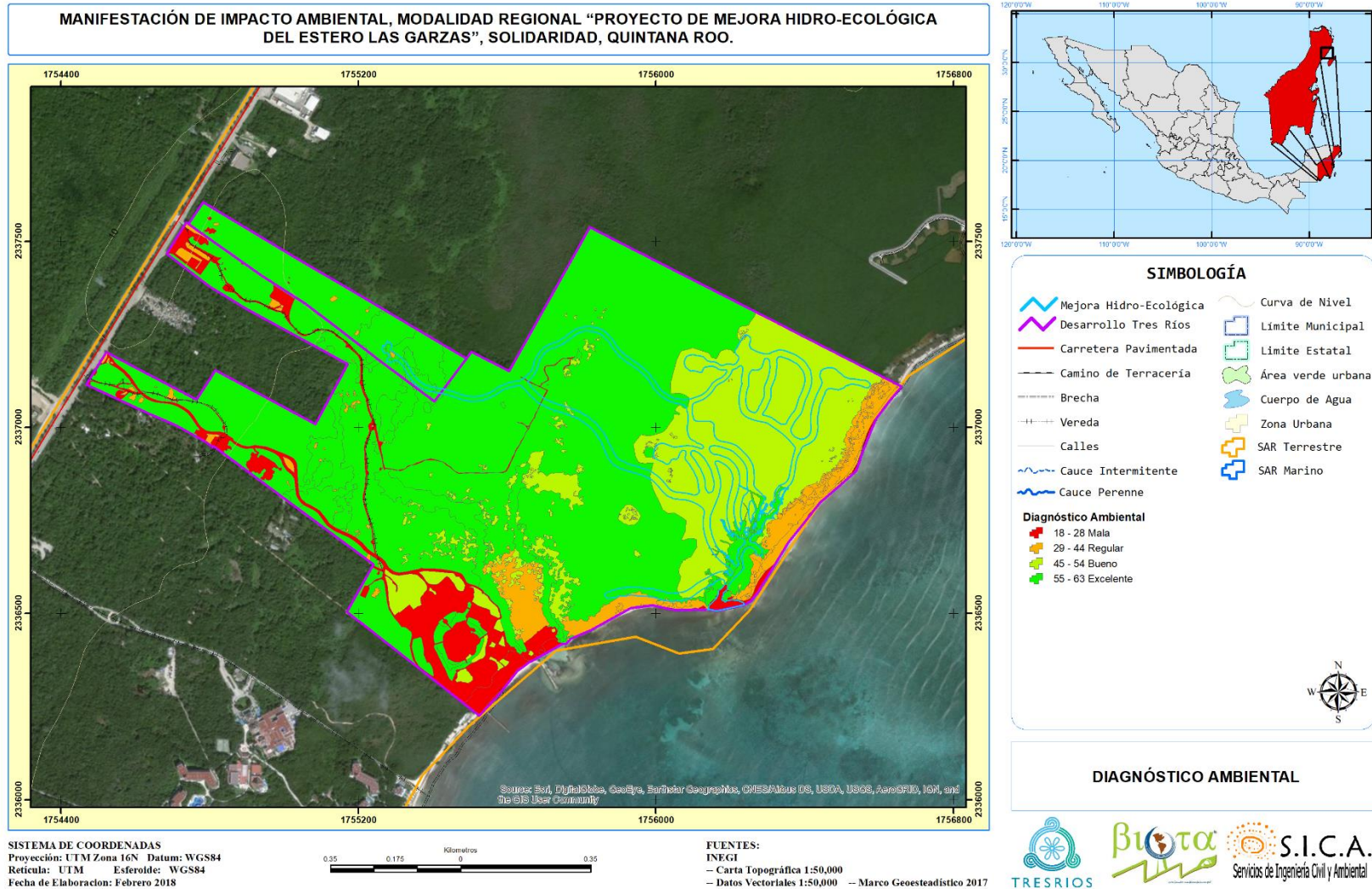
Tabla IV. 124. Tabla de ponderación de la calidad ambiental.

| RANGO | CALIDAD | SIMBOLOGÍA |
|-------|-----------|---|
| 7-17 | Muy mala |  |
| 18-28 | Mala |  |
| 29-44 | Regular |  |
| 45-54 | Buena |  |
| 55-63 | Excelente |  |

Fuente: Biota y SICA, 2018.

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL “PROYECTO DE MEJORA HIDRO-ECOLÓGICA DEL ESTERO LAS GARZAS”, SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.

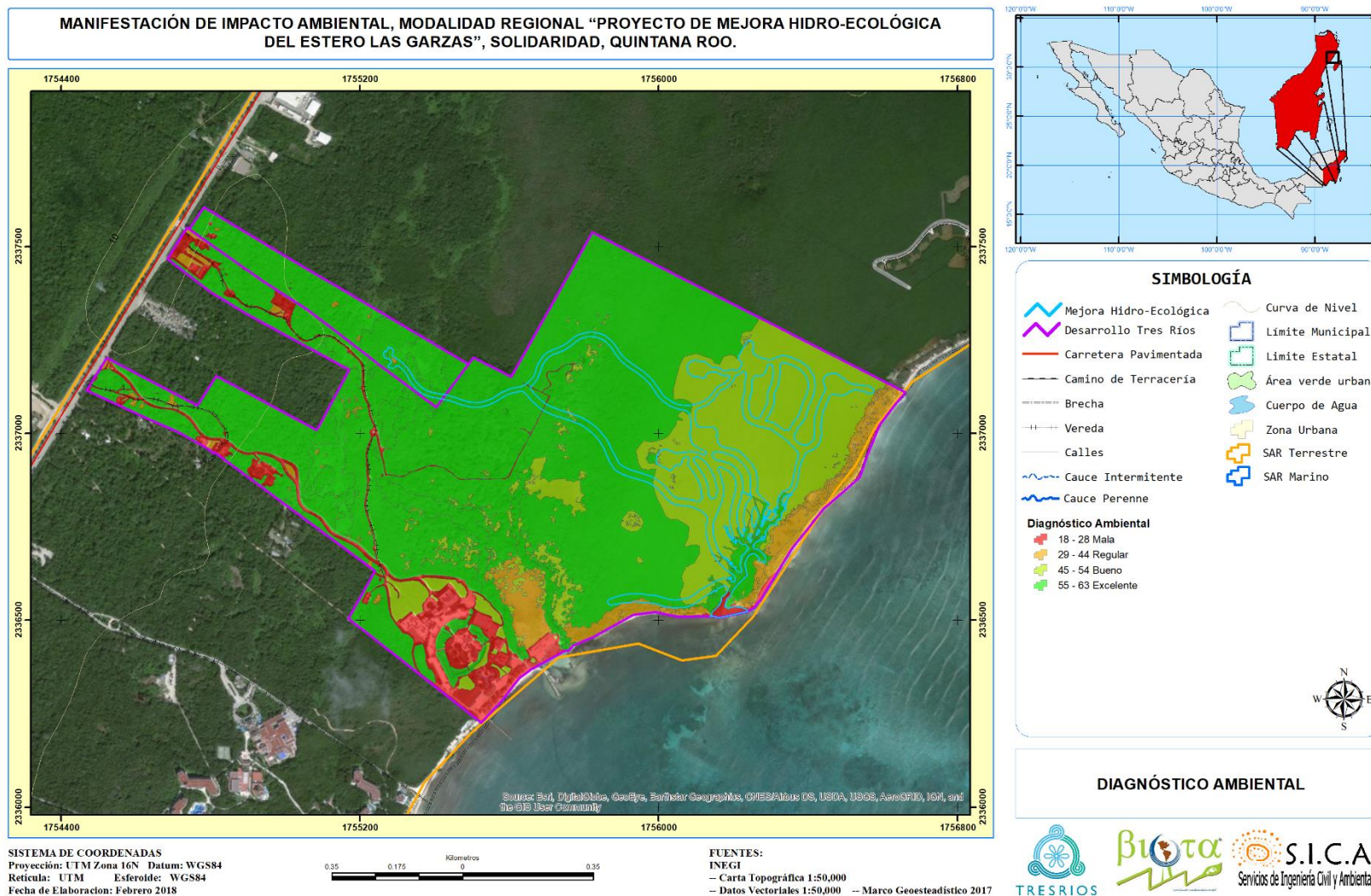
Imagen IV. 106. Diagnóstico Ambiental del Sistema Ambiental del Proyecto.



Fuente: Biota y SICA, 2018.

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL “PROYECTO DE MEJORA HIDRO-ECOLÓGICA DEL ESTERO LAS GARZAS”, SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.

Imagen IV. 107. Diagnóstico Ambiental del Sistema Ambiental del Proyecto con transparencia al 40%.



Fuente: Biota y SICA, 2018.

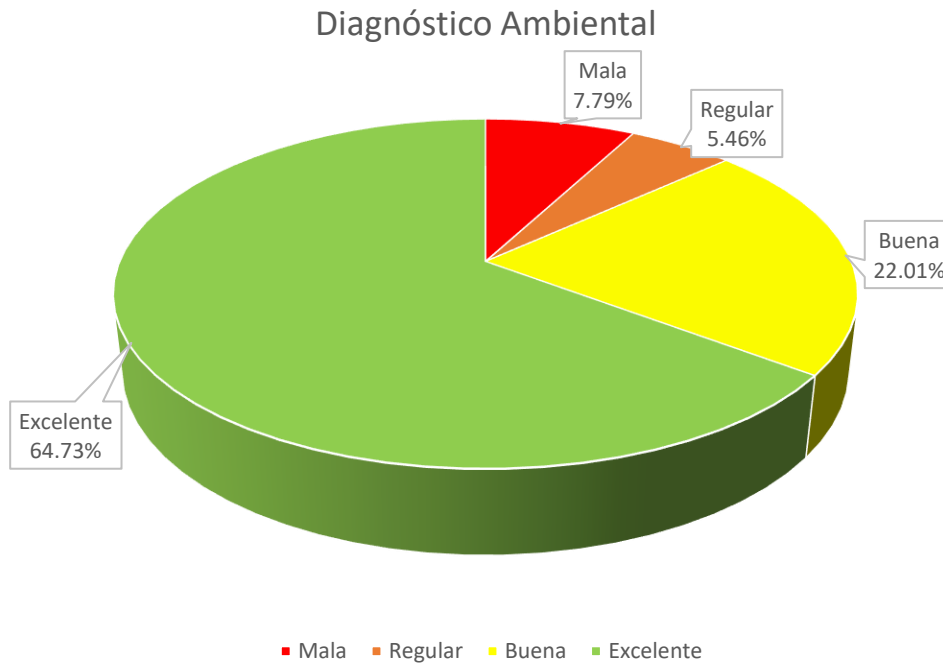
**MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL
"PROYECTO DE MEJORA HIDRO-ECOLÓGICA DEL ESTERO LAS GARZAS",
SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.**

Tabla IV. 125. Diagnóstico ambiental del Predio DTR.

| Rango | Diagnóstico ambiental | Área (has) | Superficie |
|-------|-----------------------|------------|------------|
| 18-28 | Mala | 10.315 | 7.79% |
| 29-44 | Regular | 7.238 | 5.46% |
| 45-54 | Buena | 29.160 | 22.01% |
| 54-63 | Excelente | 85.743 | 64.73% |
| | Total | 132.456 | 100.00% |

Fuente: Biota y SICA, 2018.

Gráfica IV. 19. Diagnóstico Ambiental del Predio DTR.



Fuente: Biota y SICA, 2018.

La tabla y la imagen anterior señalan que la mejor calidad ambiental, registrada como **excelente** (rangos de 54 a 63) ocupa un **64.73%** del total de Predio DTR, las que coinciden con los cuerpos de agua, el manglar de tipo cuenca, manglar de tipo borde, la selva de transición y la selva mediana subperennifolia. El manglar de tipo borde presenta salinidades de 35 ups, lo cual permite que su estructura y densidad brinde bienes y servicios ambientales más amplios gracias a su conexión con un cuerpo de agua, esto es con los Ríos Selva, Pájaros y el Estero Las Garzas. Es decir, entre las funciones principales que presta este tipo de manglar son: recarga y descarga de acuíferos, control de inundaciones, estabilización de la línea costera (control de la erosión), retención de sedimentos y de nutrientes, exportación de biomasa, protección contra tormentas, estabilización de microclimas, transportación por agua, por mencionar algunos. En lo que respecta, la selva de transición y la selva mediana presentan un estado de conservación muy bueno, además de su ubicación en la microtopografía del Predio, esto es la terraza para la selva mediana y el talud para la selva de transición o selva inundable. La calidad ambiental registrada como **buena** ocupa un **22.01%** del total de la superficie del Predio DTR, en ella se localizan el manglar de cuenca cercano a la infraestructura turística del Hotel Sunset Tres Ríos, además del manglar chaparro de *R. mangle*, ubicado en la zona oriente del Predio, lugar en donde se pretende ubicar los canales artificiales de mejora hidro-ecológica, este tipo de manglar se considera chaparro por tener una altura menor de 1.5 metros, altura y densidad directamente determinadas por la

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL. "PROYECTO DE MEJORA HIDRO-ECOLÓGICA DEL ESTERO LAS GARZAS", SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.

salidad del suelo. Este tipo de manglar presenta muy limitados servicios ambientales, con alto riesgo de disminuir aún más su estructura y sus servicios ambientales si el aislamiento, las sequías, la evaporación y/o salinización del suelo aumenta, por ello la importancia de tener una conexión hidrológica dinámica. La características estructurales y funcionales del manglar de matorral que ocupa la zona donde se pretende desarrollar la propuesta de mejora hidroecológica, están determinadas por la microtopografía y la hidrología de la planicie de inundación del predio Tres Ríos, la cual se ubica ligeramente por debajo del nivel medio del mar. Con respecto a la calidad ambiental considera como **regular** (rangos de 29-44) se tiene que, el **5.46%** de la superficie total del Predio muestra estas condiciones, dentro de esta superficie se localiza la turba con vegetación herbácea halófila dispersa, lugar en donde impactó el huracán Wilma en 2005, su efecto fue de gran magnitud en la que se perdieron ecosistemas originales de playa y de duna costera, y la pérdida parcial del manglar de matorral por enterramiento con arena. En tanto que la calidad ambiental registrada como **mala**, ocupa un 7.79% del Predio, ésta se ubica en las zonas en las que antes existía duna y/o playa y en las que ahora se encuentran halófitas pioneras o simplemente son zonas marinas, todo esto en la costa del Predio, además de toda la infraestructura existente que son las que presentan menor calidad ambiental del Predio.



TRESRIOS

CAPÍTULO V.

***IDENTIFICACIÓN,
CARACTERIZACIÓN Y
EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS
AMBIENTALES, ACUMULATIVOS
Y RESIDUALES DEL SISTEMA
AMBIENTAL REGIONAL.***

Contenido.

| | |
|--|----|
| V.1. Identificación de impactos. | 6 |
| V.1.1. Metodología para Identificar y Evaluar los Impactos Ambientales. | 18 |
| V.2. Caracterización de los impactos. | 21 |
| V.2.1. Indicadores de impacto y de cambio climático. | 46 |
| V.3. Valoración de los Impactos. | 64 |
| V.4. Impactos Residuales. | 90 |
| V.6. Impactos Acumulativos. | 91 |
| V.5. Conclusiones. | 96 |

Tablas

| | |
|--|----|
| Tabla V. 1. Lista indicativa de indicadores de impacto. | 7 |
| Tabla V. 2. Acciones durante la preparación del sitio y construcción del proyecto. | 8 |
| Tabla V. 3. Definición de los conceptos a evaluar mediante la lista de revisión. | 9 |
| Tabla V. 4. Lista de revisión de las actividades durante la preparación del sitio del proyecto. | 10 |
| Tabla V. 5. Descripción de impactos identificados en la lista de verificación. | 11 |
| Tabla V. 6. Impactos derivados del checklist durante la preparación del sitio. | 14 |
| Tabla V. 7. Impactos derivados del checklist durante la construcción. | 15 |
| Tabla V. 8. Impactos derivados del checklist durante la operación. | 16 |
| Tabla V. 9. Impactos derivados del checklist durante el mantenimiento. | 16 |
| Tabla V. 10. Atributos del suelo y nivel de susceptibilidad en el Sistema Ambiental Regional del proyecto. | 22 |
| Tabla V. 11. Indicadores de sensibilidad del suelo en el Sistema Ambiental Regional. | 22 |
| Tabla V. 12. Sensibilidad Geológica del área del Sistema Ambiental Regional. | 23 |
| Tabla V. 13. Sensibilidad Geomorfológica del Sistema Ambiental Regional. | 24 |
| Tabla V. 14. Indicadores de Sensibilidad de la vegetación del Sistema Ambiental Regional. | 25 |
| Tabla V. 15. Recursos forestales valorados para el cambio de uso de suelo. | 27 |
| Tabla V. 16. Uso de Suelo y Vegetación Presentes en el Predio Desarrollo Tres Ríos. | 30 |
| Tabla V. 17. Superficies del proyecto. | 32 |
| Tabla V. 18. Fragmentación Actual del Predio Desarrollo Tres Ríos. | 38 |
| Tabla V. 19. Cálculo de las medidas de fragmentación del paisaje una vez ingresado el Proyecto de Mejora Hidro-ecológica del Estero Las Garzas. | 42 |
| Tabla V. 20. Comparación de las medidas de fragmentación antes del proyecto y una vez ingresado el mismo. | 43 |
| Tabla V. 21. Indicadores ambientales elegidos para la evaluación de impacto ambiental. | 47 |
| Tabla V. 22. Matriz de Leopold. | 48 |
| Tabla V. 23. Descripción de los impactos ambientales para el atributo ambiental aire. | 49 |
| Tabla V. 24. Descripción de los impactos ambientales para el atributo ambiental agua. | 49 |
| Tabla V. 25. Descripción de los impactos ambientales para el atributo ambiental suelo. | 50 |
| Tabla V. 26. Descripción de los impactos ambientales para el atributo ambiental vegetación. | 50 |
| Tabla V. 27. Descripción de los impactos ambientales para el atributo ambiental Fauna. | 50 |
| Tabla V. 28. Descripción de los impactos ambientales para el atributo ambiental paisaje. | 51 |
| Tabla V. 29. Descripción de los impactos ambientales para el atributo ambiental socioeconómico. | 51 |
| Tabla V. 30. Distribución de impactos en la etapa de preparación del sitio. | 52 |
| Tabla V. 31. Distribución de impactos en la etapa de construcción. | 52 |
| Tabla V. 32. Impactos identificados por componente ambiental y por etapa. | 53 |
| Tabla V. 33. Clasificación de los servicios ambientales con relación a cada subsistema en particular. | 61 |
| Tabla V. 34. Síntesis de la ponderación de los impactos ambientales. | 66 |

| | |
|--|----|
| Tabla V. 35. Resumen de ponderación de impactos por etapa..... | 67 |
| Tabla V. 36. Ponderación de los impactos evaluados en la preparación del sitio | 68 |
| Tabla V. 37. Ponderación de los impactos evaluados en la construcción. | 69 |
| Tabla V. 38. Ponderación de los impactos evaluados en la operación..... | 69 |
| Tabla V. 39. Ponderación de los impactos evaluados en el mantenimiento..... | 70 |
| Tabla V. 40. Clasificación de grado de impacto por actividad. | 71 |
| Tabla V. 41. Límites para la clasificación del grado de impacto por actividad. | 71 |
| Tabla V. 42. Descripción y análisis de los impactos más significativos por actividad..... | 74 |
| Tabla V. 43. Clasificación de grado de impacto por Atributo Ambiental..... | 74 |
| Tabla V. 44. Límites para la clasificación del grado de impacto por factor ambiental. | 75 |
| Tabla V. 45. Descripción y análisis de los impactos más significativos por factor ambiental..... | 77 |
| Tabla V. 46. Uso de Suelo y Vegetación Presentes en el Predio Desarrollo Tres Ríos..... | 79 |
| Tabla V. 45. Unidades del Paisaje. | 81 |
| Tabla V. 48. Análisis regional a escala 1:6, 500. | 83 |
| Tabla V. 49. Afectación Total..... | 83 |
| Tabla V. 50. Ponderación regional a escala 1:6,500 una vez ingresado el proyecto. | 84 |
| Tabla V. 51. Diferencia de coeficientes de impacto (pérdida de superficie equivalente) | 84 |
| Tabla V. 52. Diferencia de coeficientes de impacto (pérdida de superficie equivalente) con el Proyecto Original y el Proyecto con modificaciones. | 89 |

Imagen

| | |
|--|-----|
| Imagen V. 1. Tipos de Vegetación localizados en el Predio Desarrollo Tres Ríos..... | 31 |
| Imagen V. 2. Paisaje actual del Predio de Desarrollo Tres Ríos sin Canales proyectados. | 33 |
| Imagen V. 3. Paisaje actual del Predio de Desarrollo Tres Ríos con canales proyectados. | 34 |
| Imagen V. 4. Paisaje actual del Predio de Desarrollo Tres Ríos una vez fragmentado..... | 35 |
| Imagen V. 5. Fragmentación actual del Predio de Desarrollo Tres Ríos..... | 36 |
| Imagen V. 6. Condición del paisaje vez ingresado el trazo del proyecto..... | 40 |
| Imagen V. 7. Fragmento con la mayor superficie..... | 41 |
| Imagen V. 8. Ejemplo de los efectos sobre la estructura, densidad, y servicios ambientales del manglar por aumento de la salinidad del suelo y desconexión hidrológica con la influencia mareal. | 44 |
| Imagen V. 9. Condición del manglar en el Predio Mayakoba..... | 45 |
| Imagen V. 10. Diagrama de flujo donde se representan las interacciones entre subsistemas. | 58 |
| Imagen V. 11. Tipos De Vegetación Localizados en el Predio Desarrollo Tres Ríos..... | 80 |
| Imagen V. 12. Unidades de Paisaje del Predio Desarrollo Tres Ríos. | 82 |
| Imagen V. 13. Condición actual del Proyecto Mejora Hidro Ecológica sin las unidades de paisaje. | 85 |
| Imagen V. 14. Condición actual del Proyecto Mejora Hidro Ecológica con las unidades de paisaje..... | 86 |
| Imagen V. 15. Ubicación de las unidades de paisaje, modificadas por el Proyecto en Google Maps. | 87 |
| Imagen V. 16. Ubicación de las unidades de paisaje, modificadas por el Proyecto en Google Earth. | 88 |
| Imagen V. 17. Impactos acumulados..... | 91 |
| Imagen V. 18. Red de Eventos del “Proyecto de Mejora Hidro-Ecológica del Estero Las Garzas..... | 95 |
| Imagen V. 19. Funciones, productos y atributos ambientales potenciales del manglar referidos por la IUCN; comparativamente con el caso del matorral sin conexión hidrológica permanente con el mar. | 98 |
| Imagen V. 20. Creación de hábitats y nichos ecológicos acuáticos y litorales con manglar del tipo fisonómico borde, como consecuencia natural de la creación del ecosistema acuático con funcionamiento estuarino en el predio Mayakoba..... | 99 |
| Imagen V. 21. Ejemplos de especies y de usos por de los hábitats y nichos ecológicos acuáticos y litorales con manglar del tipo fisonómico borde por la avifauna, en el ecosistema acuático con funcionamiento estuarino del predio Mayakoba. | 100 |

| | |
|---|-----|
| Imagen V. 22. Foto aérea para observar comparativamente los tipos fisonómicos y condiciones del manglar en el predio Mayakoba y el predio colindante. | 104 |
| Imagen V. 23. Incremento de la estructura del manglar de cuenca por efecto de la del sistema de canales, a la izquierda antes y a la derecha después de su implementación. | 104 |
| Imagen V. 24. Análisis de los parámetros del manglar de cuenca en el predio Mayakoba en 1998 antes de la implementación del sistema de canales y en 2008 después de ella; para compararlos con el simultáneo en 2008 en el predio colindante al sur. | 104 |

Gráficas

| | |
|---|-----|
| Gráfica V. 1. Naturaleza de los impactos. | 12 |
| Gráfica V. 2. Temporalidad de los impactos. | 13 |
| Gráfica V. 3. Extensión de los impactos. | 13 |
| Gráfica V. 4. Reversibilidad de los impactos. | 14 |
| Gráfica V. 5. Impactos derivados de la preparación del sitio. | 15 |
| Gráfica V. 6. Impactos derivados de la construcción. | 15 |
| Gráfica V. 7. Impactos derivados de la operación. | 16 |
| Gráfica V. 8. Impactos derivados del mantenimiento. | 17 |
| Gráfica V. 9. Distribución de impactos por etapas. | 52 |
| Gráfica V. 10. Distribución de impactos por componente ambiental. | 53 |
| Gráfica V. 11. Suelo. Distribución de impactos por etapas. | 54 |
| Gráfica V. 12. Agua. Distribución de impactos por etapas. | 54 |
| Gráfica V. 13. Aire. Distribución de impactos por etapas. | 55 |
| Gráfica V. 14. Vegetación. Distribución de impactos por etapas. | 55 |
| Gráfica V. 15. Fauna. Distribución de impactos por etapas. | 56 |
| Gráfica V. 16. Paisaje. Distribución de impactos por etapas. | 56 |
| Gráfica V. 17. Sociedad y economía. Distribución de impactos por etapas. | 57 |
| Gráfica V. 18. Producción primaria neta de carbón en diferentes tipos de vegetación. | 63 |
| Gráfica V. 19. Impactos positivos y negativos identificados en cada etapa del proyecto. | 67 |
| Gráfica V. 20. Importancia del impacto de las actividades durante la preparación del sitio. | 68 |
| Gráfica V. 21. Importancia del impacto de las actividades durante la etapa de construcción. | 69 |
| Gráfica V. 22. Importancia del impacto de las actividades durante la etapa de operación. | 70 |
| Gráfica V. 23. Importancia del impacto de las actividades durante la etapa de mantenimiento. | 71 |
| Gráfica V. 24. Distribución de impactos según su clasificación por actividad. | 72 |
| Gráfica V. 25. Distribución de impactos según su clasificación por actividad. | 72 |
| Gráfica V. 26. Porcentaje de contribución de cada actividad al impacto. | 73 |
| Gráfica V. 27. Porcentaje acumulado de las actividades con mayor impacto. | 73 |
| Gráfica V. 28. Clasificación de impactos de acuerdo con su ponderación por factor ambiental. | 75 |
| Gráfica V. 29. Distribución de impactos según su clasificación por factor ambiental. | 75 |
| Gráfica V. 30. Porcentaje de contribución de cada actividad al impacto. | 76 |
| Gráfica V. 31. Porcentaje acumulado de los factores ambientales con mayor impacto. | 76 |
| Gráfica V. 32. Gráficas del incremento en número de especies de los diversos grupos de fauna registradas en el predio Mayakoba entre el año 2001 y 2015. | 101 |
| Gráfica V. 33. Comparaciones de los porcentajes de especies registradas entre los hábitats de acuático-manglar y los de selva en el predio Mayakoba. | 102 |
| Gráfica V. 34. Comparaciones del número total de registros de especies en los hábitats de acuático-manglar; selva y duna-playa en el predio Mayakoba. | 102 |
| Gráfica V. 35. Comparación del número de especies registradas en el Corredor Cancún-Tulum contra el número de ellas registrado en el predio Mayakoba. | 103 |

Gráfica V. 36. Análisis del número de registros de especies endémicas o bajo algún estatus de protección en el predio Mayakoba..... 103

El proceso de evaluación del impacto ambiental inicia con la identificación de las acciones que pueden causar impactos sobre uno o más factores del medio susceptibles de recibirlos; en segundo término, se procede a valorar los impactos para determinar su grado de significancia y, por último, se establecen las medidas preventivas, correctivas o compensatorias necesarias (Fernández-Vítora, 1997; Gómez, 1999). No debe perderse de vista que el propósito de la evaluación del impacto ambiental, según el Artículo 28 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente es establecer las condiciones a que se sujetará la realización de obras y actividades que puedan causar desequilibrio ecológico o rebasar los límites y condiciones establecidos en las disposiciones aplicables para proteger el ambiente y preservar y restaurar los ecosistemas, a fin de evitar o reducir al mínimo sus efectos negativos sobre el ambiente. Por lo tanto, en el proceso de evaluación del impacto ambiental únicamente se está interesado en identificar y mitigar aquellas modificaciones imputables al proyecto que potencialmente puedan ser causantes de contingencia ambiental, desequilibrio ecológico, emergencia ecológica o daño ambiental irreversible, puesto que son éstas y no otras las que se consideran significativas para determinar la viabilidad del proyecto. De acuerdo con el diagnóstico ambiental descrito en el capítulo anterior y a las actividades que se llevarán a cabo para la realización del proyecto, se desarrollará un análisis ambiental en el que se identificarán los efectos de las acciones del proyecto sobre los indicadores ambientales. Esto permite evaluar las actividades que pueden generar beneficios y/o desequilibrios ecológicos de acuerdo con la naturaleza, extensión, intensidad, magnitud, duración y periodicidad, etc., en los diferentes elementos ambientales implicados.

V.1. Identificación de impactos.

La evaluación de los impactos ambientales depende de una adecuada identificación de los cambios potenciales al ambiente, por lo que es necesario conocer los objetivos, así como las obras y actividades que se realizarán en las diferentes etapas del proyecto. Esta identificación representa una actividad crítica en el Procedimiento de Evaluación del Impacto Ambiental (PEIA), ya que es necesario conocer las actividades que causan impactos con el fin de describir adecuadamente los factores/componentes y atributos ambientales afectados, asimismo considerar el tiempo, magnitud e importancia, evitando con ello cualquier daño permanente al ambiente o aumentar los procesos ambientales negativos y degenerativos, y con ello predecir las medidas de mitigación o atenuación correspondientes a cada impacto. Derivado de lo anterior en este Capítulo se describirán y evaluarán los impactos ambientales generados por el desarrollo del proyecto, incluyendo los impactos acumulativos y sinérgicos en caso de que el proyecto genere, para este fin será incorporada la información presentada referente a los componentes ambientales del Sistema Ambiental Regional delimitado en el Capítulo IV del presente trabajo. La componente espacial del área del proyecto y su integración en el Sistema Ambiental Regional se considera como el 100% del espacio territorial que posee la expresión ecosistémica y socioeconómica, que presenta cada lugar para el desarrollo de las diferentes actividades del proyecto y es capaz de identificar su poder de resiliencia al aprovechamiento de recursos naturales, localización de infraestructura, equipamientos, diversas formas de asentamientos humanos, etc. Su análisis y evaluación del impacto ambiental, encierra una gran complejidad que plantea la necesidad de identificar integralmente los factores ambientales, atributos e indicadores susceptibles de alteración. Para identificar los posibles impactos ambientales en la integración de la Mejora Hidro Ecológica, es necesario establecer indicadores que señalen dichos impactos ambientales. El número de indicadores ambientales es variable, por lo que están acotados a la cantidad de actividades que se realicen en el proyecto, y las unidades de ponderación expresan valores combinados o información modificada, de modo que se tiene una evaluación multivectorial y multifactorial. Los indicadores propuestos se utilizarán para determinar el efecto de las actividades del proyecto que provocarán sobre los atributos del ambiente y son definidos como "la expresión medible de un impacto ambiental" con y sin proyecto, por lo que son variables simples que representan una alteración sobre un factor ambiental, así un indicador es capaz de caracterizar numéricamente, en un momento dado, el estado del factor que se pretende valorar. De esta forma, los indicadores cumplen con los siguientes requisitos:

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL. "PROYECTO DE MEJORA HIDRO-ECOLÓGICA DEL ESTERO LAS GARZAS", SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.

- **Representatividad:** Se refiere al grado de información que posee un indicador respecto al impacto global de la obra.
- **Relevancia:** La información que aporta es significativa sobre la magnitud e importancia del impacto.
- **Excluyente:** No existe una superposición entre los distintos indicadores.
- **Cuantificable:** Medible, siempre que sea posible en términos cuantitativos.
- **Fácil identificación:** Definido conceptualmente de modo claro y conciso.

LISTA INDICATIVA DE INDICADORES DE IMPACTO.

La relación de indicadores, desglosada según los distintos componentes del ambiente y que se ofrece a continuación, será útil para las distintas fases del proyecto, posteriormente se determinarán los indicadores particulares para el proyecto que se refiere a las actividades que se requieren para este. Antes de identificar los efectos al ambiente ocasionados por las actividades del proyecto, es necesario identificar los elementos naturales y sociales del Sistema Ambiental Regional que serán afectados, los cuales están basados en un inventario de factores ambientales, descritos más adelante. A continuación, se presentan los principales factores ambientales y socioeconómicos sobre los que recaerán los impactos positivos y negativos que pueden provocar algún desequilibrio ecológico o sobre el factor socioeconómico al momento de desarrollarse el proyecto.

Tabla V. 1. Lista indicativa de indicadores de impacto.

| | |
|-----------------|--------------------------------|
| Suelo | Características físicas |
| | Características químicas |
| | Procesos erosivos |
| Aire | Calidad del aire (composición) |
| | Nivel de ruido |
| Agua | Calidad (físicoquímica) |
| | Patrón de drenaje superficial |
| Vegetación | Uso actual |
| | Cobertura |
| | Composición (estructura) |
| | Diversidad |
| | Especies en estatus |
| Fauna | Especies comerciales |
| | Distribución |
| | Diversidad |
| | Especies en estatus |
| Paisaje | Especies comerciales |
| | Calidad estético-paisajística |
| Socioeconómicos | Uso del suelo |
| | Economía local |
| | Economía regional |
| | Servicios públicos |
| | Densidad de población |
| | Costumbres y tradiciones |

Fuente: BIOTA y SICA, 2018.

IDENTIFICACIÓN Y DESCRIPCIÓN DE LAS FUENTES DE CAMBIO, PERTURBACIONES Y EFECTOS.

Las fuentes de cambio provocadas de la obra y que afectan al Sistema Ambiental Regional se presentan en la lista de cotejo correspondiente a las actividades del proyecto. Las perturbaciones de estas fuentes de cambio se analizan en las matrices de identificación, así como los procesos a través de los cuales ocurren las modificaciones del Sistema Ambiental Regional, a partir de las acciones del proyecto, con la secuencia de impactos analizados.

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL. "PROYECTO DE MEJORA HIDRO-ECOLÓGICA DEL ESTERO LAS GARZAS", SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.

Las acciones son todas aquellas actividades implementarán en el proyecto. Éstas serán divididas en preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento. Dichas actividades se presentan en la siguiente tabla.

Tabla V. 2. Acciones durante la preparación del sitio y construcción del proyecto

| ETAPA | ACTIVIDAD |
|-----------------------|---|
| Preparación del sitio | Construcción de caminos de acceso. |
| | Montaje y uso de almacenes, bodegas y talleres. |
| | Montaje y uso de campamentos, dormitorios, comedores. |
| | Instalación de viveros y áreas de trituración y almacenamiento de material vegetal y biomasa. |
| | Montaje y uso de instalaciones sanitarias. |
| | Colecta y tratamiento de aguas residuales. |
| | Instalación y uso de sitios para la disposición de residuos. |
| | Transporte y reciclaje o disposición final de residuos. |
| | Trazo de las áreas de desmonte y conservación. |
| | Marcado y rescate de especies vegetales. |
| | Rescate de especies animales. |
| Construcción | Desmonte y limpieza del terreno. |
| | Excavación. |
| | Formación de fondo y taludes. |
| | Trituración y transporte de turba. |
| | Composteo. |
| | Estabilización. |
| Operación | Conexión con estero. |
| | Presencia de visitantes. |
| | Paseo en los canales. |
| | Monitoreo calidad del agua. |
| Mantenimiento | Monitoreo de vida silvestre. |
| | Limpieza de drenes. |
| | Eliminación de raíces. |
| | Reubicación de residuos vegetales. |
| | Manejo de aguas residuales. |
| | Manejo de residuos sólidos domésticos. |

Fuente: BIOTA y SICA, 2018.

La lista de revisión o Check List es una herramienta de recolección de datos preliminares que puede emplearse en el desarrollo de una evaluación de impacto ambiental, consiste en analizar mediante una lista los factores ambientales y detectar aquellos que pueden ser afectados por las actividades a realizar durante el proyecto, así como su grado de afectación. Para la evaluación de los impactos ambientales mediante la lista de revisión, se evaluó la naturaleza, extensión, temporalidad y reversibilidad del impacto. Los conceptos empleados en la lista de revisión se muestran en la siguiente tabla.

Tabla V. 3. Definición de los conceptos a evaluar mediante la lista de revisión.

| IMPACTO | CLASIFICACIÓN | DEFINICIÓN |
|-----------------------|---------------|--|
| Naturaleza | Positivo | Establece que el efecto de la acción será favorable para el equilibrio ecológico y medio ambiente. |
| | Negativo | Establece que el efecto de la acción ocasionara un quiebre en el equilibrio ecológico, lo que produce un deterioro en el medio ambiente. |
| | Incierto | Establece que no se sabe el efecto de la acción sobre el equilibrio ecológico y el ambiente. |
| Temporalidad | Intermitente | El efecto puede ocurrir incidentalmente en los ciclos de tiempo que dura una acción intermitente. |
| | Temporal | Aquel efecto que supone alteración no permanente en el tiempo, con un plazo temporal de manifestación que puede estimarse o desestimarse. |
| | Permanente | Aquel efecto que supone una alteración indefinida en el tiempo de factores ambientales predominantes en la estructura o en la función de los sistemas de relaciones ecológicas o ambientales presentes en el lugar. |
| Extensión | Puntual | El efecto ocurre en los límites de la obra y hasta 4 m. |
| | Local | El efecto ocurre hasta 2. 5 km de la obra. |
| | Regional | El efecto ocurre a más de 2. 5 km de la obra. |
| Reversibilidad | Reversible | Aquel efecto en el que la alteración que supone puede ser asimilada por el entorno de forma medible, a medio plazo, debido al funcionamiento de los procesos naturales de la sucesión ecológica y de los mecanismos de autodepuración del medio. |
| | Irreversible | Aquel que supone la imposibilidad, o la “dificultad extrema”, de retornar, por medios naturales, a la situación anterior a la acción que lo produce. |

Fuente: BIOTA y SICA, 2018.

A continuación, se presenta la lista de revisión o Check List que se realizó para los impactos del proyecto, en donde se le coloca un número 1, para indicar de qué tipo es el impacto presente en cada una de las actividades a realizarse del proyecto.

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL “PROYECTO DE MEJORA HIDROECOLÓGICA DEL ESTERO LAS GARZAS”, SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.

Tabla V. 4. Lista de revisión de las actividades durante la preparación del sitio del proyecto.

| ETAPA | COMPONENTES | NATURALEZA | | | TEMPORALIDAD | | | EXTENSIÓN | | | REVERSIBILIDAD | |
|--------------------------|--|------------|-----------|----------|--------------|-----------|------------|-----------|-----------|----------|----------------|------------|
| | | POSITIVO | NEGATIVO | INCIERTO | INTERMITENTE | TEMPORAL | PERMANENTE | PUNTUAL | LOCAL | REGIONAL | IRREVERSIBLE | REVERSIBLE |
| Preparación del sitio | Construcción de caminos de acceso | | 1 | | | | 1 | | 1 | | 1 | |
| | Montaje y uso de almacenes, bodegas y talleres | | 1 | | | 1 | | 1 | | | | 1 |
| | Montaje y uso de campamentos, dormitorios, comedores | | 1 | | | 1 | | 1 | | | | 1 |
| | Instalación de viveros y áreas de trituración y almacenamiento de material vegetal y biomasa | | 1 | | | 1 | | 1 | | | | 1 |
| | Montaje y uso de instalaciones sanitarias | | 1 | | | 1 | | 1 | | | | 1 |
| | Colecta y tratamiento de aguas residuales | | 1 | | | 1 | | | | 1 | | 1 |
| | Instalación y uso de sitios para la disposición de residuos | | 1 | | | 1 | | 1 | | | | 1 |
| | Transporte y reciclaje o disposición final de residuos | | 1 | | | 1 | | | | 1 | | 1 |
| | Trazo de las áreas de desmonte y conservación | | 1 | | | 1 | | 1 | | | | 1 |
| | Marcado y rescate de especies vegetales | 1 | | | | | 1 | | 1 | | | 1 |
| | Rescate de especies animales | 1 | | | | | 1 | | 1 | | | 1 |
| | Desmonte y limpieza del terreno | | 1 | | | | 1 | | 1 | | 1 | |
| Construcción | Excavación | | 1 | | | | 1 | | 1 | | 1 | |
| | Formación de fondo y taludes | | 1 | | | | 1 | | 1 | | 1 | |
| | Trituración y transporte de turba | | 1 | | | 1 | | 1 | | | 1 | |
| | Composteo | | 1 | | | 1 | | 1 | | | 1 | |
| | Estabilización | 1 | | | | | 1 | | 1 | | 1 | |
| | Conexión con estero | 1 | | | | | 1 | | 1 | | 1 | |
| Operación | Presencia de visitantes | | 1 | | | | 1 | | | 1 | | 1 |
| | Paseo en los canales | | 1 | | | | 1 | | 1 | | | 1 |
| | Monitoreo calidad del agua | 1 | | | 1 | | | 1 | | | 1 | |
| | Monitoreo de vida silvestre | 1 | | | 1 | | | 1 | | | 1 | |
| Mantenimiento | Limpieza de drenes | 1 | | | 1 | | | | 1 | | | 1 |
| | Eliminación de raíces | | 1 | | 1 | | | 1 | | | | 1 |
| | Reubicación de residuos vegetales | | 1 | | 1 | | | | 1 | | | 1 |
| | Manejo de aguas residuales | 1 | | | | | 1 | | 1 | | | 1 |
| | Manejo de residuos sólidos domésticos | | 1 | | | | 1 | | | 1 | | 1 |
| Total de impactos | | 8 | 19 | 0 | 5 | 10 | 12 | 9 | 14 | 4 | 8 | 19 |

Fuente: BIOTA y SICA, 2018.

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL "PROYECTO DE MEJORA HIDRO-ECOLÓGICA DEL ESTERO LAS GARZAS", SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.

Los impactos encontrados en cada una de las etapas del proyecto se describen en la siguiente tabla.

Tabla V. 5. Descripción de impactos identificados en la lista de verificación

| ETAPA | COMPONENTE | DESCRIPCIÓN |
|------------------------------------|---|---|
| Preparación del sitio | Construcción de caminos de acceso. | Para este punto es importante señalar que el proyecto tiene contemplada la utilización de los caminos actuales, así mismo los autorizados por el proyecto Crisálida, pero como medida precautoria se realizara la evaluación y se determinaran las medidas de mitigación pertinentes en caso de requerir la apertura de caminos se dará aviso previamente a las autoridades, sin embargo, se reitera que el proyecto considera los caminos antes señalados para su construcción. La construcción de caminos y accesos afectará permanentemente el grado de compactación del suelo y la distribución natural de vegetación y fauna a lo largo del predio, el cual será irreversible ya que los caminos serán utilizados por los visitantes y personal operativo. |
| | Montaje y uso de almacenes, bodegas y talleres. | El montaje y uso de almacenes, bodegas y talleres afectará temporalmente la distribución natural de la fauna, ya que al desmontarse ésta volverá a desplazarse por el sitio. |
| | Montaje y uso de campamentos, dormitorios, comedores. | El montaje y uso de campamentos, dormitorios y comedores afectará temporalmente la distribución natural de la fauna, ya que al desmontarse ésta volverá a desplazarse por el sitio. |
| | Instalación de viveros y áreas de trituración y almacenamiento de material vegetal y biomasa. | La instalación de viveros y áreas de trituración y almacenamiento de material vegetal y biomasa afectará temporalmente la distribución natural de la fauna, ya que al desmontarse ésta volverá a desplazarse por el sitio. |
| | Montaje y uso de instalaciones sanitarias. | El montaje y uso de instalaciones sanitarias afectará temporalmente la distribución natural de la fauna, ya que al desmontarse ésta volverá a desplazarse por el sitio. Además, afectará la calidad del agua empleada, generará lodos residuales y GEI. |
| | Colecta y tratamiento de aguas residuales. | El Colecta y tratamiento de aguas residuales afectará la calidad del aire al generar GEI. |
| | Instalación y uso de sitios para la disposición de residuos. | La instalación y uso de sitios para la disposición de residuos afectará temporalmente la distribución natural de la fauna nativa y podría atraer fauna nociva. |
| | Transporte y reciclaje o disposición de residuos. | El transporte y reciclaje o disposición de residuos generará emisiones de GEI, y su disposición afectará las características fisicoquímicas del suelo. |
| | Trazo de las áreas de desmonte y conservación. | El trazo de las áreas de desmonte y conservación afectará temporalmente la distribución de la fauna y las características físicas del suelo por la colocación de mallas. |
| | Marcado y rescate de especies vegetales. | El marcado y rescate de especies vegetales contribuirá a la conservación de Vegetación nativa |
| | Rescate de especies animales. | El rescate de especies animales contribuirá a la conservación de fauna nativa |
| | Desmonte y limpieza del terreno. | El desmonte y limpieza del terreno afectará de manera permanente el hábitat de las especies de la zona y la estructura física del suelo. Además, el uso de maquinaria generará emisiones, ruido y residuos de aceite. |
| | Construcción | Excavación. |
| Formación de fondo y taludes. | | La formación de fondo y taludes afectara de manera permanente el hábitat de las especies de la zona, la composición física del suelo y la hidrología superficial. Además, el uso de maquinaria generará emisiones, ruido y residuos de aceite. |
| Trituración y transporte de turba. | | La trituración y transporte de turba afectará de manera temporal la calidad del aire por emisiones de GEI y generará ruido. |
| Composteo. | | El uso de maquinaria para composteo afectará de manera local la calidad del aire por la generación de GEI y ruido. |
| Estabilización. | | La estabilización beneficiará de manera permanente a la generación de hábitats para las especies de la zona y la hidrología superficial. |
| Conexión con estero. | | La conexión con estero contribuirá de manera permanente a la restauración del hábitat y la hidrología superficial. |
| Operación | Presencia de visitantes. | La presencia de visitantes afectará permanentemente el hábitat por la generación de residuos y ruido por el tránsito de personas. |
| | Paseo en los canales. | El paseo en los canales afectara de manera permanente el hábitat por la generación de residuos, ruido y emisiones de GEI por el tránsito de vehículos acuáticos. |

**MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL.
"PROYECTO DE MEJORA HIDRO-ECOLÓGICA DEL ESTERO LAS GARZAS",
SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.**

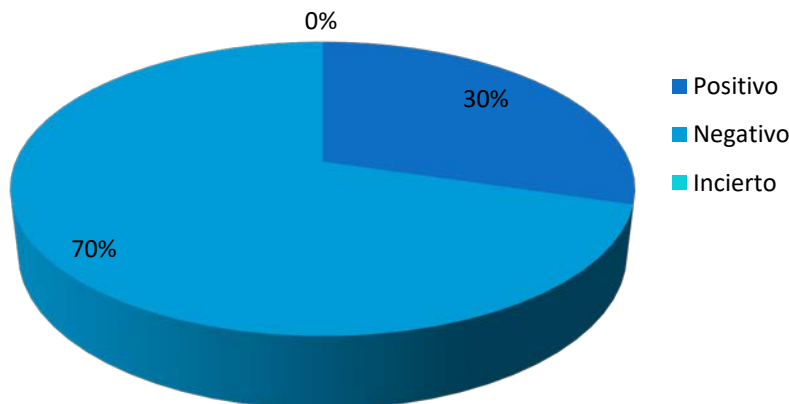
| ETAPA | COMPONENTE | DESCRIPCIÓN |
|---------------|--|---|
| | Monitoreo calidad del agua. | El monitoreo calidad del agua permitirá mantener un registro de las características del agua y prevenir o remediar algún tipo de contaminación. |
| | Monitoreo de vida silvestre. | El monitoreo de vida silvestre (flora y fauna) permitirá mantener un registro de la restauración del hábitad de la zona. |
| Mantenimiento | Limpieza de drenes. | La limpieza de drenes contribuirá a mantenerlos en buenas condiciones. |
| | Eliminación de raíces. | La eliminación de raíces generará residuos orgánicos. |
| | Reubicación de residuos vegetales. | La reubicación de residuos vegetales generará emisiones de GEI por el uso de vehículos. |
| | Manejo de aguas residuales. | El manejo de agua residual contribuirá a reducir el grado de contaminación de esta. |
| | Manejo de residuos sólidos domésticos. | El manejo de residuos sólidos domésticos afectará la calidad del aire por el uso de vehículos y al suelo por la disposición final en rellenos sanitarios. |

Fuente: BIOTA y SICA, 2018.

CONCLUSIONES DE LA IDENTIFICACIÓN DE LOS IMPACTOS.

Como se presenta en la gráfica siguiente, el 70% de los impactos son negativos, afectando principalmente la calidad del aire en todas las etapas, debido a la utilización de combustibles fósiles para el transporte, y a la utilización de maquinaria para llevar a cabo los trabajos de construcción y compostaje. Mientras que el 30% son impactos positivos, los cuales implican un mejor desarrollo de la vegetación y fauna nativa del lugar, debido al rescate de especies y la restauración de su hábitat natural.

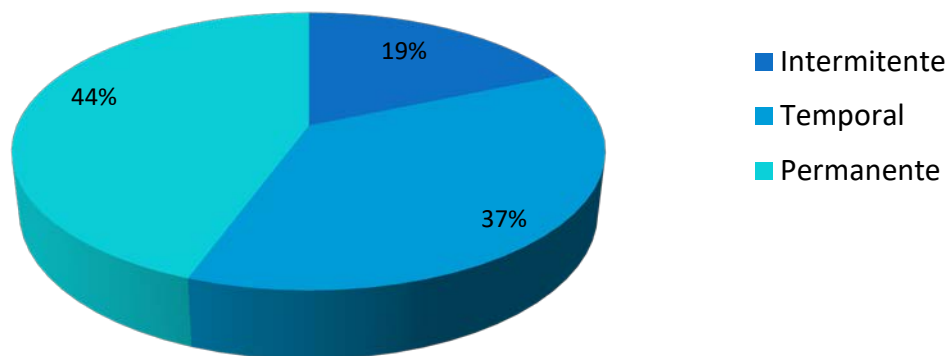
Gráfica V. 1. Naturaleza de los impactos.



Fuente: BIOTA y SICA, 2018.

En la gráfica que se presenta a continuación, se observa que el 44% de los impactos identificados en el Check List tendrán un impacto permanente, estos se encuentran principalmente en la etapa de preparación del sitio y construcción debido a la modificación del hábitat natural. El 37% de los impactos se considera temporales, los cuales se encuentran principalmente en la etapa de preparación del sitio debido a las instalaciones provisionales necesarias para el desarrollo del proyecto. Por otro lado, en las etapas de operación y mantenimiento se concentran las actividades que se llevaran a cabo de manera intermitentes, ya que son acciones de tiempos cortos pero periódicos, estos representan el 19% de los impactos identificados.

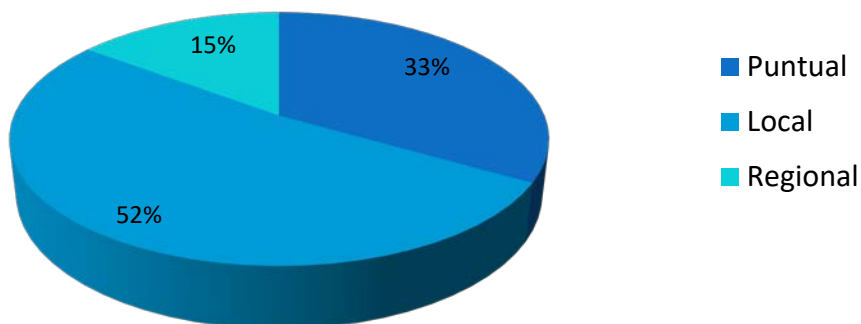
Gráfica V. 2. Temporalidad de los impactos.



Fuente: BIOTA y SICA, 2018.

En la gráfica siguiente se observa que la que el mayor porcentaje de impactos son locales (52%), ya que en la etapa de construcción se presenta el mayor número de impactos locales, ya que los residuos vegetales provenientes de las actividades implicadas en esta fase serán tratados dentro del predio. El 33% de los impactos son puntuales, y se presentan en la principalmente en la fase de preparación del terreno donde se presenta mayormente impactos puntuales, afectando principalmente a la distribución de la fauna local por el montaje de las obras provisionales y a los niveles de ruido generados por la maquinaria. Sin embargo, una vez que las obras sean desmontadas el impacto se revertirá. Por otro lado, los impactos regionales representan el menor porcentaje (15%) estos se presentan por el transporte de residuos y aguas residuales, ya que son transportados fuera del predio para su tratamiento o disposición final.

Gráfica V. 3. Extensión de los impactos.

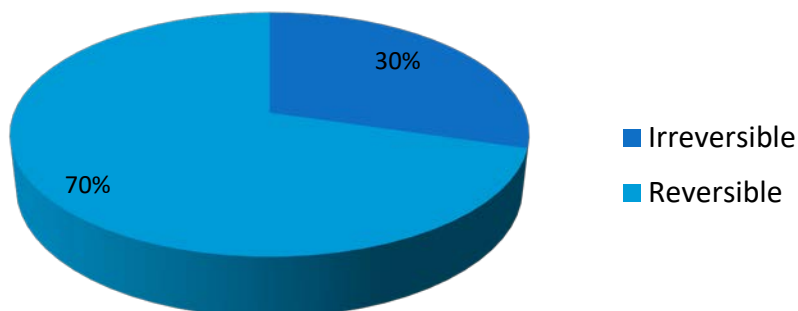


Fuente: BIOTA y SICA, 2018.

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL. "PROYECTO DE MEJORA HIDRO-ECOLÓGICA DEL ESTERO LAS GARZAS", SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.

El porcentaje de la reversibilidad de los impactos se muestra en la gráfica siguiente, el 70% de estos se consideran reversibles, se concentran con mayor frecuencia en la etapa de preparación del sitio ya que son instalaciones que se llevaran a cabo de manera temporal y el impacto se revierte al desmontar las estructuras provisionales. Las actividades que representan principalmente un impacto hacia el hábitat existente en la zona son irreversibles debido a la modificación estructural del mismo, a excepción del monitoreo del agua y vida silvestre, los cuales contemplan el 30% de los impactos ocasionados durante el desarrollo del proyecto.

Gráfica V. 4. Reversibilidad de los impactos.



Fuente: BIOTA y SICA, 2018.

PREPARACIÓN DEL SITIO.

El 83.3% de los impactos durante la preparación del sitio son de naturaleza negativa, un 66.7% ocurrirán de manera temporal y 33.3% serán permanentes. Los impactos durante esta etapa son 50% puntuales, 33.3% locales y 16.7% regionales. El 83.3% son reversibles, por lo que durante la preparación del sitio la magnitud de los impactos dependerá de la aplicación de las medidas preventivas y de mitigación de manera constante y enfocada a cada componente ambiental en específico.

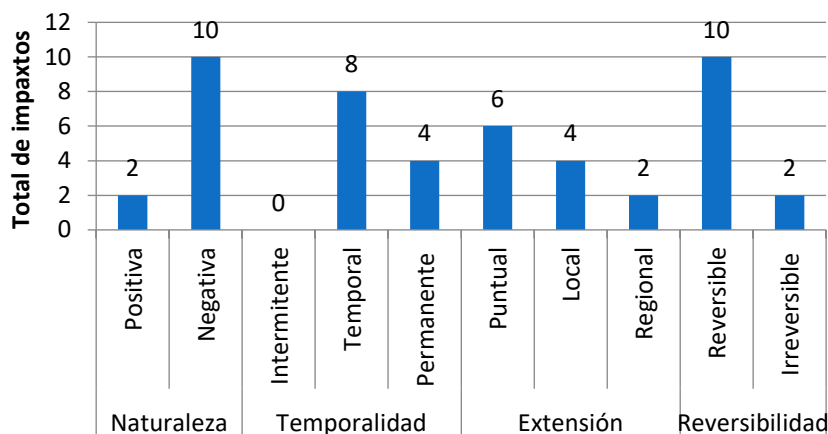
Tabla V. 6. Impactos derivados del checklist durante la preparación del sitio.

| IMPACTO | CLASIFICACIÓN | TOTAL, DE IMPACTOS | PORCENTAJE (%) |
|----------------|---------------|--------------------|----------------|
| Naturaleza | Positiva | 2 | 16.7 |
| | Negativa | 10 | 83.3 |
| Temporalidad | Temporal | 8 | 66.7 |
| | Permanente | 4 | 33.3 |
| Extensión | Puntual | 6 | 50.0 |
| | Local | 4 | 33.3 |
| | Regional | 2 | 16.7 |
| Reversibilidad | Reversible | 10 | 83.3 |
| | Irreversible | 2 | 16.7 |

Fuente: BIOTA y SICA, 2018.

**MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL.
"PROYECTO DE MEJORA HIDRO-ECOLÓGICA DEL ESTERO LAS GARZAS",
SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.**

Gráfica V. 5. Impactos derivados de la preparación del sitio.



Fuente: BIOTA y SICA, 2018.

CONSTRUCCIÓN.

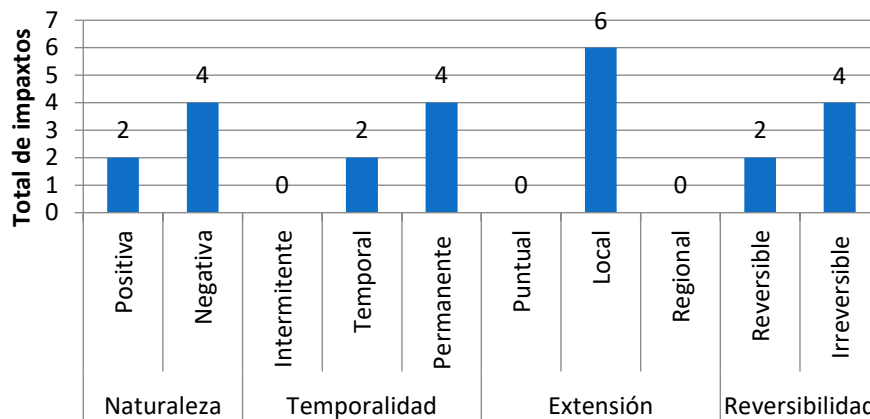
El 66. 7% de los impactos producidos durante la construcción del proyecto son de naturaleza negativa y 33.3% son positivos. Todos los impactos son locales, y de estos el 33. 3% son temporales y 66. 7% permanentes. Del total de impactos 33. 3% son reversibles, es decir, transcurrido un tiempo la mayoría de estos se pueden revertir o ser asimilados por el entorno.

Tabla V. 7. Impactos derivados del checklist durante la construcción.

| IMPACTO | CLASIFICACIÓN | TOTAL, DE IMPACTOS | PORCENTAJE (%) |
|----------------|---------------|--------------------|----------------|
| Naturaleza | Positiva | 2 | 33. 3 |
| | Negativa | 4 | 66. 7 |
| Temporalidad | Intermitente | 0 | 0. 0 |
| | Temporal | 2 | 33. 3 |
| | Permanente | 4 | 66. 7 |
| | Puntual | 0 | 0. 0 |
| Extensión | Local | 6 | 100. 0 |
| | Regional | 0 | 0. 0 |
| Reversibilidad | Reversible | 2 | 33. 3 |
| | Irreversible | 4 | 66. 7 |

Fuente: BIOTA y SICA, 2018.

Gráfica V. 6. Impactos derivados de la construcción.



Fuente: BIOTA y SICA, 2018.

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL. "PROYECTO DE MEJORA HIDRO-ECOLÓGICA DEL ESTERO LAS GARZAS", SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.

OPERACIÓN.

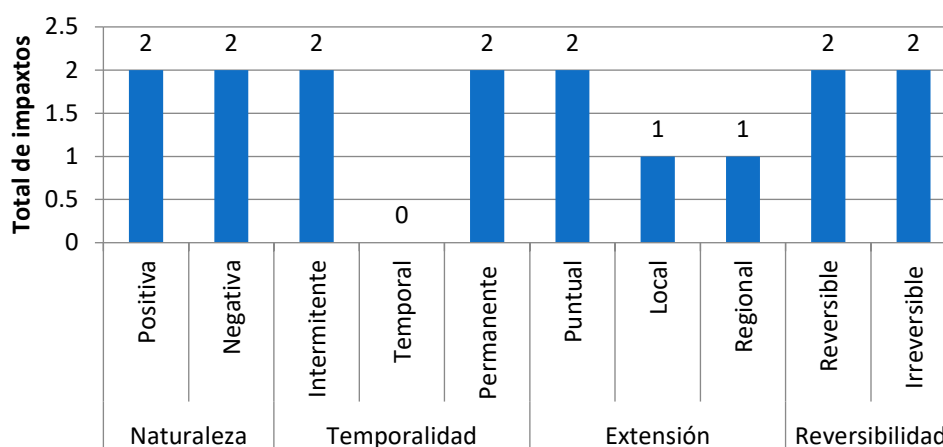
Durante de operación se generará un 50% de impactos con naturaleza negativa. Por otro lado, del total de los impactos el 50% se presentarán de manera intermitente y el resto de manera permanente. En cuanto a extensión, 50% impactarán de manera puntual, 25% local y 25% regional. El 50% de los impactos son reversibles, lo que indica que el impacto negativo puede revertirse o ser asimilado por el entorno

Tabla V. 8. Impactos derivados del checklist durante la operación.

| IMPACTO | CLASIFICACIÓN | TOTAL, DE IMPACTOS | PORCENTAJE (%) |
|----------------|---------------|--------------------|----------------|
| Naturaleza | Positiva | 2 | 50.0 |
| | Negativa | 2 | 50.0 |
| Temporalidad | Intermitente | 2 | 50.0 |
| | Permanente | 2 | 50.0 |
| Extensión | Puntual | 2 | 50.0 |
| | Local | 1 | 25.0 |
| | Regional | 1 | 25.0 |
| Reversibilidad | Reversible | 2 | 50.0 |
| | Irreversible | 2 | 50.0 |

Fuente: BIOTA y SICA, 2018.

Gráfica V. 7. Impactos derivados de la operación



Fuente: BIOTA y SICA, 2018.

Mantenimiento.

El mantenimiento de los canales presenta 60% de impactos negativos, siendo la mayoría intermitentes y locales. Sin embargo, el 100% son reversibles.

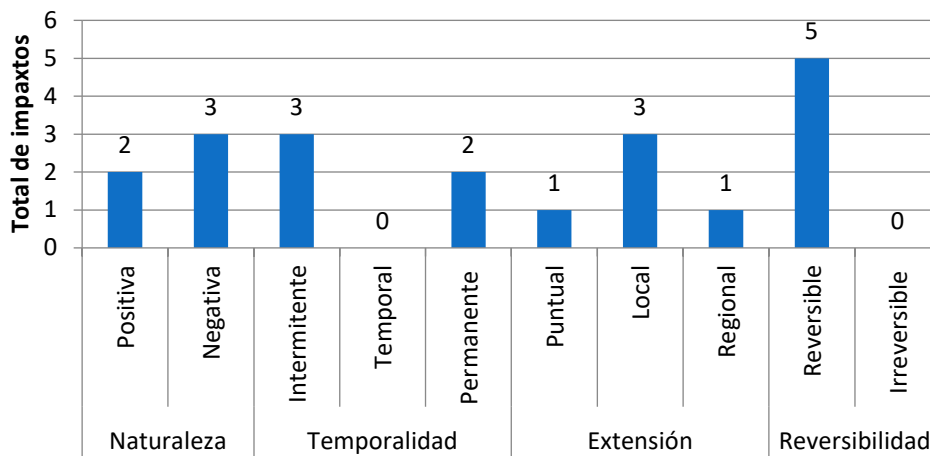
Tabla V. 9. Impactos derivados del checklist durante el mantenimiento.

| IMPACTO | CLASIFICACIÓN | TOTAL, DE IMPACTOS | PORCENTAJE (%) |
|----------------|---------------|--------------------|----------------|
| Naturaleza | Positiva | 2 | 40.0 |
| | Negativa | 3 | 60.0 |
| Temporalidad | Intermitente | 3 | 60.0 |
| | Permanente | 2 | 40.0 |
| Extensión | Puntual | 1 | 20.0 |
| | Local | 3 | 60.0 |
| | Regional | 1 | 20.0 |
| Reversibilidad | Reversible | 5 | 100.0 |

Fuente: BIOTA y SICA, 2018.

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL.
 "PROYECTO DE MEJORA HIDRO-ECOLÓGICA DEL ESTERO LAS GARZAS",
 SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.

Gráfica V. 8. Impactos derivados del mantenimiento.



Fuente: BIOTA y SICA, 2018.

V.1.1. Metodología para Identificar y Evaluar los Impactos Ambientales.

De entre toda la gama de acciones que intervienen en la relación causa-efecto que define un impacto ambiental, susceptibles de producir impactos concretos en cualquiera de las etapas del proyecto, se deben seleccionar aquellas que sean relevantes, excluyentes/independientes, fácilmente identificables, localizables y cuantificables (Gómez Orea, 1999), ya que algunas de ellas no son significativas desde el punto de vista ambiental porque no modifican o alteran el ambiente o los recursos naturales, o bien porque su efecto es bajo o se puede anular con la adecuada y oportuna aplicación de medidas de prevención o mitigación. Para identificar y evaluar los impactos ambientales que generará el proyecto de Mejora Hidro ecológica en sus diferentes etapas, se utilizaron los siguientes instrumentos de evaluación, un Check List, que evalúa los impactos en cada etapa del proyecto de acuerdo con la naturaleza, temporalidad, extensión y la reversibilidad del impacto. Se empleó una matriz de identificación de los impactos ambientales o bien el método de Leopold, *et al* (1971). Esta matriz considera acciones y su potencial de impacto sobre cada elemento ambiental. La matriz de Leopold pertenece a un grupo denominado "matrices causa-efecto". En esta tipología de matrices de doble entrada, las columnas están constituidas por las acciones que producen los impactos, y las filas los factores del medio susceptibles de recibir estos impactos. Se trata de una forma sencilla de interaccionar las acciones con los efectos, es por esta razón que este método solo permite identificar impactos directos. Así mismo el método de Batelle-Colombus, también llamado matriz de importancia, la cual consiste en un cuadro de doble entrada en cuyas columnas figurarán las acciones impactantes y dispuestas en filas los factores ambientales susceptibles a recibir impacto. Otro método utilizado fue las redes de eventos, donde se analiza la relación causa-efecto, a fin de identificar los impactos secundarios, terciarios e inclusive cuaternarios, que ocurren a lo largo de diferentes momentos del proyecto. Así mismo para dar mayor sustento a lo antes descrito se optó por realizar un análisis de fragmentación y un análisis de afectación sobre unidades de paisaje, los cuales se describen a continuación.

ANÁLISIS DE FRAGMENTACIÓN.

Con la finalidad de realizar un análisis técnico respecto al incremento de la pérdida de conectividad de los ecosistemas del Sistema Ambiental Regional y la disminución de hábitats para la fauna causados por el proyecto, se realiza un análisis de fragmentación del paisaje, existen muchas medidas de paisaje para cuantificar la fragmentación del hábitat, una medida de fragmentación que ha sido presentada más recientemente y que ha sido ampliamente aplicada como un indicador para monitoreo ambiental en varios países como Suiza y Alemania, se trata del método del tamaño efectivo de la malla. Se eligió el tamaño efectivo de la malla como medida de fragmentación porque este método agrega la información de fragmentación del paisaje en un valor único que puede ser fácilmente obtenido e interpretado, y, adicionalmente, tiene otras varias ventajas:

- Toma en cuenta todos los fragmentos restantes en la "red" de infraestructura de transporte, zonas urbanas, etc.
- Es conveniente para comparar la fragmentación de regiones con diferentes áreas totales y con diferentes proporciones ocupadas.
- Su confiabilidad ha sido confirmada en el fundamento de nueve criterios de confiabilidad mediante una comparación sistemática con otras medidas cuantitativas (Jaeger, 2000, 2002).
- Puede ser ampliada para incluir la permeabilidad de la infraestructura de transportación para animales o humanos para moverse en el paisaje (es decir, el efecto de filtro; Jaeger, 2002).

Primero se ejecuta un estudio previo a la introducción del trazo del proyecto y otro análisis con el proyecto una vez inmerso en el Sistema Ambiental Regional con la finalidad de conocer la pérdida de conectividad y el nivel de fragmentación obtenido una vez ingresado el proyecto, las siguientes medidas de fragmentación fueron las utilizadas para realizar dicho análisis (Jaeger, 2000):

- 1) Grado de coherencia.
- 2) Grado de división del paisaje.
- 3) Índice de división.
- 4) Tamaño efectivo de la malla.

- 5) Índice de densidad.
- 6) Producto neto.

(1) Grado de coherencia C.

El grado de coherencia se define como la habilidad de dos animales de la misma especie -colocadas al azar en una zona- de encontrarse entre sí:

$$C = \sum_{i=1}^n \left(\frac{A_i}{A_t} \right)^2.$$

Con n = número de parches; A_i = tamaño de los n parches ($i = 1, \dots, n$); A_t = área total de la región. Alternativamente, C se puede entender como la probabilidad de que dos animales, los cuales han sido capaces de moverse a lo largo de toda la región antes de que los procesos de fragmentación tomaran lugar, se encuentren en la misma área parcial cuando la malla de las líneas y áreas de disección se colocan sobre la región.

(2) Grado de división del paisaje D.

El grado de división del paisaje (D) se define como la probabilidad de que dos lugares escogidos estocásticamente en el paisaje bajo investigación no estén situados en la misma área no seccionada, la fórmula para dicho grado se muestra a continuación:

$$D = 1 - \sum_{i=1}^n \left(\frac{A_i}{A_t} \right)^2$$

(3) Índice de división S.

El índice de división (S) se define como el número de parches que uno obtiene cuando divide la región total en partes de igual tamaño de tal manera que esta nueva configuración Φ' conduce al mismo grado de división del paisaje (D) como el obtenido para Φ . Un cálculo simple resulta en:

$$S = \frac{A_t^2}{\sum_{i=1}^n A_i^2}.$$

Si todos los parches de un área de distribución Φ tuvieran el mismo tamaño, entonces $\Phi = \Phi'$ y $S = n$. S puede interpretarse como el "número efectivo de la malla" de una malla Φ' con un tamaño de malla constante dividiendo la región en S parches los cuales todos tendrán el tamaño A_t/S .

(4) Tamaño efectivo de la malla m (MSIZ).

El tamaño efectivo de la malla (m) denota el tamaño de las áreas cuando la región bajo investigación se divide en S áreas (cada una con el mismo tamaño A_t/S) con el mismo grado de división del paisaje como para Φ :

$$m = \frac{A_t}{S} = \frac{1}{A_t} \sum_{i=1}^n A_i^2.$$

(5) Índice de densidad s.

Cuando un paisaje se caracteriza por el índice de división (s) entonces el número de "mallas" por unidad de área está dado por la densidad de división:

$$s = \frac{S}{A_t} = \frac{A_t}{\sum_{i=1}^n A_i^2} = \frac{1}{m}.$$

(6) Producto neto N.

El producto neto (N) se define como el producto del tamaño efectivo de la malla, m, y el área total de la región:

$$N = m \cdot A_t = \sum_{i=1}^n A_i^2.$$

Esta cantidad es la contraparte extensiva del tamaño efectivo de la malla (m).

ANÁLISIS DE AFECTACIÓN SOBRE UNIDADES DE PAISAJE.

En este contexto, el paisaje se compone por unidades discretas, perceptibles y diferenciables ligadas con los usos de suelo que una sociedad da y acepta para un espacio territorial. Las unidades de paisaje, entonces, se estructuran de acuerdo con una composición de características o rasgos naturales que las hacen claramente distinguibles unas de otras, condición que permite que sean una base territorial para evaluar la oferta de recursos naturales y su manejo para efectos de planeación sectorial y espacial con límites naturales distinguibles al ojo humano. La situación conceptual considerada es una división espacial del entorno con fines de establecer una demarcación, en este caso el Sistema Ambiental Regional, para poder realizar, bajo límites, un análisis cartográfico de las unidades de paisaje. Para ello se consideraron las escalas de trabajo de 1:30,000 para la cartografía aceptada por la resolución de las imágenes y planos utilizados. Bajo el marco de referencia descrito, se aborda el impacto y riesgo ambiental utilizando un Sistema de Información Geográfica vectorial con lo cual se realiza una cartografía sobre la que se contrastan las propiedades del proyecto. Para este caso se utilizó el programa Arcgis 10.3. La aplicación de herramientas SIG a la metodología de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) potencian la comprensión del entorno y permiten la integración, modelado, análisis y la valoración de los distintos factores que, eventualmente, habrán de interactuar con la obra o actividad propuesta. La utilización del SIG en la valoración del impacto ambiental permite, entre otras cosas:

- Obtener, acopiar y sistematizar la información ambiental.
- Realizar un diagnóstico ambiental documentado.
- Analizar la información ambiental en base a datos numéricos con referencia espacial y temporal lo que permite un mayor nivel de integración y procesamiento.
- Ofrece información detallada, confiable y referida geográficamente.
- Permite el planteamiento de preguntas y ofrece respuestas confiables.

En función de lo anterior se presenta a continuación una valoración de los impactos ambientales a partir del conocimiento del inventario de los elementos naturales documentados utilizando el Sistema de Información Geográfica, esto en virtud de que esta herramienta y método ofrecen una descripción de espacio, basada en la cuantificación del conjunto elementos naturales que pudieran ser afectados por la obra pretendida y con ello proveer, y aplicar, las medidas de prevención, mitigación y/o compensación necesarias, pertinentes y específicas para evitar y reducir al mínimo los efectos negativos sobre el ambiente.

V.2. Caracterización de los impactos.

El escenario ambiental del Proyecto se realizó a partir de la recopilación y análisis de información ambiental en la zona considerando principalmente los elementos bióticos y abióticos con características homogéneas y que pudieran llegar a tener relación con el proyecto, los cuales sirvieron como indicadores ambientales o criterios para la delimitación del Sistema Ambiental Regional. A partir de la consideración de la geomorfología, los suelos, la hidrología y los elementos bióticos como la vegetación y fauna, se obtuvieron zonas de sensibilidad y elementos relacionados. De acuerdo con la investigación realizada, tanto bibliográfica como de trabajo de campo, en el Sistema Ambiental Regional se pueden ubicar las siguientes:

EDAFOLOGÍA. Dentro del Sistema Ambiental Regional se presentan las siguientes unidades de suelo, de acuerdo con la clasificación WRB-SR-FAO, 2006. En la parte noroeste (sección continental) se encuentran leptosoles, mientras que en la parte sureste (paralela a la costa) podemos encontrar solonchaks. En lo que se refiere a la zona de estudio, existe un solo tipo de depósito del reciente y son suelos residuales producto de la alteración por intemperismo, mismos que por sus diferencias de ambiente de depósito se pueden dividir en tres tipos:

- Suelo con humus. Son suelos con una espesa cubierta vegetal en descomposición (*humus*) que se localizan en áreas con vegetación densa, rellenando fracturas y oquedades, cuyo espesor es de más de 60 cm.
- Suelo laterítico. Son suelos color rojizo producto de la alteración de las calizas aflorantes, con espesores de hasta 60 cm y se localizan principalmente en el fondo de las dolinas o reholladas, aunque también en áreas donde la roca madre está desprotegida de cubierta vegetal.
- Suelo café. Estos suelos se localizan en las porciones del área sujeta a inundación cubriendo oquedades, el fondo de las dolinas o reholladas de esa depresión topográfica.

En cuanto a la estructura, textura, fases, pH, porosidad, capacidad de retención del agua, salinización y capacidad de saturación del suelo en el área de estudio puede decirse que los suelos de los bajos inundables que caracterizan a la Unidad son de tipo arenoso-margoso, color gris claro, con drenaje deficiente por lo que pueden permanecer inundados ya entrada la temporada seca del año y un pH ácido debido a la cantidad de materia orgánica en descomposición que puede encontrarse en estas zonas de humedales. En lo que respecta a la unidad de suelo designada como Leptosol, esta se ubica en la parte noroeste del predio del DTR y coincide con la parte de la geoforma designada como terraza con vegetación de tipo selva. Sin embargo, cabe señalar que, para unidad de suelo designada como Solonchak, ubicada en la planicie de inundación, se presentan diferentes tipos de salinidad, esto es, junto al estero se desarrolla manglar del tipo fisonómico borde con salinidades incluso marinas (35 ups). En tanto que, en lo que respecta a la parte de atrás del bordo natural y desconectado de la influencia regular de la marea se desarrolla manglar del tipo fisonómico matorral el cual se considera chaparro por ser menor de 1.5 m. La densidad y altura de este tipo de manglar están directamente determinadas por la salinidad del suelo, esta salinidad es la que predomina en los solonchaks del Predio. En salinidades de entre 70 y 90 ups es un matorral de disperso a muy disperso y de muy baja talla, porque en ese rango disminuye notablemente su capacidad osmótica para excluir o excretar la sal lo que impide su desarrollo estructural y su capacidad de colonización. En salinidades mayores de 110 ups ya no hay posibilidad de desarrollo para el manglar.

**MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL.
"PROYECTO DE MEJORA HIDRO-ECOLÓGICA DEL ESTERO LAS GARZAS",
SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.**

Tabla V. 10. Atributos del suelo y nivel de susceptibilidad en el Sistema Ambiental Regional del proyecto.

| UNIDAD DE SUELO (WRB-SR-FAO, 2006) | ESTABILIDAD DE AGREGADOS | | | CONSISTENCIA | | | PROFUNDIDAD EFECTIVA | | | TEXTURA | | |
|---------------------------------------|--------------------------|-------|------|--------------|---------|-------|----------------------|--------|---------------|---------|-------|--------|
| | ALTA | MEDIA | BAJA | MASIVA | FRIABLE | FIRME | MENOR 50 CM | 100 CM | MÁS DE 150 CM | FINA | MEDIA | GRUESA |
| Leptosoles | | X | | | X | | X | | | X | | |
| Solonchaks | | | X | | X | | X | | | | X | |

| UNIDAD DE SUELO (WRB-SR-FAO, 2006) | PERMEABILIDAD E INFILTRACIÓN | | | DRENAJE | | | PH | | |
|---------------------------------------|------------------------------|-------|------|----------|-------|------------|-------|--------|------|
| | ALTA | MEDIA | BAJA | EXCESIVO | MEDIA | DEFICIENTE | ÁCIDO | NEUTRO | BASE |
| Leptosoles | X | | | X | | | X | | |
| Solonchaks | X | | | X | | | X | | |

Fuente: BIOTA y SICA, 2018.

Dentro de la sensibilidad del elemento suelo, se tiene al suelo leptosol y solonchak:

- Los Solonchaks son suelos que tienen alta concentración de sales solubles en algún momento del año. Los Solonchaks están ampliamente confinados a zonas climáticas áridas y semiáridas y regiones costeras en todos los climas. El desarrollo de su perfil va desde débil a fuertemente meteorizados, muchos Solonchaks tienen un patrón de color gléyico a cierta profundidad. En áreas bajas con capa de agua somera, la acumulación de sales es mayor en la superficie del suelo (Solonchaks externos). Los Solonchaks donde el agua freática ascendente no alcanza el suelo superficial (o aún el solum) tienen la mayor acumulación de sales a cierta profundidad debajo de la superficie del suelo (Solonchaks internos).
- Leptosoles son suelos muy someros sobre roca continua y suelos extremadamente gravillosos y/o pedregosos. Los Leptosoles son suelos azonales y particularmente comunes en regiones montañosas. Su material parental consiste en varios tipos de roca continua o de materiales no consolidados con menos del 20 por ciento (en volumen) de tierra fina. Su ambiente es principalmente en tierras en altitud media o alta con topografía fuertemente disectada y se localizan en todas las zonas climáticas (muchos de ellos en regiones secas cálidas o frías), en particular en áreas fuertemente erosionadas. Los leptosoles tienen roca continua en o muy cerca de la superficie o son extremadamente gravillosos.

Tabla V. 11. Indicadores de sensibilidad del suelo en el Sistema Ambiental Regional.

| UNIDAD DE SUELO (WRB-FAO, 2006) | EROSIONABILIDAD | RIESGOS DE INUNDACIÓN | CONTAMINACIÓN PROFUNDA | SENSIBILIDAD TOTAL |
|------------------------------------|-----------------|-----------------------|------------------------|--------------------|
| Leptosoles | 2 | 1 | 0 | 3 |
| Solonchaks | 2 | 2 | 1 | 5 |

Fuente: BIOTA y SICA, 2018.

En el Sistema Ambiental Regional los Leptosoles se asientan a lo largo del Sistema en un ambiente con altitudes que van desde los 2 msnm a los 16 msnm, con una elevación promedio de 7 msnm, es decir se encuentra una topografía ligeramente disectada. Sobre él se encuentra vegetación de selva en la parte de la terraza, mientras en el talud se encuentra selva de transición. En tanto lo que respecta a los solonchaks, estos

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL. "PROYECTO DE MEJORA HIDRO-ECOLÓGICA DEL ESTERO LAS GARZAS", SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.

se localizan en altitudes que van desde los 0 msnm a los 1 msnm, esto sobre la planicie de inundación, sobre la que se asienta manglar de diferentes tipos de acuerdo con el nivel de salinidad del suelo.

GEOLÓGIA. La litología del Sistema Ambiental Regional del Proyecto presenta en la mayor parte de su superficie suelo de tipo lacustre y solo en una parte, en su parte suroeste se presentan calizas. Frente a la zona de estudio afloran materiales del Pleistoceno Superior formando una banda estrecha que incluye una facie marina y otra no marina. Los sedimentos marinos se encuentran en la playa y cerca de la costa, los sedimentos lacustres son arcillas, limos, incluyendo calizas de arrecife de coral. Los carbonatos no marinos corresponden a arenas eólicas y micrita de lago de agua dulce.

- Sedimentos costeros. - Calcarenitas no consolidadas de grano fino, conchuela y moluscos, color blanco y arena de composición netamente calcáreas. Se presentan en franjas alargadas en las costas y en otras partes interiores, formando a veces montículos de más de 3 m de altura.
- Sedimentos de pantano. - Corresponden a limos y materia orgánica derivada de la flora local. Su espesor puede ser de varios metros en las zonas localizadas cerca de la costa y que están inundadas por aguas salobres con vegetación tipo manglar.

En la zona de estudio afloran calizas del Reciente las cuales se presentan en forma de "lajas" de espesor variable y una capa de delgada a mediana de suelo en su superficie, subyaciendo a estas rocas se encuentran depósitos con abundante contenido de bivalvos (conchas de mar) poco cementadas y de espesor desconocido. Se puede establecer que en la zona de estudio, existe una morfología típicamente cárstica, constituida por numerosas depresiones redondeadas, que van desde simples oquedades, sumideros, fisuras a pequeñas dolinas, conformadas sobre rocas de la Formación Carrillo Puerto, mismas que superficialmente corresponden a calizas alteradas, semejante a las margas, color blanco a crema, con restos arrecifales y numerosas oquedades de disolución en el sentido vertical, que varían entre 20 y 50 cm a 4 y 10 m de diámetro, con profundidades desde unos 70 cm a 1.50 m, algunas con manifestación del manto freático y formando montículos de hasta 2.5 m sobre el nivel del terreno. Estas calizas se encuentran fracturadas y la alineación de algunas dolinas o reholladas, mismas que en ocasiones son de forma irregular, presupone la existencia de fracturas, donde la alineación tiene una orientación S-N. Otros aspectos observados superficialmente son los relativos a la vegetación, suelos y desarrollo cárstico. Se puede establecer que existen tres tipos:

- Alta y Densa, coincide con la porción topográfica de la zona más elevada, donde se encuentran calizas blanco a crema, dolinas de dimensiones pequeñas y suelos ricos en humus.
- Mediana menos densa, coincide con un menor relieve topográfico, donde se encuentran calizas con restos arrecifales, alineación de dolinas (fractura), desarrollos cársticos más desarrollados y suelos rojizos (lateríticos).
- Baja con mediana densidad, coincidiendo con la depresión topográfica de la zona de estudio y sujeta a inundación, donde también existen oquedades y manchones de suelo café oscuro y forman una microcuenca que alimenta la marisma.

Tabla V. 12. Sensibilidad Geológica del área del Sistema Ambiental Regional.

| LITOLOGÍA | ESTABILIDAD GEOLÓGICA | | INTEMPERISMO | | ESTABILIDAD TECTÓNICA | | SENSIBILIDAD |
|------------------|-----------------------|-----------|---------------|---------|-----------------------|-----------|--------------|
| | DESPLAZAMIENTOS | DERRUMBES | ANTROPOLÓGICO | NATURAL | FALLAS | FRACTURAS | TOTAL |
| Dolomita | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 6 |
| Calcita | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 6 |
| Suelos lacustres | 1 | 1 | 1 | 2 | 1 | 1 | 7 |

Fuente: BIOTA y SICA, 2018.

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL. "PROYECTO DE MEJORA HIDRO-ECOLÓGICA DEL ESTERO LAS GARZAS", SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.

GEOMORFOLOGÍA. Las características fisiográficas y geomórficas de la zona de estudio están determinadas por un relieve topográfico ondulado a ligeramente ondulado, con elevaciones máximas sobre el nivel del terreno de hasta 2.5 m en la parte baja constituida por suelos lacustres y sujetos a inundación, que terminan al pie de una loma o antigua berma de la época del Pleistoceno. Destacan notablemente dentro del predio dos grandes fracturas lineales que la atraviesan de sur a norte, y conforman el mayor sistema fisiográfico desarrollado, determinando depresiones topográficas entre las mismas, una al poniente y la otra al oriente, donde son apreciables también una serie de oquedades que van desde pequeños sumideros a reholladas a dolinas de regulares dimensiones. La porción poniente es más elevada que la oriente, ambas están separadas por una cresta topográfica donde se registran las máximas elevaciones de la zona. Cabe señalar, que las geoformas de la porción elevada del poniente tienen un menor desarrollo cárstico con relación a las que se ubican en la depresión topográfica de esa misma porción, los suelos son rojizos tipo laterítico como producto de la alteración de las calizas aflorantes; asimismo, se observa una vegetación alta y densa. En contraste con las características antes mencionada en la depresión de la porción oriente, se observa un mayor número de geoformas con desarrollo cárstico más avanzado, suelos color café oscuro, vegetación menos densa con especies distintas, debido a que ahí se encuentra una zona sujeta a inundación. El predio presenta las siguientes geoformas en forma de franjas paralelas al mar: una **terrazza** elevada; un **talud** pronunciado y en la parte baja un extenso **humedal** costero. Las geoformas de la duna y la playa en diversas secciones del predio se han perdido totalmente o son muy limitadas por efecto de la erosión costera.

Tabla V. 13. Sensibilidad Geomorfológica del Sistema Ambiental Regional.

| GEOFORMA | PROCESOS GEOMORFOLÓGICOS | | | SENSIBILIDAD TOTAL |
|--|--------------------------|-------------|-----------|--------------------|
| | DENUDACIÓN | ACUMULACIÓN | DERRUMBES | |
| Terraza | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Talud | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Planicie de inundación (humedal costero) | 1 | 1 | 0 | 2 |

| GEOFORMA | INTEMPERISMO | | EROSIÓN | | SENSIBILIDAD TOTAL |
|--|---------------|---------|---------------|---------|--------------------|
| | ANTROPOLÓGICO | NATURAL | ANTROPOLÓGICA | NATURAL | |
| Terraza | 1 | 1 | 1 | 0 | 3 |
| Talud | 1 | 1 | 1 | 0 | 3 |
| Planicie de inundación (humedal costero) | 1 | 2 | 1 | 1 | 5 |

Fuente: BIOTA y SICA, 2018.

HIDROLOGÍA. La geohidrología presente en el Predio consiste en lo siguiente:

- En el predio existe un sistema de fracturas con orientación norte-sur, que físicamente conforman un sistema de descarga del agua subterránea que trabaja como un vertedor al coleccionar el agua y descargarla al mar. Este sistema podría definirse como un parteaguas invertido, es decir, separa o canaliza los aportes del agua subterránea con mucha fuerza lo cual genera un cambio en el gradiente fisicoquímico. Otra situación importante que apoya tal deducción es la velocidad medida del agua en el sistema, la cual es 10 veces mayor a la reportada en la zona y medida en cenotes.
- De acuerdo con la distribución de configuraciones de resistividad y perfiles de anomalía de Bouguer, es evidente que existen cambios laterales importantes en los materiales del subsuelo, y estos cambios se refieren principalmente a que tan afectada esta la roca caliza por el Karst y a su saturación con agua dulce, salada o salobre.
- Las resistividades en la sección 40, levantada en la playa se encuentran por debajo de los 10 ohm-m. Las secciones 10 y 20 que se encuentran alejados de la costa, pero a elevaciones menores a 1.20 m las resistividades van de 1 a 60 ohm-m. Mientras que en la sección 50 levantada en el camellón de la carretera, como a 1.5 Km de la costa y en elevaciones del orden de los 7 m, con resistividades de los 40 a los 600 ohm-m.
- El espesor del agua dulce en el predio es de alrededor de 5 metros y se encuentra por debajo de la carretera federal. La profundidad promedio de la interfase salina es de 10 metros por debajo del nivel medio del mar.

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL. "PROYECTO DE MEJORA HIDRO-ECOLÓGICA DEL ESTERO LAS GARZAS", SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.

- Se encuentran estratos de roca de mayor dureza en 19 metros de profundidad y cavernas por debajo del mismo. Estos estratos de roca pueden ser correlacionados con formaciones dolomíticas debido a la paleo-influencia de la interfase salina.
- Se presenta entre 9 y 14 metros de profundidad en el sistema de fracturas de los ríos, la descarga con mayor potencia del agua subterránea. En la parte poniente del predio se tiene una velocidad de circulación mucho menor y el flujo preferencial se localiza por debajo de 18 metros de profundidad.
- El nivel freático refleja en su comportamiento la influencia de las mareas y la conductividad hidráulica del acuífero que tiene un valor de 8400 m/d que representa un medio cársico de agua subterránea con circulación de velocidad media a alta.
- El gradiente promedio del agua subterránea obtenido del cálculo de la cuantificación de volúmenes es del orden de 2.389 E-04 m, para el acuífero que subyace el predio de Tres Ríos.
- El valor promedio de descarga por unidad de área en una unidad longitudinal es de 2.0293 litros por segundo, bajo las condiciones de medición del 9 de diciembre de 2004.
- Se tiene una buena capacidad de aporte de agua subterránea para el proyecto de los canales y lagunas artificiales. En la segunda etapa del diseño de estos una vez que se hayan probado en su dinámica mediante el modelo matemático, debe generarse el balance de pérdidas y ganancias para cada cuerpo de agua, los cuáles serán expuestos a la radiación solar.
- La calidad del agua que se tendría en la zona de excavación de los canales y lagunas artificiales sería salobre con un contenido entre 5 000 y 10 000 ppm de sólidos totales disueltos

VEGETACIÓN. La vegetación del Predio del Desarrollo Tres Ríos presenta los siguientes aspectos principales: manglar de cuenca con dominancia de *R. mangle* con el 45.03%, ubicado en la parte central del Predio. Manglar de matorral de *R. mangle* es el segundo tipo de vegetación con mayor superficie en el DTR. Cubre un 18.84% del total de la superficie del DTR. La selva mediana subperennifolia es el tercer tipo de vegetación en orden de importancia. Cubre un 12.33% del total.

Tabla V. 14. Indicadores de Sensibilidad de la vegetación del Sistema Ambiental Regional.

| SENSIBILIDAD (FRAGILIDAD) | TIPO DE VEGETACIÓN Y USO DEL SUELO EN EL SAR | OBSERVACIONES |
|------------------------------|---|---|
| Alta | Cuerpo de agua (Tres Ríos) | Los cuerpos de agua se tratan principalmente de los Tres Ríos, es decir Río Selva, Río Pájaros y Estero Las Garzas, además de los diferentes cenotes ubicados en diferentes zonas del Predio del DTR. Este tipo de uso de suelo ocupa un 1.51% del total del Predio. |
| Baja | Halófitas pioneras | Se trata de la vegetación pionera localizada en la línea de costa del Predio DTR que presenta altos niveles de salinidad, este tipo de vegetación ocupa un 1.40% de superficie total del DTR. |
| Baja | Hidrófila | Este tipo de vegetación se localiza en la parte del talud y de la terraza en las cercanías de los diferentes tipos de selva. Su ocupación es de únicamente de 0.11% del Predio del Desarrollo Tres Ríos. |
| Baja | Infraestructura existente | La infraestructura existente consiste en los caminos existentes hacia el Hotel Sunset Tres Ríos, el mismo hotel y los diferentes caminos internos hacia los cenotes. La infraestructura ocupa tan solo el 6.15% del total de superficie del predio. |
| Media | Manglar chaparro de <i>R. mangle</i> | Este tipo de manglar que presenta alturas máximas de 1.5 metros a causa del nivel de salinización del suelo se distribuye en zonas bajas salinas o hipersalinas y/o extremadamente limitadas de nutrimentos, lo cual impide fisiológicamente a las plantas a tener un alto desarrollo estructural por lo cual se le denomina enano o chaparro. En el Predio se encuentra principalmente en el oriente del DTR y ocupa un 18.84% de superficie |
| Media | Manglar de cuenca dominado por <i>R. mangle</i> | Este tipo de manglar se distribuye en concavidades del terreno natural dando por resultado un efecto de estanque cerrado. En pocos casos se inundan por la marea. Dependiendo de la dinámica del freático y de los patrones de lluvias podrá tener desde baja salinidad hasta condiciones hipersalinas. En el predio se ubica en la parte central en la planicie de inundación y abarca un 45.03% del total de superficie del DTR. |

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL. "PROYECTO DE MEJORA HIDRO-ECOLÓGICA DEL ESTERO LAS GARZAS", SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.

| SENSIBILIDAD (FRAGILIDAD) | TIPO DE VEGETACIÓN Y USO DEL SUELO EN EL SAR | OBSERVACIONES |
|------------------------------|---|---|
| <i>Alta</i> | Manglar de franja dominado por R. mangle | Este tipo de manglar se distribuye a lo largo de litorales marinos, lagunares costeros o estuarinos dominados por la marea con o sin influencia de agua dulce. La inundación puede ser diaria y en zonas alejadas de la orilla solo en mareas extremas. En el DTR se ubica a las orillas del Río Selva y del Río Pájaros por un lado y al borde del Estero Las Garzas y ocupa un total de 2.94% de superficie del Predio. |
| <i>Media</i> | Manglar en regeneración | Este tipo de manglar se encuentra en diferentes parches del Predio del Desarrollo Tres Ríos y ocupa un 1.82% |
| <i>Media</i> | Manglar mixto c/elementos de matorral costero | Este tipo de vegetación se encuentra principalmente en la zona costera del Predio del Desarrollo e indica las condiciones de hipersalinización en que se encuentra esta parte del Predio a falta de una conexión hidrológica dinámica. Este tipo de vegetación abarca una superficie del 1.29% |
| <i>Baja</i> | Marino | Esta zona corresponde a la zona marina ubicada en la línea de costa de Predio, antes ocupada por dunas y/o playas, esta superficie marina ocupa un 0.74% del total de Predio. |
| <i>Baja</i> | Matorral disperso de <i>A. germinans</i> | Este tipo de vegetación se desarrolla en el oriente del predio del DTR paralelo a la línea de costa lo cual indica altas concentraciones salinas en las que el manglar no se puede desarrollar. El matorral ocupa un 0.29% de superficie del DTR. |
| <i>Baja</i> | Pastizal halófilo c/elementos de matorral costero | Este tipo de vegetación al igual que el matorral disperso se desarrolla en el oriente del predio del DTR paralelo a la línea de costa lo cual indica altas concentraciones salinas en las que el manglar no se puede desarrollar. El pastizal abarca un 1.38% de superficie del Predio. |
| <i>Media</i> | Selva mediana c/ desarrollo secundario | Este tipo de vegetación se localiza en las zonas cercanas a la infraestructura existente del Hotel Sunset Tres Ríos. La selva mediana con desarrollo secundario cubre un 0.24% de superficie del DTR. |
| <i>Alta</i> | Selva mediana subperennifolia | Este tipo de vegetación se desarrolla en la terraza continental localizada al noroeste del Predio del DTR paralelo a la Carretera Tulum-Cancún. La SBC ocupa un 13.02% de la superficie total del predio. |
| <i>Alta</i> | Selva de transición | Este tipo de vegetación se ubica en la geoforma designada como talud, esto es en la parte central del Predio del DTR. Este tipo de vegetación abarca un 3.57% de superficie del DTR. |
| <i>Media</i> | Tasistal | Estos manchones de palmas se ubican en distintos parches en el centro del Predio y de la cuenca de inundación en la que se encuentra manglar a su alrededor. Esta vegetación ocupa únicamente un 0.03% de superficie del Desarrollo Tres Ríos. |
| <i>Baja</i> | Turba c/vegetación herbácea halófila dispersa | Este tipo de vegetación se localiza en la parte suroeste del Predio, es en esta zona en donde impactó con mayor magnitud el huracán Wilma en 2005, en dicha zona antes se encontraba manglar de tipo chaparro el cual feneció por enterramiento con arena. Esta vegetación abarca un 1.34% del Predio. |
| <i>Baja</i> | Vegetación secundaria | Este tipo de vegetación se encuentra en distintos lugares dentro del Predio DTR, principalmente cerca de la infraestructura turística y ocupa un 0.30% del total de superficie del Predio del DTR: |

Fuente: BIOTA y SICA, 2018.

RECURSOS FORESTALES IMPACTADOS.

Se define recursos forestales como "La vegetación de los ecosistemas forestales, sus servicios, productos y residuos, así como lo suelos de los terrenos forestales y preferentemente forestales". Y servicios ambientales se definen como "los que brindan los ecosistemas forestales de manera natural o por medio del manejo sustentable de los recursos forestales, tales como: la provisión del agua en calidad y cantidad; la captura de carbono, de contaminantes y componentes naturales; la generación de oxígeno; el amortiguamiento del impacto de los fenómenos naturales; la modulación o regulación climática; la protección de la biodiversidad, de los ecosistemas y formas de vida; la protección y recuperación de suelos; el paisaje y la recreación, entre otro". Considerando lo dicho, a continuación, se presenta los recursos forestales que pudieran sufrir algún daño por la ejecución del cambio.

**MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL
"PROYECTO DE MEJORA HIDRO-ECOLÓGICA DEL ESTERO LAS GARZAS",
SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.**

Tabla V. 15. Recursos forestales valorados para el cambio de uso de suelo

| COMPONENTE | SISTEMA | FACTOR | RECURSO | DESCRIPCIÓN | |
|---------------------|-----------|-----------------------|--|---|--|
| FLORA Y FAUNA | Biológico | Flora | Vegetación | Este término es referido a todo tipo de vegetación (plantas) que pertenecen específicamente a una región geográfica determinada, sobre todo cuando se trata de aquellas plantas que de verdad son autóctonas de una zona específica, esto se refiere a las plantas que nacen allí y es muy poco probable que se consigan en otra región por sí solas. | |
| | | Fauna | Animales | Es el conjunto de animales que son originarios o propios de una zona o región geográfica determinada, en este campo se incluye a todas las especies que existen en ese espacio específico, pudiéndose encontrar en un sistema ecológico determinado. | |
| RECURSOS FORESTALES | Físico | Suelo | Materia orgánica | El término "humus", designa a las sustancias orgánicas variadas, de color pardo y negruzco, que resultan de la descomposición de materias de origen exclusivamente vegetal, tiene efecto sobre las propiedades físicas del suelo, formando agregados y dando estabilidad estructural, uniéndose a las arcillas, favoreciendo la penetración del agua y su retención, disminuyendo la erosión y favoreciendo el intercambio gaseoso. | |
| | | Agua | Agua en cantidad y calidad | En términos de calidad, distribución en el tiempo y cantidad, para uso urbano, rural, industrial e hidroeléctrico, mediante protección y uso sostenible de acuíferos, manantiales, fuentes de agua en general, protección y recuperación de cuencas y microcuencas, etc. | |
| | Ambiental | Servicios ambientales | Hábitat | | Es el espacio que ocupa una población o especie específica, así mismo reúne las condiciones adecuadas para que la especie pueda residir y reproducirse, perpetuando su presencia. |
| | | | Biodiversidad | | Servicio global sobre el cual se fundamenta la sobrevivencia de los recursos naturales- mediante la protección y uso sostenible de especies, conservación de los ecosistemas y los procesos ecológicos de los cuales se deriva la diversidad biológica y formas de vida, así como acceso a elementos de la biodiversidad para fines científicos y comerciales. |
| | | | Generación de oxígeno | | Los árboles, arbustos y hierbas, como todo organismo vegetal, mediante la fotosíntesis absorben el CO ₂ , fijan el carbono en biomasa (es decir, crecen), y liberan oxígeno. |
| | | | Amortiguamiento de fenómenos naturales | | La biodiversidad que existe en los bosques puede reducir la vulnerabilidad de una zona a los desastres naturales. Es indispensable asegurar la cobertura boscosa y el manejo de las áreas, ya que contribuye a reducir la compactación de los suelos mejorando así su capacidad de absorción, disminuyendo las inundaciones y derrumbes en zonas agrícolas, ayudando a reducir las condiciones que favorecen los incendios y a proteger contra sequías y la desertización. |
| | | | Regulación climática | | En la regulación del clima global participan todos los sistemas de la naturaleza: la atmósfera y la hidrosfera (sobre todo los océanos), la criosfera (hielo, nieve), la litosfera (la corteza terrestre) y la biosfera. En las últimas décadas, también el ser humano (como causante del aumento en la emisión de gases de efecto invernadero, como el dióxido de carbono y el metano) se ha convertido en un factor que afecta al clima. |
| | | | Captura de carbono | | Los bosques almacenan y secuestran carbono, contribuyendo a reducir el calentamiento global mediante la disminución de los gases de efecto invernadero. A través de su gestión sostenible, pueden ser importantes sumideros de estos mismos gases, por lo que funcionan como amortiguadores del impacto que ocasionan los cambios climáticos. |
| | | | Paisaje | | Referida específicamente a la belleza escénica, derivada de la presencia de bosques, paisajes naturales y elementos de la biodiversidad, que son los atractivos. |

Fuente: BIOTA y SICA, 2018.

Enfocándonos específicamente en la obra, podemos encontrar que el tipo de vegetación del ecosistema forestal dentro del proyecto pertenece a Manglar y Selva Media Subperennifolia, así como el recurso suelo.

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL. "PROYECTO DE MEJORA HIDRO-ECOLÓGICA DEL ESTERO LAS GARZAS", SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.

Con la finalidad de realizar un análisis técnico de fragmentación causados por las modificaciones del "**Proyecto de Mejora Hidro-ecológica del Estero Las Garzas**" se realiza un análisis de fragmentación del paisaje. Existen muchas medidas de paisaje para cuantificar la fragmentación del hábitat, una medida de fragmentación que ha sido presentada más recientemente y que ha sido ampliamente aplicado como un indicador para monitoreo ambiental en varios países como Suiza y Alemania, se trata del método del **tamaño efectivo de la malla**. Se eligió el **tamaño efectivo de la malla** como medida de fragmentación porque este método agrega la información de fragmentación del paisaje en un valor único que puede ser fácilmente obtenido e interpretado, y, adicionalmente, tiene otras varias ventajas:

- Toma en cuenta *todos* los fragmentos restantes en la "red" de infraestructura de transporte y zonas urbanas.
- Es conveniente comparando la fragmentación de regiones con diferentes áreas totales y con diferentes proporciones ocupadas por viviendas, industria, y estructuras de transporte.
- Su confiabilidad ha sido confirmada en el fundamento de nueve criterios de confiabilidad mediante una comparación sistemática con otras medidas cuantitativas (Jaeger, 2000, 2002).
- Puede ser ampliada para incluir la permeabilidad de la infraestructura de transportación para animales o humanos para moverse en el paisaje (es decir, el efecto de filtro; Jaeger, 2002).

Primero se ejecuta un estudio previo al "**Proyecto de Mejora Hidro-ecológica del Estero Las Garzas**", después se realiza un análisis una vez inmerso el Proyecto, esto con la finalidad de conocer la pérdida de conectividad y el nivel de fragmentación obtenido una vez ingresado el proyecto, las siguientes medidas de fragmentación fueron las utilizadas para realizar dicho análisis (Jaeger, 2000):

1. Grado de coherencia
2. Grado de división del paisaje
3. Índice de división
4. Tamaño efectivo de la malla
5. Índice de densidad
6. Producto neto

(1) Grado de coherencia *C*

El grado de coherencia se define como la habilidad de dos animales de la misma especie -colocadas al azar en una zona- de encontrarse entre sí:

$$C = \sum_{i=1}^n \left(\frac{A_i}{A_t} \right)^2$$

Con n = número de parches; A_i = tamaño de los n parches ($i = 1, \dots, n$); A_t = área total de la región. Alternativamente, C se puede entender como la probabilidad de que dos animales, los cuales han sido capaces de moverse a lo largo de toda la región antes de que los procesos de fragmentación tomaran lugar, se encuentren en la misma área parcial cuando la malla de las líneas y áreas de disección se colocan sobre la región.

(2) Grado de división del paisaje *D*

El grado de división del paisaje (D) se define como la probabilidad de que dos lugares escogidos estocásticamente en el paisaje bajo investigación *no* estén situados en la misma área no seccionada, la fórmula para dicho grado se muestra a continuación:

$$D = 1 - \sum_{i=1}^n \left(\frac{A_i}{A_t} \right)^2$$

(3) Índice de división S

El índice de división (S) se define como el número de parches que uno obtiene cuando divide la región total en partes de igual tamaño de tal manera que esta nueva configuración Φ' conduce al mismo grado de división del paisaje (D) como el obtenido para Φ . Un cálculo simple resulta en:

$$S = \frac{A_t^2}{\sum_{i=1}^n A_i^2}$$

Si todos los parches de un área de distribución Φ tuvieran el mismo tamaño, entonces $\Phi = \Phi'$ y $S = n$. S puede interpretarse como el “número efectivo de la malla” de una malla Φ' con un tamaño de malla constante dividiendo la región en S parches los cuales todos tendrán el tamaño A_t/S .

(4) Tamaño efectivo de la malla m (MSIZ)

El tamaño efectivo de la malla (m) denota el tamaño de las áreas cuando la región bajo investigación se divide en S áreas (cada una con el mismo tamaño A_t/S) con el mismo grado de división del paisaje como para Φ :

$$m = \frac{A_t}{S} = \frac{1}{A_t} \sum_{i=1}^n A_i^2$$

(5) Índice de densidad s

Cuando un paisaje se caracteriza por el índice de división (S) entonces el número de “mallas” per unidad de área está dado por la densidad de división:

$$s = \frac{S}{A_t} = \frac{A_t}{\sum_{i=1}^n A_i^2} = \frac{1}{m}$$

(6) Producto neto N

El producto neto (N) se define como el producto del tamaño efectivo de la malla, m , y el área total de la región:

$$N = m \cdot A_t = \sum_{i=1}^n A_i^2$$

Esta cantidad es la contraparte extensiva del tamaño efectivo de la malla (m)

Para el presente trabajo se analizará el Predio del Desarrollo Tres Ríos, esto con la finalidad de conocer el nivel de fragmentación existente, la calidad del paisaje. El Predio del “**Desarrollo Tres Ríos**” (DTR) cuenta con una superficie total de 132.46 hectáreas, de las cuales a continuación se presentan los Usos de Suelos que lo integran:

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL.
 "PROYECTO DE MEJORA HIDRO-ECOLÓGICA DEL ESTERO LAS GARZAS",
 SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.

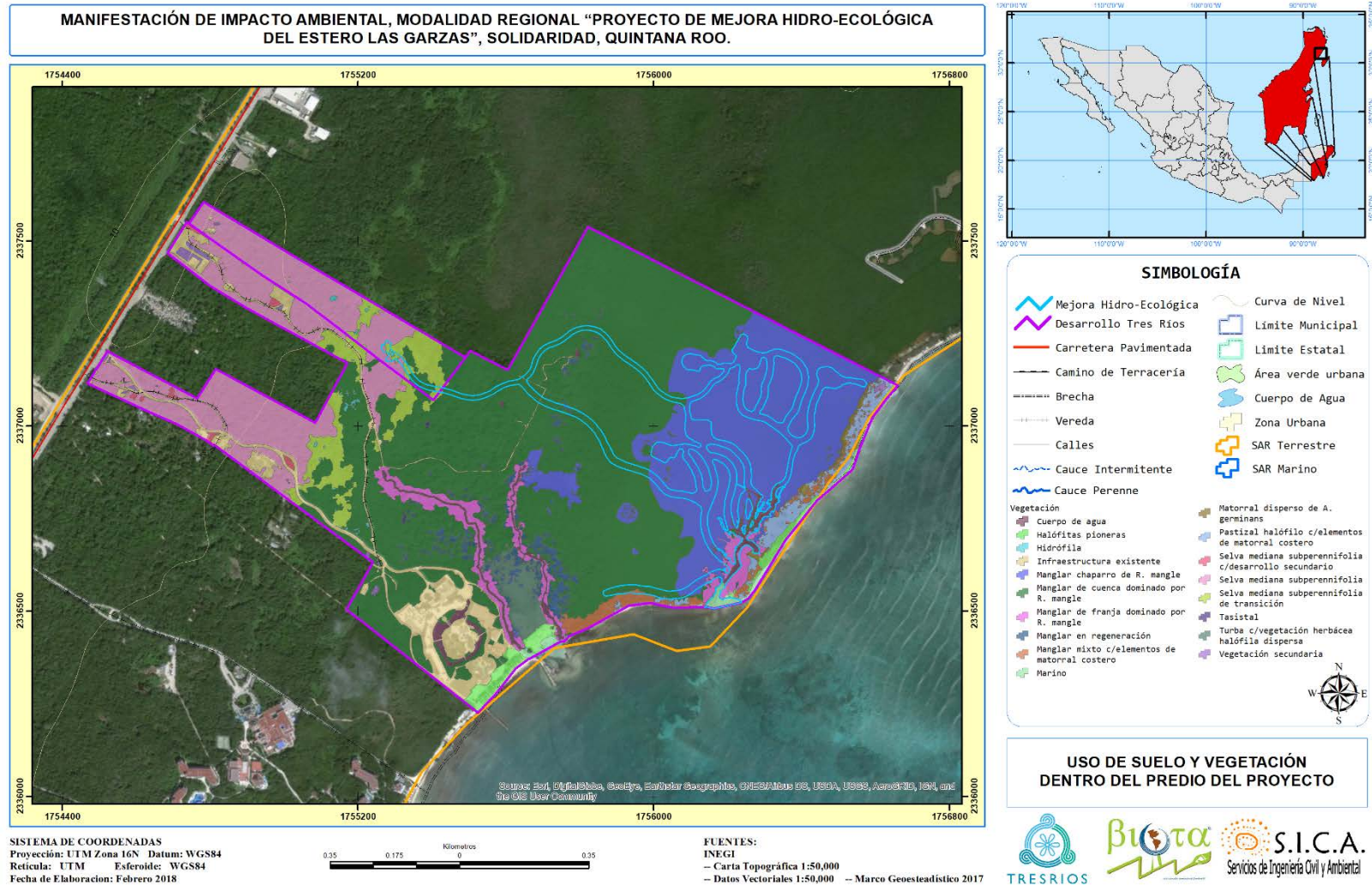
Tabla V. 16. Uso de Suelo y Vegetación Presentes en el Predio Desarrollo Tres Ríos.

| TIPO DE VEGETACIÓN | ÁREA (MTS ²) | ÁREA (HAS) | PORCENTAJE |
|---|--------------------------|----------------|----------------|
| Cuerpo de agua | 20015.118 | 2.002 | 1.51% |
| Halófitas pioneras | 18608.346 | 1.861 | 1.40% |
| Hidrófila | 1495.479 | 0.150 | 0.11% |
| Infraestructura existente | 81427.446 | 8.143 | 6.15% |
| Manglar chaparro de R. mangle | 249513.892 | 24.951 | 18.84% |
| Manglar de cuenca dominado por R. mangle | 596505.779 | 59.651 | 45.03% |
| Manglar de franja dominado por R. mangle | 38982.159 | 3.898 | 2.94% |
| Manglar en regeneración | 24143.374 | 2.414 | 1.82% |
| Manglar mixto c/elementos de matorral costero | 17073.811 | 1.707 | 1.29% |
| Marino | 9793.452 | 0.979 | 0.74% |
| Matorral disperso de <i>A. germinans</i> | 3800.246 | 0.380 | 0.29% |
| Pastizal halófilo c/elementos de matorral costero | 18307.616 | 1.831 | 1.38% |
| Selva mediana c/desarrollo secundario | 3169.839 | 0.317 | 0.24% |
| Selva mediana subperennifolia | 172488.350 | 17.249 | 13.02% |
| Selva de transición | 47245.934 | 4.725 | 3.57% |
| Tasistal | 374.299 | 0.037 | 0.03% |
| Turba c/vegetación herbácea halófila dispersa | 17752.977 | 1.775 | 1.34% |
| Vegetación secundaria | 3955.475 | 0.396 | 0.30% |
| TOTAL | 1324653.591 | 132.465 | 100.00% |

Fuente: BIOTA y SICA, 2018.

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL “PROYECTO DE MEJORA HIDRO-ECOLÓGICA DEL ESTERO LAS GARZAS”, SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.

Imagen V. 1. Tipos de Vegetación localizados en el Predio Desarrollo Tres Ríos.



MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL. "PROYECTO DE MEJORA HIDRO-ECOLÓGICA DEL ESTERO LAS GARZAS", SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.

Como lo demuestran los datos anteriores, el Predio del Proyecto se asienta en su mayoría por vegetación natural de manglar, selva, pastizales y otro tipo de vegetación, por tal motivo se englobará toda la vegetación presente en el Predio y se tomarán en cuenta las infraestructuras lineales como caminos que se encuentran dentro del Predio, además de los ríos que también son agentes naturales ambos como elementos que fragmentan el paisaje. Quedando las superficies del siguiente modo, vegetación natural un total de 121.342 hectáreas que corresponden con el 91.60%, infraestructura existente igual a 8.143 hectáreas, equivalentes al 6.15%, cuerpos de agua igual a 2.002 hectáreas que corresponden a 1.51% del predio DTR y marino al 0.74% con 0.979 hectáreas:

Tabla V. 17. Superficies del proyecto.

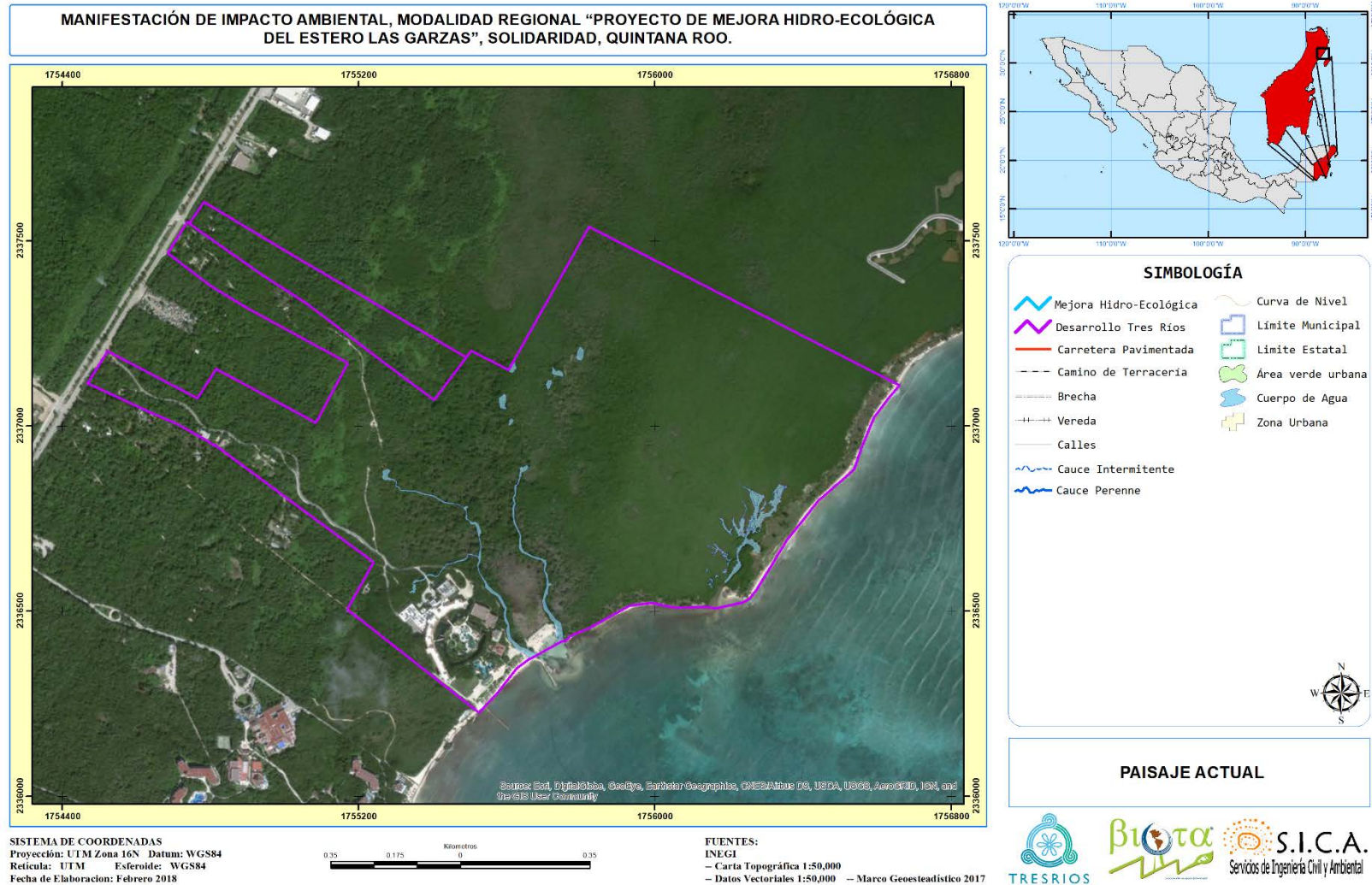
| CONCEPTO | ÁREA (HAS) | PORCENTAJE |
|----------------------------|----------------|----------------|
| Vegetación natural. | 121.342 | 91.60% |
| Cuerpos de agua. | 2.002 | 1.51% |
| Infraestructura existente. | 8.143 | 6.15% |
| Marino. | 0.979 | 0.74% |
| Total | 132.465 | 100.00% |

Fuente: BIOTA y SICA, 2018.

Lo anterior nos indica que el Predio se asienta principalmente sobre vegetación natural. Mientras que como se señaló anteriormente, la infraestructura existente y los cuerpos de agua (ríos) fragmentan el paisaje impidiendo el libre tránsito de las especies animales. En la siguiente imagen se puede observar con precisión el estado de fragmentación del Predio Desarrollo Tres Ríos.

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL “PROYECTO DE MEJORA HIDRO-ECOLÓGICA DEL ESTERO LAS GARZAS”, SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.

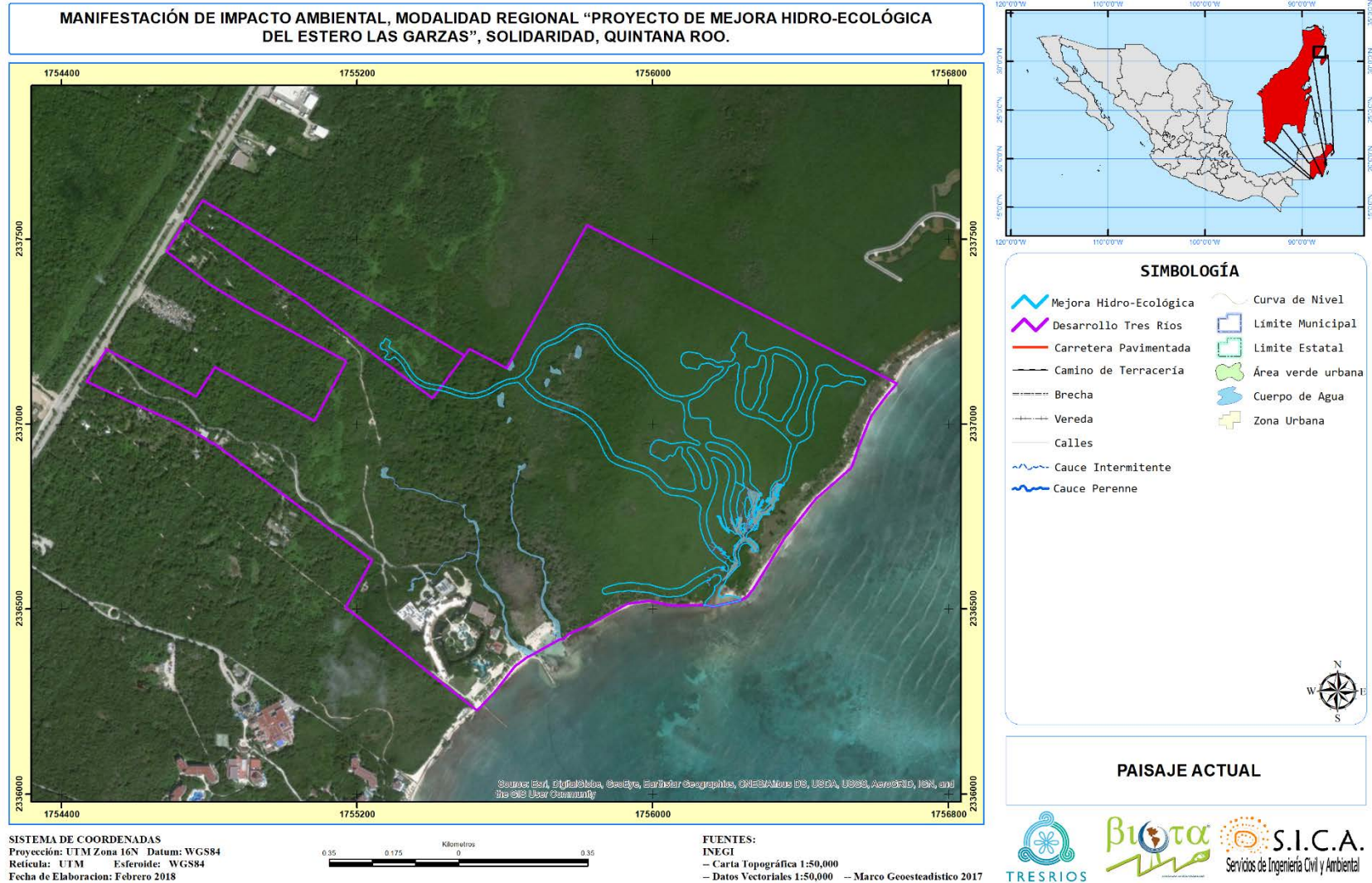
Imagen V. 2. Paisaje actual del Predio de Desarrollo Tres Ríos sin Canales proyectados.



Fuente: BIOTA y SICA, 2018.

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL “PROYECTO DE MEJORA HIDRO-ECOLÓGICA DEL ESTERO LAS GARZAS”, SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.

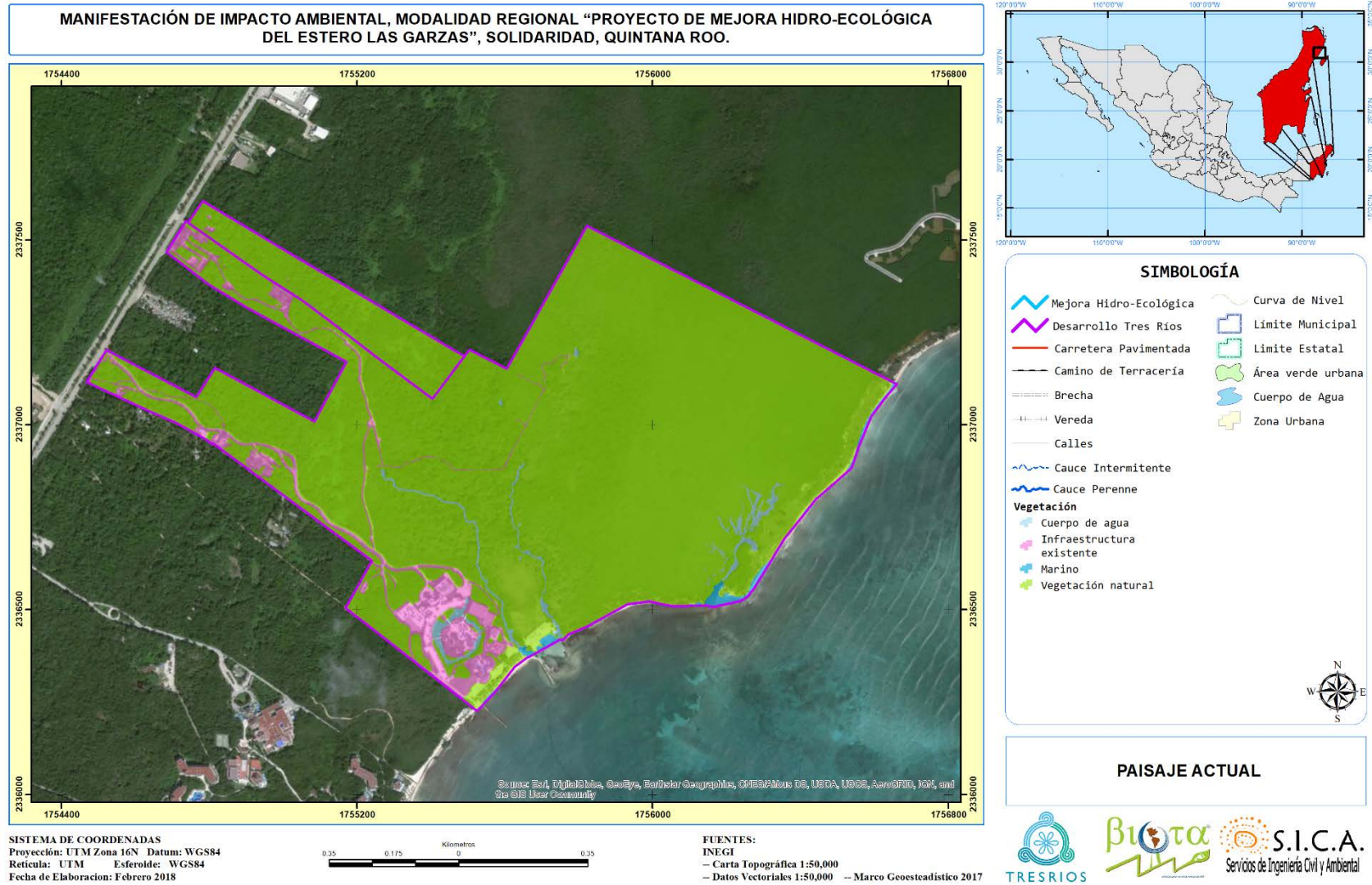
Imagen V. 3. Paisaje actual del Predio de Desarrollo Tres Ríos con canales proyectados.



Fuente: BIOTA y SICA, 2018.

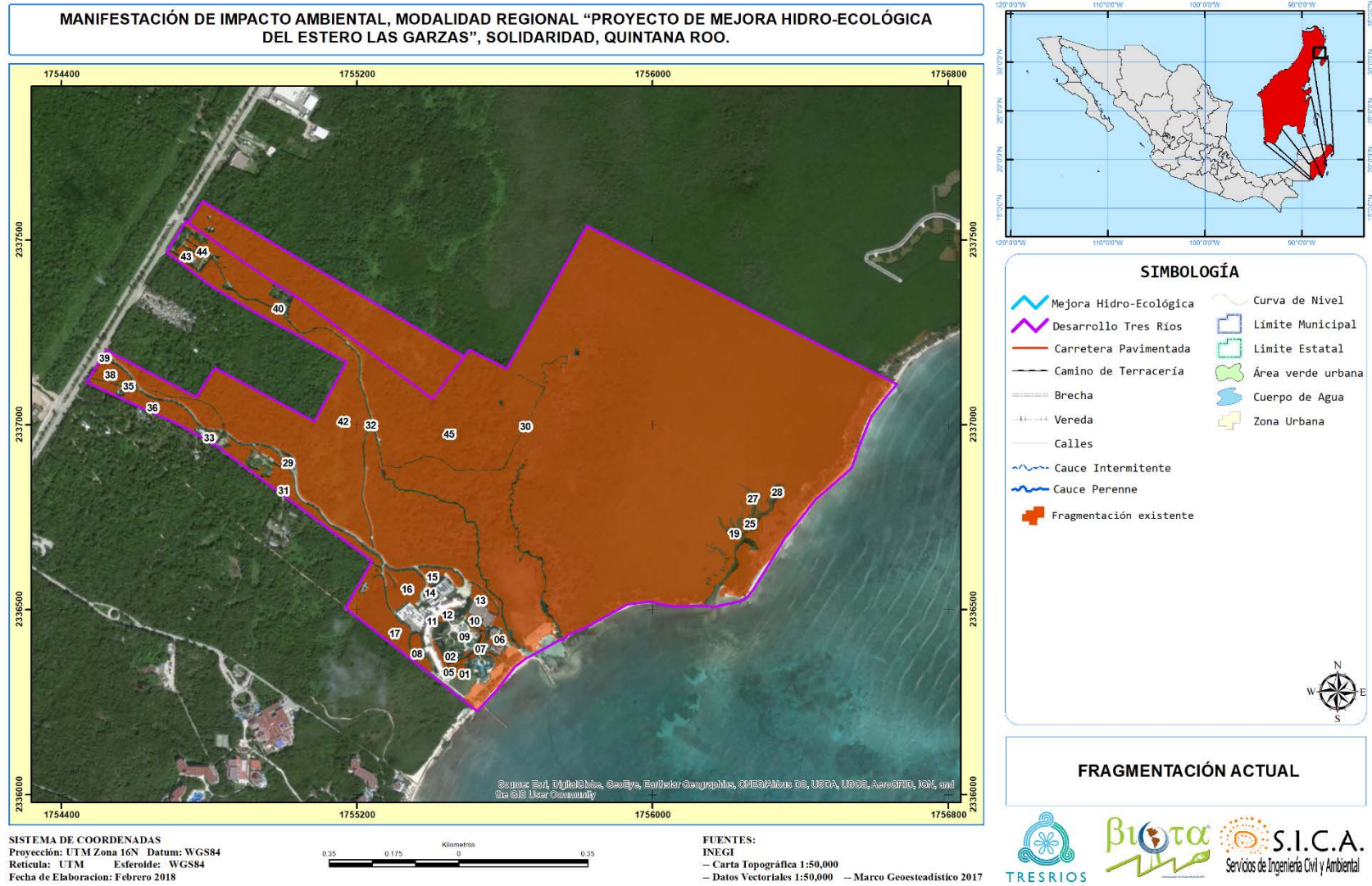
MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL “PROYECTO DE MEJORA HIDRO-ECOLÓGICA DEL ESTERO LAS GARZAS”, SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.

Imagen V. 4. Paisaje actual del Predio de Desarrollo Tres Ríos una vez fragmentado.



MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL “PROYECTO DE MEJORA HIDRO-ECOLÓGICA DEL ESTERO LAS GARZAS”, SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.

Imagen V. 5. Fragmentación actual del Predio de Desarrollo Tres Ríos.



De acuerdo con los datos obtenidos en el cálculo de las diferentes medidas de fragmentación se tiene un grado de coherencia de 70.33%, es decir que la probabilidad de que dos animales de la misma especie colocados en áreas diferentes en algún lugar de la región se encuentren sí dentro de algún fragmento de las unidades del paisaje es alto, y por consiguiente se presenta un grado de división del paisaje bajo con el 29.67%. En tanto que el índice de división S (SPLI) nos arrojó lo siguiente 1.42, lo cual es igual a decir que se deben obtener 1.42 fragmentos si se divide el área total del paisaje entre el tamaño efectivo de la malla (121.34 has/85.25 has). En tanto que el número de "mallas" per unidad de área está dado por la densidad de división de la malla: 0.0117/ha o lo que es más conveniente 11.7 mallas por cada 1,000 ha (lo cual es simplemente una cuestión de cuántas veces el tamaño efectivo de la malla encaja en un área de 1,000 ha), mientras que el producto del tamaño efectivo de la malla, m , y el área total de la región, es decir el producto neto (N) es igual a 10,344.68 ha².

De igual manera, el fragmento con la mayor probabilidad de que el encuentro entre dos animales de la misma especie ocurra es el fragmento 45. Todo esto se puede verificar en la siguiente tabla y en la subsecuente imagen:

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL “PROYECTO DE MEJORA HIDROECOLÓGICA DEL ESTERO LAS GARZAS”, SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.

Tabla V. 18. Fragmentación Actual del Predio Desarrollo Tres Ríos.

| Fragmento número | Área por fragmento (ai) (ha) | Área total (at) (ha) | (ai/at)² | C Grado de coherencia % | D Grado de división del paisaje % | (ai)² | (at)² | S Índice de división | MSIZ Tamaño efectivo de la malla (ha) | s Densidad de división (1/ha) | N Producto neto (ha²) |
|------------------|------------------------------|----------------------|-----------------|-------------------------|-----------------------------------|-------------|----------|----------------------|---------------------------------------|-------------------------------|-----------------------|
| 01 | 0.119 | 121.34 | 9.68176E-07 | 70.33% | 29.67% | 0.014255244 | 14723.82 | 1.42 | 85.25 | 0.0117 | 10344.68 |
| 02 | 0.023 | | 3.45046E-08 | | | 0.00050804 | | | | | |
| 03 | 0.011 | | 7.95415E-09 | | | 0.000117115 | | | | | |
| 04 | 0.016 | | 1.74187E-08 | | | 0.00025647 | | | | | |
| 05 | 0.152 | | 1.57167E-06 | | | 0.023140959 | | | | | |
| 06 | 0.028 | | 5.44981E-08 | | | 0.000802421 | | | | | |
| 07 | 0.093 | | 5.87007E-07 | | | 0.008642994 | | | | | |
| 08 | 0.259 | | 4.55627E-06 | | | 0.067085759 | | | | | |
| 09 | 0.015 | | 1.54263E-08 | | | 0.000227135 | | | | | |
| 10 | 0.068 | | 3.12928E-07 | | | 0.004607502 | | | | | |
| 11 | 0.021 | | 2.97561E-08 | | | 0.000438124 | | | | | |
| 12 | 0.054 | | 1.9865E-07 | | | 0.002924881 | | | | | |
| 13 | 0.241 | | 3.95848E-06 | | | 0.058283932 | | | | | |
| 14 | 0.015 | | 1.43052E-08 | | | 0.000210627 | | | | | |
| 15 | 0.285 | | 5.51007E-06 | | | 0.081129281 | | | | | |
| 16 | 0.838 | | 4.76749E-05 | | | 0.70195731 | | | | | |
| 17 | 2.638 | | 0.000472519 | | | 6.957284262 | | | | | |
| 18 | 0.001 | | 5.48478E-11 | | | 8.07569E-07 | | | | | |
| 19 | 0.003 | | 4.6587E-10 | | | 6.85938E-06 | | | | | |
| 20 | 0.002 | | 1.65986E-10 | | | 2.44394E-06 | | | | | |
| 21 | 0.001 | | 1.99453E-11 | | | 2.93671E-07 | | | | | |
| 22 | 0.005 | | 1.61335E-09 | | | 2.37547E-05 | | | | | |
| 23 | 0.001 | | 6.56296E-11 | | | 9.66318E-07 | | | | | |
| 24 | 0.003 | | 4.31828E-10 | | | 6.35816E-06 | | | | | |
| 25 | 0.018 | | 2.25766E-08 | | | 0.000332414 | | | | | |
| 26 | 0.003 | | 6.97328E-10 | | | 1.02673E-05 | | | | | |
| 27 | 0.043 | | 1.27886E-07 | | | 0.001882977 | | | | | |
| 28 | 0.033 | | 7.39665E-08 | | | 0.001089069 | | | | | |
| 29 | 0.055 | | 2.02458E-07 | | | 0.002980957 | | | | | |
| 30 | 0.001 | | 9.21077E-11 | | | 1.35618E-06 | | | | | |
| 31 | 1.470 | | 0.000146747 | | | 2.160678857 | | | | | |
| 32 | 0.002 | | 2.13867E-10 | | | 3.14894E-06 | | | | | |
| 33 | 0.052 | | 1.87192E-07 | | | 0.002756186 | | | | | |
| 34 | 0.009 | | 5.78973E-09 | | | 8.52469E-05 | | | | | |
| 35 | 0.061 | | 2.5468E-07 | | | 0.003749863 | | | | | |
| 36 | 0.964 | | 6.30545E-05 | | | 0.928402762 | | | | | |
| 37 | 0.003 | | 5.02196E-10 | | | 7.39424E-06 | | | | | |
| 38 | 0.382 | | 9.90881E-06 | | | 0.145895586 | | | | | |
| 39 | 0.022 | | 3.31945E-08 | | | 0.000488749 | | | | | |
| 40 | 0.012 | | 9.54281E-09 | | | 0.000140507 | | | | | |
| 41 | 0.004 | | 9.2674E-10 | | | 1.36452E-05 | | | | | |
| 42 | 12.147 | | 0.010020557 | | | 147.5408976 | | | | | |
| 43 | 0.118 | | 9.38152E-07 | | | 0.013813177 | | | | | |
| 44 | 0.079 | | 4.19588E-07 | | | 0.006177939 | | | | | |
| 45 | 100.975 | | 0.692485767 | | | 10196.03726 | | | | | |
| | | | 10344.68 | | | | | | | | |

Fuente: BIOTA y SICA, 2018.

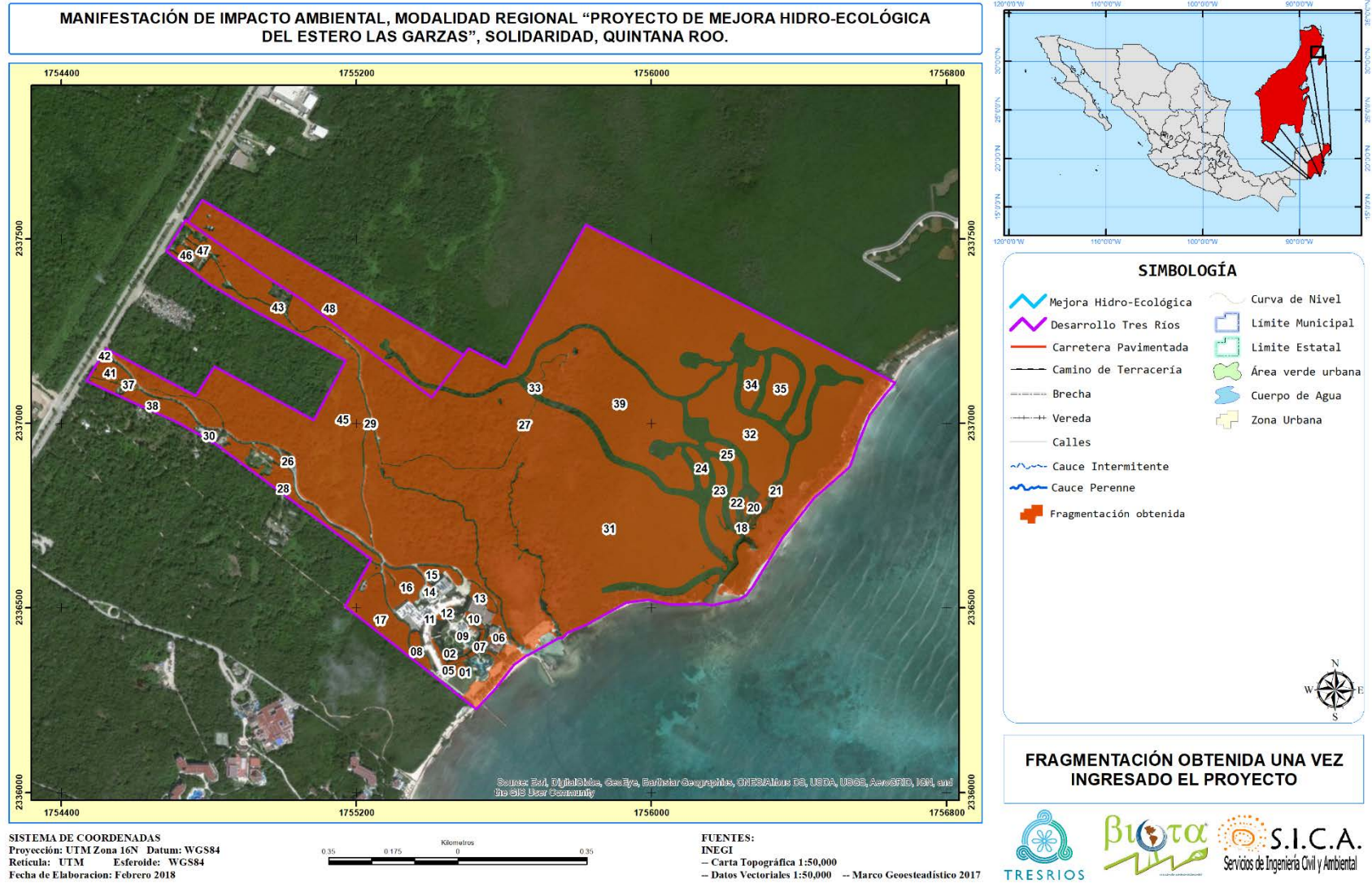
MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL. "PROYECTO DE MEJORA HIDRO-ECOLÓGICA DEL ESTERO LAS GARZAS", SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.

Los análisis de fragmentación una vez ingresado el Proyecto de Mejora Hidro-ecológica del Estero Las Garzas indican un grado de coherencia de 25.32%, lo cual es similar a decir que existe una baja probabilidad de que dos animales de la misma especie colocados en áreas diferentes en algún lugar del Predio del DTR puedan encontrarse entre sí, es decir que estos dos animales se encuentren dentro del mismo fragmento. Esto con la premisa de que la posibilidad de que dos animales se encuentren entre sí es una condición previa para la sobrevivencia de una población. En cuanto al resultado del cálculo del grado de división del paisaje (D) nos indica un 74.68%, en otras palabras, la probabilidad de que dos lugares escogidos estocásticamente en el paisaje bajo investigación *no* estén situados en la misma área no seccionada es alta. En tanto que el índice de división S (SPLI) nos arrojó el siguiente resultado 3.95, lo cual es igual a decir que se obtienen 3.95 parches cuando se divide el área total del paisaje entre el tamaño efectivo de la malla (112.25 has/28.42 has.). En lo que respecta al tamaño efectivo de la malla (MSIZ) el resultado fue de 28.42 hectáreas. En tanto que el número de "mallas" per unidad de área está dado por la densidad de división: 0.0352/ha o lo que sería más conveniente 35.2 mallas por cada 1,000 ha, mientras que el producto del tamaño efectivo de la malla, *m*, y el área total de la región, es decir el producto neto (N) es igual a 3,189.65 ha².

Esto se puede corroborar en las siguientes imágenes y en la siguiente tabla:

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL “PROYECTO DE MEJORA HIDRO-ECOLÓGICA DEL ESTERO LAS GARZAS”, SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.

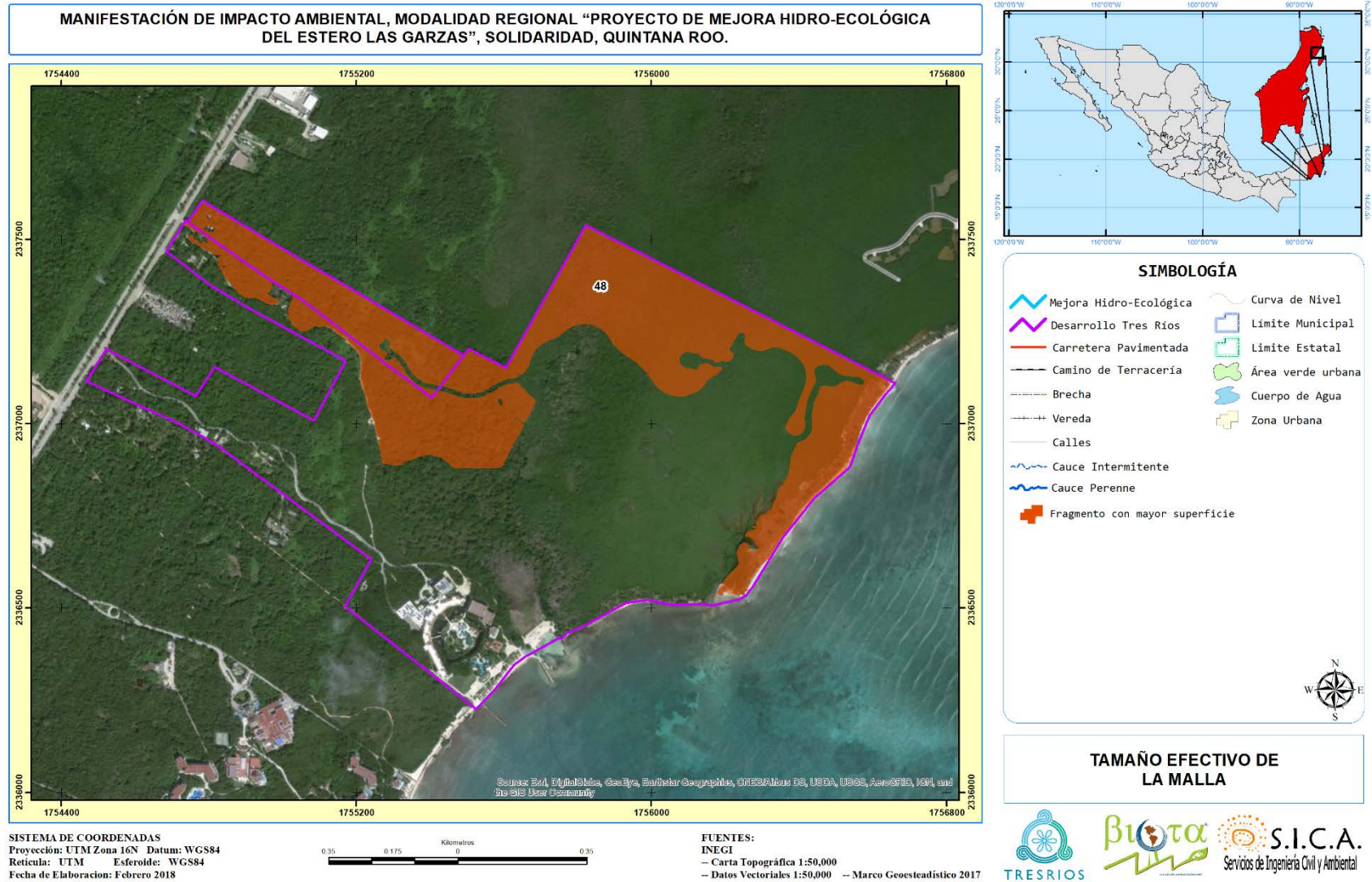
Imagen V. 6. Condición del paisaje una vez ingresado el trazo del proyecto.



Fuente: BIOTA y SICA, 2018.

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL “PROYECTO DE MEJORA HIDRO-ECOLÓGICA DEL ESTERO LAS GARZAS”, SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.

Imagen V. 7. Fragmento con la mayor superficie.



MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL “PROYECTO DE MEJORA HIDRO-ECOLÓGICA DEL ESTERO LAS GARZAS”, SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.

Tabla V. 19. Cálculo de las medidas de fragmentación del paisaje una vez ingresado el Proyecto de Mejora Hidro-ecológica del Estero Las Garzas.

| FRAGMENTACIÓN OBTENIDA UNA VEZ INGRESADO EL PROYECTO | | | | | | | | | | | |
|--|------------------------------|----------------------|--------------------|-------------------------|-----------------------------------|-------------|-------------|----------------------|---------------------------------------|-------------------------------|-----------------------|
| Fragmento número | Área por fragmento (ai) (ha) | Área total (at) (ha) | (ai/at)2 | C Grado de coherencia % | D Grado de división del paisaje % | (ai)2 | (at)2 | S Índice de división | MSIZ Tamaño efectivo de la malla (ha) | s Densidad de división (1/ha) | N Producto neto (ha2) |
| 01 | 0.119395 | 112.25 | 1.13146E-06 | 25.32% | 74.68% | 0.014255166 | 12598.95282 | 3.95 | 28.42 | 0.0352 | 3189.65 |
| 02 | 0.02254 | | 4.03249E-08 | | | 0.000508052 | | | | | |
| 03 | 0.010822 | | 9.29567E-09 | | | 0.000117116 | | | | | |
| 04 | 0.016015 | | 2.03573E-08 | | | 0.00025648 | | | | | |
| 05 | 0.152122 | | 1.83675E-06 | | | 0.023141103 | | | | | |
| 06 | 0.028327 | | 6.36893E-08 | | | 0.000802419 | | | | | |
| 07 | 0.092968 | | 6.86013E-07 | | | 0.008643049 | | | | | |
| 08 | 0.259009 | | 5.3247E-06 | | | 0.067085662 | | | | | |
| 09 | 0.015071 | | 1.80281E-08 | | | 0.000227135 | | | | | |
| 10 | 0.067879 | | 3.6571E-07 | | | 0.004607559 | | | | | |
| 11 | 0.020931 | | 3.47733E-08 | | | 0.000438107 | | | | | |
| 12 | 0.054082 | | 2.32151E-07 | | | 0.002924863 | | | | | |
| 13 | 0.241421 | | 4.62611E-06 | | | 0.058284099 | | | | | |
| 14 | 0.014513 | | 1.67178E-08 | | | 0.000210627 | | | | | |
| 15 | 0.284832 | | 6.43937E-06 | | | 0.081129268 | | | | | |
| 16 | 0.837829 | | 5.57155E-05 | | | 0.701957433 | | | | | |
| 17 | 2.637666 | | 0.000552211 | | | 6.957281928 | | | | | |
| 18 | 0.013599 | | 1.46784E-08 | | | 0.000184933 | | | | | |
| 19 | 0.00613 | | 2.98254E-09 | | | 3.75769E-05 | | | | | |
| 20 | 0.0654 | | 3.39485E-07 | | | 0.00427716 | | | | | |
| 21 | 0.026387 | | 5.52644E-08 | | | 0.000696274 | | | | | |
| 22 | 0.195497 | | 3.03351E-06 | | | 0.038219077 | | | | | |
| 23 | 1.055508 | | 8.84278E-05 | | | 1.114097138 | | | | | |
| 24 | 0.260653 | | 5.39251E-06 | | | 0.067939986 | | | | | |
| 25 | 0.331369 | | 8.71544E-06 | | | 0.109805414 | | | | | |
| 26 | 0.054598 | | 2.36602E-07 | | | 0.002980942 | | | | | |
| 27 | 0.001165 | | 1.07725E-10 | | | 1.35723E-06 | | | | | |
| 28 | 1.469925 | | 0.000171497 | | | 2.160679506 | | | | | |
| 29 | 0.001775 | | 2.5007E-10 | | | 3.15063E-06 | | | | | |
| 30 | 0.052499 | | 2.1876E-07 | | | 0.002756145 | | | | | |
| 31 | 33.289623 | | 0.087959612 | | | 1108.198999 | | | | | |
| 32 | 3.652744 | | 0.00105902 | | | 13.34253873 | | | | | |
| 33 | 0.07341 | | 4.27736E-07 | | | 0.005389028 | | | | | |
| 34 | 0.533577 | | 2.25975E-05 | | | 0.284704415 | | | | | |
| 35 | 1.183274 | | 0.000111131 | | | 1.400137359 | | | | | |
| 36 | 0.009233 | | 6.7663E-09 | | | 8.52483E-05 | | | | | |
| 37 | 0.061236 | | 2.97632E-07 | | | 0.003749848 | | | | | |
| 38 | 0.963537 | | 7.36889E-05 | | | 0.92840355 | | | | | |
| 39 | 8.471288 | | 0.005695927 | | | 71.76272038 | | | | | |
| 40 | 0.002719 | | 5.86792E-10 | | | 7.39296E-06 | | | | | |
| 41 | 0.381963 | | 1.158E-05 | | | 0.145895733 | | | | | |
| 42 | 0.022108 | | 3.8794E-08 | | | 0.000488764 | | | | | |
| 43 | 0.011854 | | 1.11531E-08 | | | 0.000140517 | | | | | |
| 44 | 0.003694 | | 1.08308E-09 | | | 1.36456E-05 | | | | | |
| 45 | 12.146641 | | 0.011710568 | | | 147.5408876 | | | | | |
| 46 | 0.117529 | | 1.09637E-06 | | | 0.013813066 | | | | | |
| 47 | 0.0786 | 4.90355E-07 | 0.00617796 | | | | | | | | |
| 48 | 42.8321 | 0.145614387 | 1834.58879 | | | | | | | | |
| 46 | | | 3189.646492 | | | | | | | | |

Fuente: BIOTA y SICA, 2018.

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL "PROYECTO DE MEJORA HIDRO-ECOLÓGICA DEL ESTERO LAS GARZAS", SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.

La siguiente tabla nos muestra las condiciones de fragmentación que imperan en el Predio Desarrollo Tres Ríos antes del Proyecto de Mejora Hidro-Ecológica y después del ingreso del Proyecto. En la tabla podemos atisbar que, el grado de coherencia pasa del 70.33% en su condición actual al 25.32% con el Proyecto de Mejora Hidro-Ecológica del Estero Las Garzas, es decir que la probabilidad de que dos animales de la misma especie colocados en áreas diferentes en algún lugar en la región de investigación puedan encontrarse entre sí es un **45.01%** más baja de lo que era antes del ingreso de los canales de Mejora Hidro-Ecológica. Esto es igual a decir que la conectividad en el ecosistema disminuye considerablemente al ingresar el proyecto.

En lo que respecta al grado de división del paisaje (D) aumenta un **45.01%** una vez ingresado el Proyecto de Mejora Hidro-Ecológica del Estero Las Garzas, en otras palabras, la probabilidad de que dos lugares escogidos estocásticamente en el paisaje bajo investigación *no* estén situados en la misma área no seccionada es un mucho más alta de lo que era antes del proyecto, en otras palabras, la probabilidad de que dos lugares escogidos estocásticamente en el paisaje bajo investigación *no* estén situados en la misma área no seccionada es un mucho más alta de lo que era antes del proyecto. En tanto que el índice de división S (SPLI) antes del ingreso del proyecto de Mejora Hidro-Ecológica es de 1.42 y después del Proyecto una vez ingresado es igual a 3.95. En cuanto al tamaño efectivo de la malla (MSIZ) se pasa de 85.25 hectáreas a 28.42 hectáreas; toda vez que entre más pequeño es el tamaño efectivo de la malla, más fragmentado está el paisaje, como es el caso con el Proyecto de Mejora Hidro-Ecológica del Estero Las Garzas. En este caso, el MSIZ disminuye de manera significativa.

Con relación a la densidad de división de la malla es de 11.7 mallas por cada 1000 hectáreas antes del proyecto de Mejora Hidro-Ecológica y en 35.2 mallas por cada 1000 ha. Finalmente, el producto neto (N) era igual a 10344.68 ha² con el Proyecto, en tanto que una vez insertado el Proyecto de Mejora Hidro-Ecológica del Estero Las Garzas es igual a 3189.65 ha², en otras palabras, el producto neto disminuye toda vez que se ingresa el proyecto en la modelación, en otras palabras, el producto neto disminuye toda vez que se ingresa el proyecto en la modelación. En la siguiente tabla se pueden observar las comparaciones de fragmentación antes del Proyecto de Mejora Hidro-Ecológica del Estero Las Garzas y una vez integrado el mismo.

Tabla V. 20. Comparación de las medidas de fragmentación antes del proyecto y una vez ingresado el mismo.

| | Número de fragmentos obtenidos | C Grado de coherencia % | D Grado de división del paisaje % | S Índice de división | MSIZ Tamaño efectivo de la malla (ha) | s Densidad de división (1/ha) | N Producto neto (ha ²) |
|------------------------|--------------------------------|-------------------------|-----------------------------------|----------------------|---------------------------------------|-------------------------------|------------------------------------|
| Antes del proyecto | 45 | 70.33% | 29.67% | 1.42 | 85.25 | 0.0117 | 10344.68 |
| Mejora Hidro-Ecológica | 48 | 25.32% | 74.68% | 3.95 | 28.42 | 0.0352 | 3189.65 |

Fuente: BIOTA y SICA, 2018.

El objetivo de ponderar la fragmentación del paisaje existente en el Predio Desarrollo Tres Ríos antes del Proyecto de Mejora Hidro-Ecológica del Estero Las Garzas, es conocer el impacto que va a generarse por el ingreso de éste, esto con la finalidad de profundizar en los procesos ecológicos asociados a los movimientos de las especies, tales como forrajeo, dispersión, conectividad genética, y dinámica de poblaciones. Por último, se concluye que la zona presenta un bajo grado de división del paisaje, mismo que tendrá una afectación significativa, sin embargo, dicho incremento en la fragmentación del paisaje se verá compensado por la conservación y aumento en la biodiversidad biológica generada por el sistema acuático con funcionamiento natural. Es decir, que al revertir el proceso de salinización del manglar; se espera mejorar su estructura creando manglar del tipo fisonómico borde; rehabilitar funciones y ampliar los servicios ambientales del ecosistema de manglar. Esto es, que al reducir la salinidad del suelo sobre el manglar y recuperar la conectividad con un cuerpo acuático, se esperan incrementar los servicios ambientales que presta

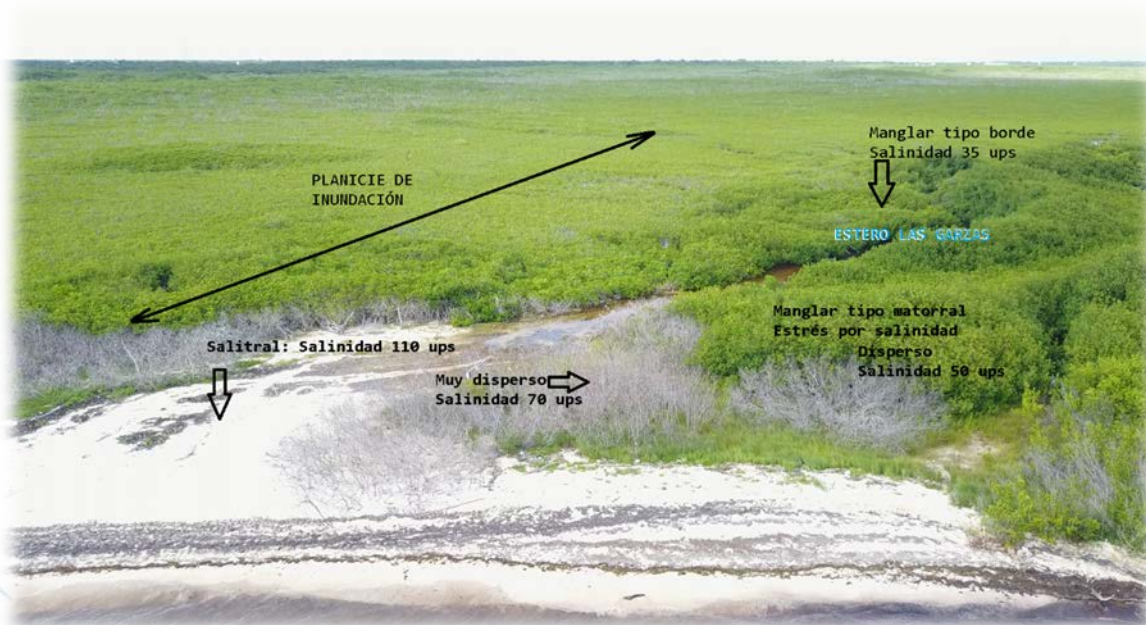
MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL. "PROYECTO DE MEJORA HIDRO-ECOLÓGICA DEL ESTERO LAS GARZAS", SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.

actualmente el manglar. Lo señalado anteriormente se ha comprobado a través resultados referentes a las comprobaciones de las dos hipótesis ambientales planteadas para predio Mayakoba:

- Ecológica manglar: Es posible generar nuevos hábitats acuáticos y asociarlos al manglar de cuenca para revertir el proceso de salinización; mejorar su estructura creando manglar del tipo fisonómico Borde; rehabilitar funciones y ampliar los servicios ambientales del ecosistema de manglar.
- Ecológica biodiversidad: Es posible conservar y aumentar la diversidad biológica original del predio creando hábitats acuáticos y litorales con manglar del tipo Borde, que representen zonas de descanso, alimentación, crianza y refugio de peces, crustáceos y moluscos, así como de aves asociadas al sistema acuático.

Las cuales guardan gran similitud con los objetivos establecidos ahora para el caso Tres Ríos. Para lo anterior a continuación se describen e ilustran dichas expectativas con base en algunos de los resultados más relevantes alcanzados en el predio Mayakoba. Se reitera que la mejor comprobación de la hipótesis hidrogeológica, es que a más de una década de su implementación, el sistema de canales artificiales en el predio Mayakoba se ha conformado como un verdadero ecosistema estuarino cárstico con funcionamiento natural, de baja salinidad, oligotrófico, bien oxigenado, de alta transparencia y bajo tiempo de residencia, cuyo comportamiento es verificado permanentemente a través de un programa de monitoreo ambiental; resultados que permiten asegurar que técnicamente es factible la implementación de un sistema similar en otras zonas del mismo SAR.

Imagen V. 8. Ejemplo de los efectos sobre la estructura, densidad, y servicios ambientales del manglar por aumento de la salinidad del suelo y desconexión hidrológica con la influencia mareal.



Fuente: BIOTA y SICA, 2018.

Imagen V. 9. Condición del manglar en el Predio Mayakoba.



Fuente: BIOTA y SICA, 2018.

Las imágenes anteriores señalan la diferencia entre la conectividad con un cuerpo de agua y la inexistencia de esta. En la primera imagen se muestran las condiciones actuales del Estero Las Garzas, ubicado en el Predio Desarrollo Tres Ríos, junto al estero se desarrolla manglar del tipo fisonómico borde con salinidades incluso marinas (35 ups). Mientras que, atrás del bordo natural y desconectado de la influencia regular de la marea se desarrolla manglar del tipo fisonómico matorral el cual se considera chaparro por ser menor de 1.5 m. La densidad y altura de este tipo de manglar están directamente determinadas por la salinidad del suelo. En salinidades de entre 70 y 90 ups es un matorral de disperso a muy disperso y de muy baja talla, porque en ese rango disminuye notablemente su capacidad osmótica para excluir o excretar la sal lo que impide su desarrollo estructural y su capacidad de colonización. Finalmente, se observa que en salinidades mayores de 110 ups ya no hay posibilidad de desarrollo para el manglar. Caso contrario de lo que sucede con la conectividad en el Predio Mayakoba, el cual es un antecedente de conceptualización ecológica, diseño y construcción de un sistema acuático creado artificialmente con la finalidad de conectar el flujo hidrológico del agua subterránea con la influencia mareal mediante canales artificiales. Por su extensión el sistema de canales implica el desarrollo de una extensa línea litoral y consecuentemente la creación directa de numerosos y diversos tipos de hábitats y nichos ecológicos acuáticos y litorales, que han sido ocupados por una amplia gama de grupos de fauna que después de más de una década de funcionamiento natural del sistema implementado demuestran la creación de nuevas opciones para los ciclos de vida de muy numerosas especies previamente existentes y nuevas que se incorporaron al uso del ecosistema acuático estuarino.

V.2.1. Indicadores de impacto y de cambio climático.

La lista de revisión o Check List es una herramienta de recolección de datos preliminares que puede emplearse en el desarrollo de una evaluación de impacto ambiental, consiste en analizar mediante una lista los factores ambientales y detectar aquellos que pueden ser afectados por las actividades a realizar durante el proyecto, así como su grado de afectación. La Matriz de Leopold es el primer método que se utilizó en evaluaciones de impacto ambiental, en 1971, por el Servicio Geológico de los Estados Unidos de Norteamérica, y a pesar de su antigüedad, con variaciones, es de los que más se utilizan en la actualidad. Se basa en una matriz donde en las columnas hay acciones y en las filas factores ambientales. Los cruces son posibles efectos ambientales o impactos. Las cuadrículas del cruce que presenten impactos significativos se dividen con una diagonal marcando en la parte superior la magnitud del impacto, valorada entre 0 y 10, y en la inferior la importancia, también en una escala de 0 a 10. Sumando por filas se obtiene el impacto producido sobre un determinado factor ambiental, y sumando por columnas el impacto producido por una cierta acción.

CRITERIOS DE IMPORTANCIA PARA LA EVALUACIÓN.

En cuanto a la interpretación de la matriz modificada de Leopold, el código que se usa en las celdas de la matriz es marcando con el número 1 la identificación de los posibles impactos en cada factor ambiental dependiente de la actividad y la etapa del proyecto. Finalmente se suman las filas y columnas para obtener los impactos totales por acción y por componente ambiental. La estimación de la magnitud y de la importancia está en función de la experiencia del evaluador, para después acompañar de una explicación justificando los impactos señalados resaltando los más significativos, aquellos cuyas filas y columnas aparecen con un impacto. Al momento de realizar la Matriz de Leopold modificada, las acciones se establecen bajo los siguientes criterios:

- a) Representatividad de la realidad del proyecto,
- b) Relevancia, es decir, la capacidad apreciable para generar alteraciones,
- c) Exclusión, sin solapamientos ni redundancias con otras acciones,
- d) Independencia, y
- e) Cuantitatividad.

INDICADORES DE IMPACTO AMBIENTAL.

Los indicadores de impacto se definen como "un elemento del medio ambiente afectado, o potencialmente afectado, por un agente de cambio" (Ramos, 1987), por lo que son variables que evidencian las alteraciones sobre el factor ambiental. Un indicador es capaz de caracterizar cualitativa o cuantitativamente el estado del factor a valorar. Los indicadores de impacto regularmente están representados en unidades heterogéneas, inconmensurables, por lo que se requiere transformarlos a unidades homogéneas y dimensionales para hacerlos comparables, a fin de jerarquizar los impactos y totalizar la alteración que generará el proyecto. Para que los indicadores ambientales sean representativos y de relevancia en el área de estudio, se eligieron los elementos que en base a la caracterización de los factores: Medio abiótico, Medio biótico y Medio socioeconómico, los cuales son cualitativos y de fácil identificación. A partir de la información de los capítulos anteriores, donde se describieron las acciones que se requieren para realizar el proyecto, así como los elementos relevantes del ambiente, se eligieron los indicadores para este sitio en particular. En la siguiente tabla se describe el término utilizado para cada uno de los indicadores:

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL "PROYECTO DE MEJORA HIDRO-ECOLÓGICA DEL ESTERO LAS GARZAS", SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.

Tabla V. 21. Indicadores ambientales elegidos para la evaluación de impacto ambiental.

| ATRIBUTO AMBIENTAL | PARÁMETRO | INDICADORES DEL IMPACTO |
|------------------------|--------------------------------|--|
| Suelo | Características físicas | Hace alusión a la posible alteración de las características físicas del suelo, tales como, textura, estructura, color, permeabilidad, porosidad, drenaje, consistencia, etc. |
| | Características químicas | Se refiere a la posible alteración de las características físicas del suelo, tales como, pH y conductividad eléctrica |
| | Procesos erosivos | Se enfoca a la pérdida del suelo, reduciendo su fertilidad por la disminución de minerales y materia orgánica. |
| Aire | Calidad del aire (composición) | Hace mención de la presencia de contaminantes |
| | Nivel de ruido | Se refiere a la generación de todo sonido no agradable, no deseado o molesto al que se ve sometida una persona. |
| Agua | Calidad (físicoquímica) | Considera la posible alteración de las características físicoquímicas del agua, tales como, pH, turbiedad, color, olor, etc. |
| | Patrón de drenaje superficial | Se enfoca a la alteración del curso normal de las corrientes superficiales y su relación con las corrientes subterráneas. |
| Vegetación | Uso actual | Se refiere a la modificación de la vocación natural o predominante de la Vegetación presente en el sitio |
| | Cobertura | Considera el número de organismos de vegetación en el SAR del proyecto, así como las posibles afectaciones que pudieran ocasionar las actividades del proyecto. |
| | Composición (estructura) | Menciona la distribución de las principales características de la vegetación, y tiene especial importancia la distribución de las especies por clases de dimensión de altura y diámetro. |
| | Diversidad | Se refiere a la variedad de especies de vegetación marina encontradas en el área del proyecto, así como las posibles afectaciones derivadas de las actividades del proyecto. |
| | Especies en estatus | Establece las especies de Vegetación enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010. Protección ambiental-Especies nativas de México de Vegetación y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo. |
| Fauna | Distribución | Se enfoca a la forma de distribución de las especies de animales terrestres y acuáticos en el área del proyecto y como son afectadas por las actividades del proyecto |
| | Diversidad | Se refiere a la biodiversidad de especies de animales terrestres y acuáticos encontrados en el área. |
| | Especies en estatus | Se refiere a las especies de fauna enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010. Protección ambiental-Especies nativas de México de Vegetación y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo. |
| Paisaje | Calidad estético-paisajística | Indica el cambio en la percepción que se posee de un sistema ambiental en el que conviven los rasgos naturales así como los influenciados por el hombre |
| | Uso del suelo | Se refiere a la modificación de la vocación natural o predominante de los terrenos, llevada a cabo por el hombre a través de la remoción total o parcial de la vegetación. |
| Socioeconómicos | Economía local | Se contempla el impacto en la economía a nivel local al desarrollarse tanto la etapa constructiva del proyecto como la de operación, así como todas las actividades generadas por el comercio y turismo. |
| | Economía regional | Hace referencia al impacto en la economía a nivel regional al desarrollarse tanto la etapa constructiva del proyecto como la de operación, así como todas las actividades generadas por el comercio y turismo. |
| | Servicios públicos | Se refiere al aumento de la necesidad de más servicios públicos tales como transporte, agua, luz, etc. |
| | Densidad de población | Se enfoca al cambio en la cantidad de población que habita alrededor de la zona del proyecto. |

Fuente: BIOTA y SICA, 2018.

VALORACIÓN Y DESCRIPCIÓN DE LOS IMPACTOS.

Para el presente proyecto se realizó una modificación a la matriz de Leopold, utilizando 24 factores ambientales, 4 etapas y 27 acciones; marcando con el número 1 los posibles impactos ambientales y finalmente sumando las filas y columnas para obtener los impactos totales por acción y por componente ambiental. A continuación, se muestra la matriz de Leopold Modificada, empleada para el proyecto.

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL “PROYECTO DE MEJORA HIDROECOLÓGICA DEL ESTERO LAS GARZAS”, SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.

Tabla V. 22. Matriz de Leopold.

| FACTORES Y-COMPONENTES | | ETAPAS Y ACCIONES | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | Total, de impactos | | | | |
|---------------------------|--------------------------------|-----------------------------------|--|--|--|---|---|---|--|---|---|------------------------------|---------------------------------|------------|------------------------------|-----------------------------------|-----------|----------------|---------------------|-------------------------|----------------------|----------------------------|-----------------------------|--------------------|-----------------------|-----------------------------------|----------------------------|---------------------------------------|------------|
| | | PREPARACIÓN DEL SITIO | | | | | | | | | | | CONSTRUCCIÓN | | | | OPERACIÓN | | | | MANTENIMIENTO | | | | | | | | |
| | | Construcción de caminos de acceso | Montaje y uso de almacenes, bodegas y talleres | Montaje y uso de campamentos, dormitorios, comedores | Instalación de viveros y áreas de trituración y almacenamiento de material vegetal y biomasa | Montaje y uso de instalaciones sanitarias | Colecta y tratamiento de aguas residuales | Instalación y uso de sitios para la disposición de residuos | Transporte y reciclaje o disposición final de residuos | Trazo de las áreas de desmonte y conservación | Marcado y rescate de especies vegetales | Rescate de especies animales | Desmonte y limpieza del terreno | Excavación | Formación de fondo y taludes | Trituración y transporte de turba | Composteo | Estabilización | Conexión con estero | Presencia de visitantes | Paseo en los canales | Monitoreo calidad del agua | Monitoreo de vida silvestre | Limpieza de drenes | Eliminación de raíces | Reubicación de residuos vegetales | Manejo de aguas residuales | Manejo de residuos sólidos domésticos | |
| Suelo | Características físicas | 1 | | | 1 | 1 | | 1 | 1 | 1 | 1 | | 1 | 1 | 1 | | 1 | | | | | | | 1 | 1 | 1 | | 1 | 15 |
| | Características químicas | | | | | | | 1 | 1 | | | | | | | | 1 | | | | | | | | | | | | 3 |
| | Procesos erosivos | 1 | | | | | | | | | 1 | | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | 3 |
| Aire | Calidad del aire (composición) | 1 | 1 | 1 | | 1 | 1 | 1 | 1 | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | | | | | | | 1 | | 1 | | 1 | 17 |
| | Nivel de ruido | 1 | 1 | 1 | 1 | | | | | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | | | 1 | 1 | | | 1 | | 1 | | 1 | 15 |
| Agua | Calidad (físicoquímica) | | | | | 1 | 1 | | 1 | | | | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | | 1 | 1 | | 1 | | | 1 | 13 | |
| | Patrón de drenaje superficial | 1 | | | | | | | | | 1 | | 1 | 1 | 1 | | | 1 | 1 | | | | | | | | | 7 | |
| Vegetación | Uso actual | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | 1 | 1 | | | | | | | | | 1 | |
| | Cobertura | 1 | | | 1 | 1 | | 1 | | | 1 | 1 | | | | | | 1 | 1 | | | | | | 1 | | | 9 | |
| | Composición (estructura) | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 | | | | | | | | | 1 | |
| | Diversidad | | | | | | | | | | 1 | | 1 | | | | | | | 1 | | | | 1 | | | | 4 | |
| | Especies en estatus | | | | | | | | | | 1 | | | | | | | | 1 | 1 | | | | | 1 | | | 4 | |
| Fauna | Distribución | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | | 1 | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | | 21 | |
| | Diversidad | 1 | | | | | | | | | 1 | 1 | 1 | | | | | 1 | 1 | | | | | 1 | | | | 7 | |
| Paisaje | Calidad estético-paisajística | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | | 1 | | 1 | 1 | | 1 | 1 | 1 | | 1 | 1 | 1 | | 1 | | | 1 | 1 | | | 17 | |
| | Uso del suelo | 1 | | | | | | | | | 1 | | | 1 | 1 | | | 1 | 1 | | | | | | | | | 6 | |
| Socioeconómicos | Economía local | 1 | 1 | 1 | | 1 | 1 | | 1 | | | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | | 1 | 1 | 1 | | | 1 | 1 | 1 | 1 | 19 | |
| | Economía regional | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 | 1 | 1 | | | | | | 3 | |
| | Servicios públicos | 1 | | | | 1 | | 1 | | | | | | | | | | | | 1 | | | | | | | | 4 | |
| | Densidad de población | | 1 | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 3 | |
| Total, de impactos | | 13 | 6 | 6 | 5 | 9 | 3 | 7 | 5 | 3 | 12 | 4 | 11 | 9 | 9 | 5 | 8 | 8 | 12 | 5 | 6 | 1 | 4 | 7 | 4 | 5 | 2 | 3 | 172 |

Fuente: BIOTA y SICA, 2018.

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL. "PROYECTO DE MEJORA HIDRO-ECOLÓGICA DEL ESTERO LAS GARZAS", SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.

A continuación, se describen en las siguientes tablas los impactos más significativos de acuerdo con la etapa del proyecto y al atributo ambiental.

Tabla V. 23. Descripción de los impactos ambientales para el atributo ambiental aire.

| ATRIBUTO AMBIENTAL | AIRE |
|------------------------------|--|
| ETAPA DEL PROYECTO | DESCRIPCIÓN DE LOS IMPACTOS |
| Preparación del sitio | Esta fase involucra la construcción, montaje y uso de campamentos, dormitorios y comedores, instalación y uso de sitios para disposición de residuos, el transporte de estos y el desmonte y limpieza del terreno. Esta actividad generará impactos adversos como ruido, incremento de partículas suspendidas, emisión de gases contaminantes a la atmósfera y otros, todo esto modifica la calidad del aire, la cual genera impacto temporalmente y de extensión tanto puntual como local debido a que los gases, partículas, polvo producidos por el uso de vehículos que pudiesen rebasar los límites del predio. |
| Construcción | En esta etapa, durante las actividades en la excavación, trituración y transporte de turba y el composteo se generan residuos. El producto de la combustión generada por maquinaria así mismo se levantarán partículas de polvo y materia orgánica, todo esto modifica la calidad del aire, la cual genera impacto temporalmente, ya que se consideró de extensión local debido a que los gases, olores, partículas, arenas y polvo pueden rebasar los límites del predio. |
| Mantenimiento | Durante esta etapa, el manejo de residuos sólidos domésticos provocara la generación de residuos que pueden tener malos olores. El impacto se considera regional ya que deben ser transportados a un sitio de disposición final de manera periódica. |

Fuente: BIOTA y SICA, 2018.

Tabla V. 24. Descripción de los impactos ambientales para el atributo ambiental agua

| ATRIBUTO AMBIENTAL | AGUA |
|------------------------------|---|
| ETAPA DEL PROYECTO | DESCRIPCIÓN DE LOS IMPACTOS |
| Preparación del sitio | Las actividades que provocarán afectación serán el manejo, transporte y tratamiento de agua residual, ya que esta modificara las condiciones fisicoquímicas de este factor ambiental. La mala disposición de los residuos puede generar lixiviados los cuales al infiltrarse en el suelo afectarían la calidad fisicoquímica del agua subterránea. Los trabajos de desmonte y limpieza del terreno provocaran turbidez en el agua por el movimiento de materiales, sedimentos, arcilla, limo y arena. |
| Construcción | Durante esta etapa, la excavación, formación de fondo y taludes, estabilización y conexión con el estero elevaran significativamente la turbidez en el agua, también modificaran de manera permanente el patrón de drenaje natural del agua. |
| Operación | En esta etapa del proyecto el agua será monitoreada lo cual permitirá tener un control y registro de las condiciones fisicoquímicas del recurso agua, principalmente relacionado con la hidrología superficial, así como, tomar medidas en caso de alguna contingencia que se presente, a nivel superficial o subterráneo. |
| Mantenimiento | En esta etapa la calidad fisicoquímica del agua podría verse afectada por un mal manejo de residuos sólidos, los cuales pueden producir lixiviados y alcanzar el recurso hídrico. Por otro lado, se verá beneficiado por la actividad de limpieza de drenes mejorando su aspecto visual y condiciones fisicoquímicas, así como su dinámica hidrológica superficial. |

Fuente: BIOTA y SICA, 2018.

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL "PROYECTO DE MEJORA HIDRO-ECOLÓGICA DEL ESTERO LAS GARZAS", SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.

Tabla V. 25. Descripción de los impactos ambientales para el atributo ambiental suelo.

| ATRIBUTO AMBIENTAL | SUELO |
|------------------------------|---|
| ETAPA DEL PROYECTO | DESCRIPCIÓN DE LOS IMPACTOS |
| Preparación del sitio | Durante esta etapa, la construcción de áreas de trituración y almacenamiento de material vegetal, montaje y uso de sanitarios, instalación de sitios de disposición de residuos, marcado y rescate de especies vegetales, finalmente, el desmonte y limpieza del terreno provocaran afectaciones en las condiciones físicas y químicas del suelo, así como, un posible incremento en los procesos erosivos del mismo. |
| Construcción | Durante las actividades de excavación y composteo se generarán afectaciones en las condiciones físicas del suelo por el uso de maquinaria, y alteraciones químicas por los lixiviados que se generen durante el proceso de composteo de material vegetal. |
| Mantenimiento | La eliminación de raíces, la reubicación de residuos vegetales y manejo de residuos sólidos domésticos afectaran las condiciones físicas del suelo por el uso de maquinaria y la extracción de vegetación. Por otra parte, se tiene el mejoramiento de las características edáficas, debido a la generación de composta que será adicionada a la capa superficial del suelo, incrementado su fertilidad y, en consecuencia, los procesos edafogenéticos y la mejora en el establecimiento de la vegetación. |

Fuente: BIOTA y SICA, 2018.

Tabla V. 26. Descripción de los impactos ambientales para el atributo ambiental vegetación.

| ATRIBUTO AMBIENTAL | VEGETACIÓN |
|------------------------------|---|
| ETAPA DEL PROYECTO | DESCRIPCIÓN DE LOS IMPACTOS |
| Preparación del sitio | La vegetación de la zona se verá afectada por la instalación y uso de sitios para la disposición de residuos y el desmonte y limpieza del terreno debido a que se requiere eliminar el material vegetal para realizar estas actividades. El marcado y rescate de especies vegetales beneficiará este factor ambiental ya que se buscará preservar a los individuos que tengan un gran valor ambiental para la zona, los cuales serán reubicados, en caso de ser necesario. |
| Construcción | Durante la estabilización y conexión con el estero se verá beneficiada la vegetación del predio, ya que permitirá el reacondicionamiento de estos y fortalecimiento del ecosistema. |
| Operación | El monitoreo de la vida silvestre, particularmente relacionada con la vegetación de manglar, beneficiará al fortalecimiento del ecosistema, ya que permitirá tener un control de la recuperación y desarrollo de este, con las facilidades necesarias para el crecimiento de las especies endémicas. |
| Mantenimiento | La limpieza de drenes permitirá un buen desarrollo de la Vegetación acuática, como el ecosistema de los manglares. La eliminación de raíces podría afectar de manera permanente a los individuos que se les practique esta acción, por lo que será necesario diseñar procedimientos de mantenimiento que no dañen el sistema radicular aéreo de este tipo de vegetación. |

Fuente: BIOTA y SICA, 2018.

Tabla V. 27. Descripción de los impactos ambientales para el atributo ambiental Fauna.

| ATRIBUTO AMBIENTAL | FAUNA |
|------------------------------|---|
| ETAPA DEL PROYECTO | DESCRIPCIÓN DE LOS IMPACTOS |
| Preparación del sitio | En el caso de la construcción del montaje de bodegas y talleres, montaje de campamentos, instalación de áreas de trituración, instalación y uso de sitios de disposición de residuos, marcado y rescate de especies vegetales, rescate de especies animales y desmonte y limpieza del terreno la fauna se verá ahuyentada por el ruido y la presencia del ser humano de manera temporal, ya que solo durará el tiempo que tome las actividades durante esta etapa. La fauna habrá de recuperar sus actividades normales al finalizar esta etapa |
| Construcción | La fauna silvestre se verá beneficiada durante la conexión con el estero ya que esta actividad permitirá fortalecer el ecosistema del predio al mejorar la calidad del hábitat natural. |
| Operación | En esta etapa, durante la presencia de visitantes y paseos en los canales la fauna podría ser ahuyentada de manera temporal. El monitoreo de vida silvestre permitirá tener un registro de cómo se van desarrollando los individuos rescatados, así como, las poblaciones que se vayan generando y estableciendo en los nuevos hábitats modificados. |

**MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL.
"PROYECTO DE MEJORA HIDRO-ECOLÓGICA DEL ESTERO LAS GARZAS",
SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.**

| ATRIBUTO AMBIENTAL | FAUNA |
|--------------------|--|
| ETAPA DEL PROYECTO | DESCRIPCIÓN DE LOS IMPACTOS |
| Mantenimiento | Durante la limpieza de los drenes se podría ver afectada de manera temporal la distribución natural de las especies animales, pero que regresaran a sus condiciones iniciales y normales, al cesar las actividades relacionadas con el mejoramiento hidro ecológico. |

Fuente: BIOTA y SICA, 2018.

Tabla V. 28. Descripción de los impactos ambientales para el atributo ambiental paisaje.

| ATRIBUTO AMBIENTAL | PAISAJE |
|-----------------------|--|
| ETAPA DEL PROYECTO | DESCRIPCIÓN DE LOS IMPACTOS |
| Preparación del sitio | El paisaje se verá modificado durante esta etapa debido a que la construcción de caminos de acceso, montaje de almacenes y bodegas, montaje de campamentos y comedores, instalación de viveros, rescate de especies vegetales y el desmonte y limpieza del terreno requieren de la extracción o eliminación de la cobertura vegetal. |
| Construcción | La excavación, el composteo y la conexión con el estero modificaran significativamente el paisaje natural del predio |
| Mantenimiento | La limpieza de drenes mejorará el aspecto visual del paisaje mientras que la eliminación de raíces podría afectarla en caso de que pereciera el individuo. |

Fuente: BIOTA y SICA, 2018.

Tabla V. 29. Descripción de los impactos ambientales para el atributo ambiental socioeconómico

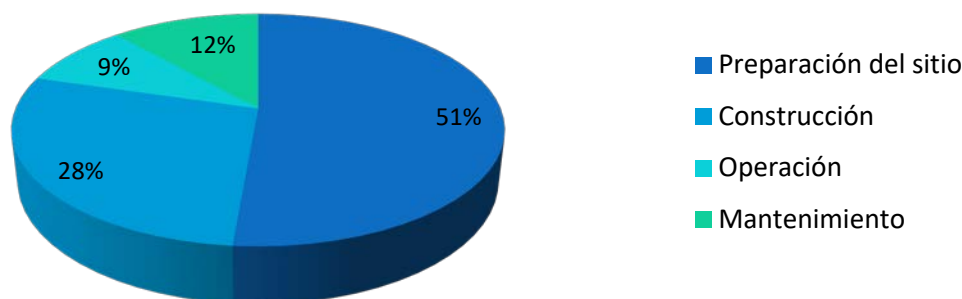
| ATRIBUTO AMBIENTAL | SOCIOECONÓMICO |
|-----------------------|--|
| ETAPA DEL PROYECTO | DESCRIPCIÓN DE LOS IMPACTOS |
| Preparación del sitio | El montaje y uso de sanitarios, instalación y uso de sitios de disposición de residuos, transporte y reciclaje de residuos trazo de áreas de desmonte y desmonte y limpieza del terreno mejoraran la economía local y regional debido a la contratación de personal para llevar a cabo dichas actividades. |
| Construcción | La excavación, trituración y transporte de turba, composteo y conexión con el estero mejoraran las condiciones económicas de manera local debido principalmente a la contratación de personal. |
| Operación | La presencia de visitantes contribuirá a la economía local y regional, así como un incremento en la densidad poblacional por la atracción de turistas. |
| Abandono | La limpieza de drenes y el manejo de residuos sólidos domésticos contribuirá al desarrollo económico local y regional debido a la contratación de personal para dichas actividades. |

Fuente: BIOTA y SICA, 2018.

CONCLUSIONES DE LA VALORACIÓN DE LOS IMPACTOS.

La evaluación del impacto ambiental del proyecto se realizó para las cuatro etapas del proyecto, y como se observa en la gráfica siguiente, la preparación del sitio es la etapa que mayor porcentaje de impactos presenta (51%), debido principalmente a la construcción de caminos de acceso, ya que esta actividad generará afectaciones físicas al suelo por compactación; a la calidad del aire y la distribución de la fauna silvestre por la utilización de maquinaria; al patrón natural de drenaje del agua; y a la calidad paisajística. Sin embargo, podría verse favorecida la economía local por la contratación de personal.

Gráfica V. 9. Distribución de impactos por etapas.



Fuente: BIOTA y SICA, 2018.

Tabla V. 30. Distribución de impactos en la etapa de preparación del sitio.

| PREPARACIÓN DEL SITIO | |
|--|------------|
| ACCIONES | IMPACTOS % |
| Construcción de caminos de acceso | 15. 48 |
| Marcado y rescate de especies vegetales | 14. 29 |
| Desmante y limpieza del terreno | 13. 10 |
| Montaje y uso de instalaciones sanitarias | 10. 71 |
| Instalación y uso de sitios para la disposición de residuos | 8. 33 |
| Montaje y uso de almacenes, bodegas y talleres | 7. 14 |
| Montaje y uso de campamentos, dormitorios, comedores | 7. 14 |
| Instalación de viveros y áreas de trituración y almacenamiento de material vegetal y biomasa | 5. 95 |
| Transporte y reciclaje o disposición final de residuos | 5. 95 |
| Rescate de especies animales | 4. 76 |
| Colecta y tratamiento de aguas residuales | 3. 57 |
| Trazo de las áreas de desmante y conservación | 3. 57 |

Fuente: BIOTA y SICA, 2018.

En segundo lugar, se encuentra la etapa de construcción (28%), siendo la conexión hidrológica con el estero la actividad con mayor impacto ambiental, seguida por la excavación y formación de fondo y taludes, ya implican la modificación del suelo y del paisaje, además del empleo de combustibles fósiles y generación de ruido por la utilización de maquinaria.

Tabla V. 31. Distribución de impactos en la etapa de construcción.

| CONSTRUCCIÓN | |
|-----------------------------------|------------|
| ACCIONES | IMPACTOS % |
| Conexión con estero | 23. 53 |
| Excavación | 17. 65 |
| Formación de fondo y taludes | 17. 65 |
| Composteo | 15. 69 |
| Estabilización | 15. 69 |
| Trituración y transporte de turba | 9. 80 |

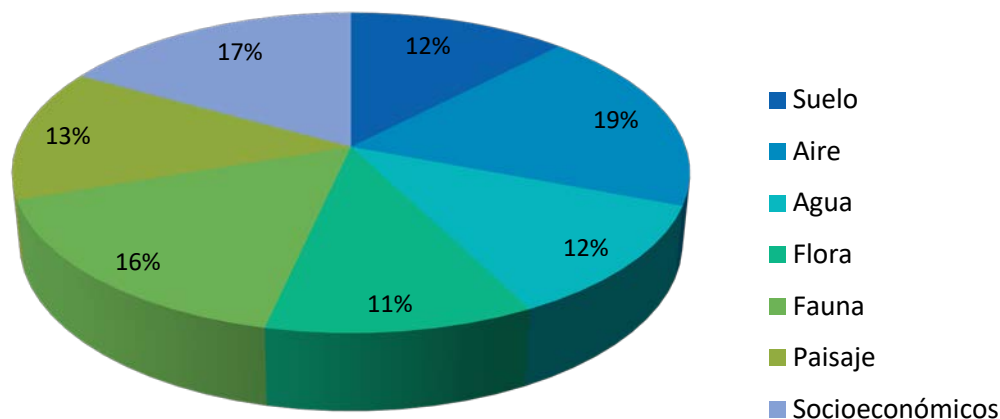
Fuente: BIOTA y SICA, 2018.

La evaluación del impacto ambiental del proyecto se llevó a cabo mediante siete componentes ambientales: suelo, aire, agua, vegetación, fauna, paisaje y aspectos socioeconómicos. A continuación, se presentan los impactos encontrados para cada componente. De acuerdo con la gráfica siguiente el mayor porcentaje de impactos se presenta en el aire (19%), seguido por el aspecto socioeconómico (17%) y la fauna (16%). La Vegetación es la esfera ambiental que menor porcentaje de impactos recibe (11%), sin embargo, este componente es de suma importancia ya que las especies que se desarrollan en el predio se encuentran bajo

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL. "PROYECTO DE MEJORA HIDRO-ECOLÓGICA DEL ESTERO LAS GARZAS", SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.

el estatus de amenaza de acuerdo a la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, protección ambiental-especies nativas de México de Vegetación y fauna Silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo, así como la Norma Oficial Mexicana NOM-022-SEMARNAT-2003, Que establece las especificaciones para la preservación, conservación, aprovechamiento sustentable y restauración de los humedales costeros en zonas de manglar.

Gráfica V. 10. Distribución de impactos por componente ambiental.



Fuente: BIOTA y SICA, 2018.

El número de impactos identificados por cada atributo se observa en la siguiente tabla. Resultando en un total de 118 impactos durante las cuatro etapas del proyecto.

Tabla V. 32. Impactos identificados por componente ambiental y por etapa.

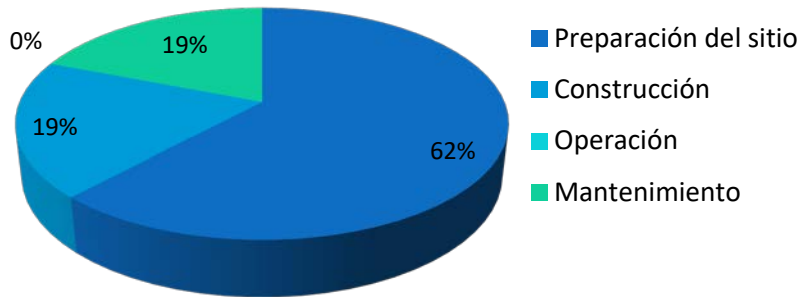
| COMPONENTE AMBIENTAL | NUMERO DE IMPACTOS POR ETAPA | | | | TOTAL, DE IMPACTOS |
|----------------------|------------------------------|--------------|-----------|---------------|--------------------|
| | PREPARACIÓN DEL SITIO | CONSTRUCCIÓN | OPERACIÓN | MANTENIMIENTO | |
| Suelo | 11 | 3 | 0 | 3 | 17 |
| Aire | 7 | 4 | 0 | 1 | 12 |
| Agua | 3 | 6 | 1 | 3 | 13 |
| Vegetación | 9 | 5 | 2 | 3 | 19 |
| Fauna | 12 | 3 | 4 | 1 | 20 |
| Paisaje | 8 | 4 | 0 | 2 | 14 |
| Socioeconómicos | 10 | 4 | 5 | 4 | 23 |
| Total | 60 | 29 | 12 | 17 | 118 |

Fuente: BIOTA y SICA, 2018.

IMPACTOS IDENTIFICADOS EN EL SUELO.

De acuerdo con la gráfica siguiente, la etapa de preparación del sitio es la que presenta mayor contribución al impacto del suelo (62%), seguida por la construcción (19%) y mantenimiento de los canales (19%). El suelo puede verse afectado de distintas formas, una de ellas puede ser en su composición física relacionado con la compactación de los horizontes superficiales, a pesar de que la gran mayoría de los suelos son muy delgados; las actividades que provocan este tipo de daño son la construcción de caminos, la instalación de viveros, sanitarios y sitios de disposición de residuos, debido principalmente a la compactación por el uso de maquinarias y tránsito de personas. Otro tipo de alteraciones son la erosión y la destrucción y de la estructura natural del suelo, ocasionadas por el desmonte, la excavación y la formación de taludes.

Gráfica V. 11. Suelo. Distribución de impactos por etapas.

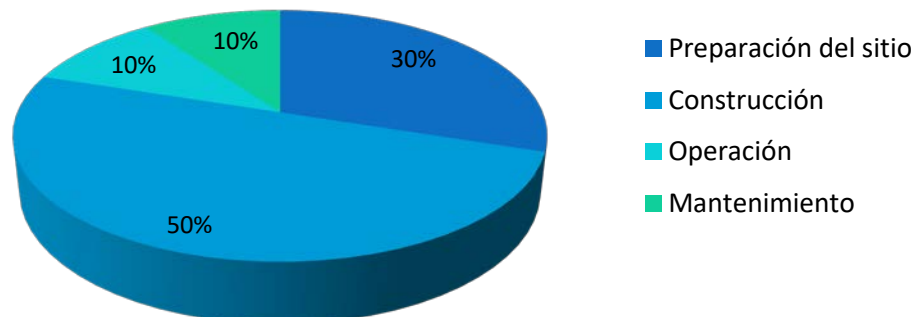


Fuente: BIOTA y SICA, 2018.

IMPACTOS IDENTIFICADOS EN EL AGUA.

De acuerdo con la gráfica siguiente, la etapa de construcción contribuye en un 50 % al impacto del agua, seguida por la preparación del sitio (30%), y finalmente por la operación (10%) y mantenimiento de los canales (10%). Durante la excavación la formación del fondo y los taludes de los canales puede presentarse un incremento temporal y reversible en la turbidez del agua, debido a la remoción de los sedimentos. Además, la calidad fisicoquímica del agua puede verse alterada por la generación de lixiviados en el composteo de residuos vegetales, y por la posible introducción accidental de sustancias ajenas al medio durante los paseos en canales. Por otro lado, la construcción de caminos, el rescate de especies vegetales, el desmonte y las excavaciones modificarán drásticamente el patrón de drenaje de agua, al impedir su infiltración. Dentro de los impactos ambientales positivos se tiene que la estabilización y la conexión de los canales con el estero permitirán la constitución de un nuevo ecosistema hidrológico integral de mayor extensión y conectividad. Además, la limpieza de los drenes y el monitoreo del agua permitirá mantener un registro y control de las condiciones del recurso hídrico y tomar medidas en caso de ocurrencia de alguna afectación considerable.

Gráfica V. 12. Agua. Distribución de impactos por etapas.



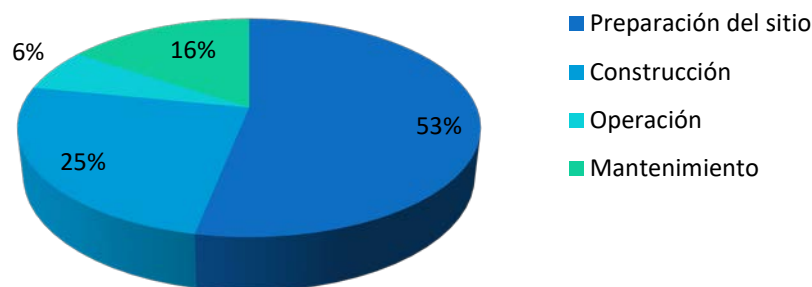
Fuente: BIOTA y SICA, 2018.

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL. "PROYECTO DE MEJORA HIDRO-ECOLÓGICA DEL ESTERO LAS GARZAS", SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.

IMPACTOS IDENTIFICADOS EN EL AIRE.

Como se observa en la gráfica siguiente, la etapa de preparación del sitio contribuye en un 53% al impacto del aire, seguida por la construcción (25%), mantenimiento de los canales (16%) y operación (6%). Las principales alteraciones en la composición del aire se deben a las acciones donde se utilizan vehículos o equipos de combustión como motosierras o generadores, por la emisión de gases de efecto invernadero (GEI) y partículas de polvo, dichas actividades las podemos encontrar en la construcción de caminos, montaje de almacenes, campamentos y sanitarios, transporte de residuos, rescate de especies, excavación y trituración. Otro tipo de alteración es la generación de ruido ajeno a los sonidos del medio natural provocado igualmente por maquinaria y tránsito de vehículos y personas.

Gráfica V. 13. Aire. Distribución de impactos por etapas.

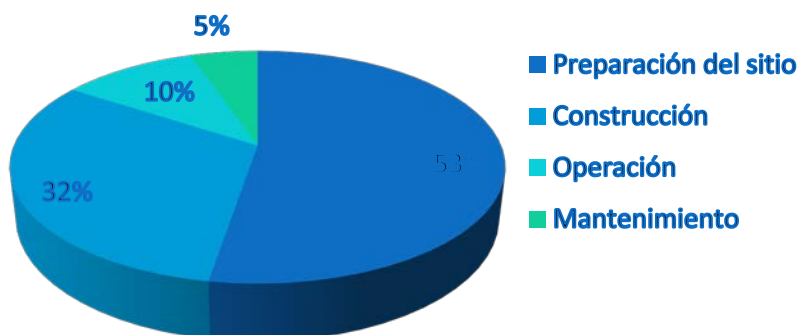


Fuente: BIOTA y SICA, 2018.

IMPACTOS IDENTIFICADOS EN LA VEGETACIÓN.

De acuerdo con la gráfica, la etapa de preparación del sitio contribuye en un 53% al impacto de la Vegetación, seguida por la construcción (32%), operación (10%) y mantenimiento de los canales (5%). La estructura y cobertura vegetal del predio se verá afectada por la construcción de caminos, la instalación de viveros, sanitarios y sitios de disposición de residuos, el desmonte, excavación y formación de taludes debido a la remoción parcial o total de la vegetación y suelo. Por otro lado, el rescate de especies vegetales, la estabilización del canal y conexión con el estero, y el monitoreo permitirán la recuperación gradual de las comunidades vegetales y su efecto sinérgico con otros elementos ecosistémicos.

Gráfica V. 14. Vegetación. Distribución de impactos por etapas.



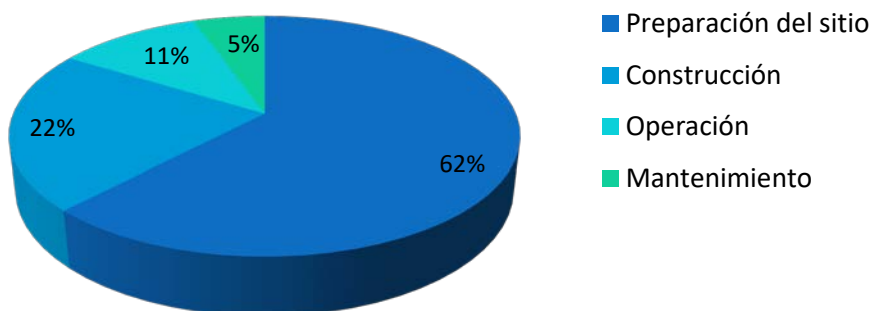
Fuente: BIOTA y SICA, 2018.

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL. "PROYECTO DE MEJORA HIDRO-ECOLÓGICA DEL ESTERO LAS GARZAS", SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.

IMPACTOS IDENTIFICADOS EN LA FAUNA.

De acuerdo con la gráfica siguiente, la etapa de preparación del sitio contribuye en un 62% al impacto de la fauna, seguida por la construcción (22%), operación (11%) y mantenimiento de los canales (5%). La distribución de la fauna silvestre se verá afectada en toda actividad humana que genere alteración en el medio natural, como son el uso de maquinaria, generación de ruido y tránsito vehicular y de personas. Sin embargo, la recuperación de especies, la estabilización y la conexión con el estero permitirá la recuperación y un incremento gradual de la diversidad, abundancia y redistribución de la fauna de la zona, incluso con la aparición de nuevas poblaciones faunísticas.

Gráfica V. 15. Fauna. Distribución de impactos por etapas.

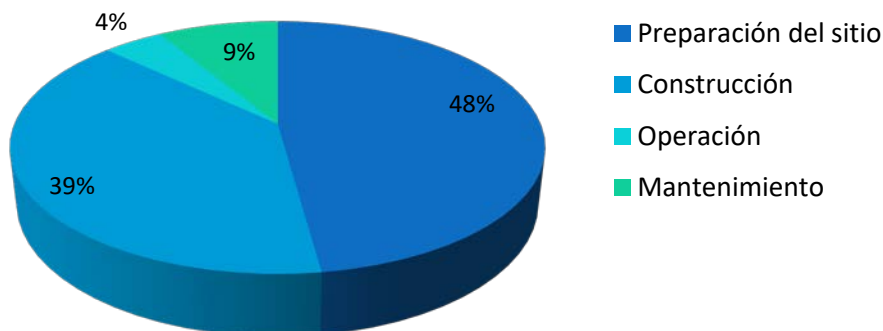


Fuente: BIOTA y SICA, 2018.

IMPACTOS IDENTIFICADOS EN EL PAISAJE.

De acuerdo con la gráfica siguiente, la etapa de preparación del sitio contribuye en un 48% al impacto del paisaje, seguida por la construcción (39%), mantenimiento de los canales (9%) y operación (4%). Los principales impactos se presentan por la modificación total o parcial del paisaje, al retirar la vegetación existente en el sitio, así como al montar estructuras provisionales y construir los canales. Sin embargo, la etapa de estabilización y conexión al estero generará una mejora en la percepción paisajística debido a un mejor desarrollo de las comunidades con especies vegetales endémicas de mejor desarrollo en el ecosistema.

Gráfica V. 16. Paisaje. Distribución de impactos por etapas.



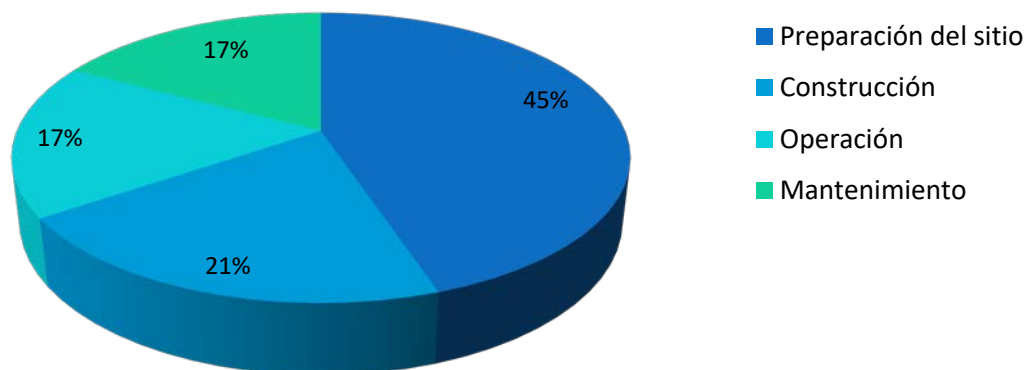
Fuente: BIOTA y SICA, 2018.

**MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL.
"PROYECTO DE MEJORA HIDRO-ECOLÓGICA DEL ESTERO LAS GARZAS",
SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.**

IMPACTOS IDENTIFICADOS EN ASPECTOS SOCIOECONÓMICOS.

Como se observa en la gráfica, la etapa de preparación del sitio contribuye en un 45% al impacto de la sociedad y economía, seguida por la construcción (21%), mantenimiento de los canales (17%) y operación (17%). Los impactos económicos y sociales son positivos, debido a la contratación de personal y empresas externas en todas las etapas. Además, serán necesarios los servicios públicos de agua y electricidad para abastecer al personal. Durante la etapa de operación se verá beneficiada la economía local y regional al incrementar el turismo por el paseo en canales y la observación de Vegetación y fauna nativa de la región.

Gráfica V. 17. Sociedad y economía. Distribución de impactos por etapas.



Fuente: BIOTA y SICA, 2018.

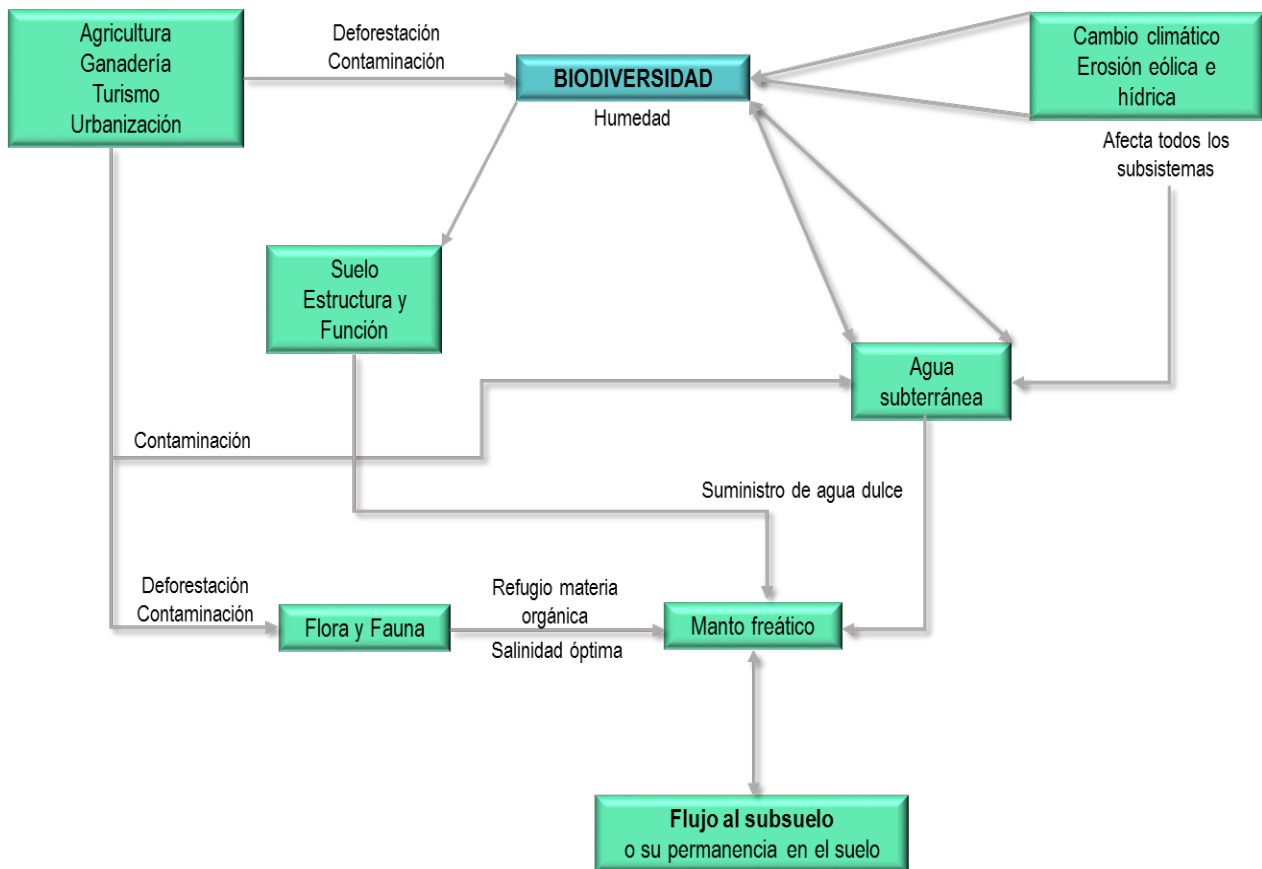
SERVICIOS AMBIENTALES QUE PUDIERAN PONERSE EN RIESGO.

La Ley define a los **servicios ambientales** como “aquéllos que brindan los ecosistemas forestales de manera natural o por medio de su manejo sustentable, tales como: la provisión del agua en calidad y cantidad; la captura de carbono, de contaminantes y componentes naturales; la generación de oxígeno; el amortiguamiento del impacto de los fenómenos naturales; la modulación o regulación climática; la protección de la biodiversidad, de los ecosistemas y formas de vida; la protección y recuperación de suelos; el paisaje y la recreación, entre otros” (Art. 7, fracc. XXXIX, Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable). Se define entonces como *servicios ambientales* a las condiciones y procesos naturales de los ecosistemas por medio de los cuales la naturaleza y el hombre obtienen algún beneficio. Estos servicios mantienen la biodiversidad y a la vez, ésta brinda servicios ambientales y la producción de bienes tales como alimento, agua, madera, combustibles y fibras, entre otros. Un ecosistema es el conjunto de interrelaciones entre componentes bióticos y abióticos, las interacciones generan procesos propios del sistema como el ciclo de materia y el flujo de energía; estos procesos son dinámicos y abiertos, algunos de ellos medibles en series de tiempo que pueden ser de carácter geológico. El flujo de energía a través de las especies que componen el sistema se estructura en forma espacial y temporal jerárquicamente en tiempo y espacio (Maass *et al*, 1995; en Martínez, 2003). La eficiencia y permanencia de los procesos depende de la biodiversidad de especies, es decir, la diversidad biológica de un ecosistema es variable. Por biodiversidad se entiende “la variabilidad de organismos vivos de cualquier fuente, incluidos, entre otros, los ecosistemas terrestres y marinos y otros ecosistemas acuáticos y los complejos ecológicos de los que forman parte; comprende la diversidad dentro de cada especie, entre las especies y de los ecosistemas.” (Artículo 3, fracción IV de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente). Es decir, es la variedad de vida en la Tierra en todos los

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL. "PROYECTO DE MEJORA HIDRO-ECOLÓGICA DEL ESTERO LAS GARZAS", SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.

niveles, desde genes hasta poblaciones mundiales de una misma especie; de comunidades de especies que comparten una misma pequeña área de un hábitat hasta ecosistemas mundiales. Cuando en una región existen diferentes ecosistemas, se entiende que dicha región está compuesta por subsistemas que establecen entre sí una serie de interacciones que en algunas ocasiones son recíprocas y en otras, constituyen servicios ambientales esenciales para el funcionamiento de otras partes del sistema (Imagen siguiente). Estos servicios incluyen los de provisión, también llamados bienes; los de regulación, que modulan las condiciones en las cuales habitamos y realizamos nuestras actividades productivas; los culturales, que pueden ser tangibles o intangibles pero que dependen fuertemente del contexto sociocultural, y los de sustento, que son los procesos ecológicos básicos.

Imagen V. 10. Diagrama de flujo donde se representan las interacciones entre subsistemas.



Fuente: BIOTA y SICA, 2018.

El estudio del estado de los servicios ambientales de un ecosistema particular, está limitado por la cantidad de información disponible, la cual está en relación a la importancia relativa que dichos servicios representan para las comunidades humanas (Balvanera, 2009). De acuerdo con lo anterior, las políticas definidas por la autoridad ambiental federal para proteger la biodiversidad en diferentes niveles, considera en particular a los:

- **Ecosistemas** que se caracterizan por tener altos niveles de biodiversidad (riqueza de especies), elevado número de especies endémicas (bajo algún estatus de riesgo), importante flujo de especies migratorias; por su relevancia social a niveles económicos, culturales y científicos, y por ser la unidad de referencia en los procesos y ciclos bióticos y abióticos de nuestro planeta.

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL. "PROYECTO DE MEJORA HIDRO-ECOLÓGICA DEL ESTERO LAS GARZAS", SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.

- **Especies y comunidades** que se encuentran bajo algún estatus de riesgo, aquellas que han sido domesticadas o cultivadas, también las que tienen un valor agregado del tipo médico, agrícola o social (económica, cultural o científica) y especies indicadoras (de deterioro o conservación).
- **Genotipos** que se refieren al linaje y continuidad de las especies lo cual conlleva un significado social, económico y/o científico.

Con base en lo anterior, la riqueza biótica del área de cambio se describe con detalle en el apartado descriptivo y analítico del medio biótico (capítulo IV de este documento), asimismo, se destaca que el enfoque que se hace de este rubro se centra en la biodiversidad de especies y de ecosistemas, en virtud de que, debido a los alcances del presente estudio, no es posible y no existe información disponible de la biodiversidad a nivel genético. Con base en dicha información, la *línea de base* que define el **estatus de diversidad biológica bajo un enfoque ecosistémico**, equivale a asegurar que los ecosistemas funcionen saludablemente, por lo que al ser evaluados en los apartados correspondientes a fauna y a vegetación se utilizaron indicadores que reportaron proyecciones integrales, no precisadas por límites artificiales. El enfoque ecosistémico adoptado asume una perspectiva de largo plazo soportada en la determinación del estatus de "línea-base de biodiversidad" y en un manejo adaptativo, que considera la dinámica natural de los ecosistemas, lo incierto e impredecible de sus funciones, sus conductas y sus respuestas. Esta fue la estrategia central, con la cual se orientó la integración de este capítulo.

Otra estrategia asumida corresponde al **uso sustentable de los recursos de la biodiversidad**, para ello, la identificación de los impactos ambientales se dirige a identificar, proteger y promover el uso sustentable de los recursos bióticos, a fin de que se reconozcan los beneficios de la biodiversidad que provee soporte a sistemas esenciales para la vida y los servicios de ecosistemas; así como el costo de reemplazar esos servicios. En una primera aproximación, la unidad de análisis está formada por un grupo de subsistemas que interactúan entre sí, se aloja en la cuenca Quintana Roo definidos de manera práctica por diferentes tipos de vegetación, manglar, selva mediana subperennifolia y subcaducifolia, selva baja subcaducifolia y caducifolia, etc. Cada uno de estos componentes constituye una unidad funcional compleja que incluye sus propias comunidades biológicas y condiciones ambientales particulares. Los diferentes ecosistemas proporcionan un conjunto específico de servicios ambientales, y de la misma manera, entre ellos conforman un equilibrio individual. Para la determinación del valor de los servicios ecosistémicos que proporcionan los subsistemas antes mencionados, particularmente los que serán afectados, se diseñó una metodología que considera el valor general de la calidad de los servicios ecosistémicos que ofrecen los mismos ecosistemas sin tomar en cuenta grado alguno de perturbación, es decir, se valoró la calidad de los ecosistemas prístinos con relación a los servicios ambientales que ofrecen.

EVALUACIÓN GENERAL DE LOS SERVICIOS ECOSISTÉMICOS DEL SUBSISTEMA IDENTIFICADO (UNIDAD DE ANÁLISIS).

De acuerdo con las disposiciones de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, se identifican ocho categorías de servicios ambientales, resalta la importancia de éstos para el funcionamiento del sistema de vida del planeta, tanto en el presente como a futuro, ya que contribuyen directa e indirectamente con el bienestar social y económico. En estas ocho categorías se identificaron los siguientes servicios ambientales:

1.- Almacenamiento y retención de agua.

- Captura de agua (incluye la infiltración al manto freático y acuíferos).
- Conservación de la calidad del agua (dependen en gran parte del uso que se da al suelo en las áreas que captan, conducen, almacenan, proveen y renuevan el recurso hídrico).

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL. "PROYECTO DE MEJORA HIDRO-ECOLÓGICA DEL ESTERO LAS GARZAS", SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.

2.- Regulación de la composición química atmosférica.

- Captura de carbono (extracción y almacenamiento de carbono de la atmósfera en sumideros de carbono, como los océanos, los bosques o la tierra, a través de un proceso físico o biológico como la fotosíntesis).
- Sumideros de carbono (ecosistemas primarios cuya captura neta de carbono podría ser nula, pero su transformación liberaría grandes cantidades).

3.- Amortiguamiento e integridad de los ecosistemas en respuesta a las fluctuaciones ambientales.

- Amortiguamiento de impactos de eventos hidrometeorológicos extremos.

4.- Regulación de la temperatura global, la precipitación y otros procesos biológicos mediados por el clima a niveles local y global.

- Regulación del clima (por evapotranspiración, amortiguamiento del viento, etcétera.).

5.- Riqueza de especies y hábitat para poblaciones residentes y bajo estatus de protección.

- Conservación de biodiversidad (ecosistemas y especies).
- Conservación de acervos genéticos (árboles semilleros, otros).
- Provisión de hábitat para especies silvestres comerciales (peces y mariscos, fauna cinegética, plantas medicinales y comestibles, árboles maderables, etcétera).

6.- Protección y recuperación del suelo dentro del ecosistema.

- Conservación física del suelo (contra la erosión por lluvia y por viento).
- Conservación de la fertilidad del suelo (contra la lixiviación).
- Formación y recuperación de suelos.

7.- Ofrecimiento de oportunidades para actividades recreativas.

- Medio para ecoturismo y recreación.
- Contribución a la belleza del paisaje.

8.- Obtención de productos de uso comercial de forma directa.

- Alimento.
- Materias primas.

Cabe señalar que la importancia del servicio ambiental depende del sector de población que a nivel de unidad de análisis resulta beneficiado, que presta dentro del área que se vería afectada por el cambio de uso del suelo en terrenos forestales; de tal forma que un servicio ambiental puede ser de beneficio generalizado para la población (como el servicio de captura y secuestro de dióxido de carbono) o sólo de beneficio a grupos reducidos, como en el caso de uso no comerciales o porción extraíble como comida. Como se mencionó con anterioridad, los diferentes ecosistemas proporcionan un conjunto particular de servicios ambientales y de igual forma, la calidad de los servicios que ofrece será diferencial dependiendo del ecosistema y sus características. Por lo cual, cada uno de los sistemas que ocupará el proyecto será valorado en relación al tipo de servicio ambiental que ofrece y a la calidad de este. El rango de calificación fue determinado a partir de tres criterios de evaluación diferentes: abundancia y riqueza relativa, tipo de especies características del subsistema y tipo de suelo característicos del subsistema, calificados cualitativamente a partir del simple enjuiciamiento, estableciendo una escala entre 0 y 3, donde cero corresponde a un servicio ambiental mínimo; 1 corresponde a un servicio ambiental bajo, 2 corresponde a un servicio medio y 3 es el valor máximo en términos de la calidad del servicio.

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL. "PROYECTO DE MEJORA HIDRO-ECOLÓGICA DEL ESTERO LAS GARZAS", SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.

Tabla V. 33. Clasificación de los servicios ambientales con relación a cada subsistema en particular.

| FUNCIÓN | BIEN O SERVICIO AMBIENTAL | DESCRIPCIÓN DEL SERVICIO AMBIENTAL | MANGLAR | SELVA MEDIANA SUBPERENNIFOLIA |
|--|---|---|-----------|-------------------------------|
| Almacenamiento y retención de agua | Captura de agua | Papel del ecosistema en la provisión de agua mediante unidades de análisis reservorios y acuíferos. | 2 | 1 |
| | Conservación de la calidad del agua | | 1 | 1 |
| Regulación de la composición química atmosférica | Captura de carbono | Balance de niveles de CO ₂ /O ₂ , SOx y otros gases | 3 | 2 |
| | Sumidero de carbono | | 3 | 2 |
| Amortiguamiento e integridad de los ecosistemas en respuesta a las fluctuaciones ambientales | Amortiguamiento de los impactos naturales | Capacidad del ecosistema de dar respuesta a adaptarse a fluctuaciones ambientales brindando protección de tormentas, inundaciones, recuperación por sequías y otros aspectos de respuesta de hábitat a los cambios ambientales principalmente controlados por la estructura de la vegetación | 3 | 2 |
| Regulación de la temperatura global, la precipitación y otros procesos biológicos mediados por el clima a niveles local y global | Modulación o regulación climática | Regulación de la temperatura global, la precipitación y otros procesos biológicos climáticos a niveles local y global a través de la regulación de gases de efectos invernadero | 2 | 2 |
| Riqueza de especies y hábitat para poblaciones residentes y bajo estatus de protección. | Conservación de la biodiversidad | Desempeña papel de semillero, hábitat de especies regionales y locales, y bajo estatus de protección. | 1 | 1 |
| | Conservación de acervos genéticos | | 1 | 1 |
| | Provisión de hábitats de especies silvestres y de valor comercial | | 1 | 1 |
| Retención del suelo dentro del ecosistema | Formación y recuperación de suelos | Prevención de la pérdida de suelo por el viento, escorrentía y otros procesos de remoción. | 1 | 2 |
| | Conservación de la fertilidad del suelo | | 1 | 2 |
| | Conservación física del suelo | | 1 | 2 |
| Ofrecimiento de oportunidades para actividades recreativas | Belleza paisajística | Proveer oportunidades para actividades recreacionales tales como ecoturismo, caza, pesca deportiva, campismo, observadores de aves y otras actividades de aprovechamiento no extractivo. Desarrollo de actividades económicas a partir de los valores estético, artístico, educacional, cultural, espiritual y científicos del ecosistema | 3 | 3 |
| | Medio para ecoturismo | | 3 | 3 |
| Obtención de productos de uso comercial de forma directa | Alimento | Proveer de materias primas tales como resinas, maderas, alimentos, agua, etc., que pueden ser aprovechados por el hombre | 1 | 1 |
| | Materias primas | | 1 | 1 |
| Total | | | 28 | 27 |

Fuente: BIOTA y SICA, 2018.

REGULACIÓN QUÍMICA ATMOSFÉRICA (CAPTURA DE CARBONO, GENERACIÓN DE OXÍGENO Y CONTAMINANTES Y COMPONENTES NATURALES).

En este rubro se encuentran las funciones que realiza la vegetación para la captura de CO₂, liberación de O₂ y sumidero de carbono. Tomando como referencia uno de estos servicios, la captura de CO₂, es importante destacar que ésta solamente ocurre durante el desarrollo de los árboles, y se detiene cuando éstos llegan a su madurez total.

Los árboles absorben dióxido de carbono (CO₂) atmosférico, junto con elementos en suelo y aire con lo cual a través de procesos fisiológicos se convierte en madera, mismo que contiene carbono y forma parte de troncos y ramas. La cantidad de CO₂ 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 la 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. Lo primordial es cuánto carbono (CO₂) captura el árbol durante toda su vida. Las estimaciones sobre captura de carbono durante 100 años oscilan entre 75 y 200 toneladas por hectárea, dependiendo del tipo de árbol y de la cantidad de árboles sembrados en una hectárea. Es posible entonces asumir 100 ton de carbono capturado por hectárea, equivalente a 350 ton., de CO₂ por hectárea en 100 años. Esto es una tonelada de carbono y 3.5 ton., de CO₂ por año y por hectárea, sin tomar en cuenta la pérdida de árboles. Calculando la pérdida de árboles en 25% por hectárea. Entonces la captura de carbono es de 75 ton/ha, equivalente a 2.6 ton de CO₂ por año y por hectárea (Anón, 2013).

En este sentido por tipo de vegetación:

Manglar.

Se calculará su volumen de captura de carbono indistintamente a los valores, se tendría un estimado de captura de 75 ton de carbono por hectárea, se supondría que habría un decremento de alrededor de 1,032.186 ton, cifra que representaría el 0.001% de lo que captura la vegetación de la cuenca 99, 462,998.078 ton. Con lo anterior se puede deducir, que el servicio que presta el ecosistema en cuanto a captura de carbono no se compromete de manera significativa. Es importante señalar que se tendrá un impacto positivo compensatorio ya que, al integrarse el proyecto, el mangle crecerá exponencialmente, calculándose al menos un 100-200% más de su tamaño actual, que es de 1.2 a 1.5 metros, por lo cual al incrementarse el volumen de masa vegetal se contará con un consiguiente incremento substancial en la captura de carbono.

Selva mediana subperennifolia.

Se calculará su volumen de captura de carbono indistintamente a los valores, se tendría un estimado de captura de 75 ton de carbono por hectárea, se supondría que habría un decremento de alrededor de 283.369 ton, cifra que representaría el 0.0003% de lo que captura la vegetación de la cuenca 99, 462, 998.078 ton. Con lo anterior se puede deducir, que el servicio que presta el ecosistema en cuanto a captura de carbono no se compromete de manera significativa.

El análisis que se hace es con la finalidad de comprobar las secuelas que podría tener el proyecto en cuanto a lo que se refiere a los servicios ambientales que se encuentran presentes en el ecosistema. Por otra parte, si expresamos la productividad primaria en términos de producción de carbono, los ecosistemas característicos de la tierra presentan valores que van desde 16.8×10^{15} gramos al año de carbón en los bosques tropicales, hasta la contrastante productividad de las regiones áridas, que apenas representa valores de 0.7×10^{15} gramos al año de carbón (Grafica siguiente).

Gráfica V. 18. Producción primaria neta de carbón en diferentes tipos de vegetación.

| Vegetación | Producción Primaria Neta de Carbón (10^{15} g·año ⁻¹) |
|------------------------------|--|
| Matorral desértico | 0.7 |
| Bosques lluviosos tropicales | 16.8 |
| Sabana | 6.1 |
| Áreas cultivadas | 4.1 |
| Pastizal templado | 2.4 |
| Bosque y arbustos | 2.7 |
| Bosque templado perenne | 2.9 |

Producción primaria neta de carbón en diferentes ecosistemas del mundo (10^{15} g·año⁻¹). IIASA-CIQA, 1984

Fuente: BIOTA y SICA, 2018.

De acuerdo con el inventario Nal de GI (Maserá *et al.*) realizaron un estudio donde presenta la captura de carbono de los bosques, por lo que en manglar la biomasa aérea que obtuvo es de 86.852 ton y en selva mediana subperennifolia es de 25.458 ton, por lo tanto, la biomasa presente se presenta en el cuadro siguiente.

Por otra parte, se menciona que el valor promedio comúnmente empleado para calcular el contenido de carbono es de 0.5, debido a que aproximadamente el 50% del peso seco de cualquier organismo vegetal lo constituye el carbono. Los valores estimados para el manglar y selva mediana subperennifolia a partir del muestreo realizado se presentan a continuación. El contenido de carbono que se afectará es de 43.426 ton, para el Manglar este servicio no se verá afectado en la unidad de análisis ya que se tiene un aproximado de 4, 184,581.585 ton de carbono (en una superficie de 1, 326,173 ha), lo que representaría una disminución del 0.001%, por tanto, se considera un nivel de afectación bajo. El contenido de carbono que se afectará es de 13.729 ton, para la selva Mediana este servicio no se verá afectado en la unidad de análisis ya que se tiene un aproximado de 91, 954,253.161 ton de carbono (en una superficie de 1, 326,173 ha), lo que representaría una disminución del 0.0000149%, por tanto, se considera un nivel de afectación bajo.

REGULACIÓN DE LA TEMPERATURA GLOBAL, LA PRECIPITACIÓN Y OTROS PROCESOS BIOLÓGICOS MEDIADOS POR EL CLIMA A NIVELES LOCAL Y GLOBAL

La captura de CO₂ a través de la vegetación contribuye a la disminución de la concentración de los gases de efecto invernadero en la atmósfera, lo cual ayuda a la conservación de la temperatura global y por consiguiente a la conservación del régimen climático. También debe considerarse el volumen de CO₂ que se reintegrará a la atmósfera como producto de la descomposición del volumen de madera que se elimine.

V.3. Valoración de los Impactos.

El método de Batelle-Columbus se puede usar con dos fines:

- 1) Medir el impacto ambiental sobre el medio de diferentes proyectos de uso de recursos hídricos (análisis de proyectos, escala micro).
- 2) Planificar a medio y largo plazo proyectos con el mínimo impacto ambiental posible (evaluación ambiental estratégica de planes y programas, escala macro), con el uso de indicadores ambientales homogéneos.

Para este proyecto se realizó la evaluación con el método de Batelle-Columbus con las actividades mencionadas en cada una de las etapas del proyecto y considerando criterios numéricos para la ponderación de los impactos generados por cada actividad del proyecto. El método de Battelle-Columbus modificado para el presente proyecto es subjetivo, pues incluye la valoración de una calidad ambiental, expresada como valores subjetivos de 0 a 2, a partir de los cuales se interpreta o califica cada magnitud o dato de la variable de impacto, como un valor en una escala de calidad ambiental. Si bien este proceso deber ser realizado por expertos no trasciende la subjetividad (y a lo más resulta intersubjetivo) pues calidad ambiental es una variable subjetiva por naturaleza; dado que no existe algún artificio matemático que la convierta en una variable objetiva. Lo señalado hace cualitativo, a lo más, semicuantitativo, al método de Battelle-Columbus, sin adicionar nada a las ventajas y desventajas del método, solo deja sentada su naturaleza. Es más, el método es denominado por sus autores como Sistema de Evaluación Ambiental (Dee *et al.*, 1973) y no sistema de medición ambiental o método cuantitativo. Es Conesa (2010, p. 194) quien lo denomina "Método cuantitativo del Instituto Battelle-Columbus" y no los propios autores. Si el método reuniera las características de empiricidad y objetividad como cualquier instrumento cuantitativo (en el sentido métrico) un especialista podría hacer la medición y cualquier otra persona del público podría repetir la medición y llegar al mismo resultado. Si es un instrumento cualitativo o semicuantitativo, su aplicación necesariamente tendría que considerar una muestra representativa de la población. Antes de ello tendría que validarse el instrumento. Otra alternativa sería evaluar los impactos a partir de la técnica del diferencial semántico o bajo las premisas del método Delphi, opción que es considerada por los autores del método mencionado. El método de Battelle-Columbus no determina la magnitud del impacto. Es otra forma de valorar la importancia del impacto a partir de un concepto particular de calidad ambiental. Dicho de otra manera, las magnitudes de impacto deben ser valoradas sobre la base de un criterio de calidad ambiental, que es lo mismo que decir que cada variable debe ser calificada por su importancia en tanto la existencia de una ponderación de la calidad ambiental.

CRITERIOS DE IMPORTANCIA PARA LA EVALUACIÓN.

Una vez identificados los impactos ambientales, se elabora la matriz de evaluación de criterios ponderados, en esta matriz se califica el grado de afectación de las distintas actividades sobre cada atributo ambiental basándose en criterios que se acuerdan entre los especialistas, basados en los siguientes diez criterios, incluyendo el criterio de Naturaleza, indicando si el impacto es Negativo o Positivo:

- a) **Naturaleza.** Carácter de beneficioso o perjudicial Signo "+" o "-". Se utiliza el signo "-" para identificar un impacto perjudicial (negativo) y el signo "+", o la ausencia de signo para la identificación de un impacto benéfico (positivo). Impacto positivo (+) es aquél admitido como favorable, en el contexto de un análisis completo de afectaciones y beneficios generados y de los aspectos externos de la actuación contemplada. Impacto negativo (-) es aquél cuyo efecto se traduce en pérdida de valor natural, estético-cultural, paisajístico, de productividad ecológica o en aumento de los perjuicios derivados de la contaminación, erosión y demás riesgos ambientales en discordancia con la estructura ecológico-geográfica, el carácter y funcionalidad de una zona determinada.
- b) **Intensidad (IN).** Este término se refiere al grado de incidencia de la acción o actividad sobre el factor ambiental, en el ámbito específico de actuación. La escala es entre 0 y 2, en el que 2 expresará una destrucción total del factor en el área en que se produce el efecto y el 1 una afectación media y 0 una afectación mínima.
- c) **Extensión (EX).** Es el área de influencia teórica del impacto en relación con el entorno del proyecto (% de área respecto al entorno, donde se manifiesta el efecto). Si la acción produce un efecto muy

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL. "PROYECTO DE MEJORA HIDRO-ECOLÓGICA DEL ESTERO LAS GARZAS", SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.

localizado, el impacto tiene un carácter Puntual (0). Si el efecto no tiene una ubicación precisa dentro del entorno del proyecto, teniendo una influencia generalizada, el valor es 2, considerando las situaciones intermedias, como impacto parcial y extenso (1). En el caso de que el efecto sea puntual pero se produzca en un lugar crítico (como la descarga de aguas residuales y aguas arriba de una toma de agua, degradación paisajística en una zona muy visitada o cerca de un centro urbano, etc.) se le atribuirá un valor máximo por encima del que le correspondería en función del porcentaje de extensión y, en el caso de considerar que es peligroso y sin posibilidad de incorporar medidas de mitigación, se recomienda otra alternativa al proyecto, anulando el impacto.

- d) **Momento (MO).** Es el tiempo transcurrido entre la ejecución de la acción y el comienzo del efecto sobre el factor ambiental. Cuando el tiempo transcurrido sea nulo, el momento será inmediato y si es inferior a un año, corto plazo, asignando un valor (0); si el periodo transcurrido va de 1 a 5 años, el momento se considera de mediano plazo con un valor (1) y si el efecto tarda en manifestarse más de cinco años, se considera de largo plazo, asignando un valor de 2.
- e) **Persistencia (PE).** - Es el tiempo de permanencia del efecto desde su aparición y a partir del cual el efecto retornaría a sus condiciones originales por medios naturales, o mediante la acción de medidas de mitigación. Si permanece hasta un año, es un efecto fugaz, tiene un valor 0. Si dura entre 1 y 10 años se considera temporal (1) y si el efecto tiene una duración superior a los 10 años, es permanente, con valor de (2). La persistencia es independiente de la reversibilidad.
- f) **Reversibilidad (RE).** - Se refiere a la posibilidad de reconstrucción o recomposición del factor afectado por el proyecto, es decir, la posibilidad de retornar a las condiciones iniciales por medios naturales una vez que la acción ha dejado de actuar. Si esto sucede a corto plazo, se le asigna un valor de (0). Los intervalos de tiempo comprendidos si es reversible entre 1 y 10 años se le asignan el valor de (1) y si el efecto tarda en regresar a sus condiciones naturales con una duración superior a los 10 años o no regresa a sus condiciones originales, se considera el efecto como irreversible, con un valor de (2).
- g) **Recuperabilidad (MC).** Es la posibilidad de reconstrucción total o parcial del factor afectado, es decir, la posibilidad de retornar a las condiciones previas a la actuación, por medio de la intervención humana (introduciendo medidas correctivas o de mitigación) y por lo tanto siempre tendrá una naturaleza benéfica. Si el efecto es totalmente recuperable, se le asigna un valor 0 según sea de corto o mediano plazo, si lo es parcialmente, el efecto es mitigable, tomando un valor de 1. Cuando el efecto es irrecuperable (alteración imposible de reparar, tanto por la acción natural como por la acción humana) se le asigna un valor 2. En el caso de ser irrecuperable, pero con posibilidad de introducir medidas compensatorias, el valor asignado es 2.
- h) **Sinergia (SI).** Considera el reforzamiento de dos o más efectos singulares o aislados. La componente total de la manifestación de los efectos simples, provocados por acciones que actúan simultáneamente, es superior a la que cabría de esperar de la manifestación de efectos cuando las acciones que las provocan actúan de manera independiente no simultánea. Cuando una acción actuando sobre un factor no es sinérgica con otras acciones que actúan sobre el mismo factor, el valor es (0). Si presenta un sinergismo moderado, tiene valor de 1 y si es altamente sinérgico un valor de 2. En casos de debilitamiento del atributo ambiental, la valoración tiene valores negativos, incrementando la importancia del impacto.
- i) **Acumulación (AC).** Bajo este criterio se evalúa al incremento progresivo de la manifestación del efecto cuando persiste de manera continua o reiterada la acción que lo genera. Cuando una acción no produce efectos acumulativos (acumulación simple), el efecto se valora como (0), Si el efecto producido es acumulativo el valor se incrementa a (2), un efecto acumulativo incipiente o con cierta posibilidad de ocurrencia tendrá un valor de (1).
- j) **Efecto (EF).** Se refiere a la relación causa-efecto, o sea, la forma de manifestación del efecto sobre un factor a consecuencia de la acción. El efecto puede ser directo o primario, cuando la acción es una consecuencia directa. En el caso de que el efecto sea indirecto o secundario y tiene lugar a partir de un efecto primario, actuando como una acción de segundo orden. El término toma un valor de (0) cuando el efecto sea secundario y un valor (2) cuando sea directo.

**MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL.
"PROYECTO DE MEJORA HIDRO-ECOLÓGICA DEL ESTERO LAS GARZAS",
SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.**

- k) **Periodicidad (PR).** Se refiere a la regularidad de manifestación del efecto ya sea de manera cíclica o recurrente (efecto periódico), de forma impredecible en el tiempo (efecto irregular) o constante en el tiempo (efecto continuo). A los efectos continuos se les asigna un valor (2), a los periódicos (1) y a los impactos de aparición irregular o intermitente y los que deben evaluarse en términos de probabilidad de ocurrencia como discontinuos, se les asigna un valor de (0).
- l) **Importancia del impacto (I).** El valor de la importancia del impacto (I) se obtiene a partir de la relación aritmética de los diferentes atributos considerados y con la siguiente expresión matemática:

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

En la siguiente tabla se sintetizan los valores a asignar para la ponderación de los impactos ambientales.

Tabla V. 34. Síntesis de la ponderación de los impactos ambientales.

| TIPO DE IMPACTO | CATEGORÍA | PONDERACIÓN |
|----------------------|---|-------------|
| Naturaleza | Positivo "+" (Benéfico) | + |
| | Negativo "-" (Perjudicial) | - |
| Intensidad (In) | Baja | 0 |
| | Media | 1 |
| | Alta | 2 |
| Extensión (Ex) | Puntual o Parcial | 0 |
| | Extenso | 1 |
| | Regional o Crítico | 2 |
| Momento (Mo) | Corto Plazo o Inmediato | 0 |
| | Mediano Plazo | 1 |
| | Largo Plazo o Crítico | 2 |
| Persistencia (Pe) | Fugaz | 0 |
| | Temporal | 1 |
| | Permanente | 2 |
| Reversibilidad (Rv) | Corto Plazo | 0 |
| | Mediano Plazo | 1 |
| | Irreversible | 2 |
| Recuperabilidad (Mc) | Recuperable de Manera Inmediata | 0 |
| | Recuperable a Mediano Plazo o Mitigable | 1 |
| | Irrecuperable | 2 |
| Sinergia(Si) | Sin Sinergismo (Simple) | 0 |
| | Sinérgico | 1 |
| | Muy Sinérgico | 2 |
| Acumulación (Ac) | Simple | 0 |
| | Incipiente o puede ocurrir | 1 |
| | Acumulativo | 2 |
| Efecto (Ef) | Indirecto (Secundario) | 0 |
| | Directo | 2 |
| Periodicidad (Pr) | Irregular o Aperiódico y Discontinuo | 0 |
| | Periódico | 1 |
| | Continuo | 2 |

Fuente: BIOTA y SICA, 2018.

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL. "PROYECTO DE MEJORA HIDRO-ECOLÓGICA DEL ESTERO LAS GARZAS", SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.

VALORACIÓN DE LOS IMPACTOS.

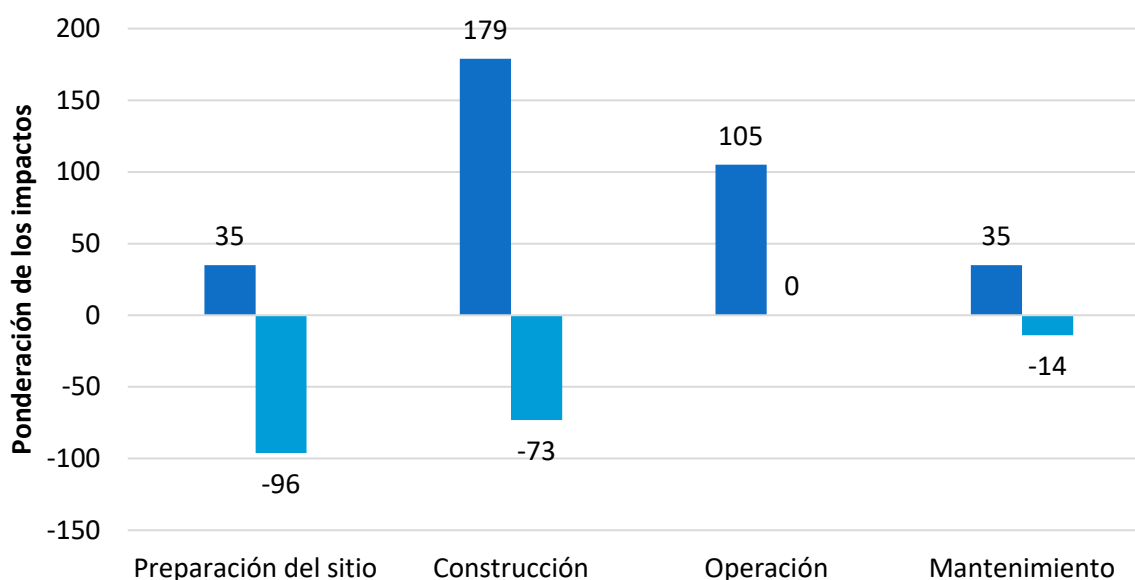
Después de realizar la ponderación de los posibles impactos se obtuvo que la etapa con mayor impacto negativo es la preparación del sitio, por el contrario, la construcción, operación y mantenimiento, presentan mayormente impactos positivos (Tabla y Gráfica siguiente).

Tabla V. 35. Resumen de ponderación de impactos por etapa.

| ETAPA | IMPACTOS POSITIVOS (+) | IMPACTOS NEGATIVOS (-) | PONDERACIÓN TOTAL DE LOS IMPACTOS |
|-----------------------|------------------------|------------------------|-----------------------------------|
| Preparación del sitio | 35 | 96 | -61 |
| Construcción | 179 | 73 | 106 |
| Operación | 105 | 0 | 105 |
| Mantenimiento | 35 | 14 | 21 |
| Total | 354 | 183 | 171 |

Fuente: BIOTA y SICA, 2018.

Gráfica V. 19. Impactos positivos y negativos identificados en cada etapa del proyecto.



Fuente: BIOTA y SICA, 2018.

Se destacan los beneficios ambientales de la etapa de construcción, la cual favorecerá la mejora Hidro ecológica y, por ende, la existencia de mejores condiciones para las comunidades biológicas.

PREPARACIÓN DEL SITIO.

Los resultados que se obtuvieron de la matriz de ponderación en la preparación del sitio se presentan en la Tabla siguiente. En la gráfica de preparación del sitio se observa que la actividad con mayor impacto negativo es el desmonte y limpieza de terreno, pues afecta a una mayor cantidad de atributos ambientales que se encuentra interrelacionados, tales como el suelo, aire, agua, vegetación y fauna, provocando la pérdida del hábitat. En segundo lugar, se encuentra la construcción de caminos de acceso, ya que implica la modificación del hábitat natural. El transporte y reciclaje o disposición final de residuos también representa un alto impacto negativo, principalmente por la disposición en rellenos sanitarios, que podría afectar al suelo y los mantos freáticos por la generación de lixiviados, además de generar gases de efecto invernadero por el transporte y descomposición de residuos orgánicos. Las actividades positivas son el rescate de especies de la fauna, que permitirá su restablecimiento y la colecta y tratamiento de aguas residuales, que mejora sus características fisicoquímicas. Por otro lado, el montaje y uso de instalaciones sanitarias, así como el trazo de las áreas de

**MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL.
"PROYECTO DE MEJORA HIDRO-ECOLÓGICA DEL ESTERO LAS GARZAS",
SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.**

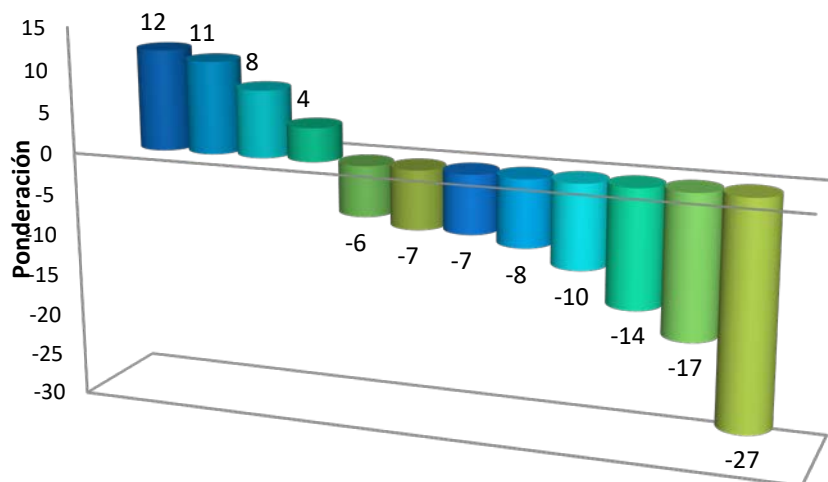
desmante y conservación compensan su impacto negativo al mejorar la economía local por la contratación de personal y servicios públicos.

Tabla V. 36. Ponderación de los impactos evaluados en la preparación del sitio

| PREPARACIÓN DEL SITIO | |
|--|-------------|
| ACTIVIDAD | PONDERACIÓN |
| Rescate de especies animales | 12 |
| Colecta y tratamiento de aguas residuales | 11 |
| Montaje y uso de instalaciones sanitarias | 8 |
| Trazo de las áreas de desmante y conservación | 4 |
| Montaje y uso de almacenes, bodegas y talleres | -6 |
| Instalación y uso de sitios para la disposición de residuos | -7 |
| Marcado y rescate de especies vegetales | -7 |
| Montaje y uso de campamentos, dormitorios, comedores | -8 |
| Instalación de viveros y áreas de trituración y almacenamiento de material vegetal y biomasa | -10 |
| Construcción de caminos de acceso | -14 |
| Transporte y reciclaje o disposición final de residuos | -17 |
| Desmante y limpieza del terreno | -27 |
| TOTAL | -61 |

Fuente: BIOTA y SICA, 2018.

Gráfica V. 20. Importancia del impacto de las actividades durante la preparación del sitio.



- Rescate de especies animales
- Transporte y tratamiento de aguas residuales
- Montaje y uso de instalaciones sanitarias
- Trazo de las áreas de desmante y conservación
- Montaje y uso de almacenes, bodegas y talleres
- Instalación y uso de sitios para la disposición de residuos
- Marcado y rescate de especies vegetales

Fuente: BIOTA y SICA, 2018.

**MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL.
"PROYECTO DE MEJORA HIDRO-ECOLÓGICA DEL ESTERO LAS GARZAS",
SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.**

CONSTRUCCIÓN.

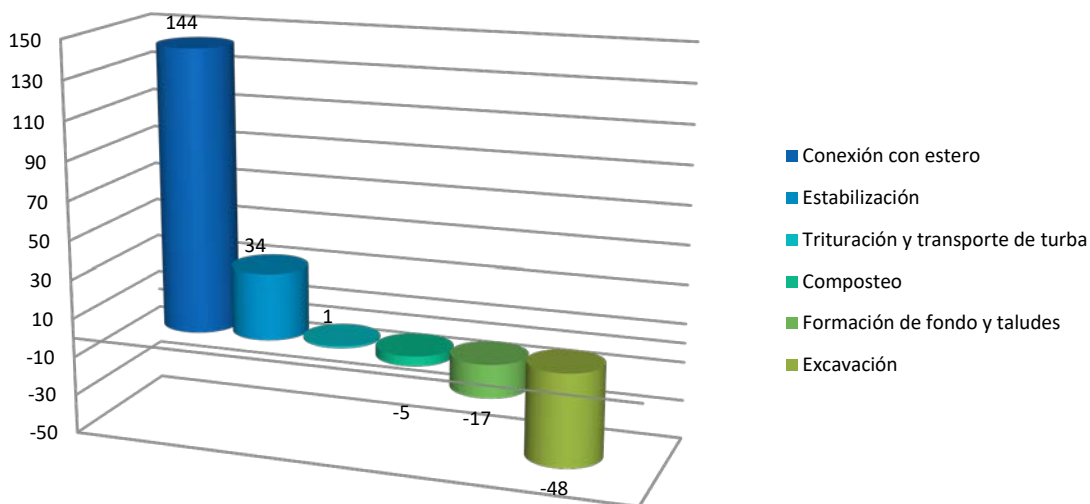
Durante la etapa de construcción destaca como actividad positiva la conexión del canal con el estero, que favorecerá el restablecimiento de vegetación y una mayor colonización de la fauna silvestre y, por lo tanto, la recuperación y mejora del hábitat. La actividad más negativa, es la excavación ya que implica una modificación severa de la estructura del suelo, la vegetación y el patrón de drenaje superficial.

Tabla V. 37. Ponderación de los impactos evaluados en la construcción.

| CONSTRUCCIÓN | |
|-----------------------------------|-------------|
| ACTIVIDAD | PONDERACIÓN |
| Conexión con estero | 144 |
| Estabilización | 34 |
| Trituración y transporte de turba | 1 |
| Composteo | -5 |
| Formación de fondo y taludes | -16 |
| Excavación | -52 |
| TOTAL | 106 |

Fuente: BIOTA y SICA, 2018.

Gráfica V. 21. Importancia del impacto de las actividades durante la etapa de construcción.



Fuente: BIOTA y SICA, 2018.

OPERACIÓN.

En la gráfica, se puede observar que durante la operación se llevan a cabo actividades con impactos positivos, destacando el monitoreo de vida silvestre que permitirá llevar un registro de las condiciones del hábitat y el ritmo de recuperación, en segunda posición tenemos la presencia de visitantes, esta actividad contribuye principalmente a la economía local y regional por la atracción de turistas.

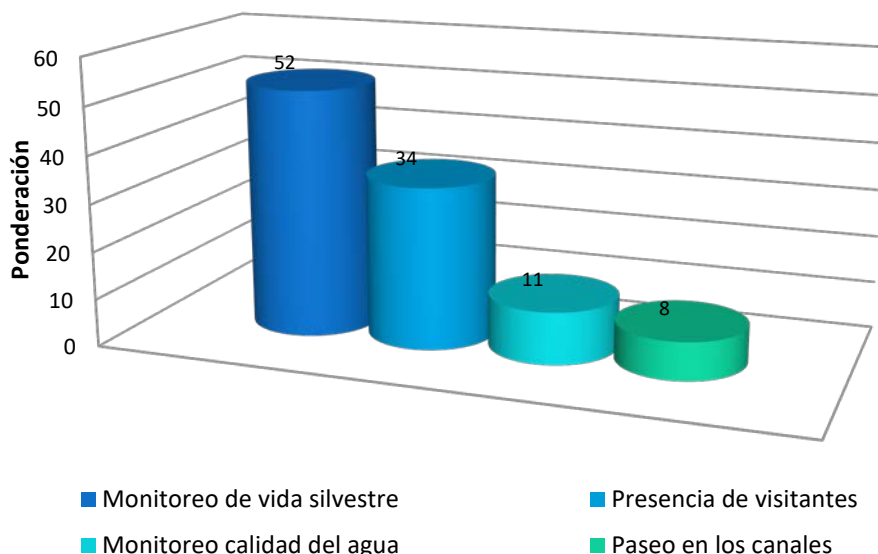
Tabla V. 38. Ponderación de los impactos evaluados en la operación.

| OPERACIÓN | |
|-----------------------------|-------------|
| ACTIVIDAD | PONDERACIÓN |
| Monitoreo de vida silvestre | 52 |
| Presencia de visitantes | 34 |
| Monitoreo calidad del agua | 11 |
| Paseo en los canales | 8 |
| TOTAL | 105 |

Fuente: BIOTA y SICA, 2018.

**MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL.
"PROYECTO DE MEJORA HIDRO-ECOLÓGICA DEL ESTERO LAS GARZAS",
SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.**

Gráfica V. 22. Importancia del impacto de las actividades durante la etapa de operación.



Fuente: BIOTA y SICA, 2018.

MANTENIMIENTO.

Durante la etapa de mantenimiento se observan dos actividades de carácter negativo, la eliminación de raíces y la reubicación de residuos vegetales, ya que implican daños a la cobertura vegetal, a las características físicas del suelo y a la atmosfera. Por otro lado, la limpieza de los drenes y el manejo de aguas residuales y residuos sólidos contribuyen positivamente, ya que permitirán mantener el canal en las mejores condiciones posibles y evitar su contaminación por descarga de aguas residuales sin tratar y residuos sólidos provenientes de las actividades turísticas llevadas a cabo en el sitio.

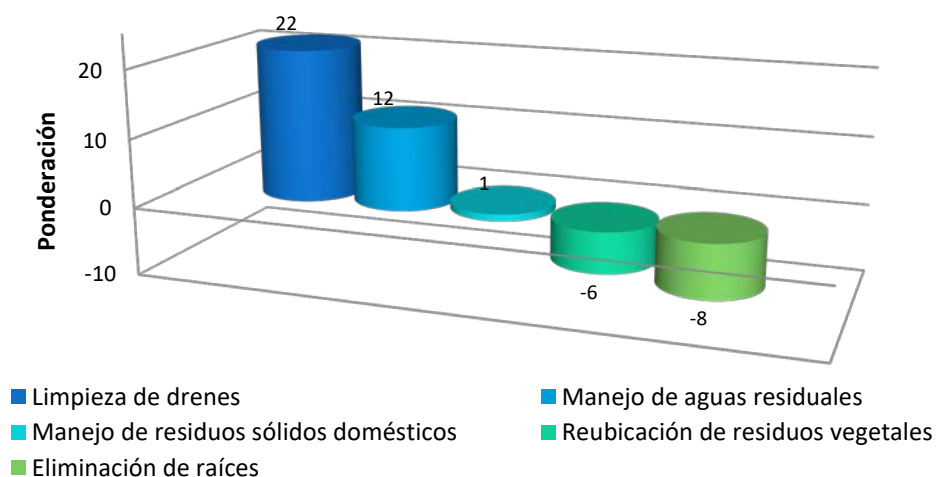
Tabla V. 39. Ponderación de los impactos evaluados en el mantenimiento.

| MANTENIMIENTO | |
|---------------------------------------|-------------|
| ACTIVIDAD | PONDERACIÓN |
| Limpieza de drenes | 22 |
| Manejo de aguas residuales | 12 |
| Manejo de residuos sólidos domésticos | 1 |
| Reubicación de residuos vegetales | -6 |
| Eliminación de raíces | -8 |
| TOTAL | 21 |

Fuente: BIOTA y SICA, 2018.

**MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL.
"PROYECTO DE MEJORA HIDRO-ECOLÓGICA DEL ESTERO LAS GARZAS",
SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.**

Gráfica V. 23. Importancia del impacto de las actividades durante la etapa de mantenimiento.



Fuente: BIOTA y SICA, 2018.

JERARQUIZACIÓN Y DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES CON UN IMPACTO NEGATIVO.

Una vez analizadas las actividades en cada etapa se llevó a cabo la clasificación de los impactos, en función del grado de afectación, de todos los impactos negativos que podrían generarse durante el proyecto, utilizando los límites superior e inferior mostrados. El nivel con bajo impacto no representa modificaciones considerables o que alteren las condiciones normales del sitio, donde se llevarán a cabo las actividades, ya que pueden ser de manera temporal y no representan daños irreversibles. Las que resulten con impacto medio, dependiendo del atributo y el tiempo en que se pueda recuperar, se deberá considerar la necesidad de presentar medidas de prevención contra que el daño se extienda por tiempo indefinido y ocasione serias alteraciones y modificaciones. Para aquellas actividades que resulten con impacto alto, deberán preverse medidas de mitigación y corrección que aseguren un nivel inferior y así evitar mayores afectaciones o destrucción de elementos ambientales valiosos.

Tabla V. 40. Clasificación de grado de impacto por actividad.

| ACTIVIDAD | PONDERACIÓN | PORCENTAJE |
|--|-------------|------------|
| Excavación | -52 | 28.4 |
| Desmante y limpieza del terreno | -27 | 14.8 |
| Transporte y reciclaje o disposición final de residuos | -17 | 9.3 |
| Formación de fondo y taludes | -16 | 8.7 |
| Construcción de caminos de acceso | -14 | 7.7 |
| Instalación de viveros y áreas de trituración y almacenamiento de material vegetal y biomasa | -10 | 5.5 |
| Montaje y uso de campamentos, dormitorios, comedores | -8 | 4.4 |
| Eliminación de raíces | -8 | 4.4 |
| Instalación y uso de sitios para la disposición de residuos | -7 | 3.8 |
| Marcado y rescate de especies vegetales | -7 | 3.8 |
| Montaje y uso de almacenes, bodegas y talleres | -6 | 3.3 |
| Reubicación de residuos vegetales | -6 | 3.3 |
| Composteo | -5 | 2.7 |

Fuente: BIOTA y SICA, 2018.

Tabla V. 41. Límites para la clasificación del grado de impacto por actividad.

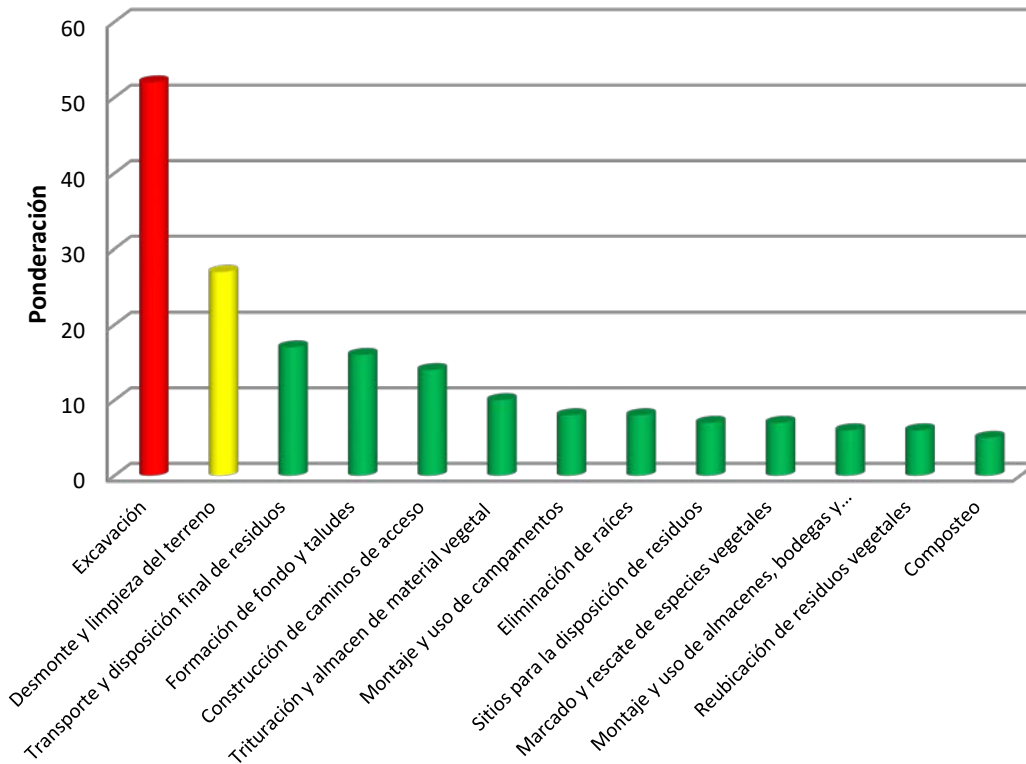
| IMPACTO | LÍMITE INFERIOR | LÍMITE SUPERIOR |
|---------|-----------------|-----------------|
| Bajo | -1 | -17 |
| Medio | -18 | -34 |
| Alto | -35 | -52 |

Fuente: BIOTA y SICA, 2018.

**MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL.
"PROYECTO DE MEJORA HIDRO-ECOLÓGICA DEL ESTERO LAS GARZAS",
SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.**

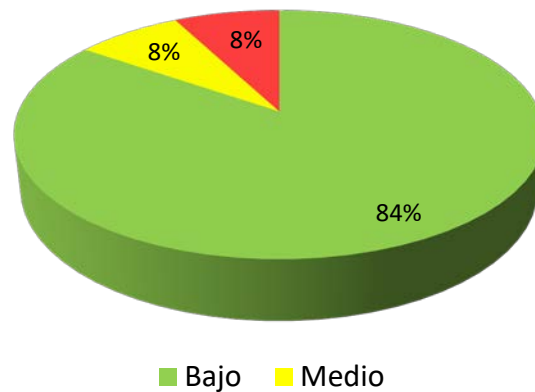
De acuerdo con la clasificación, la excavación presenta un alto grado de impacto, el desmonte y limpieza del terreno un impacto medio y las once actividades restantes un bajo impacto el 84%, 8% y 8% de las afectaciones totales, respectivamente.

Gráfica V. 24. Distribución de impactos según su clasificación por actividad.



Fuente: BIOTA y SICA, 2018.

Gráfica V. 25. Distribución de impactos según su clasificación por actividad.

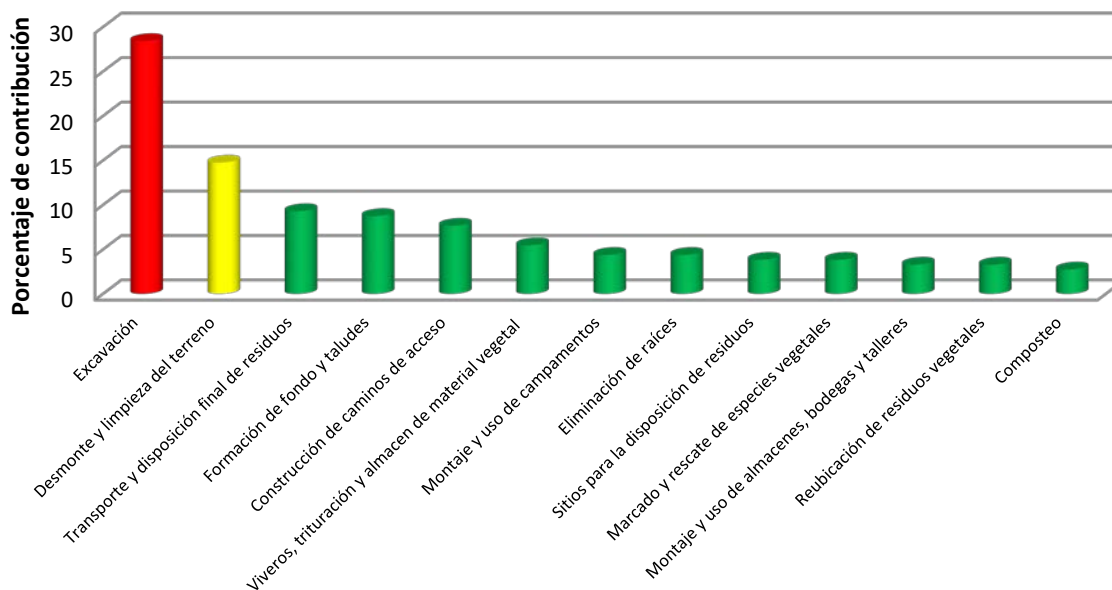


Fuente: BIOTA y SICA, 2018.

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL. "PROYECTO DE MEJORA HIDRO-ECOLÓGICA DEL ESTERO LAS GARZAS", SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.

De acuerdo con la gráfica, la excavación es la actividad que presenta un mayor porcentaje de afectaciones (28%), seguida por el desmonte y limpieza del terreno (15%) y el transporte o reciclaje y disposición final de los residuos generados por las actividades del personal durante la etapa de preparación del sitio (9%).

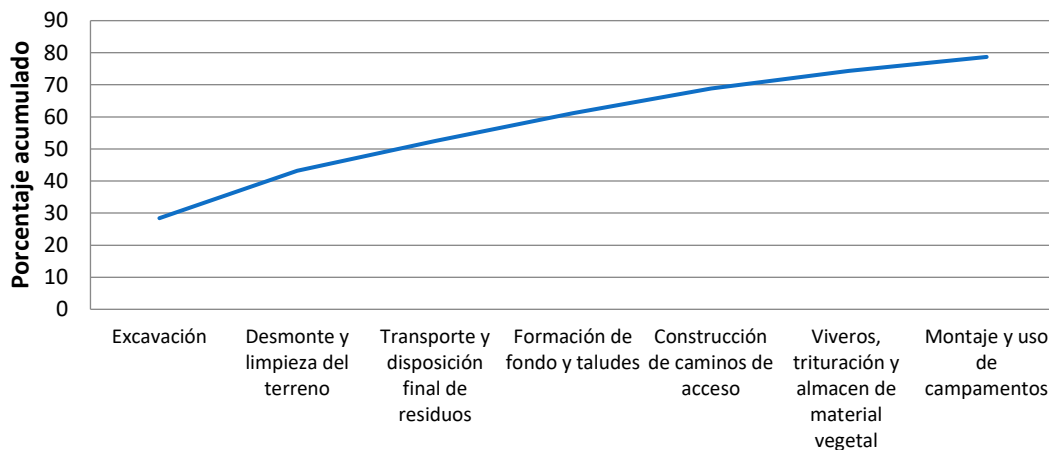
Gráfica V. 26. Porcentaje de contribución de cada actividad al impacto.



Fuente: BIOTA y SICA, 2018.

De las trece actividades con impacto negativo, siete representan el 79% del total de impactos. De estas acciones, seis se relacionan principalmente con la modificación de las características físicas del suelo y la cobertura vegetal, y una con el transporte y disposición de residuos sólidos.

Gráfica V. 27. Porcentaje acumulado de las actividades con mayor impacto.



Fuente: BIOTA y SICA, 2018.

A continuación, se describen las características más relevantes de las afectaciones de cada una de las actividades con mayor impacto negativo.

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL "PROYECTO DE MEJORA HIDRO-ECOLÓGICA DEL ESTERO LAS GARZAS", SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.

Tabla V. 42. Descripción y análisis de los impactos más significativos por actividad.

| ACTIVIDAD | DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS |
|--|--|
| Excavación de la turba | Debido a su naturaleza, la principal afectación se genera cuando se extrae la turba y esta tiene efectos secundarios sobre las características físicas del suelo, ya que implica la remoción del sustrato superficial y la aparición de procesos de oxidación en los horizontes superficiales del suelo. Al extraer el suelo se modifica el relieve natural y, con ello, el patrón de drenaje y la calidad estético-paisajístico. Además, se altera temporalmente la calidad del aire por los GEI generados por la maquinaria. |
| Desmante y limpieza del terreno | Resulta una actividad que provocará la pérdida parcial de la cobertura vegetal y a su vez afecta las características físicas del suelo y la distribución natural de la fauna. Además, la calidad estético-paisajística se verá alterada. Sin embargo, esta actividad se considera de bajo impacto debido a que previamente se llevará a cabo el rescate de especies vegetales de importancia y se reducirá la eliminación y retiro de elementos arbóreos. |
| Transporte, gestión y disposición final de residuos | El transporte, gestión y disposición de residuos puede afectar principalmente al suelo, si carece del recubrimiento adecuado. También afecta al aire por la generación de GEI por los vehículos utilizados y la descomposición de materiales vegetales. |
| Formación de fondo y taludes | La formación de fondo y taludes afectará principalmente la calidad fisicoquímica del agua al aumentar temporalmente su turbidez, y el patrón de drenaje superficial al modificar el relieve natural del terreno. Sin embargo, este impacto es temporal y se considera de baja intensidad. |
| Construcción de caminos de acceso | La construcción de caminos de acceso implica un bajo impacto, sin embargo, se generará una alteración de la calidad estético-paisajística del hábitat por la eliminación de la cobertura vegetal. Además, el tránsito de personal y maquinaria afectará la distribución natural de la fauna silvestre, la cual retornará a sus actividades normales al concluir dichas actividades. |
| Viveros, trituración y almacén de material vegetal | La instalación de viveros y áreas de trituración y almacenamiento afectará el paisaje y el suelo, ya que requerirá de la eliminación de una parte de la cobertura vegetal. También afectará la distribución de la fauna por la presencia de maquinaria, sin embargo, estos impactos se consideran de bajo impacto por ser temporales. |
| Montaje y uso de campamentos | La instalación de estructuras provisionales afectará principalmente a la distribución de la fauna por la generación de ruido debido al tránsito de personal. También afectará el paisaje por la presencia de estructuras ajenas al hábitat natural, sin embargo, estos impactos se consideran de bajo impacto por ser temporales y puntuales, confinados a un sitio muy específico, con modificaciones sustanciales en sus atributos ambientales. |

Fuente: BIOTA y SICA, 2018.

JERARQUIZACIÓN Y DESCRIPCIÓN DE LOS IMPACTOS NEGATIVOS POR ATRIBUTO AMBIENTAL.

Al analizar la ponderación de los posibles impactos por factor ambiental, en función del grado de afectación, utilizando los límites superior e inferior mostrados en la tabla siguiente, se obtienen las actividades y ponderación respectiva.

Tabla V. 43. Clasificación de grado de impacto por Atributo Ambiental.

| ATRIBUTO AMBIENTAL | PONDERACIÓN TOTAL | PORCENTAJE |
|------------------------------------|-------------------|------------|
| Características físicas del suelo | -60 | 32.1 |
| Uso del suelo | -28 | 15.0 |
| Calidad estético-paisajística | -20 | 10.7 |
| Calidad del aire (composición) | -19 | 10.2 |
| Cobertura vegetal | -19 | 10.2 |
| Uso actual de Vegetación | -18 | 9.6 |
| Características químicas del suelo | -15 | 8.0 |
| Procesos erosivos | -6 | 3.2 |
| Nivel de ruido | -2 | 1.0 |

Fuente: BIOTA y SICA, 2018.

Como se ha mencionado las afectaciones a las características físicas del suelo y los cambios de uso, de una zona natural a una de mayor conexión hidrológica, que modificará los atributos y propiciará mejoras a los factores bióticos y sus relaciones ecosistémicas.

**MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL.
"PROYECTO DE MEJORA HIDRO-ECOLÓGICA DEL ESTERO LAS GARZAS",
SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.**

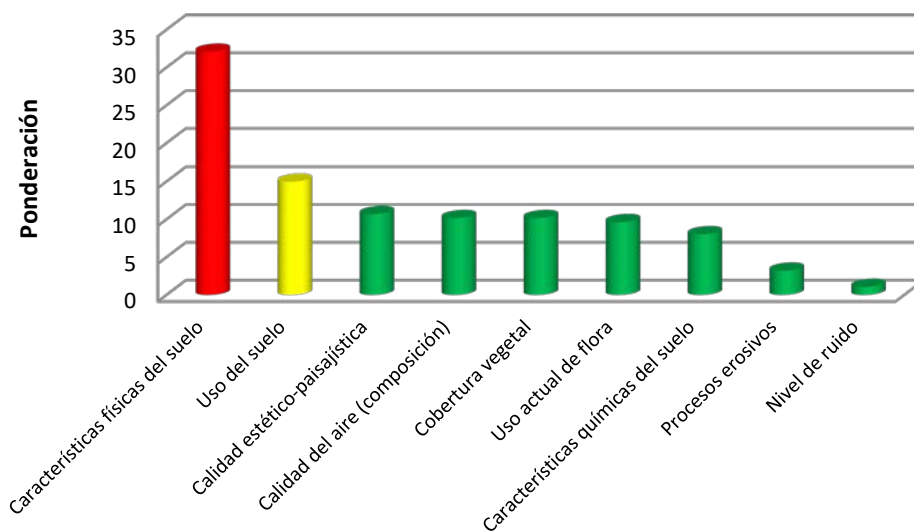
Tabla V. 44. Límites para la clasificación del grado de impacto por factor ambiental.

| IMPACTO | LÍMITE INFERIOR | LÍMITE SUPERIOR |
|---------|-----------------|-----------------|
| Bajo | -1 | -30 |
| Medio | -31 | -60 |
| Alto | -61 | -91 |

Fuente: BIOTA y SICA, 2018.

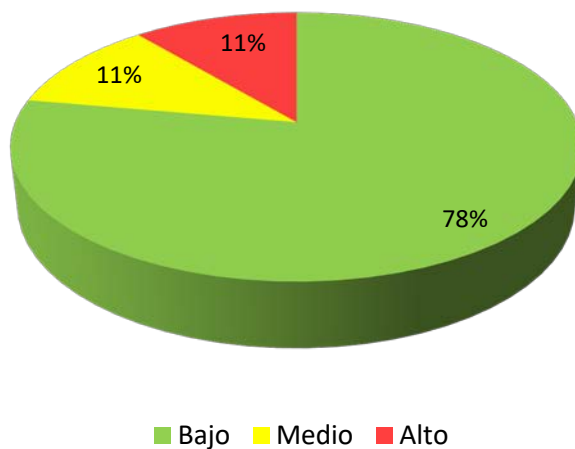
De acuerdo con la gráfica, se encontró que solo las características físicas del suelo presentan un alto grado de impacto, el uso de suelo un impacto medio y los siete factores restantes un bajo impacto, representando el 78%, 11%, y 11% de las afectaciones totales, respectivamente.

Gráfica V. 28. Clasificación de impactos de acuerdo con su ponderación por factor ambiental.



Fuente: BIOTA y SICA, 2018.

Gráfica V. 29. Distribución de impactos según su clasificación por factor ambiental.

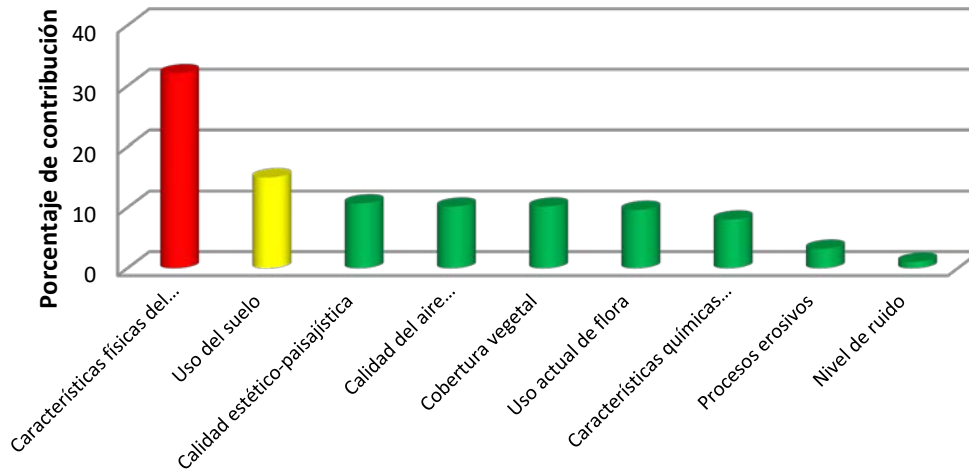


Fuente: BIOTA y SICA, 2018.

**MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL.
"PROYECTO DE MEJORA HIDRO-ECOLÓGICA DEL ESTERO LAS GARZAS",
SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.**

De acuerdo con la gráfica, las características físicas del suelo son las que mayor porcentaje impactos de negativos recibe (32%), seguida por el uso de suelo (15%) y la calidad estético-paisajística (11%).

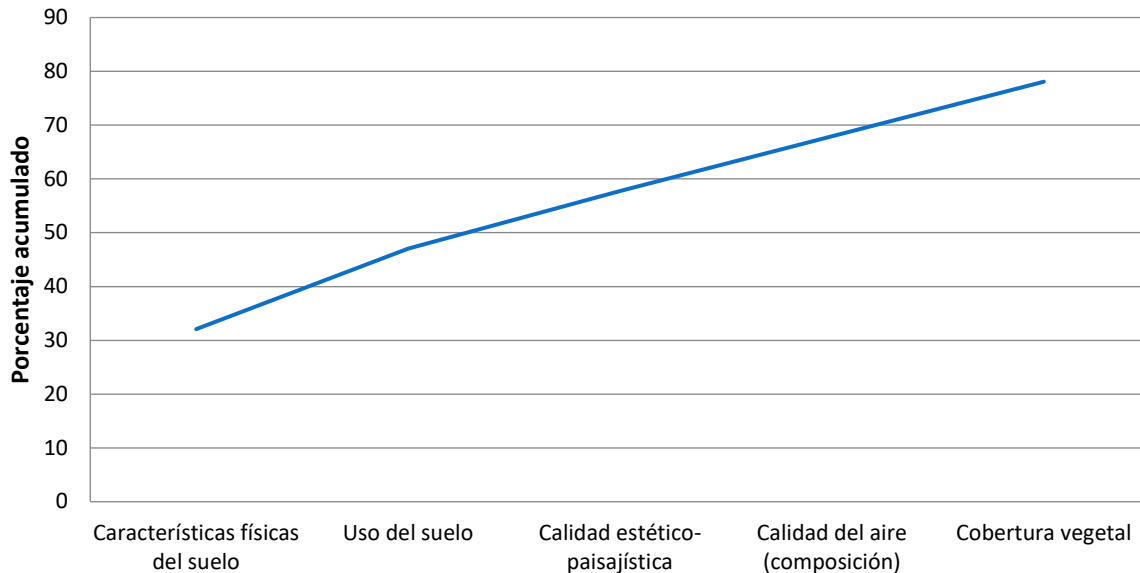
Gráfica V. 30. Porcentaje de contribución de cada actividad al impacto.



Fuente: BIOTA y SICA, 2018.

De los diez factores ambientales que reciben el mayor impacto negativo, cinco representan el 78% del total de impactos.

Gráfica V. 31. Porcentaje acumulado de los factores ambientales con mayor impacto.



Fuente: BIOTA y SICA, 2018.

En la siguiente tabla se describen brevemente las afectaciones a cada uno de los factores ambientales que reciben un mayor impacto negativo.

Tabla V. 45. Descripción y análisis de los impactos más significativos por factor ambiental.

| ACTIVIDAD | DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS |
|-----------------------------------|--|
| Características físicas del suelo | Las características físicas del suelo se verán afectadas por diversas actividades tales como el tránsito de vehículos y maquinaria que provocarán su compactación. Además, al remover el suelo durante el desmonte y la extracción de la turba ocasionarán una ruptura en su estructura. También el acondicionamiento del suelo para instalar sitios de disposición afectará sus características químicas y físicas. |
| Uso del suelo | Se llevará a cabo un cambio en el uso de suelo, pasando de una cobertura vegetal natural a caminos de acceso y canales artificiales. |
| Calidad estético-paisajística | Las principales afectaciones a la calidad paisajística ocurren en la preparación del sitio y construcción, ya que incluye importantes modificaciones a la estructura y composición del hábitat natural. |
| Calidad del aire (composición) | La calidad del aire se verá afectada por la generación de GEI producidos por los motores de la maquinaria empleada durante la obra y el transporte a disposición final de los residuos. Además, durante la obra se generará el levantamiento de polvo y partículas a lo largo de los caminos de terracería. |
| Cobertura vegetal | La construcción de caminos de acceso, desmonte y limpieza del terreno provocarán severos daños a la cobertura vegetal, pues implican la eliminación total de vegetación en el área de trabajo. Otro tipo de afectaciones se presentan por la necesidad de asignar áreas para disposición de residuos. |

Fuente: BIOTA y SICA, 2018.

CONCLUSIONES DE LA VALORACIÓN DE LOS IMPACTOS.

La valoración de impactos permitió concluir que la mayor parte de los impactos negativos son de baja intensidad, y que aquella actividad con mayor repercusión es la excavación y extracción de la turba, ya que implica la remoción de gran parte del suelo y fango del sitio. Sin embargo, los impactos negativos ocasionados por las actividades de la etapa de construcción (excavación, formación de fondos y taludes, trituración de turba y composteo) son compensados por el beneficio ecológico a largo plazo por la conexión con el estero y la operación del proyecto, ya que contribuirán al desarrollo y fortalecimiento del hábitat y enriquecimiento de especies vegetales y animales. Por otro lado, dentro de las actividades que contribuyen de manera positiva se presenta el rescate de especies animales, ya que permitirá el rápido y eficaz restablecimiento posterior de la fauna en el predio.

Afectación sobre unidades de paisaje.

En este contexto, el paisaje se compone por unidades discretas, perceptibles y diferenciables ligadas con los usos de suelo que una sociedad da y acepta para un espacio territorial. Las unidades de paisaje, entonces, se estructuran de acuerdo con una composición de características o rasgos naturales que las hacen claramente distinguibles unas de otras, condición que permite que sean una base territorial para evaluar la oferta de recursos naturales y su manejo para efectos de planeación sectorial y espacial con límites naturales distinguibles al ojo humano. La situación conceptual considerada es una división espacial del entorno con fines de establecer una demarcación, en este caso el Sistema Ambiental Regional, para poder realizar, bajo límites, un análisis cartográfico de las unidades de paisaje. Para ello se consideraron las escalas de trabajo de 1:6, 500 para la cartografía aceptada por la resolución de las imágenes y planos utilizados. Bajo el marco de referencia descrito, se aborda el impacto y riesgo ambiental utilizando un Sistema de Información Geográfica vectorial con lo cual se realiza una cartografía sobre la que se contrastan las propiedades del proyecto. Para este caso se utilizó el programa Arcgis 10.3. La aplicación de herramientas SIG a la metodología de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) potencian la comprensión del entorno y permiten la integración, modelado, análisis y la valoración de los distintos factores que, eventualmente, harán de interactuar con la obra o actividad propuesta. La utilización del SIG en la valoración del impacto ambiental permite, entre otras cosas:

- Obtener, acopiar y sistematizar la información ambiental.
- Realizar un diagnóstico ambiental documentado.
- Analizar la información ambiental en base a datos numéricos con referencia espacial y temporal lo que permite un mayor nivel de integración y procesamiento.
- Ofrece información detallada, confiable y referida geográficamente.
- Permite el planteamiento de preguntas y ofrece respuestas confiables.

En función de lo anterior se presenta a continuación una valoración de los impactos ambientales a partir del conocimiento del inventario de los elementos naturales documentados utilizando el Sistema de Información Geográfica, esto en virtud de que esta herramienta y método ofrecen una descripción de espacio basada en la cuantificación del conjunto elementos naturales que pudieran ser afectados por la obra pretendida y con ello proveer, y aplicar, las medidas de prevención, mitigación y/o compensación necesarias, pertinentes y específicas para evitar y reducir al mínimo los efectos negativos sobre el ambiente.

Valoración de impactos ambientales estimados con métodos específicos de la relación sin proyecto y con proyecto.

El método que se emplea es el propuesto por Gabriel Ortiz para proyectos en una sola opción de trazo. Este método basa la valoración del impacto ambiental en dependencia de la ponderación del valor relativo dado a los tipos de vegetación, unidades ambientales o de paisaje en función de los siguientes criterios:

- Grado de cobertura.
- Estructura espacial
- Diversidad en la etapa serial de la sucesión.
- Estado de conservación.
- Endemismos.

Según estos criterios se valora cada una de las unidades de 1 al 10. El procedimiento para extraer el índice de impacto es el siguiente:

$$C_i = \frac{\sum Su * V}{Sr} * 100$$

Dónde: Su=Es la superficie de las unidades a valorar y V= es el valor de conservación (ponderación).

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL. "PROYECTO DE MEJORA HIDRO-ECOLÓGICA DEL ESTERO LAS GARZAS", SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.

Sr: Superficie equivalente de las unidades de vegetación consideradas en el ámbito geográfico de referencia. Esta superficie equivalente se extrae de la sumatoria de todas las superficies de las unidades consideradas en la región geográfica estudiada multiplicadas por su correspondiente grado de conservación.

El resultado del cálculo del índice es expresado en porcentaje y para su interpretación se ha de tener en cuenta la situación **sin proyecto**, que debe ser del 100%, a esta situación sin proyecto se le resta el resultado de la estimación **con proyecto**. Si las pérdidas de superficie equivalente son superiores a un 30% o próximas a un tercio, el trazo del proyecto es inadmisibles y, en consecuencia, se debe modificar la propuesta.

IMPACTO DE LAS MODIFICACIONES PROPUESTAS PARA EL PROYECTO DE MEJORA HIDRO-ECOLÓGICA DEL ESTERO LAS GARZAS, UBICADO EN EL MUNICIPIO DE SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.

El Predio del "**Desarrollo Tres Ríos**" (DTR) cuenta con una superficie total de 132.46 hectáreas, de las cuales los usos de suelo se presentan a continuación:

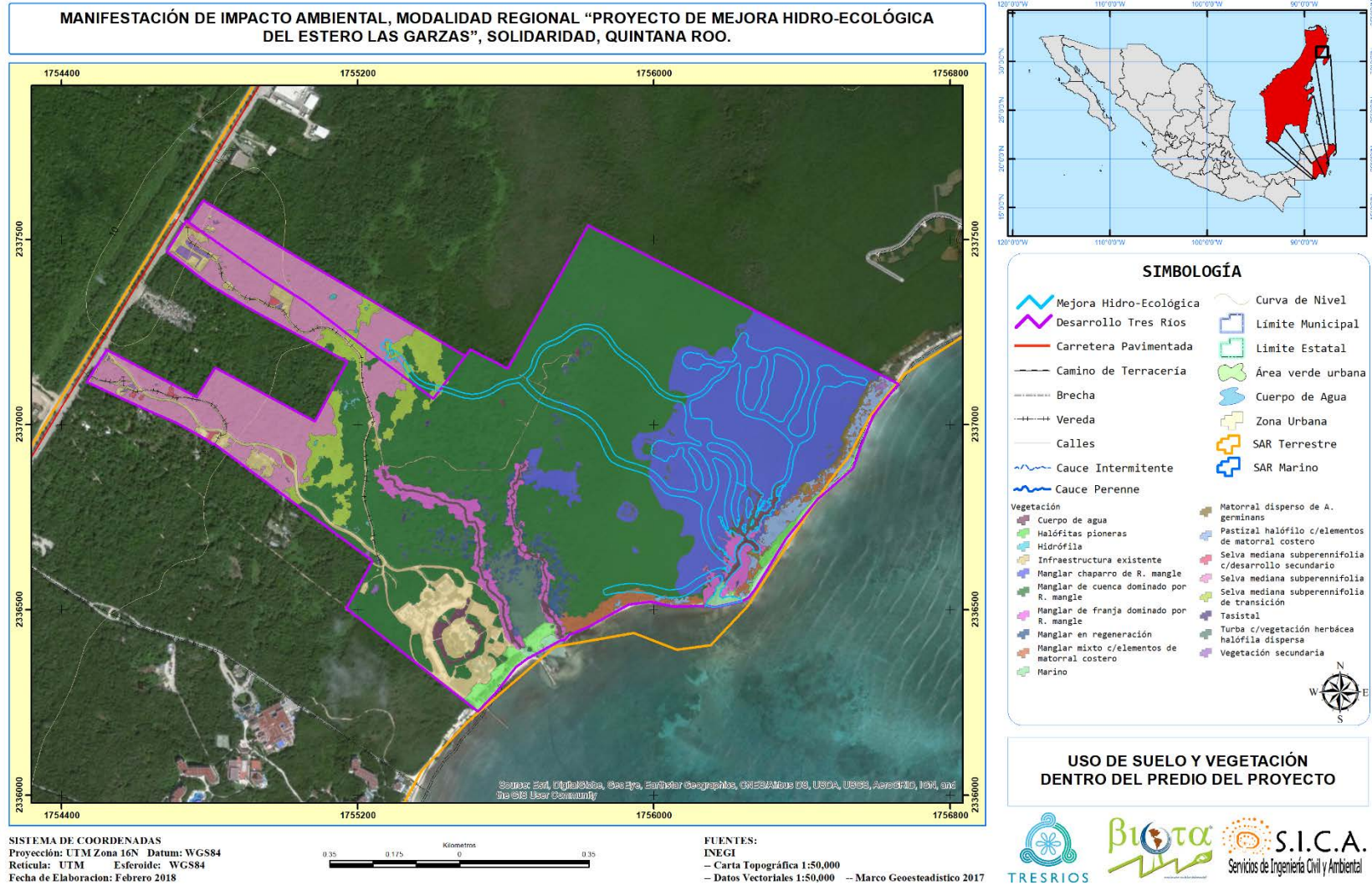
Tabla V. 46. Uso de Suelo y Vegetación Presentes en el Predio Desarrollo Tres Ríos.

| TIPO DE VEGETACIÓN | ÁREA (MTS ²) | ÁREA (HAS) | PORCENTAJE |
|---|--------------------------|----------------|----------------|
| Cuerpo de agua | 20015.118 | 2.002 | 1.51% |
| Halófitas pioneras | 18608.346 | 1.861 | 1.40% |
| Hidrófila | 1495.479 | 0.150 | 0.11% |
| Infraestructura existente | 81427.446 | 8.143 | 6.15% |
| Manglar chaparro de R. mangle | 249513.892 | 24.951 | 18.84% |
| Manglar de cuenca dominado por R. mangle | 596505.779 | 59.651 | 45.03% |
| Manglar de franja dominado por R. mangle | 38982.159 | 3.898 | 2.94% |
| Manglar en regeneración | 24143.374 | 2.414 | 1.82% |
| Manglar mixto c/elementos de matorral costero | 17073.811 | 1.707 | 1.29% |
| Marino | 9793.452 | 0.979 | 0.74% |
| Matorral disperso de <i>A. germinans</i> | 3800.246 | 0.380 | 0.29% |
| Pastizal halófilo c/elementos de matorral costero | 18307.616 | 1.831 | 1.38% |
| Selva mediana c/desarrollo secundario | 3169.839 | 0.317 | 0.24% |
| Selva mediana subperennifolia | 172488.350 | 17.249 | 13.02% |
| Selva de transición | 47245.934 | 4.725 | 3.57% |
| Tasistal | 374.299 | 0.037 | 0.03% |
| Turba c/vegetación herbácea halófila dispersa | 17752.977 | 1.775 | 1.34% |
| Vegetación secundaria | 3955.475 | 0.396 | 0.30% |
| TOTAL | 1324653.591 | 132.465 | 100.00% |

Fuente: BIOTA y SICA, 2018.

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL “PROYECTO DE MEJORA HIDRO-ECOLÓGICA DEL ESTERO LAS GARZAS”, SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.

Imagen V.11. Tipos De Vegetación Localizados en el Predio Desarrollo Tres Ríos.



Fuente: BIOTA y SICA, 2018.

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL "PROYECTO DE MEJORA HIDRO-ECOLÓGICA DEL ESTERO LAS GARZAS", SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.

Para el presente análisis se tomaron en cuenta las imágenes satelitales, los vídeos tomados por el dron durante la visita a campo y la misma visita para determinar distintas zonas más específicas del Predio de Desarrollo Tres Ríos, entre otras, el estado actual de la zona, la vegetación de manglar, selva, la infraestructura existente, por señalar algunas. El Proyecto consiste en la mejora hidro ecológica en la cuenca de inundación del Estero Las Garzas, esto mediante un sistema de cales artificiales con funcionamiento estuarino natural y litorales con manglar de tipo fisonómico de borde, con la finalidad que el manglar tipo matorral actual al vincularse a un canal artificial incremente su estructura forestal y aumente a la vez los bienes, servicios y atributos ambientales del ecosistema de manglar; así como su resiliencia a periodos de sequía e impacto por huracanes y tormentas tropicales. En seguida se presentan las Unidades del Paisaje consideradas para la presente evaluación:

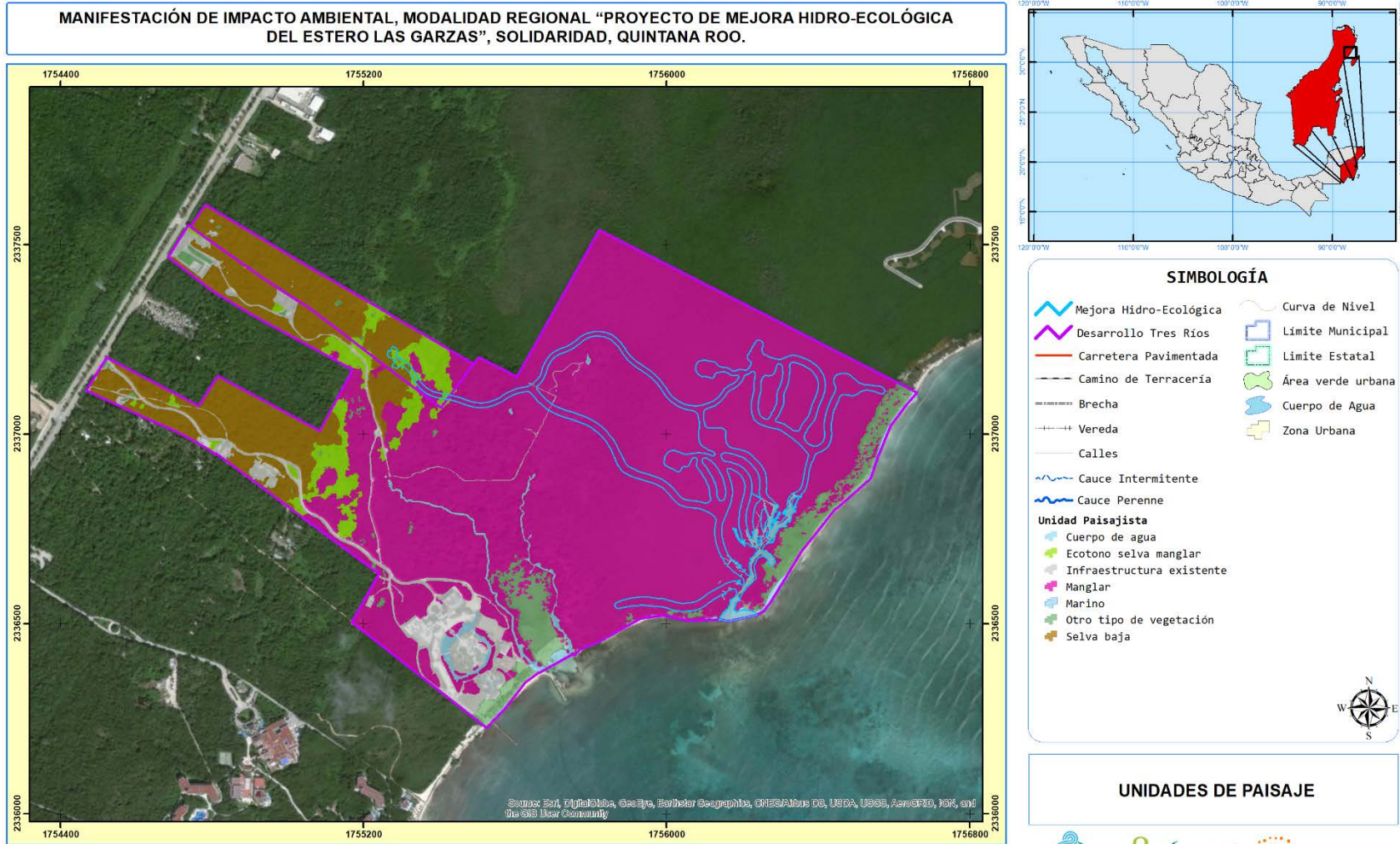
Tabla V. 47. Unidades del Paisaje.

| TIPO DE VEGETACIÓN | ÁREA (MTS ²) | ÁREA (HAS) | PORCENTAJE |
|---------------------------|--------------------------|----------------|----------------|
| Cuerpo de agua | 20015.118 | 2.002 | 1.51% |
| Otro tipo de vegetación | 59964.663 | 5.996 | 4.53% |
| Ecotono selva manglar | 51201.409 | 5.120 | 3.87% |
| Infraestructura existente | 81427.446 | 8.143 | 6.15% |
| Manglar | 926219.015 | 92.622 | 69.92% |
| Marino | 9793.452 | 0.979 | 0.74% |
| Selva mediana | 176032.487 | 17.603 | 13.29% |
| TOTAL | 1324653.592 | 132.465 | 100.00% |

Fuente: BIOTA y SICA, 2018.

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL “PROYECTO DE MEJORA HIDRO-ECOLÓGICA DEL ESTERO LAS GARZAS”, SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.

Imagen V. 12. Unidades de Paisaje del Predio Desarrollo Tres Ríos.



SISTEMA DE COORDENADAS
Proyección: UTM Zona 16N Datum: WGS84
Reticula: UTM Esferoidal: WGS84
Fecha de Elaboración: Febrero 2018



FUENTES:
INEGI
– Carta Topográfica 1:50,000
– Datos Vectoriales 1:50,000 – Marco Geostadístico 2017

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL. "PROYECTO DE MEJORA HIDRO-ECOLÓGICA DEL ESTERO LAS GARZAS", SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.

A continuación, se muestra lo siguiente:

- a) El inventario ambiental determinado a escala 1:6,500.
- b) La valoración del impacto ambiental, mediante índices de impacto.

Se presenta la cartografía general realizada, a escala 1:6,500, indicando el Predio del Proyecto, y posteriormente una vez ingresado el Proyecto de Mejora Hidro-Ecológica. El siguiente mapa permite conocer a detalle el espacio en el que se inserta el proyecto.

RESULTADOS

Análisis del Coeficiente de Impacto (Ci), incluyendo el estado actual del Predio Desarrollo Tres Ríos en donde se pretenden ingresar las modificaciones.

Tabla V. 48. Análisis regional a escala 1:6, 500.

| UNIDADES AMBIENTALES | SUPERFICIE HA (SU) | VALOR DE CONSERVACIÓN (V) | SUPERFICIE EQUIVALENTE (SE) | ÍNDICE DE IMPACTO (CI) SIN PROYECTO |
|--------------------------------------|--------------------|---------------------------|-----------------------------|-------------------------------------|
| Cuerpo de agua | 2.002 | 9 | 18.014 | 100 |
| Dunas costeras | 5.996 | 7 | 41.975 | |
| Ecotono selva manglar | 5.120 | 8 | 40.961 | |
| Infraestructura existente | 8.143 | 6 | 48.856 | |
| Manglar | 92.622 | 9 | 833.597 | |
| Marino | 0.979 | 7 | 6.855 | |
| Selva mediana | 17.603 | 8 | 140.826 | |
| Total, en la Región | 132.465 | | | |
| Total, Superficie Equivalente | | | 1131.085 | |
| <i>Ci</i> | | | | |

Fuente: BIOTA y SICA, 2018.

El 100% representa el indicador para la situación **sin proyecto**.

Primero se realizará un análisis con el estado actual del Predio Desarrollo Tres Ríos, para finalmente hacer un análisis una vez ingresada la propuesta de mejora hidro-ecológica. En seguida se presenta la tabla de afectaciones por los canales de mejora hidro-ecológica de acuerdo con cada unidad de paisaje, y su respectiva superficie. Datos que se explicaron anterior mente.

Tabla V. 49. Afectación Total.

| Unidad de Paisaje | Superficie | % |
|---------------------------------------|------------|---------|
| Manglar | 8.88 | 95.18% |
| Selva mediana | 0.06 | 0.64% |
| Otro tipo de vegetación | 0.02 | 0.21% |
| Ecotono selva manglar | 0.13 | 1.39% |
| TOTAL, CON VEGETACIÓN | 9.09 | 97.43% |
| Marino | 0.24 | 2.57% |
| TOTAL, SUPERFICIE DE DESPLANTE | 5.9100 | 100.00% |

Fuente: BIOTA y SICA, 2018.

A continuación, se presenta la ponderación realizada una vez ingresadas las modificaciones pretendidas.

**MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL.
"PROYECTO DE MEJORA HIDRO-ECOLÓGICA DEL ESTERO LAS GARZAS",
SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.**

Tabla V. 50. Ponderación regional a escala 1:6,500 una vez ingresado el proyecto.

| UNIDADES AMBIENTALES | SUPERFICIE HA (SU) | SUPERFICIE ELIMINADA | SUPERFICIE REMANENTE | VALOR DE CONSERVACIÓN | SUPERFICIE EQUIVALENTE | ÍNDICE DE IMPACTO CON PROYECTO |
|---|--------------------|----------------------|----------------------|-----------------------|------------------------|--------------------------------|
| Cuerpo de agua | 2.002 | 0.71 | 1.29 | 8 | 10.333816 | |
| Otro tipo de vegetación | 5.996 | 0.02 | 5.98 | 7 | 41.828255 | |
| Ecotono selva manglar | 5.12 | 0.13 | 4.99 | 8 | 39.902152 | |
| Infraestructura existente | 8.143 | 0.01 | 8.14 | 6 | 48.819684 | |
| Manglar | 92.622 | 8.88 | 83.74 | 9 | 753.678054 | |
| Marino | 0.979 | 0.24 | 0.74 | 7 | 5.16999 | |
| Selva mediana | 17.603 | 0.06 | 17.54 | 8 | 140.312488 | |
| Total, en la Región | 132.465 | 10.05 | 122.41 | 7.57 | | |
| Total, Superficie Equivalente con Proyecto | | | | | 1040.04 | |
| Total, Superficie Equivalente sin Proyecto | | | | | 1131.08 | |
| Ci | | | | | | 91.95% |

Fuente: BIOTA y SICA, 2018.

Esta aproximación fue hecha en SIG mediante una superposición de la huella de la propuesta por la mejora hidro-ecológica del Estero Las Garzas.

Tabla V. 51. Diferencia de coeficientes de impacto (pérdida de superficie equivalente)

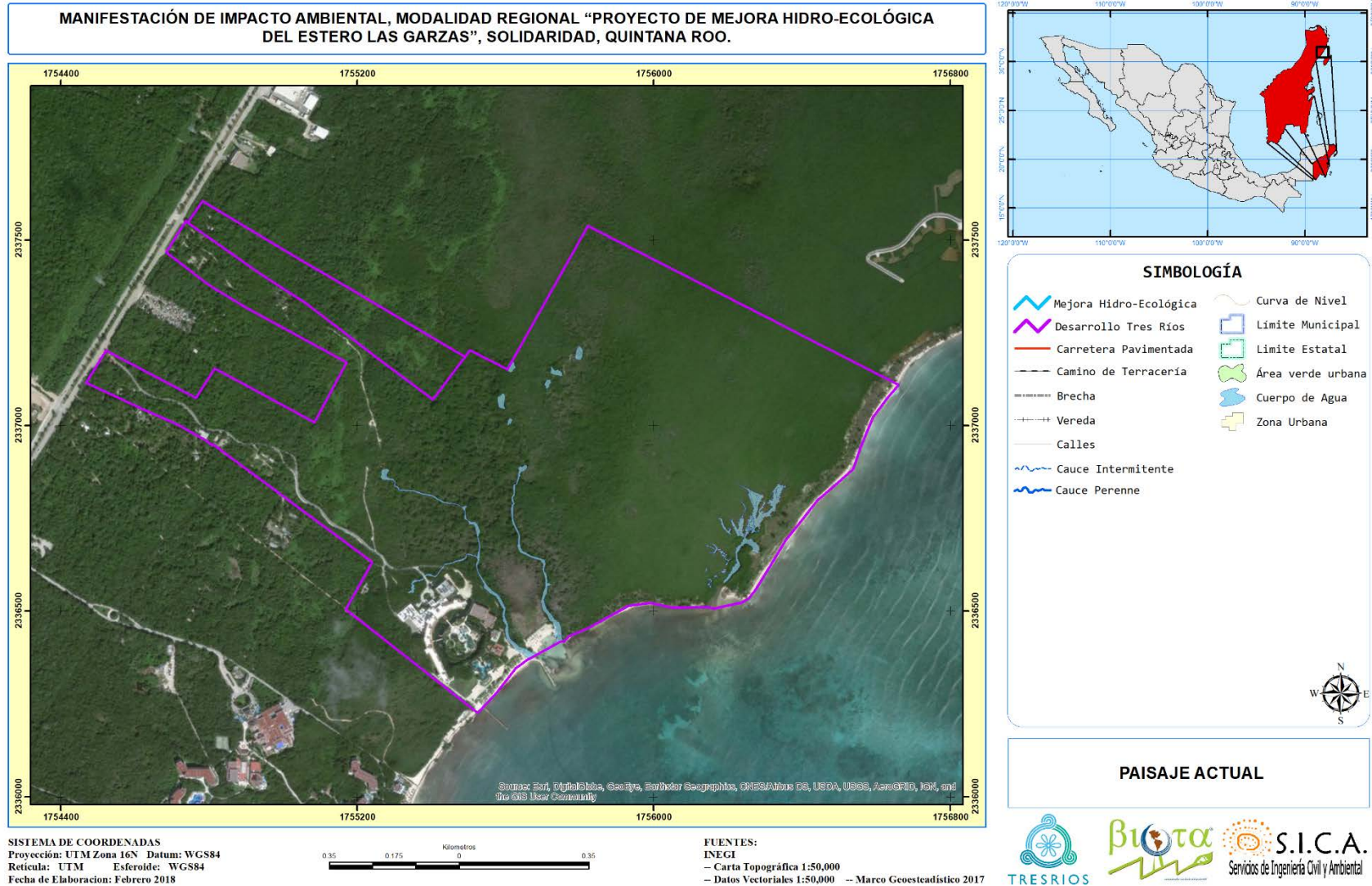
| ÍNDICE DE IMPACTO (CI) SIN PROYECTO | ÍNDICE DE IMPACTO (CI) CON PROYECTO | DIFERENCIA ENTRE SITUACIÓN CON Y SIN PROYECTO | DIAGNÓSTICO |
|-------------------------------------|-------------------------------------|---|-------------|
| 100.00% | 91.95% | 8.05% | Compatible |

Fuente: BIOTA y SICA, 2018.

Utilizando este tratamiento se presenta una diferencia de coeficientes del 8.05% entre la situación sin proyecto y con proyecto existente. Se puede calificar el impacto, así valorado, como compatible, toda vez que el proyecto consiste en preservar y mejorar las condiciones actuales del manglar que se localiza en la parte sureste del Predio DTR.

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL “PROYECTO DE MEJORA HIDRO-ECOLÓGICA DEL ESTERO LAS GARZAS”, SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.

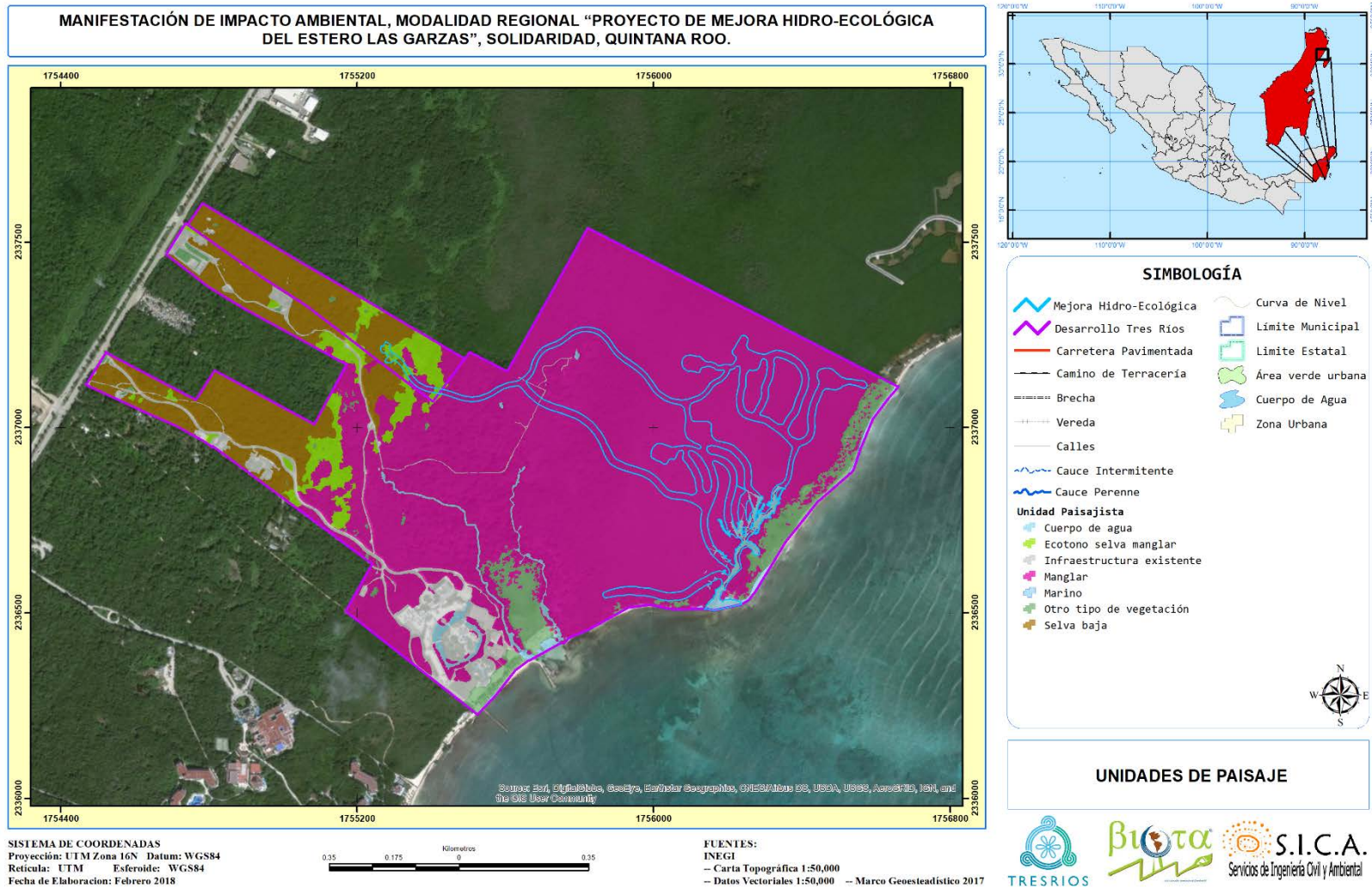
Imagen V. 13. Condición actual del Proyecto Mejora Hidro Ecológica sin las unidades de paisaje.



Fuente: BIOTA y SICA, 2018.

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL “PROYECTO DE MEJORA HIDRO-ECOLÓGICA DEL ESTERO LAS GARZAS”, SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.

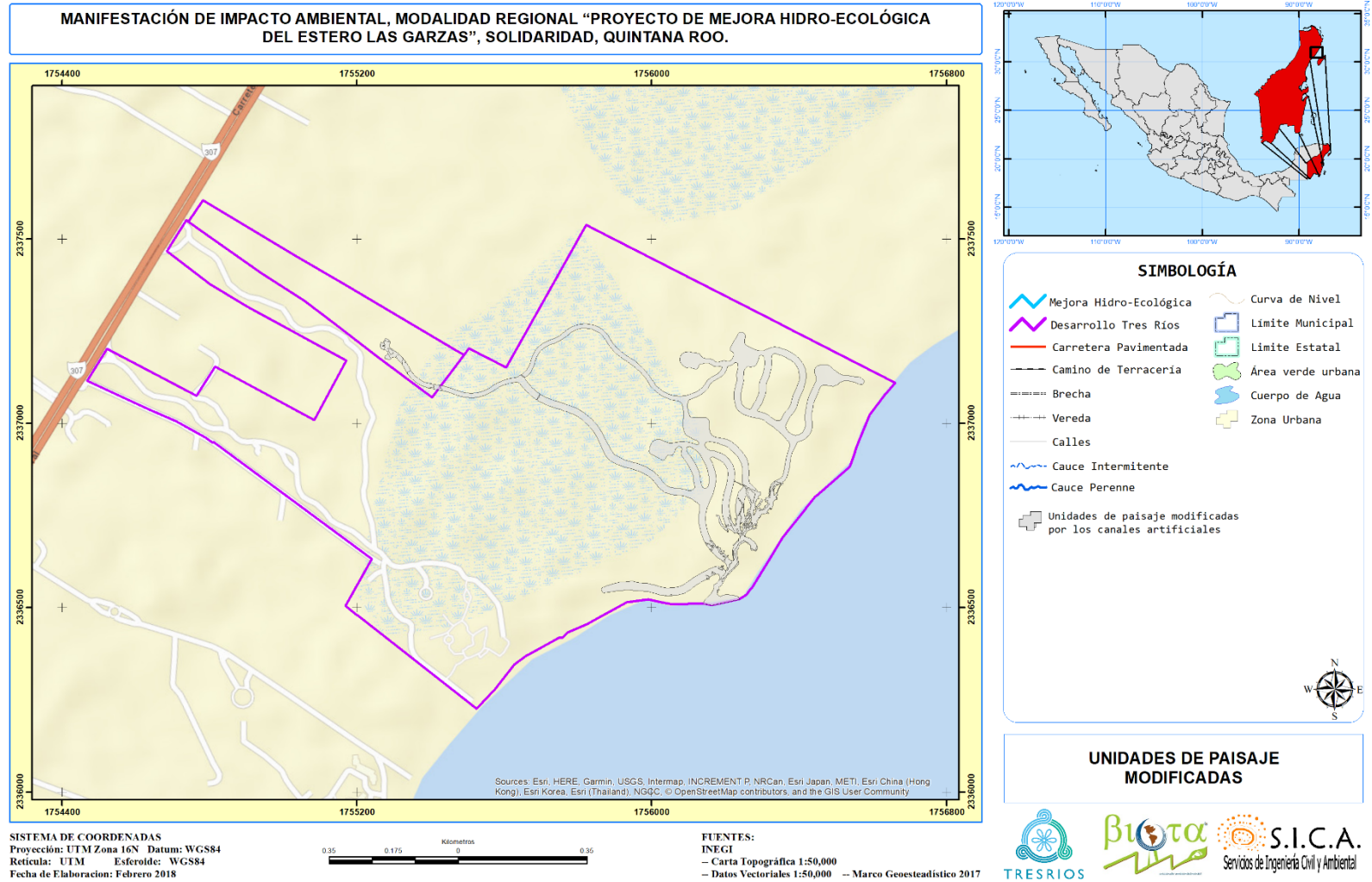
Imagen V. 14. Condición actual del Proyecto Mejora Hidro Ecológica con las unidades de paisaje.



Fuente: BIOTA y SICA, 2018.

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL “PROYECTO DE MEJORA HIDRO-ECOLÓGICA DEL ESTERO LAS GARZAS”, SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.

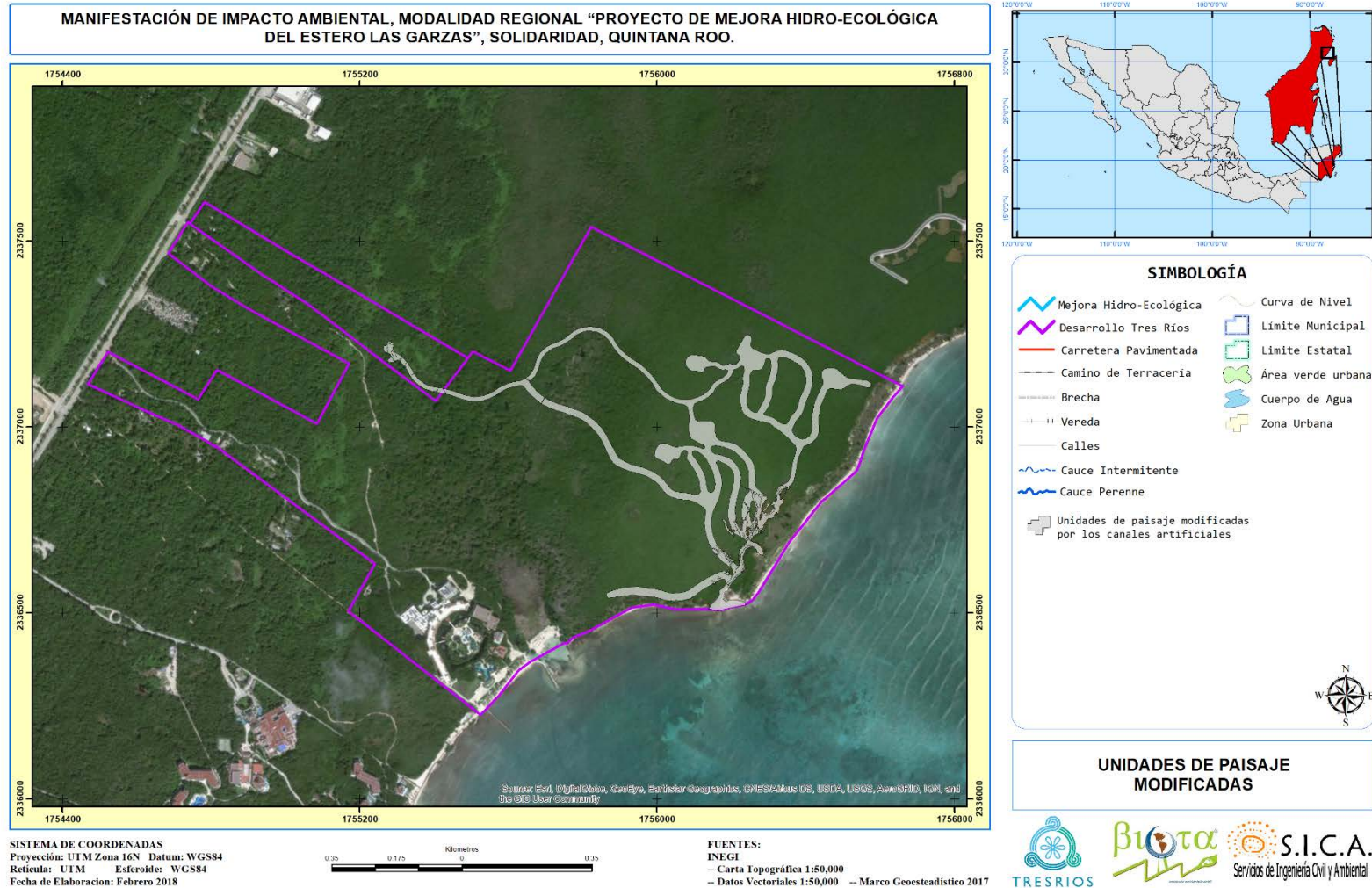
Imagen V. 15. Ubicación de las unidades de paisaje, modificadas por el Proyecto en Google Maps.



Fuente: BIOTA y SICA, 2018.

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL “PROYECTO DE MEJORA HIDRO-ECOLÓGICA DEL ESTERO LAS GARZAS”, SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.

Imagen V. 16. Ubicación de las unidades de paisaje, modificadas por el Proyecto en Google Earth.



Fuente: BIOTA y SICA, 2018.

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL "PROYECTO DE MEJORA HIDRO-ECOLÓGICA DEL ESTERO LAS GARZAS", SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.

Finalmente se presenta la tabla comparativa del impacto ocasionado a las unidades de paisaje con el Estado actual y el ingreso de los canales de mejora hidro-ecológica:

Tabla V. 52. Diferencia de coeficientes de impacto (pérdida de superficie equivalente) con el Proyecto Original y el Proyecto con modificaciones.

| | |
|--|----------------|
| <i>Índice de impacto (Ci) sin proyecto de mejora hidro-ecológica</i> | 100.00% |
| <i>Índice de impacto (Ci) con proyecto de mejora hidro-ecológica</i> | 91.95% |
| Diagnóstico | Compatible |

Fuente: BIOTA y SICA, 2018.

En la tabla anterior se puede observar que el proyecto de mejora hidro-ecológica tiene un diagnóstico considerado como compatible, además de que, el impacto a mediano y largo plazo será benéfico para conservación y aumento en la biodiversidad biológica generada por el sistema acuático con funcionamiento natural. Es decir, que al revertir el proceso de salinización del manglar; se espera mejorar su estructura creando manglar del tipo fisonómico borde; rehabilitar funciones y ampliar los servicios ambientales del ecosistema de manglar. Esto es, que al reducir la salinidad del suelo sobre el manglar y recuperar la conectividad con un cuerpo acuático, se esperan incrementar los servicios ambientales que presta actualmente el manglar.

De esta forma, el proyecto de Mejora Hidro-Ecológica plantea la factibilidad de trascender la evaluación tradicional del valor ambiental del manglar únicamente por la superficie que ocupa. Es decir, que aun cuando se genere una ligera disminución en la cobertura original de manglar en términos de superficie, una vez implementados los canales de mejora hidro-ecológica, el manglar en el predio y su cuenca presentará condiciones netas de mayor estructura y por lo tanto de mayores valores y servicios ambientales que las actuales, previo al proyecto.

V.4. Impactos Residuales.

Así mismo es de suma importancia señalar que la identificación y valoración de este tipo de impactos ambientales es fundamental, ya que en última instancia representan el efecto inevitable y permanente del Proyecto sobre el ambiente, en consecuencia, el resultado de esta sección aporta la definición y el análisis del "costo ambiental" del Proyecto, entendiéndose por tal, la disminución real y permanente en calidad y/o cantidad de los bienes y servicios ambientales en el SAR. La identificación de dichos factores se llevó a cabo en función al atributo de la recuperabilidad, por lo que aquellos impactos que no podrán volver a su estado original, aún con la aplicación de medidas son considerados como impactos residuales. Derivado de lo anterior se tiene que el Proyecto generará los siguientes impactos residuales negativos:

- a) Pérdida del Paisaje.
- b) Pérdida de cobertura vegetal y uso del suelo.
- c) Pérdida del hábitat
- d) Pérdida de la estética del paisaje.
- e) Pérdida de las características geológicas y geomorfológicas
- f) Pérdida de suelos, la excavación y nivelación modifican permanentemente el suelo.

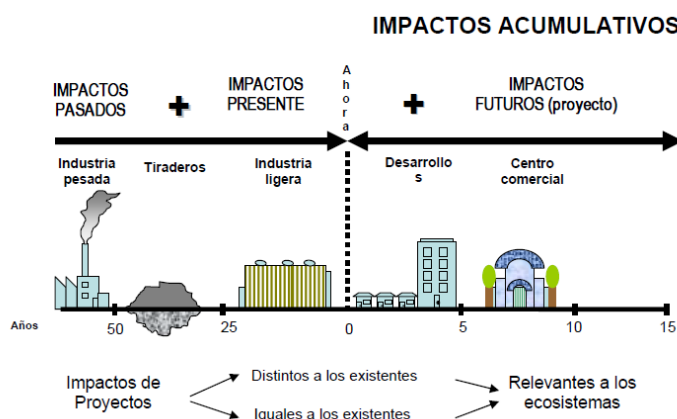
En cuanto a la calidad del aire es un factor que se afecta durante todo el proyecto, y que mantendrá esa afectación de forma permanente con el comportamiento derivado de la dispersión de contaminantes y aportaciones principalmente por flujos vehiculares.

Aunque la mayoría de los impactos residuales son considerados negativos, existen otros que por el contrario son totalmente necesarios para el aumento de la calidad paisajística de un ecosistema o la recuperación de un hábitat tal es el caso del proyecto en cuestión que si bien generar impactos negativos a corto plazo los impactos a largo plazo serán positivos y ayudaran a revertir de manera significativa el daño que se pudiera causar. Ejemplo de esto en el proyecto se identificó como impacto residual el atributo ambiental paisaje, el cual tiene un carácter de reversible y que seguramente habrá de evolucionar a etapas seriales de mejor calidad del hábitat con la inclusión de una mayor abundancia y diversidad de especies. El impacto de la obra sobre la naturalidad del paisaje no es mitigable, la composición cambiará de manera permanente. Sin embargo, el mantenimiento y monitoreo de los canales y de la recuperación de la vida silvestre permitirá la regeneración del nuevo hábitat modificado y, por lo tanto, mejorará el aspecto paisajístico con respecto a la situación presentada antes de llevar a cabo del proyecto., esta misma situación se replica para los demás impactos, siendo positivos de manera exponencial a largo plazo.

V.6. Impactos Acumulativos.

En la evaluación del impacto ambiental es requisito el identificar, evaluar y describir los impactos acumulativos, es por ello por lo que se dedica la presente sección a su análisis. Es importante identificar los cambios ocasionados en el ambiente que se están generando o que ocurrieron como resultado de otras actividades humanas en la región y que pueden tener un efecto aditivo o acumulativo sobre los mismos componentes ambientales con los que el Proyecto interactúa. El análisis de los impactos ambientales debe basarse en la determinación de las desviaciones de la “línea base o cero” originada por efectos aditivos (siguiente imagen). Para lo anterior, no es suficiente con evaluar los impactos ambientales del Proyecto como si éste fuera la única fuente de cambio en el SAR, es importante identificar los cambios ocasionados en el ambiente que se están generando o que ocurrieron como resultado de otras actividades humanas en la región y que pueden tener un efecto aditivo o acumulativo sobre los mismos componentes ambientales con los que el Proyecto interactúa.

Imagen V. 17. Impactos acumulados.



En esta parte de la Manifestación se presenta la Red de Eventos donde se introduce el concepto causa-condición-efecto, que permite la identificación de impactos acumulativos que suceden a lo largo del tiempo. La causa son las distintas actividades del proyecto: “Mejora hidro-ecológica, en el municipio de Solidaridad, Quintana Roo, México”, que actúa particularmente sobre dos atributos ambientales y el efecto producido, que se entendió como el impacto generado a lo largo del tiempo, que se encadena a otros efectos secundarios y terciarios. Esta red de eventos se construye a partir de la principal actividad, en este caso la eliminación de turba, enlazado con los factores ambientales de la lista de chequeo y matriz de interacción, seleccionando y resaltando los aspectos más importantes. La descripción y análisis se presenta por factor ambiental y se discute su interrelación con las actividades del proyecto por factor analizado.

DESCRIPCIÓN DE LA RED DE EVENTOS PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL PROYECTO.

La justificante para el proyecto, localizado en el Municipio de Solidaridad, dentro del territorio del Estado de Quintana Roo, se basa en la necesidad de realizar la construcción de un sistema de canales que permita: mejorar las interacciones funcionales hidrodinámicas regulares entre el estero y los manglares, solucionando el actual aislamiento microtopográfico de la cuenca de evaporación, donde se ubican los manglares chaparros (manglar matorral), restablecer el flujo y reflujo dinámico mareal regular, así como su interacción con el acuífero, logrando recuperar la conectividad hidrológica entre el ecosistema acuático y el terrestre en los manglares chaparros (manglar matorral), reducir el proceso de salinización del agua intersticial y del suelo en la cuenca de evaporación, al restituir el hidropereodo en esta cuenca y revertir el deterioro natural del manglar chaparro (manglar matorral) causado por hipersalinidad y sofocación de los manglares provocado por instrucción de arena, incrementar la biodiversidad del predio mediante el aumento y diversificación de

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL. "PROYECTO DE MEJORA HIDRO-ECOLÓGICA DEL ESTERO LAS GARZAS", SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.

ambientes, creación de hábitats y nichos ecológicos acuáticos y litorales. Se procederá al análisis de los impactos ambientales generados por el proyecto mediante la técnica de red de eventos.

DESCRIPCIÓN DE LA RED POR FACTOR AMBIENTAL.

BIÓTICOS

La zona que atraviesa del proyecto se localiza en el Sistema Ambiental Regional (SAR) Punta Bete-Punta Maroma, se caracteriza por estar constituido en forma de franjas geomorfológicamente diferenciables paralelas al mar, las cuales en un trayecto desde el mar hacia el continente son las siguientes: la playa, la duna costera, la cuenca o depresión paralela al mar, antigua laguna arrecifal, el talud y la terraza de antiguos cordones de duna. A su vez, este arreglo geomorfológico posibilita el desarrollo de diversos tipos de vegetación claramente diferenciables. Este marco abiótico da soporte a la carencia o a la existencia de diferentes tipos de vegetación de la siguiente manera: la playa sin vegetación; la duna costera con vegetación de matorral costero y palmar; el humedal con predominio de manglar y otros tipos de vegetación de humedal; el talud con selva inundable o de transición; y finalmente la terraza de antiguos cordones de duna ocupada por selva mediana. Atrás de las geoformas de playa, duna o protoduna, se ubica la depresión o cuenca natural paralela al mar, ocupada por un extenso humedal con predominio de mangle rojo (*Rizophora mangle*), el cual se encuentra casi en su totalidad por debajo del nivel medio del mar y en algunas zonas ya expuesto directamente a la erosión marina por la pérdida de la playa y la duna. El humedal está dividido por una franja más elevada constituyendo las dos unidades naturales mayores del predio; al suroeste una cuenca de inundación ligeramente más alta y al noreste una planicie de inundación de fondo somero, más baja y sujeta a intensos procesos de evaporación. Finalmente, en la porción continental del humedal se inicia un pronunciado talud que en su parte alta se transforma en una terraza continental. En ambas geoformas se desarrollan distintos tipos de selvas. En la integración del proyecto será necesario eliminar algunos organismos arbóreos en el sitio donde se realizará la excavación y, en consecuencia, se tendrán afectaciones directas a la fauna silvestre, como el ahuyentado de organismos, desaparición de madrigueras y nidos, por lo que la fauna tenderá a desplazarse hacia zonas con una cobertura vegetal ya que brinda ciertos servicios ecológicos a las especies. Los organismos cercanos al proyecto donde se encuentren en peligro madrigueras y sitios de anidación, habrá que reubicarlos en zonas parecidas con menos perturbación, destacando aquellas especies de lento desplazamiento, como los reptiles. Las especies vegetales que se encuentren en estatus sean reubicadas. Los impactos ambientales identificados en la fauna serán directos, mitigables, reversibles, temporales y desaparecerán a lo largo del tiempo de duración del proyecto.

GEOMORFOLOGÍA.

La Península de Yucatán está conformada por una plataforma carbonatada de sedimentos mesozoicos y cenozoicos originada por los fondos oceánicos sobre un basamento paleozoico. Como consecuencia de las variaciones del nivel del mar y de las zonas emergidas y sumergidas durante esos procesos, se presentan dos subsistemas geológicos principales, en el centro y sureste de la península con rocas plegadas oligocénicas y en el norte y oriente con planicies de rocas y sedimentos neogeogénicos. Como efecto de dichas variaciones del nivel del mar y de zonas emergidas y sumergidas, la zona costera situada al oriente de la península, correspondiente al Estado de Quintana Roo en su porción denominada Riviera Maya de o Corredor Cancún-Tulum, se caracteriza por presentar una secuencia de depresiones o cuencas paralelas a la línea de costa por la elevación de la Península de Yucatán en épocas geológicas pasadas y de la consecuente variación del nivel del mar. El predio presenta alturas sobre el nivel medio del mar (msnm) que van desde menos 0.5 metros en la depresión natural paralela al mar hasta 8.5 msnm en su zona más alta cercana a la carretera federal. El rango de altura predominante en el predio es de 0 a 0.25 msnm, entre más se aleja de la línea de costa la altura tiene mayores variaciones, coincidiendo con los tipos y altura de la vegetación. Con el desarrollo del canal se verán modificadas las geoformas el predio Tres Ríos, lo cual provocará modificación drástica del hábitat. Los principales efectos sobre la geomorfología se derivan de la excavación y de la formación de taludes, modificando permanentemente el relieve y la hidrología. Los impactos ambientales identificados en la geomorfología serán directos, no mitigables, irreversibles, y permanentes.

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL. "PROYECTO DE MEJORA HIDRO-ECOLÓGICA DEL ESTERO LAS GARZAS", SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.

SUELO.

La eliminación de cobertura vegetal producirá un debilitamiento y ruptura de la estructura física del suelo, esto ocasionará el incremento y la probabilidad de erosión por lluvia y viento, lo cual estará sujeto a movimientos gravitacionales de los materiales finos y medios, que se movilizarán con el desplazamiento del agua, incrementando el azolve y alterando la calidad del agua del dren de forma intermitente. El impacto al suelo es permanente, local e irreversible, pero de baja magnitud.

RECURSOS HÍDRICOS.

El hidropériodo representa la frecuencia de inundación de un área y es un factor selectivo para la especie de mangle y el tipo fisonómico de manglar; fuera de un intervalo regular, hidropéridos de mayor duración o demasiado cortos, resultan factores estresantes que determinan por ejemplo un pobre desarrollo estructural y dispersión del manglar como ocurre en el caso del tipo fisonómico de matorral o definitivamente impedir que se establezca. El hidropériodo del manglar en la planicie de inundación del predio Tres Ríos depende básicamente de la fluctuación en época de secas y lluvias del nivel freático dulceacuícola y del grado de su mezcla con la cuña salina en el subsuelo. Existe la posibilidad de mejorar el hidropériodo al desarrollar la mejora hidro-ecológica en el predio para beneficiar las condiciones del manglar y los servicios ambientales del ecosistema. Los impactos identificados serán locales, permanentes, de gran importancia y magnitud.

SOCIOECONÓMICOS.

Resulta el elemento de mayor impacto positivo de gran magnitud e importancia ya que generará empleos temporales y fijos, que incidirá en una mejor economía y calidad de vida de los pobladores, sobre todo del municipio de Solidaridad, Quintana Roo, México. Este efecto será positivo al considerar el impacto y calidad de vida de la población, social y ambiental, en este rubro destaca la importancia de la sinergia socioeconómica de la mejora del manglar y el sector productivo turístico. Otro aspecto económico beneficiado, es el aumento los servicios ambientales que potencialmente pueden tener los humedales con manglar, tales como, cumplir la función de cortina rompe vientos, exportar biomasa y contar con una amplia biodiversidad. Al incrementar estos servicios se disminuirá el impacto de las tormentas y huracanes y, por lo tanto, las afectaciones al turismo y a la calidad de vida de los habitantes de la zona; también se propiciará el desarrollo de nuevas especies que pudieran beneficiar a otras actividades productivas.

Este grupo de modificaciones ambientales será benéfico en la región, permanente, a largo plazo, y podrán ser beneficiados tanto los usuarios locales, que pueden detonar actividades como la pesca, como los sectores hotelero y turístico.

ANÁLISIS E INTEGRACIÓN GLOBAL.

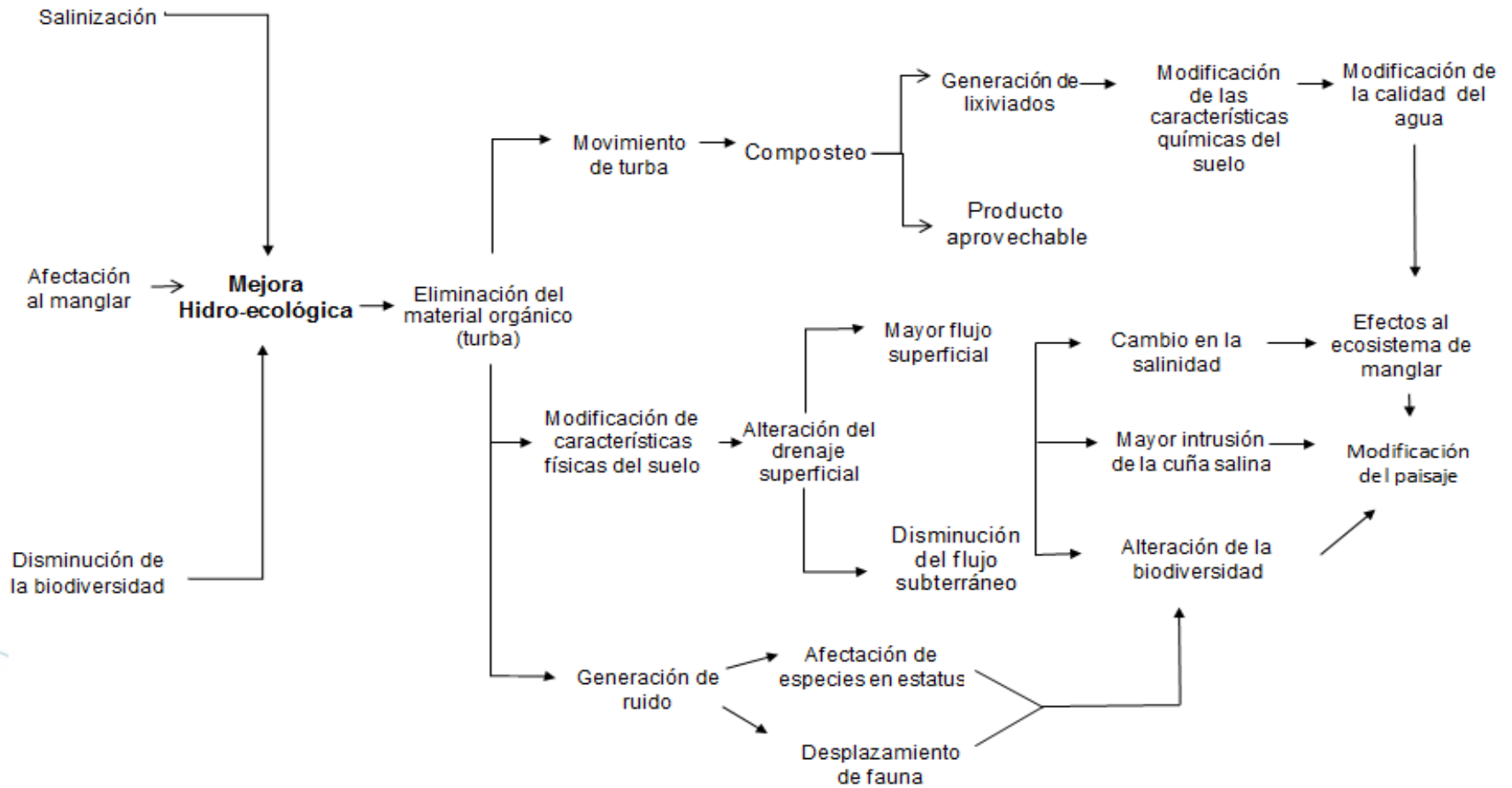
El análisis global de la Red de Eventos del de Mejora Hidro-Ecológica del Estero Las Garzas, será analizado a partir de la eliminación del material orgánico, también llamado turba, el primer efecto será la modificación de las características del suelo, que provocará la alteración del drenaje al aumentar el flujo superficial y disminuir el flujo subterráneo. Consecuentemente, habrá una mayor intrusión de la cuña salina y se generará una disminución de la salinidad del suelo y del estrés salino del manglar de matorral, propiciando el desarrollo de una mejor estructura y, por lo tanto, la creación de nuevos hábitats, nichos y funciones ecológicas, propiciando el desarrollo de nuevas especies y el aumento de productos y atributos ambientales, lo que llevará a la modificación total del ecosistema del manglar y el paisaje de manera positiva. Por otra parte, la turba retirada se llevará a un proceso de composteo para generar un producto que pueda ser aprovechado en áreas verdes. Sin embargo, durante este proceso se generarán lixiviados que de no ser correctamente tratados podrían llegar al suelo y modificar sus características químicas. Además, al infiltrarse al a los mantos acuíferos alterarían la calidad del agua causando efectos negativos al ecosistema del manglar. En relación con los aspectos bióticos y particularmente las poblaciones de fauna local, los procesos de eliminación y movimiento de turba provocarán de manera inmediata el desplazamiento de las especies que no hayan sido rescatadas previamente, alterando la biodiversidad del ecosistema. Sin embargo, al término de la construcción de los canales se espera que la fauna desplazada se reubique en el sitio y que adicionalmente se incremente la presencia de nuevas especies, incluidas poblaciones de aves migratorias

**MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL.
"PROYECTO DE MEJORA HIDRO-ECOLÓGICA DEL ESTERO LAS GARZAS",
SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.**

Es evidente que, si bien habrá impactos ambientales negativos, son mayores los efectos positivos, ya que el cambio en el patrón de drenaje revertirá el proceso de desecación, evaporación y salinización actual y permitirá constituir un nuevo ecosistema acuático integral de mayor extensión con un funcionamiento estuarino con flujo y reflujo marea y drenaje al mar en época de lluvias, con rangos de salinidad apropiados para el desarrollo del ecosistema de manglar tipo borde. Además, se mejorará la economía local y regional al generar empleos temporales y permanentes por el desarrollo del proyecto y el aumento del turismo y otras actividades productivas. La siguiente imagen muestra la red de eventos del proyecto.

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL “PROYECTO DE MEJORA HIDRO-ECOLÓGICA DEL ESTERO LAS GARZAS”, SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.

Imagen V. 18. Red de Eventos del “Proyecto de Mejora Hidro-Ecológica del Estero Las Garzas.



Fuente: BIOTA y SICA, 2018.

V.5. Conclusiones.

El análisis de los impactos se realizó comparando las características del medio abiótico, medio biótico y medio socioeconómico de acuerdo con los trabajos que se realizarán en cada etapa del proyecto y la relación que pudiera existir con el sistema ambiental del sitio. Se observaron un total de 118 impactos, presentándose la mayoría de los impactos negativos en la etapa de construcción, seguido por la preparación del sitio. Sin embargo, aquellos presentados durante la segunda etapa mencionada, resultan insignificantes al ser temporales y mitigables. Por otro lado, se presenta una mayor cantidad de impactos positivos en la etapa operación debido a la naturaleza del proyecto. El componente ambiental que resulta mayormente afectado es el suelo, debido a que se lleva a cabo una remoción importante de este, así como una modificación de sus características físicas, por lo que es necesario establecer medidas de mitigación que disminuyan el impacto a esta esfera ambiental. Es importante recalcar que al construir el proyecto de la **MEJORA HIDRO ECOLÓGICA DEL ESTERO LAS GARZAS**, se cumplirán los siguientes objetivos ambientales planteados para el proyecto:

- Crear en la cuenca de evaporación salina, canales artificiales alimentados con agua dulce utilizando la dinámica hidrogeológica cárstica natural y vincularlos hidrodinámicamente al estero actual, para constituir un nuevo ecosistema acuático integral de mayor extensión.
- Establecer en el nuevo sistema acuático un funcionamiento estuarino con flujo y refluo marea y drenaje al mar en época de lluvias, con rangos de salinidad apropiados para el desarrollo del ecosistema de manglar tipo borde.
- Reducir la salinidad intersticial en la cuenca de evaporación salina y revertir el proceso de desecación, evaporación y salinización actual, mediante el establecimiento de un sistema de canales artificiales con funcionamiento estuarino natural.

Una vez destacados los objetivos planteados y sus ventajas generadas en la fase de operación del proyecto se hace la puntualización que se cumplirán los lineamientos necesarios en materia ambiental, para garantizar que su realización sea factible y viable, ya que sus procedimientos de preparación del sitio, construcción y operación buscan minimizar y atenuar cualquier tipo de impacto generado, complementando lo anterior con la aplicación de medidas de mitigación, prevención y compensación que permitirán un desarrollo compatible con su entorno natural. Asimismo, el proyecto se justifica ampliamente por su compatibilidad con el desarrollo regional, considerándose además la factibilidad con la vinculación con las normas y regulaciones vigentes sobre los usos de suelo establecidas a nivel Municipal, Estatal y Federal. A continuación, se presentan las conclusiones del proyecto:

- A. El proyecto que se pretende realizar corresponde a Mejora Hidro Ecológica, destacando los objetivos ambientales antes planteados.
- B. Los principales impactos ambientales irreversibles se presentarán en los atributos físicos del escenario ambiental, como son paisaje, vegetación, suelo y geomorfología, que al ponderarse en la fase de operación estos impactos a largo plazo serán benéficos.
- C. La mayoría de los impactos ambientales identificados serán de carácter local, temporales, reversibles y mitigables, con una escasa posibilidad de generar impactos significativos o acumulativos de importancia, todo lo contrario, se genera una mayor cantidad de impactos que beneficiarán al ecosistema que se pretende preservar.
- D. La obra por incorporar se integra a un escenario el cual no ha sufrido ningún tipo de alteración, con una vegetación y fauna terrestre, con poca presencia humana, que se puntualiza se está perdiendo naturalmente por el cierre de la boca del estero.
- E. El escenario futuro esperado, es contar con un sitio donde se genere una conservación de especies de flora y fauna de la zona, preservando el manglar.
- F. Es necesario establecer controles, como normas y reglamentaciones estrictas a las empresas constructoras, a fin de evitar afectaciones innecesarias o irresponsables a los componentes bióticos, vegetación y fauna silvestre, tanto acuática como terrestre, y los físicos, destacando el suelo.

**MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL.
"PROYECTO DE MEJORA HIDRO-ECOLÓGICA DEL ESTERO LAS GARZAS",
SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.**

- G. Las actividades indicadas en las medidas de mitigación deben iniciarse desde el principio del proyecto, de tal manera que, a la conclusión de la etapa de construcción, muchas de ellas ya muestren un avance considerable de su aplicación.
- H. Este proyecto está considerado dentro de los esquemas de sustentabilidad, de tal manera, que es compatible ambientalmente con su espacio físico y con la variable tiempo, lo cual permite tener una visión de su factibilidad ambiental y que habrá de derivar múltiples y permanentes beneficios ambientales y sociales, en consecuencia, de la integración del proyecto se tendrán beneficios económicos a sus pobladores y a la región adyacente.
- I. El proyecto será un promotor del desarrollo ambiental no solo a nivel regional sino estatal, federal e inclusive mundial.
- J. El proyecto, es compatible con las políticas en materia ambiental, federales y estatales, establecidos en el Plan de Desarrollo, la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, así como las Normas Oficiales Mexicanas aplicables al proyecto.
- K. Debido a la cantidad de vegetación que se tendrá que remover es necesario solicitar un Cambio de Uso de Suelo para el proyecto.
- L. Si bien es cierto que el proyecto generara un impacto por la remoción de la vegetación, es más significativo los beneficios que generara a toda la BIOTA no solo local sino regional.

Por todo lo expuesto anteriormente se concluye que el proyecto de la **MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL PARA LA: "MEJORA HIDRO-ECOLÓGICA DEL ESTERO LAS GARZAS.", SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO, ES VIABLE** desde los puntos de vista ambiental, social y económico.

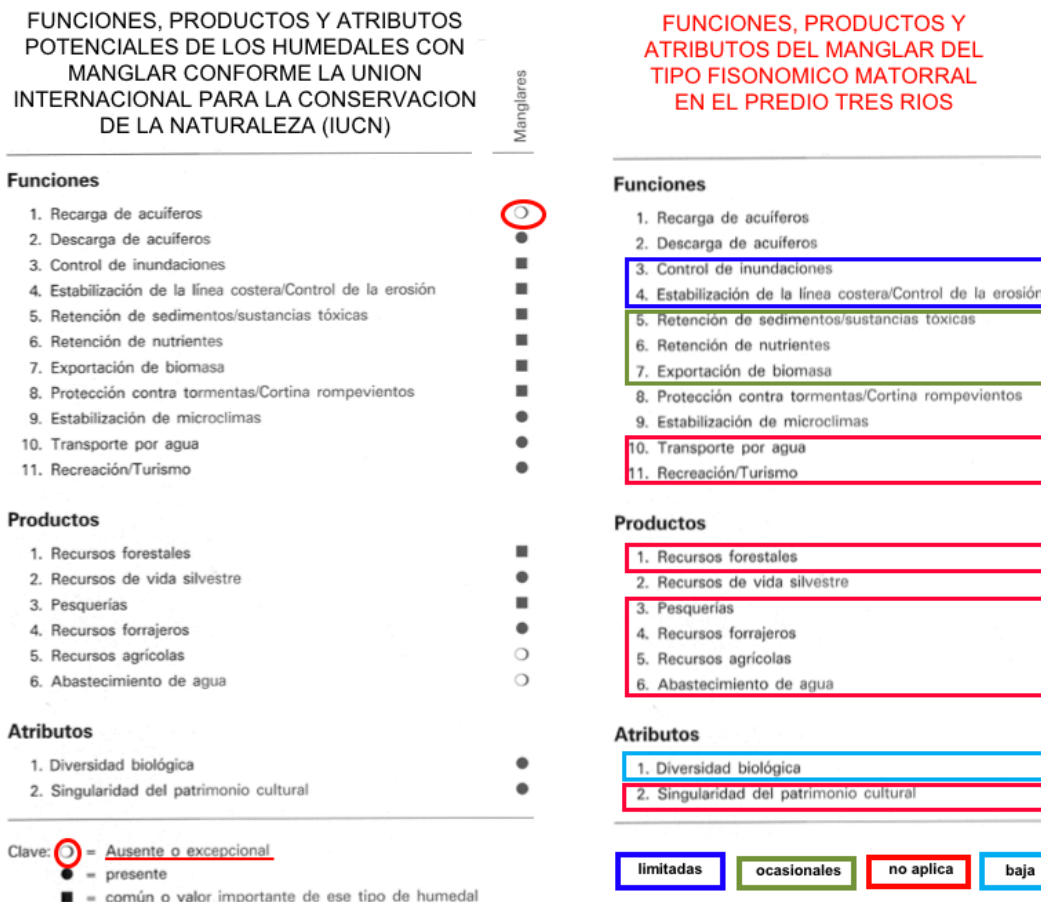
A continuación, se presenta las expectativas de los impactos positivos esperados con la integración del proyecto.

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL. "PROYECTO DE MEJORA HIDRO-ECOLÓGICA DEL ESTERO LAS GARZAS", SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.

SERVICIOS AMBIENTALES LIMITADOS, CON POSIBILIDAD DE INCREMENTARSE.

Al analizar los criterios de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN) referentes a todos los servicios ambientales que potencialmente pueden tener los humedales con manglar puntualizados como funciones, productos y atributo, es posible reconocer que no todos los tipos fisonómicos de manglar pueden tenerlas, producirlos o proporcionarlos y en caso afirmativo no todos lo hacen en el mismo grado. Por ejemplo, en el caso del predio Tres Ríos el manglar de matorral que ocupa la planicie de inundación, evidentemente no tiene por sí solo la función de estabilización de la línea de costa ya que en esta región de huracanes esa función la cumplen conjuntamente tres frentes secuenciales: la playa, la duna y el manglar; por la pérdida de los dos primeros, el manglar quedó sujeto a una vulnerabilidad directa con la consecuente mortalidad masiva por enterramiento. Tampoco puede cumplir la función de cortina rompevientos por su baja talla y en cuanto a los productos por la misma razón no representa un recurso forestal. Asimismo, por carecer de conectividad permanente con el medio marino, solo exporta biomasa cuando se rompen los bordes del estero y drena taninos al mar siendo por tanto esta aportación ocasional al igual que su relación con las pesquerías; en cuanto a sus atributos es un ecosistema de baja biodiversidad dominado por una sola especie. En la Figura Siguiente se muestran comparativamente las funciones, productos y atributos referidos por el IUCN comparando con el caso del manglar de matorral del predio Tres Ríos.

Imagen V. 19. Funciones, productos y atributos ambientales potenciales del manglar referidos por la IUCN; comparativamente con el caso del matorral sin conexión hidrológica permanente con el mar.



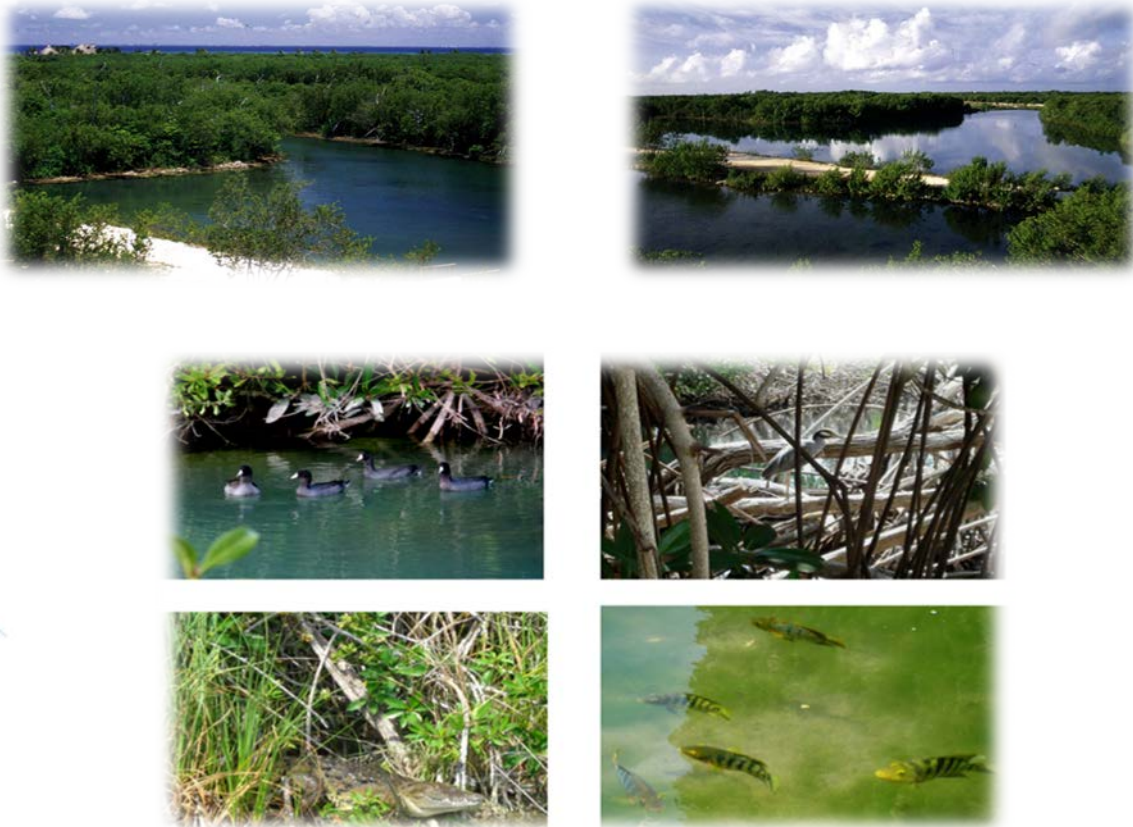
**MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL.
"PROYECTO DE MEJORA HIDRO-ECOLÓGICA DEL ESTERO LAS GARZAS",
SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.**

En este marco de referencia, la propuesta de mejor hidroecológica que se presenta corresponde a las acciones definidas por expertos regionales reconocidos en los campos de la Geohidrología, así como de la ecología y restauración de manglar; para detener el proceso de deterioro del ecosistema de matorral en la unidad natural de la planicie de inundación ubicada en la zona noreste del predio Tres Ríos, para lograr la extensión del estero Las Garzas hacia el interior de la planicie asociándolo hidrodinámicamente a un sistema de canales artificiales con litorales de mangle rojo del tipo fisonómico borde y funcionamiento estuarino natural, atenuando los procesos naturales de evaporación y el riesgo de una mayor salinización del suelo, para mejorar la estructura y ampliar los bienes y servicios en una parte del manglar de matorral que ocupa actualmente esta zona noreste del predio.

EXPECTATIVAS SOBRE LA CREACIÓN DE HÁBITATS ACUÁTICOS Y LITORALES.

Por su extensión el sistema de canales implica el desarrollo de una extensa línea litoral y consecuentemente la creación directa de numerosos y diversos tipos de hábitats y nichos ecológicos acuáticos y litorales, que han sido ocupados por una amplia gama de grupos de fauna que después de más de una década de funcionamiento natural del sistema implementado demuestran la creación de nuevas opciones para los ciclos de vida de muy numerosas especies previamente existentes y nuevas que se incorporaron al uso del ecosistema acuático estuarino (Imagen).

Imagen V. 20. Creación de hábitats y nichos ecológicos acuáticos y litorales con manglar del tipo fisonómico borde, como consecuencia natural de la creación del ecosistema acuático con funcionamiento estuarino en el predio Mayakoba.



**MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL.
"PROYECTO DE MEJORA HIDRO-ECOLÓGICA DEL ESTERO LAS GARZAS",
SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.**

EXPECTATIVAS SOBRE LA CALIDAD AMBIENTAL DE LOS HÁBITATS CREADOS

Esta ampliamente reconocido por los especialistas que la presencia de aves es un claro indicador de la calidad de un ecosistema y de sus hábitats, pero más aún en el caso que sean especies raras o bajo algún estatus de protección y que a esas y a otras especies les sirvan dichos hábitats como zona de alimentación, reproducción y/o anidación como es el caso del uso por las aves del ecosistema acuático creado, especialmente en los litorales con manglar de borde que se constituyeron. Las fotos que se presentan son obtenidas todas en el sistema de canales implementado son solo algunos ejemplos demuestran dicha calidad. La magnitud, diversidad y complejidad de la avifauna asociada a los canales puede ser verificada en <https://www.flickr.com/people/jamesbatt/>.

Imagen V. 21. Ejemplos de especies y de usos por de los hábitats y nichos ecológicos acuáticos y litorales con manglar del tipo fisonómico borde por la avifauna, en el ecosistema acuático con funcionamiento estuarino del predio Mayakoba.

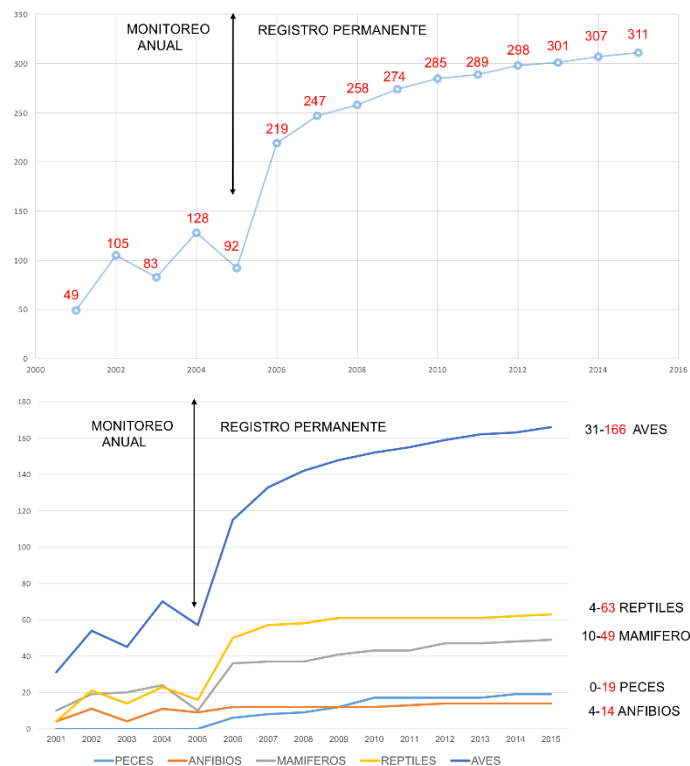


MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL. "PROYECTO DE MEJORA HIDRO-ECOLÓGICA DEL ESTERO LAS GARZAS", SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.

EXPECTATIVAS SOBRE LA CONSERVACIÓN Y AUMENTO DE LA BIODIVERSIDAD.

Con base en los datos reportados en los informes anuales de monitoreo de fauna del sistema acuático implementado así como de los demás ecosistemas del predio Mayakoba se conoce que el número total de especies registradas por especialistas, ha ido en aumento gradual lo cual es un resultado normal conforme se incrementa del esfuerzo de muestreo, como ocurrió en el predio Mayakoba a partir del año 2005, año en que se inició un registro permanente; ese tipo de esfuerzo siempre se refleja en un incremento gradual del número de especies, hasta un punto en que ya prácticamente se mantiene estable considerándose entonces que el registro total posible está casi completo, esta condición se observa en las curvas, especialmente en el caso de los reptiles y los anfibios, en los cuales el número ya casi no varía, sin embargo por ejemplo en el caso de las aves parece que aún puede seguir incrementándose.

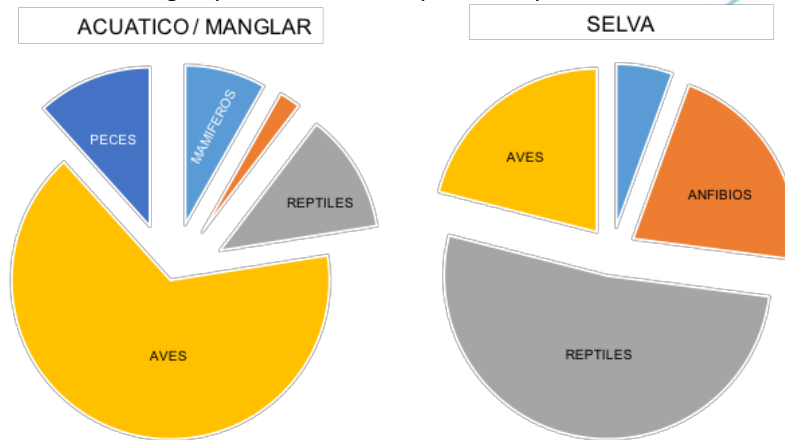
Gráfica V. 32. Gráficas del incremento en número de especies de los diversos grupos de fauna registradas en el predio Mayakoba entre el año 2001 y 2015.



Sin embargo y suponiendo que todas las especies estaban ahí antes de la implementación del sistema de canales, lo que es evidente por ejemplo es que antes de ello los peces no eran un grupo significativo en número y diversidad ya que estaban circunscritos a las aguas subterráneas y por tanto su disponibilidad como alimento de las aves aún no existía, lo cual fundamenta una clara realidad de que buena parte de esas especies llegaron con las oportunidades de hábitats y alimentación que determinó la creación del ecosistema acuático estuarino. Otro reflejo del efecto de la creación del ecosistema acuático son los porcentajes de los registros de las especies que utilizan el conjunto de hábitats agua-manglar con los que utilizan los hábitats de selva, ya que mientras en los primeros el porcentaje de las aves es mayor, en los de selva lo es el grupo de los reptiles lo cual se muestra en la graficas siguientes.

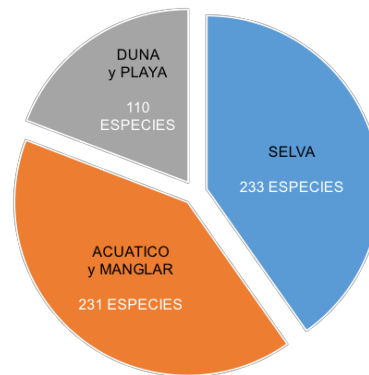
**MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL.
"PROYECTO DE MEJORA HIDRO-ECOLÓGICA DEL ESTERO LAS GARZAS",
SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.**

Gráfica V. 33. Comparaciones de los porcentajes de especies registradas entre los hábitats de acuático-manglar y los de selva en el predio Mayakoba.



Igualmente, importante es el hecho que los hábitats acuático-manglar y selva, son prácticamente iguales en el número de especies que los utilizan seguidos por la duna y playa con evidente menor extensión y posibilidad de ocupación o uso por las especies (Grafica Siguiente). Con respecto a este análisis y al anterior de porcentajes, es importante destacar que una misma especie puede utilizar uno o más hábitats, por lo que el número total de los tres grupos es mayor que el de los registros hasta la fecha.

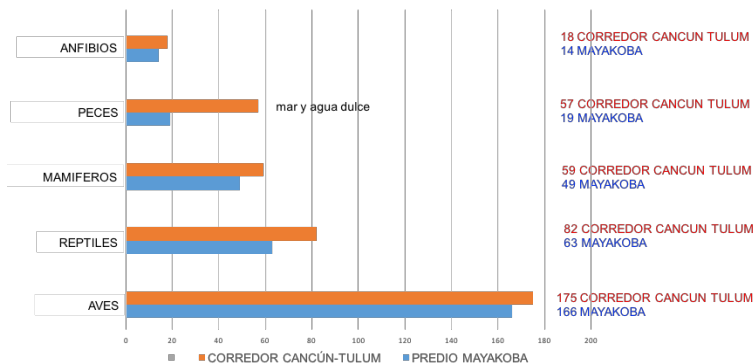
Gráfica V. 34. Comparaciones del número total de registros de especies en los hábitats de acuático-manglar; selva y duna-playa en el predio Mayakoba.



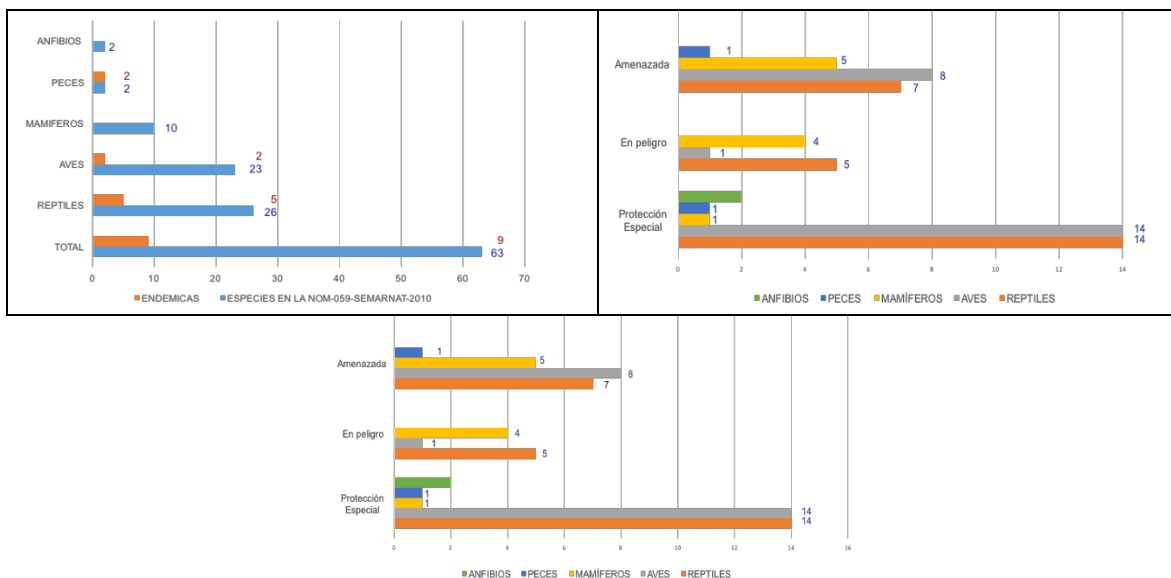
Los análisis anteriores demuestran con claridad dos hechos relevantes del ecosistema acuático implementado: (1) La complementariedad de hábitats agua-manglar con los de la selva, lo cual se aprecia en las diferencias de los grupos taxonómicos predominantes en cada uno; y (2) La importancia de los hábitats agua-manglar del borde ya que alcanzan un número de registros de especies muy similares a los de la selva. La magnitud de la biodiversidad original conservada, juntamente con la generada por la implementación del ecosistema acuático también se refleja en el número total de especies reportadas para el Corredor Cancún-Tulum y su comparación con el número de ese total registrado en Mayakoba, haciendo evidente en la práctica, una función de refugio regional de fauna local y en tránsito (Grafica Siguiente), muchas de las cuales están bajo algún estatus de protección.

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL. "PROYECTO DE MEJORA HIDRO-ECOLÓGICA DEL ESTERO LAS GARZAS", SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.

Gráfica V. 35. Comparación del número de especies registradas en el Corredor Cancún-Tulum contra el número de ellas registrado en el predio Mayakoba.



Gráfica V. 36. Análisis del número de registros de especies endémicas o bajo algún estatus de protección en el predio Mayakoba.



EXPECTATIVAS SOBRE LA MEJORA DEL MANGLAR DE CUENCA

Una evidencia de la mejora estructural que se alcanza no solo en el manglar que se ubica en los litorales de los canales implementados el cual se transformó de tipo cuenca en tipo borde, sino igualmente para en manglar de cuenca que se encuentra fuera de ellos, se demuestra en la Imagen con una foto aérea obtenida en el periodo de secas, donde se puede observar del lado izquierdo el sistema de canales con manglar de borde, así como mejores condiciones y estructura del manglar de cuenca en el predio Mayakoba, que se reflejan en un crecimiento significativo (Imagen) comparativamente con su condición en el predio colindante carente de canales, que se demuestra en el análisis comparativo de los parámetros estructurales y muy especialmente en el significativo menor porcentaje de mortalidad entre ambos predios (Imagen).

**MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL.
"PROYECTO DE MEJORA HIDRO-ECOLÓGICA DEL ESTERO LAS GARZAS",
SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.**

Imagen V. 22. Foto aérea para observar comparativamente los tipos fisonómicos y condiciones del manglar en el predio Mayakoba y el predio colindante.

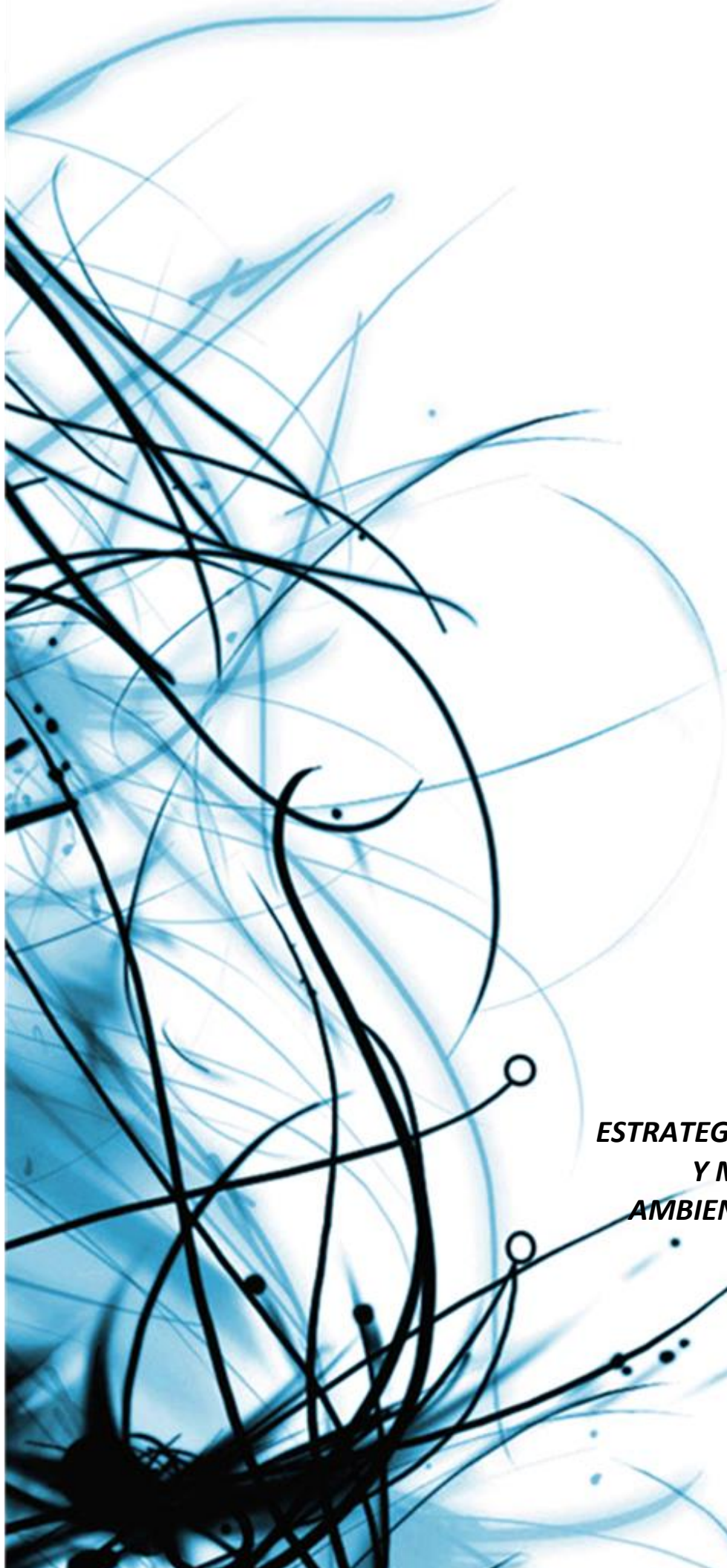


Imagen V. 23. Incremento de la estructura del manglar de cuenca por efecto de la del sistema de canales, a la izquierda antes y a la derecha después de su implementación.



Imagen V. 24. Análisis de los parámetros del manglar de cuenca en el predio Mayakoba en 1998 antes de la implementación del sistema de canales y en 2008 después de ella; para compararlos con el simultáneo en 2008 en el predio colindante al sur.

| | 1998 Predio Sin canales | 2008 Lote Sur Sin canales | 2008 Predio Con canales |
|--|-------------------------|---------------------------|-------------------------|
| Fustes (ha⁻¹) | 1, 876 | 7, 916 | 10,142 |
| Area Basal (m²ha⁻¹) | 11.3 | 11.5 | 13.0 |
| Altura (m) | 2.8 | 2.0 a 2.5 | 3.0 a 4.0 |
| Mangle Muerto (%) | ? | 25 | 2.5 |



CAPÍTULO VI.
***ESTRATEGIAS PARA LA PREVENCIÓN
Y MITIGACIÓN DE IMPACTOS
AMBIENTALES, ACUMULATIVOS Y
RESIDUALES DEL SISTEMA
AMBIENTAL REGIONAL.***

Contenido

| | |
|---|----|
| VI. 1. Descripción de la medida o programa de medidas de la mitigación o correctivas por componente ambiental. | 4 |
| VI. 2. Programa de vigilancia ambiental..... | 36 |
| VI. 3. Seguimiento y control (monitoreo). | 61 |
| VI.4. Información necesaria para la fijación de montos para fianzas. | 63 |

Tablas

| | |
|--|----|
| Tabla VI. 1. Medidas de mitigación para los posibles daños ocasionados por la excavación. | 5 |
| Tabla VI. 2. Medidas de mitigación para los posibles daños ocasionados por el desmonte y limpieza de terreno. | 5 |
| Tabla VI. 3. Medidas de mitigación para los posibles daños ocasionados por el transporte o disposición final de residuos..... | 6 |
| Tabla VI. 4. Medidas de mitigación para los posibles daños ocasionados por la formación de fondo y taludes..... | 6 |
| Tabla VI. 5. Medidas de mitigación para los posibles daños ocasionados por la construcción de caminos de acceso. | 6 |
| Tabla VI. 6. Medidas de mitigación para los posibles daños ocasionados por la instalación de viveros y áreas de trituración y almacenamiento de material vegetal y biomasa. | 7 |
| Tabla VI. 7. Medidas de mitigación para los posibles daños ocasionados por el montaje y uso de campamentos, dormitorios y comedores. | 7 |
| Tabla VI. 8. Recursos forestales valorados para el cambio de uso de suelo. | 8 |
| Tabla VI. 9. Flora que se presenta en el área. | 9 |
| Tabla VI. 10. Fauna existente en la zona. | 10 |
| Tabla VI. 11. Impactos identificados a los recursos forestales, flora y fauna. | 11 |
| Tabla VI. 12. Medidas para impactos propuestas. | 13 |
| Tabla VI. 13. Datos de erosión en el área. | 15 |
| Tabla VI. 14. Contenido de carbono en el área. | 18 |
| Tabla VI. 15. Número de individuos por especie a reforestar. | 19 |
| Tabla VI. 16. Contenido de carbono y contenido de biomasa aérea por especie en el número total de individuos a establecer en la superficie de reforestación. | 20 |
| Tabla VI. 17. Toneladas de carbono que se captaran en la superficie de reforestación..... | 20 |
| Tabla VI. 18. Criterios para la determinación de las especies a reubicar. | 23 |
| Tabla VI. 19. Determinación de las especies a rescatar y reubicar en manglar. | 23 |
| Tabla VI. 20. Determinación de las especies a rescatar y reubicar de selva media. | 24 |
| Tabla VI. 21. Criterios utilizados para la determinación de las especies a reubicar..... | 24 |
| Tabla VI. 22. Criterios para la determinación del porcentaje de especies a reubicar. | 26 |
| Tabla VI. 23. Criterios utilizados para determinar el número de sp a rescatar y reubicar en Manglar. | 27 |
| Tabla VI. 24. Criterios utilizados para la determinación del número de individuos por especies a reubicar en Selva Mediana. | 28 |
| Tabla VI. 25. Factores de riesgo y medidas. | 30 |
| Tabla VI. 26. Principales especies por reubicar. | 31 |
| Tabla VI. 27. Especie con categoría de riesgo a reubicar. | 31 |
| Tabla VI. 28. Especie propuestas para reforestar en mangle..... | 32 |
| Tabla VI. 29. Especie propuestas para reforestar en selva media subperennifolia. | 32 |
| Tabla VI. 30. Especies nocivas o tóxicas con posibilidades de estar presentes en el Desarrollo Tres Ríos. | 42 |
| Tabla VI. 31. Fuentes y manejo de residuos sólidos potencialmente generados en la operación del proyecto. | 46 |
| Tabla VI. 32. Fuentes y manejo de residuos peligrosos esperados con la operación del Proyecto Crisálida..... | 47 |
| Tabla VI. 33. Tabla de registro para el monitoreo ambiental de la vegetación. | 50 |
| Tabla VI. 34. Parámetros ecológicos recomendados para el monitoreo ambiental del ecosistema de manglar. | 51 |
| Tabla VI. 35. Parámetros, índices e indicadores sugeridos para el programa de monitoreo de fauna. | 52 |
| Tabla VI. 36. Talleres de capacitación general y ambiental que serán impartidos al personal involucrado en la construcción y operación del proyecto..... | 58 |

| | |
|---|----|
| Tabla VI. 37. Seguimiento y control de las medidas generales. | 61 |
| Tabla VI. 38. Costos de referencia para compensación ambiental | 63 |
| Tabla VI. 39. Costo de la planta..... | 63 |
| Tabla VI. 40. Precio de la mano de obra | 63 |
| Tabla VI. 41. Número de plantas por hectárea. | 63 |
| Tabla VI. 42. Niveles de equivalencia para la compensación ambiental por el cambio de uso. | 64 |
| Tabla VI. 43. Desglose de los costos totales por acción | 66 |

Imagen

| | |
|--|----|
| Imagen VI. 1. Tabla de medidas de mitigación. | 4 |
| Imagen VI. 2. Medidas de Prevención, Mitigación y Compensación. | 12 |
| Imagen VI. 3. Erosión eólica en el desmonte. | 15 |
| Imagen VI. 4. Ecosistema de la zona del proyecto. | 16 |
| Imagen VI. 5. Ilustración de la plataforma Global Forest Watch sobre el área sujeta a cambio. | 17 |
| Imagen VI. 6. Triángulo de especies por tipo de vegetación “Manglar”. | 28 |
| Imagen VI. 7. Triángulo de especies por tipo de vegetación “Selva Media”. | 29 |
| Imagen VI. 8. Extracción de la planta. | 30 |
| Imagen VI. 9. Especies valoradas para para reubicar. | 32 |
| Imagen VI. 10. Ejemplo de muro de tapiales. | 33 |
| Imagen VI. 11. Ejemplo de malla geotextil. | 33 |
| Imagen VI. 12. Elementos del Programa de manejo y monitoreo ambiental. | 37 |
| Imagen VI. 13. Programa de Supervisión Ambiental. | 38 |
| Imagen VI. 14. Programa de Manejo Integral de Vegetación. | 40 |
| Imagen VI. 15. Programa de Manejo Integral de Fauna. | 43 |
| Imagen VI. 16. Programa de Manejo Integral de Residuos. | 44 |
| Imagen VI. 17. Modelo de almacén para residuos peligrosos generados durante la obra. | 47 |
| Imagen VI. 18. Programa de Monitoreo Ambiental del Proyecto. | 48 |
| Imagen VI. 19. Programa de Difusión Ambiental del Proyecto. | 53 |
| Imagen VI. 20. El manglar del Desarrollo Tres Ríos. | 54 |
| Imagen VI. 21. La selva del Desarrollo Tres Ríos. | 54 |
| Imagen VI. 22. Manejo de residuos en el Desarrollo Tres Ríos. | 55 |
| Imagen VI. 23. Sistema de señalización ambiental. | 56 |
| Imagen VI. 24. (continuación). Sistema de señalización ambiental. | 57 |
| Imagen VI. 25. Programa de Seguridad y Atención a Contingencias Ambientales del Proyecto. | 59 |

VI. 1. Descripción de la medida o programa de medidas de la mitigación o correctivas por componente ambiental.

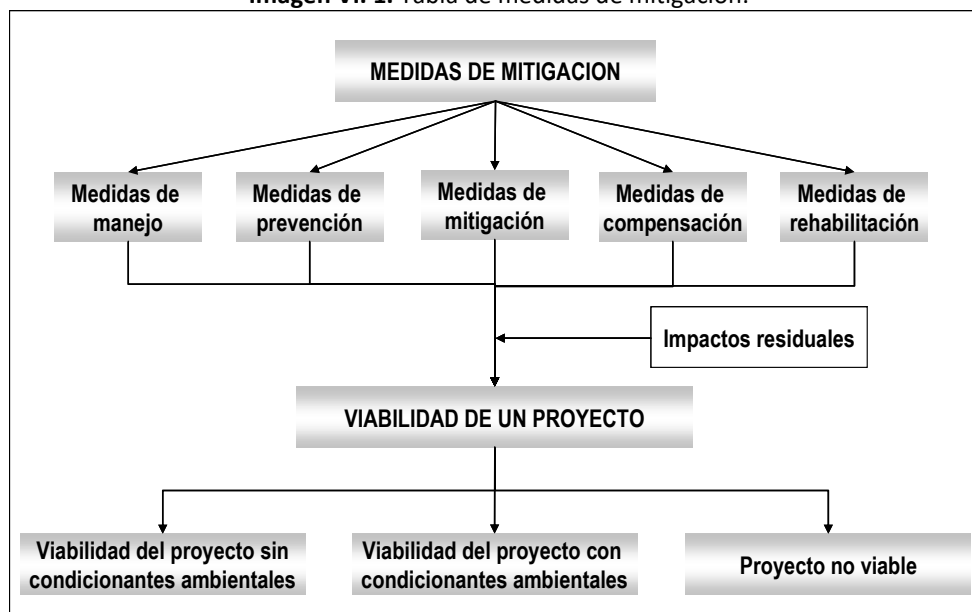
Las medidas de mitigación son trascendentales para la prevención y/o remediación de los efectos negativos generados por las actividades del proyecto. La implementación puntual en cada una de las etapas, aunado a su integración en programas de conjunto, desde la selección del sitio, hasta el abandono del proyecto, permite la disminución de los impactos ambientales, estas son una herramienta para prevenir, controlar, atenuar, corregir o compensar los impactos ambientales generados, donde el conjunto de medidas de mitigación generará efectos benéficos con la capacidad de movilizar la respuesta positiva hacia otros factores ambientales, e inclusive ofrecen un efecto atenuador de otros impactos indirectos, derivados ya sea de las actividades del proyecto. Las medidas pueden incluir uno o varios de los beneficios siguientes:

1. Evitar el impacto total, al no desarrollar todo o parte de un proyecto.
2. Minimizar los impactos, al limitar la magnitud del proyecto.
3. Rectificar el impacto reparando, rehabilitando o restaurando el ambiente afectado.
4. Reducir o eliminar el impacto a través del tiempo, por la implementación de operaciones de preservación y mantenimiento durante la vida útil del proyecto.
5. Compensar el impacto producido por el reemplazo o sustitución de los recursos afectados.

Las medidas de mitigación se clasifican de la siguiente forma, mostrando el grado en que será abatido cada impacto adverso:

1. **Medidas preventivas.** Estas acciones evitan efectos previsibles de deterioro en el ambiente.
2. **Medidas de rehabilitación.** Son programas de conservación y cuidado que se deberán llevar a cabo una vez terminado el proyecto o algunas obras o actividades específicas de éste o sus etapas, para conservar la estructura y funcionalidad del área donde se ejecutará el proyecto.
3. **Medidas de compensación.** Estas medidas no evitan la aparición del efecto, pero contrapesa de alguna manera la alteración del factor, son aplicadas a impactos irrecuperables e inevitables.
4. **Medidas de reducción.** Con la aplicación de estas medidas los daños que se puedan ocasionar al ecosistema se encontrarán entre los niveles mínimos.

Imagen VI. 1. Tabla de medidas de mitigación.



Fuente: BIOTA y SICA, 2018.

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL “PROYECTO DE MEJORA HIDRO-ECOLÓGICA DEL ESTERO LAS GARZAS”, SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.

Una vez identificados los posibles impactos ambientales generados por el proyecto de Mejora Hidro ecológica y obtenidas sus respectivas ponderaciones, se proponen las medidas de mitigación para las tres actividades con mayores valores negativos. La excavación fue valorada como una actividad de impacto alto, el desmonte y limpieza del terreno obtuvo un valor de impacto medio debido a que afectan a un mayor número de atributos ambientales, sin embargo, son considerados de baja intensidad. Por último, el transporte y reciclaje o disposición final de residuos, presenta un rango de impacto bajo, sin embargo, se proponen recomendaciones para reducir aún más estas afectaciones. A continuación, se presentan las medidas de mitigación propuestas.

Tabla VI. 1. Medidas de mitigación para los posibles daños ocasionados por la excavación.

| 1. EXCAVACIÓN | |
|---|--|
| Parámetros ambientales afectados | <ul style="list-style-type: none"> • Características físicas del suelo • Nivel de ruido • Patrón de drenaje superficial • Calidad estético-paisajística • Uso del suelo |
| Medidas de prevención | <ul style="list-style-type: none"> • Mantener la maquinaria y equipo empleado en buenas condiciones de operación para evitar derrames de combustibles y aceites, ruido innecesario y emisión excesiva de gases. • No realizar ningún tipo de compostura de vehículos o equipos que requieran el uso de aceites y grasas dentro del predio. • Actuar únicamente en el área delimitada para esta actividad, con el fin de no causar daños en los alrededores. • Asignar un área específica para el tránsito y acceso de la excavadora anfibia. |
| Medidas de compensación | <ul style="list-style-type: none"> • Someter a un proceso de compostaje a los materiales derivados de la extracción de la turba, a fin de obtener un sustrato fertilizado que permita el desarrollo de las actividades del vivero y la revegetación en sitios que así lo requieran. • Reforestar con vegetación nativa los sitios que resulten dañados y en los alrededores del área del proyecto. |
| Medidas de control | <ul style="list-style-type: none"> • Dar seguimiento al rescate y plantación de vegetación, en especial de aquellas especies con algún tipo de estatus • Contar con un plan y equipo necesario para la descontaminación del agua en caso de derrames de grasas y aceites por parte de la excavadora anfibia o equipos similares. |

Fuente: BIOTA y SICA, 2018.

Tabla VI. 2. Medidas de mitigación para los posibles daños ocasionados por el desmonte y limpieza de terreno.

| 2. DESMONTE Y LIMPIEZA DEL TERRENO | |
|---|--|
| Parámetros ambientales afectados | <ul style="list-style-type: none"> • Características físicas del suelo • Procesos erosivos • Calidad del aire (composición) • Nivel de ruido • Patrón de drenaje superficial • Cobertura, diversidad y composición de la vegetación • Especies de vegetación en estatus • Distribución y diversidad de fauna • Calidad estético-paisajística |
| Medidas de prevención | <ul style="list-style-type: none"> • Regar constantemente las áreas de trabajo y caminos de terracería, para evitar el levantamiento de polvo. • Actuar únicamente en el área delimitada, con el fin de no causar daños en los alrededores. • No realizar ningún tipo de compostura de vehículos o equipos que requieran el uso de aceites y grasas dentro del predio. |
| Medidas de compensación | <ul style="list-style-type: none"> • En el caso de derrames, se deberá realizar la limpieza del suelo removiendo mínimo 10 cm por debajo del nivel alcanzado por la contaminación y colocar los residuos en un contenedor adecuado para su posterior transporte, tratamiento y disposición. |
| Medidas de control | <ul style="list-style-type: none"> • Contar con un programa de mantenimiento preventivo y correctivo que permita conservar la maquinaria y equipo empleado en buenas condiciones de operación para evitar derrames de combustibles y aceite, ruido innecesario y emisión excesiva de gases. • Contar con un programa de gestión integral de los residuos de manejo especial, que pudieran ser generados fortuitamente o asociados a eventos de contaminación por el derrame de grasas y aceites. |

Fuente: BIOTA y SICA, 2018.

Tabla VI. 3. Medidas de mitigación para los posibles daños ocasionados por el transporte o disposición final de residuos

| 3. TRANSPORTE Y RECICLAJE O DISPOSICIÓN FINAL DE RESIDUOS | |
|--|--|
| Parámetros ambientales afectados | <ul style="list-style-type: none"> • Características físicas y químicas del suelo • Calidad del aire (composición) • Calidad fisicoquímica del agua |
| Medidas de prevención | <ul style="list-style-type: none"> • Contratar una empresa certificada en transporte y disposición de residuos, sobre todo los considerados como peligrosos. • Apagar el motor de los vehículos de carga estacionados o cargando los residuos, para evitar la generación excesiva de GEI y ruido. • Evitar que los lixiviados generados por los residuos orgánicos, lleguen a alcanza al suelo y a cuerpos de agua. |
| Medidas de compensación | <ul style="list-style-type: none"> • Llevar a compostaje los residuos orgánicos generados por el personal durante la etapa de preparación del sitio y construcción. • Llevar a centros de acopio o reciclaje los residuos valorizables generados por el personal. |
| Medidas de control | <ul style="list-style-type: none"> • Implementar un plan de manejo de los residuos generados por el personal durante la etapa de preparación del sitio y construcción, en el que se incluya sistema de separación: valorizables, no valorizables y orgánicos compostables. • Dar capacitación al personal sobre la generación, separación y minimización de los residuos. |

Fuente: BIOTA y SICA, 2018.

Tabla VI. 4. Medidas de mitigación para los posibles daños ocasionados por la formación de fondo y taludes.

| 4. FORMACIÓN DE FONDO Y TALUDES | |
|---|---|
| Parámetros ambientales afectados | <ul style="list-style-type: none"> • Calidad fisicoquímica del agua • Patrón de drenaje superficial |
| Medidas de prevención | <ul style="list-style-type: none"> • Diseñar los taludes con baja pendiente |
| Medidas de compensación | <ul style="list-style-type: none"> • Plantar vegetación en los alrededores para dar firmeza al talud y evitar deslizamientos de suelo. |

Fuente: BIOTA y SICA, 2018.

Tabla VI. 5. Medidas de mitigación para los posibles daños ocasionados por la construcción de caminos de acceso.

(Es importante señalar que el proyecto tiene contemplada la utilización de los caminos actuales, así mismo los autorizados por el proyecto Crisálida, pero como medida precautoria se realizara la evaluación y se determinaran las medidas de mitigación pertinentes en caso de requerir la apertura de caminos se dará aviso previamente a las autoridades, sin embargo, se reitera que el proyecto considera los caminos antes señalados para su construcción)

| 5. CONSTRUCCIÓN DE CAMINOS DE ACCESO | |
|---|--|
| Parámetros ambientales afectados | <ul style="list-style-type: none"> • Características físicas del suelo • Procesos erosivos • Calidad del aire (composición) • Nivel de ruido • Cobertura de Vegetación • Distribución de fauna • Calidad estético-paisajística • Uso del suelo |
| Medidas de prevención | <ul style="list-style-type: none"> • Realizar la construcción de caminos de acceso en sitios con cobertura vegetal escasa. • Diseñar el ancho del acceso para el tránsito en un solo sentido, con ensanche asimétrico, en caso de encontrarse vehículos de frente. |
| Medidas de compensación | <ul style="list-style-type: none"> • Reforestar con vegetación nativa los sitios que resulten dañados y en los alrededores del área del proyecto. |
| Medidas de control | <ul style="list-style-type: none"> • Instalar señalización con el fin de alertar a los conductores sobre la presencia de fauna silvestre para evitar atropellamientos. • Mantener controlada la entrada y salida de vehículos para evitar congestión en el camino. |

Fuente: BIOTA y SICA, 2018.

Tabla VI. 6. Medidas de mitigación para los posibles daños ocasionados por la instalación de viveros y áreas de trituración y almacenamiento de material vegetal y biomasa.

| 6. INSTALACIÓN DE VIVEROS Y ÁREAS DE TRITURACIÓN Y ALMACENAMIENTO DE MATERIAL VEGETAL Y BIOMASA | |
|--|---|
| Parámetros ambientales afectados | <ul style="list-style-type: none"> • Características físicas del suelo • Distribución de fauna • Calidad estético-paisajística |
| Medidas de prevención | <ul style="list-style-type: none"> • Colocar un material impermeable y un sistema de captación de lixiviados para evitar contaminación por la humedad y descomposición del material vegetal y la biomasa. • Mantener la trituradora empleada en buenas condiciones de operación, para evitar derrames de combustibles y aceites • Colocar protección impermeable para el suelo debajo de la trituradora, para evitar contaminación por fugas de aceite. • No realizar ningún tipo de compostura que requieran el uso de aceites y grasas dentro del predio. |
| Medidas de compensación | <ul style="list-style-type: none"> • Llevar a cabo la reproducción de especies vegetales nativas para su posterior uso en reforestación. • En caso de generación de lixiviados por la humedad de la biomasa, estos deberán ser diluidos en agua para ser utilizados en el riego de la composta. |

Fuente: BIOTA y SICA, 2018.

Tabla VI. 7. Medidas de mitigación para los posibles daños ocasionados por el montaje y uso de campamentos, dormitorios y comedores.

| 7. MONTAJE Y USO DE CAMPAMENTOS, DORMITORIOS Y COMEDORES | |
|---|---|
| Parámetros ambientales afectados | <ul style="list-style-type: none"> • Calidad del aire (composición) • Distribución de fauna • Calidad estético-paisajística |
| Medidas de prevención | <ul style="list-style-type: none"> • Realizar la instalación dentro del área asignada para estas estructuras temporales para evitar daños en los alrededores. • En caso de instalar equipos generadores de electricidad, colocar una protección entre el suelo y el generador para evitar la potencial afectación, en caso de derrame accidental de combustibles y lubricantes. • Disponer de los medios necesarios para lograr una correcta gestión de residuos generados en el predio. • Contar con extinguidor para prevenir algún riesgo de incendio. |
| Medidas de control | <ul style="list-style-type: none"> • Colocar señalización que indique al personal la presencia de animales silvestres y que prohíba la interacción con ellos, con la prohibición de su caza o alteración del hábitat, con sanciones al personal que incurra en su incumplimiento. |

Fuente: BIOTA y SICA, 2018.

RECURSOS FORESTALES EXISTENTES EN EL PROYECTO.

Se define recursos forestales como “La vegetación de los ecosistemas forestales, sus servicios, productos y residuos, así como lo suelos de los terrenos forestales y preferentemente forestales”. Y servicios ambientales se definen como “los que brindan los ecosistemas forestales de manera natural o por medio del manejo sustentable de los recursos forestales, tales como: la provisión del agua en calidad y cantidad; la captura de carbono, de contaminantes y componentes naturales; la generación de oxígeno; el amortiguamiento del impacto de los fenómenos naturales; la modulación o regulación climática; la protección de la biodiversidad, de los ecosistemas y formas de vida; la protección y recuperación de suelos; el paisaje y la recreación, entre otro”. Considerando lo dicho, a continuación, se presenta los recursos forestales que pudieran sufrir algún daño por la ejecución del cambio.

Tabla VI. 8. Recursos forestales valorados para el cambio de uso de suelo

| COMPONENTE | SISTEMA | FACTOR | RECURSO | DESCRIPCIÓN | |
|---------------------|-----------|-----------------------|--|---|--|
| FLORA Y FAUNA | Biológico | Flora | Vegetación | Este término es referido a todo tipo de vegetación (plantas) que pertenecen específicamente a una región geográfica determinada, sobre todo cuando se trata de aquellas plantas que de verdad son autóctonas de una zona específica, esto se refiere a las plantas que nacen allí y es muy poco probable que se consigan en otra región por sí solas. | |
| | | Fauna | Animales | Es el conjunto de animales que son originarios o propios de una zona o región geográfica determinada, en este campo se incluye a todas las especies que existen en ese espacio específico, pudiéndose encontrar en un sistema ecológico determinado. | |
| RECURSOS FORESTALES | Físico | Suelo | Materia orgánica | El término "humus", designa a las sustancias orgánicas variadas, de color pardo y negruzco, que resultan de la descomposición de materias de origen exclusivamente vegetal, tiene efecto sobre las propiedades físicas del suelo, formando agregados y dando estabilidad estructural, uniéndose a las arcillas, favoreciendo la penetración del agua y su retención, disminuyendo la erosión y favoreciendo el intercambio gaseoso. | |
| | | Agua | Agua en cantidad y calidad | En términos de calidad, distribución en el tiempo y cantidad, para uso urbano, rural, industrial e hidroeléctrico, mediante protección y uso sostenible de acuíferos, manantiales, fuentes de agua en general, protección y recuperación de cuencas y microcuencas, etc. | |
| | Ambiental | Servicios ambientales | Hábitat | | Es el espacio que ocupa una población o especie específica, así mismo reúne las condiciones adecuadas para que la especie pueda residir y reproducirse, perpetuando su presencia. |
| | | | Biodiversidad | | Servicio global sobre el cual se fundamenta la sobrevivencia de los recursos naturales- mediante la protección y uso sostenible de especies, conservación de los ecosistemas y los procesos ecológicos de los cuales se deriva la diversidad biológica y formas de vida, así como acceso a elementos de la biodiversidad para fines científicos y comerciales. |
| | | | Generación de oxígeno | | Los árboles, arbustos y hierbas, como todo organismo vegetal, mediante la fotosíntesis absorben el CO ₂ , fijan el carbono en biomasa (es decir, crecen), y liberan oxígeno. |
| | | | Amortiguamiento de fenómenos naturales | | La biodiversidad que existe en los bosques puede reducir la vulnerabilidad de una zona a los desastres naturales. Es indispensable asegurar la cobertura boscosa y el manejo de las áreas, ya que contribuye a reducir la compactación de los suelos mejorando así su capacidad de absorción, disminuyendo las inundaciones y derrumbes en zonas agrícolas, ayudando a reducir las condiciones que favorecen los incendios y a proteger contra sequías y la desertización. |
| | | | Regulación climática | | En la regulación del clima global participan todos los sistemas de la naturaleza: la atmósfera y la hidrosfera (sobre todo los océanos), la criosfera (hielo, nieve), la litosfera (la corteza terrestre) y la biosfera. En las últimas décadas, también el ser humano (como causante del aumento en la emisión de gases de efecto invernadero, como el dióxido de carbono y el metano) se ha convertido en un factor que afecta al clima. |
| | | | Captura de carbono | | Los manglares y selvas almacenan y secuestran carbono, contribuyendo a reducir el calentamiento global mediante la disminución de los gases de efecto invernadero. A través de su gestión sostenible, pueden ser importantes sumideros de estos mismos gases, por lo que funcionan como amortiguadores del impacto que ocasionan los cambios climáticos. |
| | | | Paisaje | | Referida específicamente a la belleza escénica, derivada de la presencia de bosques, paisajes naturales y elementos de la biodiversidad, que son los atractivos. |

Fuente: BIOTA y SICA, 2018.

Enfocándonos específicamente en la obra, podemos encontrar que el tipo de vegetación del ecosistema forestal dentro del proyecto pertenece a Manglar y Selva Media Subperennifolia, así como el recurso suelo.

BIODIVERSIDAD EXISTENTE EN EL PREDIO.

Se identificó que el área propuesta para el proyecto se encuentra dentro de la región hidrológica Yucatán Norte (RH32) y específicamente en la cuenca hidrológico forestal 32A que lleva por nombre Quintana Roo, esta es comprendida por 1, 436,290.9115 hectáreas.

- **Flora encontrada en el área.**

Tabla VI. 9. Flora que se presenta en el área.

| VEGETACIÓN | | | | |
|------------------------------------|-----------------|---------------------|----------------------------------|-----------------------|
| ID | FAMILIA | GÉNERO | ESPECIE | NOMBRE COMÚN |
| MANGLAR | | | | |
| ESTRATO ARBÓREO | | | | |
| 1 | Verbenaceae | <i>Avicennia</i> | <i>Avicennia germinans</i> | Mangle negro |
| 2 | Combretaceae | <i>Conocarpus</i> | <i>Conocarpus erectus</i> | Botoncillo |
| 3 | Boraginaceae | <i>Cordia</i> | <i>Cordia sebestena</i> | Anacahuite |
| 4 | Combretaceae | <i>Laguncularia</i> | <i>Laguncularia racemosa</i> | Mangle blanco |
| 5 | Rhizophoraceae | <i>Rhizophora</i> | <i>Rhizophora mangle</i> | Mangle rojo |
| 6 | Arecaceae | <i>Thrinax</i> | <i>Thrinax radiata</i> | Chit |
| ESTRATO ARBUSTIVO | | | | |
| 1 | Asteraceae | <i>Flaveria</i> | <i>Flaveria linearis</i> | Anix-xiiw |
| 2 | Asteraceae | <i>Pluchea</i> | <i>Pluchea odorata</i> | Hierba de Santa María |
| 3 | Surianaceae | <i>Suriana</i> | <i>Suriana maritima</i> | Tabaquillo |
| ESTRATO HERBÁCEO | | | | |
| 1 | Asteraceae | <i>Ambrosia</i> | <i>Ambrosia hispida</i> | Amargosa |
| 2 | Poaceae | <i>Andropogon</i> | <i>Andropogon glomeratus</i> | Ch'it-suuk |
| 3 | Araceae | <i>Anthurium</i> | <i>Anthurium schlechtendalii</i> | Hoja de piedra |
| 4 | Bataceae | <i>Batis</i> | <i>Batis maritima</i> | Saladilla |
| 5 | Cyperaceae | <i>Cyperus</i> | <i>Cyperus luzulae</i> | Zacate de estrella |
| 6 | Poaceae | <i>Distichlis</i> | <i>Distichlis spicata</i> | Pasto puna |
| 7 | Orchidaceae | <i>Myrmecophila</i> | <i>Myrmecophila tibicinis</i> | Lirio |
| 8 | Solanaceae | <i>Solanum</i> | <i>Solanum americanum</i> | Hierba mora |
| 9 | Solanaceae | <i>Solanum</i> | <i>Solanum donianum</i> | Pajonal |
| 10 | Poaceae | <i>Sporobolus</i> | <i>Sporobolus pyramidatus</i> | Pasto |
| 11 | Bromeliaceae | <i>Tillandsia</i> | <i>Tillandsia dasyriilifolia</i> | Mulix |
| SELVA MEDIA SUBPERENNIFOLIA | | | | |
| ESTRATO ARBÓREO | | | | |
| 1 | Mimosaceae | <i>Acacia</i> | <i>Acacia collinsii</i> | Subin |
| 2 | Myrsinaceae | <i>Ardisia</i> | <i>Ardisia escallonioides</i> | Capulincillo |
| 3 | Caesalpiniaceae | <i>Bauhinia</i> | <i>Bauhinia divaricata</i> | Pata de vaca |
| 4 | Burseraceae | <i>Bursera</i> | <i>Bursera simaruba</i> | Chaka |
| 5 | Caesalpiniaceae | <i>Caesalpinia</i> | <i>Caesalpinia gaumeri</i> | Kekenche |
| 6 | Caesalpiniaceae | <i>Caesalpinia</i> | <i>Caesalpinia yucatanensis</i> | Chakte |
| 7 | Verbenaceae | <i>Callicarpa</i> | <i>Callicarpa acuminata</i> | Granadilla |
| 8 | Salicaceae | <i>Casearia</i> | <i>Casearia emarginata</i> | Naranja che' |
| 9 | Arecaceae | <i>Chamaedorea</i> | <i>Chamaedorea seifrizii</i> | Xiat |
| 10 | Polygonaceae | <i>Coccoloba</i> | <i>Coccoloba diversifolia</i> | Uvilla |
| 11 | Polygonaceae | <i>Coccoloba</i> | <i>Coccoloba spicata</i> | Bob |
| 12 | Bignoniaceae | <i>Crescentia</i> | <i>Crescentia cujete</i> | Güiro |
| 13 | Myrtaceae | <i>Eugenia</i> | <i>Eugenia bumelioides</i> | Eugenia |
| 14 | Sapindaceae | <i>Exothea</i> | <i>Exothea diphylla</i> | Guayo |
| 15 | Moraceae | <i>Ficus</i> | <i>Ficus cotinifolia</i> | Álamo |
| 16 | Capparaceae | <i>Forchammeria</i> | <i>Forchammeria trifoliata</i> | Naranjillo |
| 17 | Rubiaceae | <i>Guettarda</i> | <i>Guettarda combsii</i> | Manzanillo |
| 18 | Malvaceae | <i>Hampea</i> | <i>Hampea trilobata</i> | Mahahua |
| 19 | Fabaceae | <i>Lonchocarpus</i> | <i>Lonchocarpus xuul</i> | Palo gusano |
| 20 | Mimosaceae | <i>Lysiloma</i> | <i>Lysiloma latisiliquum</i> | Tzalam |
| 21 | Malvaceae | <i>Malvaviscus</i> | <i>Malvaviscus arboreus</i> | Altea |
| 22 | Sapotaceae | <i>Manilkara</i> | <i>Manilkara zapota</i> | Chicozapote |
| 23 | Anacardiaceae | <i>Metopium</i> | <i>Metopium brownei</i> | Chechem |
| 24 | Mimosaceae | <i>Mimosa</i> | <i>Mimosa bahamensis</i> | Mimosa |
| 25 | Nyctaginaceae | <i>Neea</i> | <i>Neea tenuis</i> | Tadzi |

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL “PROYECTO DE MEJORA HIDRO-ECOLÓGICA DEL ESTERO LAS GARZAS”, SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.

| VEGETACIÓN | | | | |
|------------------|--------------|-----------------------|---------------------------------|-----------------|
| ID | FAMILIA | GÉNERO | ESPECIE | NOMBRE COMÚN |
| 26 | Fabaceae | <i>Piscidia</i> | <i>Piscidia piscipula</i> | Habin |
| 27 | Mimosaceae | <i>Pithecellobium</i> | <i>Pithecellobium mangense</i> | Verde lucero |
| 28 | Rubiaceae | <i>Randia</i> | <i>Randia aculeata</i> | Crucecita |
| 29 | Arecaceae | <i>Sabal</i> | <i>Sabal yapa</i> | Huano |
| 30 | Sapotaceae | <i>Sideroxylon</i> | <i>Sideroxylon persimile</i> | bóol chi che |
| 31 | Sapindaceae | <i>Talisia</i> | <i>Talisia olivaeformis</i> | Huaya |
| 32 | Apocynaceae | <i>Thevetia</i> | <i>Thevetia gaumeri</i> | Akitz |
| 33 | Sapindaceae | <i>Thouinia</i> | <i>Thouinia paucidentata</i> | Hueso de tigre |
| 34 | Arecaceae | <i>Thrinax</i> | <i>Thrinax radiata</i> | Chit |
| ESTRATO HERBÁCEO | | | | |
| 1 | Cactaceae | <i>Acanthocereus</i> | <i>Acanthocereus tetragonus</i> | Cruceta |
| 2 | Sapindaceae | <i>Cardiospermum</i> | <i>Cardiospermum corindum</i> | Tronadora |
| 3 | Rubiaceae | <i>Chiococca</i> | <i>Chiococca alba</i> | Huele de noche |
| 4 | Sapindaceae | <i>Paullinia</i> | <i>Paullinia pinnata</i> | Barbasco |
| 5 | Acanthaceae | <i>Ruellia</i> | <i>Ruellia makoyana</i> | Planta de vuelo |
| 6 | Bignoniaceae | <i>Styzyphyllum</i> | <i>Styzyphyllum riparium</i> | Bejuco blanco |

Fuente: BIOTA y SICA, 2018.

- **Fauna encontrada en la zona.**

Tabla VI. 10. Fauna existente en la zona.

| FAUNA | | | | |
|-----------|-------------------|----------------------|---------------------------------|-------------------------------------|
| ID | FAMILIA | GÉNERO | NOMBRE CIENTÍFICO | NOMBRE COMÚN |
| REPTILES | | | | |
| 1 | Corytophanidae | <i>Basiliscus</i> | <i>Basiliscus vittatus</i> | Toloque rayado |
| 2 | Iguanidae | <i>Ctenosaura</i> | <i>Ctenosaura similis</i> | Iguana espinosa rayada |
| 3 | Phrynosomatidae | <i>Sceloporus</i> | <i>Sceloporus chrysostictus</i> | Lagartija espinosa pintas amarillas |
| 4 | Phrynosomatidae | <i>Sceloporus</i> | <i>Sceloporus cozumelae</i> | Lagartija de cozumel |
| AVES | | | | |
| 1 | Scolopacidae | <i>Actitis</i> | <i>Actitis macularius</i> | Playero Alzacolita |
| 2 | Ardeidae | <i>Ardea</i> | <i>Ardea herodias</i> | Garza Morena |
| 3 | Scolopacidae | <i>Calidris</i> | <i>Calidris alba</i> | Playero Blanco |
| 4 | Psittacidae | <i>Eupsittula</i> | <i>Eupsittula nana</i> | Perico Pecho Sucio |
| 5 | Fregatidae | <i>Fregata</i> | <i>Fregata magnificens</i> | Fragata Tijereta |
| 6 | Laridae | <i>Leucophaeus</i> | <i>Leucophaeus atricilla</i> | Gaviota Reidora |
| 7 | Scolopacidae | <i>Limnodromus</i> | <i>Limnodromus griseus</i> | Costurero Pico Corto |
| 8 | Pandionidae | <i>Pandion</i> | <i>Pandion haliaetus</i> | Águila Pescadora |
| 9 | Pelecanidae | <i>Pelecanus</i> | <i>Pelecanus occidentalis</i> | Pelícano Café |
| 10 | Phalacrocoracidae | <i>Phalacrocorax</i> | <i>Phalacrocorax auritus</i> | Cormorán Orejón |
| 11 | Tyrannidae | <i>Pitangus</i> | <i>Pitangus sulphuratus</i> | Luis Bienteveo |
| 12 | Charadriidae | <i>Pluvialis</i> | <i>Pluvialis squatarola</i> | Chorlo Gris |
| 13 | Icteridae | <i>Quiscalus</i> | <i>Quiscalus mexicanus</i> | Zanate Mayor |
| 14 | Hirundinidae | <i>Tachycineta</i> | <i>Tachycineta albilinea</i> | Golondrina Manglera |
| 15 | Laridae | <i>Thalasseus</i> | <i>Thalasseus maximus</i> | Charrán Real |
| MAMÍFEROS | | | | |
| 1 | Mephitidae | <i>Conepatus</i> | <i>Conepatus semistriatus</i> | Zorrillo cadeno |
| 2 | Cuniculidae | <i>Cuniculus</i> | <i>Cuniculus paca</i> | Tepezcuintle |
| 3 | Procyonidae | <i>Nasua</i> | <i>Nasua narica</i> | Tejón |
| 4 | Procyonidae | <i>Procyon</i> | <i>Procyon lotor</i> | Mapache |

Fuente: BIOTA y SICA, 2018.

Cabe destacar que, dentro del muestreo de fauna silvestre, se hallaron 3 especies con alguna categoría dentro de la NOM-059 (*Ctenosaura similis* (A), *Sceloporus cozumelae* (Pr) y *Eupsittula nana* (Pr); por lo que se deberá de presentar un (PROGRAMA DE RESCATE Y REUBICACIÓN DE FAUNA SILVESTRE ENLISTADAS EN LA NOM-059-SEMARNAT-2010).

IMPACTOS IDENTIFICADOS SOBRE LOS RECURSOS FORESTALES, FLORA Y FAUNA.

De acuerdo con el presente estudio se plantea que se ocasionaran los siguientes impactos:

Tabla VI. 11. Impactos identificados a los recursos forestales, flora y fauna.

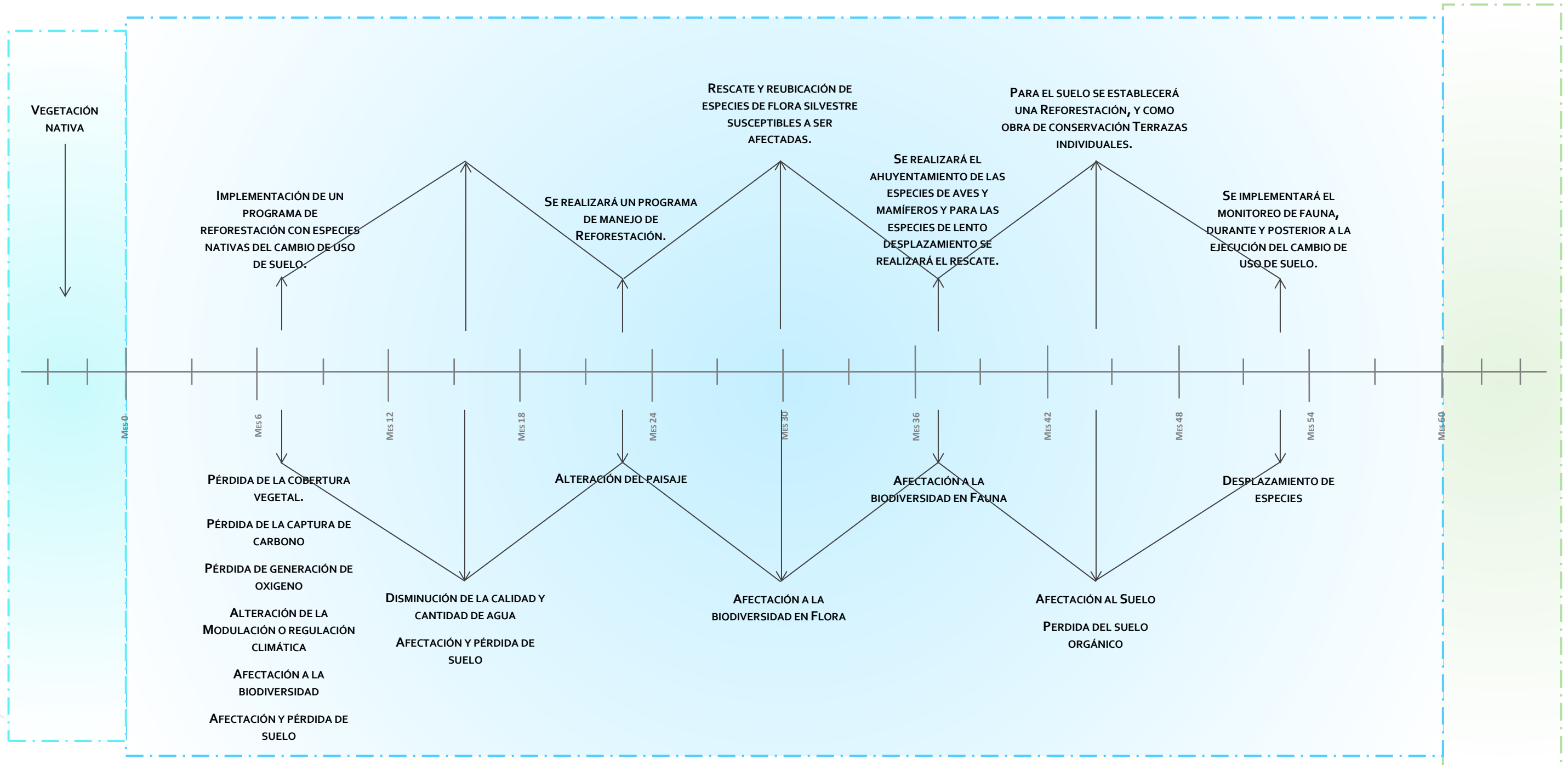
| FACTOR | IMPACTO |
|---------------------|--|
| RECURSOS FORESTALES | Pérdida de la cobertura vegetal |
| | Disminución de la calidad y cantidad de agua |
| | Pérdida de la captura de carbono |
| | Pérdida de generación de oxígeno |
| | Alteración de la Modulación o regulación climática |
| | Alteración del paisaje |
| | Afectación a la biodiversidad |
| | Afectación al suelo |
| | Perdida del suelo orgánico |
| FLORA | Afectación a la biodiversidad |
| FAUNA | Afectación a la biodiversidad |
| | Desplazamiento de especies |

Fuente: BIOTA y SICA, 2018.

MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE LOS IMPACTOS IDENTIFICADOS SOBRE, RECURSOS FORESTALES, FLORA Y FAUNA.

De manera convencional se entiende como medidas contra impactos a todas aquellas acciones realizadas con el fin de prevenir, reducir y remediar la afectación al ambiente. Por lo que el objetivo del presente capítulo se enfoca en las medidas propuestas para contrarrestar los efectos ocasionados por la ejecución del proyecto. Las medidas propuestas se consideran como una estrategia de protección y conservación ambiental. Es por ello por lo que las medidas a aplicar han sido enfocadas a las etapas del proyecto. Es importante señalar que las medidas preventivas adquieren gran relevancia ya que su correcta ejecución evitará que ocurran ciertos impactos; respecto a las medidas de mitigación se realizan para garantizar que la ejecución del proyecto impacte lo menos posible al ecosistema, y que puedan llevarse a cabo la implementación de las diferentes medidas de recuperación programadas. Las medidas de compensación se implementarán con el objetivo de indemnizar los daños. El siguiente esquema contempla los procesos, así como los impactos y medidas de prevención, mitigación y compensación propuestas; cabe resaltar que para interpretar dicho esquema se explica que en la parte central horizontal se presenta una línea de tiempo correspondiente al plazo estimado para llevar a cabo los procesos, en la parte inferior de esta se presentan los impactos potencialmente identificados y en la parte superior las medidas propuestas para contrarrestar dichos impactos.

Imagen VI. 2. Medidas de Prevención, Mitigación y Compensación.



A continuación, se presenta un cuadro en el que se establecen los compromisos a realizar para prevenir mitigar y/o compensar los principales impactos ambientales identificados para cada una de las etapas.

Tabla VI. 12. Medidas para impactos propuestas.

| FACTOR | IMPACTO | | MEDIDA | | TIPO DE MEDIDA |
|-----------------------------|--|--|---|--|----------------------------|
| | CONCEPTO | CANTIDAD | CONCEPTO | CANTIDAD | |
| DESMONTE | | | | | |
| Recursos forestales | Pérdida de la cobertura vegetal | Hectáreas de CUSTF | Implementación de un programa de reforestación con especies de mayor abundancia. | Se propone una reforestación con especies de la zona. | Compensación. |
| | Pérdida de la captura de carbono | Se estima una pérdida de carbono y de biomasa aérea. | Implementación de un programa de reforestación con especies de mayor abundancia. | Se estima una ganancia en el 1er y 4° año de 63.19 ton de carbono y 212.61 de biomasa aérea. | Compensación. |
| | Pérdida de generación de oxígeno | Se estima la pérdida de oxígeno. | Implementación de un programa de reforestación con especies de mayor abundancia. | Con la medida se estima una ganancia de 2,380.28 ton. de oxígeno. | Compensación. |
| | Alteración de la Modulación o regulación climática | Se removerán individuos del estrato arbóreo, individuos del arbustivo e hierbas. | Implementación de un programa de reforestación con especies de mayor abundancia. | Se reforestarán individuos arbóreos. | Compensación. |
| | Afectación a la biodiversidad | | Implementación de un programa de reforestación con especies de mayor abundancia. | | Compensación. |
| | Perdida del suelo orgánico | Se estima una pérdida de suelo. | Se propone la realización de obras de conservación de suelos, mediante un programa. | No habrá una pérdida de suelo, no obstante, se realizarán terrazas; ganando ton de suelo. | Compensación. |
| | Alteración del paisaje | Hectáreas de CUSTF | Se realizará un programa de manejo de paisaje. | 1 programa. | Compensación. |
| Flora | Afectación a la biodiversidad | Se removerán individuos del estrato arbóreo, individuos del arbustivo e hierbas. | Rescate y reubicación de especies de flora silvestre y especies en la NOM-059-SEMARNAT 2010. | Se realizará un programa de rescate y reubicación de individuos. | Mitigación. |
| Fauna | Afectación a la biodiversidad | Afectación de individuos de reptiles, de aves e individuos de mamíferos. | Se realizará el ahuyentamiento de las especies de aves y mamíferos así mismo para las especies de lento desplazamiento se realizará el rescate. | 1 programa de ahuyentamiento y rescate de especies de fauna. | Prevención. |
| DESPALME | | | | | |
| Recursos forestales. | Afectación al suelo. | Hectáreas de CUSTF. | Se rescatará y resguardará el suelo fértil y material orgánico que resulte de la ejecución del proyecto. | 1 programa de rescate de suelo, donde se describe la técnica y la cantidad de suelo a remover. | Mitigación. |
| Fauna. | Desplazamiento de especies. | Afectación de individuos de reptiles, de aves e individuos de mamíferos. | Se implementará el monitoreo de fauna, durante y posterior a la ejecución. | Monitoreo de las especies de fauna reportadas en las áreas. | Mitigación y compensación. |

| MEDIDAS PARA LOS IMPACTOS IDENTIFICADOS | | | | | |
|---|---|---|--|---|----------------|
| FACTOR | IMPACTO | | MEDIDA | | TIPO DE MEDIDA |
| | CONCEPTO | CANTIDAD | CONCEPTO | CANTIDAD | |
| TRANSPORTE DE MATERIAL ORGÁNICO | | | | | |
| Recursos forestales. | Afectación al suelo y Perdida del suelo orgánico. | Se cree perder material fértil producto del despalme. | Se rescatará y resguardará el suelo fértil y material orgánico que resulte de la ejecución del cambio de uso de suelo. | 1 programa de rescate de suelo, donde se describe la técnica para conservar el material orgánico. | Mitigación |

Fuente: BIOTA y SICA, 2018.

Nota: Cabe señalar que la calendarización de cada actividad, así como los costos de operación de las medidas, se encontraran señalados(as) dentro de cada programa correspondiente.

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL, "PROYECTO DE MEJORA HIDRO-ECOLÓGICA DEL ESTERO LAS GARZAS", SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.

Para la realización del proyecto se requiere de la aplicación de un conjunto de medidas, preventivas, de mitigación y compensación debido a los impactos negativos que pudieran generarse por la ejecución. A continuación, se describen los resultados esperados de las medidas de mitigación, los programas se realizarán con todas las especificaciones de cada medida.

MEDIDAS PARA LOS RECURSOS FORESTALES

SUELO

La remoción de la vegetación en el área implicará dejar el suelo desnudo como parte del proceso de preparación del sitio, propiciando un suelo susceptible a este tipo de degradación (al menos por el periodo que dure en las superficies propuestas). Sin embargo, cabe destacar que **no habrá una pérdida de suelo**, ya que se pretende realizar el rescate del material producto del despalme. El suelo orgánico rescatado será utilizado en su momento para el área de reforestación, con el fin de propiciar la revegetación herbácea y arbustiva. Es importante recordar que las especies herbáceas anuales necesitan tan solo un poco de humedad para emerger y ocupar los espacios disponibles, entonces el suelo estará anclado por las raíces de dichos individuos, así mismo el desmonte se realizará paulatinamente para evitar la dispersión de partículas de suelo y las materias primas se retirarán a través de medios mecánicos. Cabe destacar que se realizará la colocación de contenedores para el almacenamiento de los residuos, evitando una mala disposición de éstos y, por tanto, se evitará la contaminación al suelo tanto con hidrocarburos como con residuos sólidos. A pesar de lo dicho anteriormente se realizó un ejercicio para proyectar el grado de erosión que se pudiera ocasionar, por lo que se determinó la erosión potencial al remover la vegetación. A continuación, se presenta los valores obtenidos:

Tabla VI. 13. Datos de erosión en el área.

| SUELO | EROSIÓN ACTUAL (TON/HA/AÑO) | EROSIÓN CON PROYECTO (TON/HA/AÑO) | EROSIÓN POTENCIAL CUSTF (TON/HA/AÑO) | EROSIÓN POTENCIAL TOTAL_ CUSTF (TON) |
|---------|-----------------------------|-----------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|
| Erosión | 0.033 | 33.448 | 33.42 | 586.12 |

Fuente: BIOTA y SICA, 2018.

De acuerdo con los datos presentados en el cuadro anterior, se puede decir que la erosión potencialmente estimada es de 33.42 ton/ha/año, resultado de la diferencia de la erosión sin vegetación menos la erosión actual, derivando una pérdida total de 586.12 toneladas en el área. En cuanto a la erosión eólica, las actividades como es el desmonte no permiten que el suelo se pierda. Durante la remoción de vegetación, las materias primas se encuentran sobre la superficie afectada cumpliendo como una capa protectora contra el viento.

Imagen VI. 3. Erosión eólica en el desmonte.



Fuente: BIOTA y SICA, 2018.

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL, "PROYECTO DE MEJORA HIDRO-ECOLÓGICA DEL ESTERO LAS GARZAS", SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.

Obras de conservación de suelos:

Se retoma que el proyecto pretende el rescate y resguardo del material orgánico para posteriormente ser utilizado en el momento de reforestación. Lo que nos indica que la pérdida de suelo no será posible, no obstante, como medida de mitigación extra se pretende un Programa de Conservación de Suelos y Reforestación, el cual contempla diferentes tipos de obras las cuales ayudaran a la retención de azolve, aumento de infiltración todo esto favorecimiento del crecimiento de las especies plantadas.

SERVICIOS AMBIENTALES

Actualmente los ecosistemas están bajo una presión creciente debido a la demanda de alimentos, tierras y madera principalmente. Recientemente a través de la plataforma Global Forest Watch, podemos obtener un panorama en tiempo casi real de las condiciones en las que se encontraron y se encuentran ciertas zonas. Para el presente estudio y de acuerdo a la plataforma antes mencionada, se adquirió una imagen general de las condiciones ambientales de las áreas sujetas a cambio; sin embargo, se recuerda que la zona donde se pretende realizar el proyecto está conformado por un ecosistema forestal cálido, perteneciente a mangle y selva media, de igual manera lo compone vegetación de especies no comerciales lo que nos indica que lo compone arboles no maderables (mangles, álamos, etc.), escasos arbustos y hierbas.

Imagen VI. 4. Ecosistema de la zona del proyecto.



Fuente: BIOTA y SICA, 2018.

Desafortunadamente, hoy en día se le ha dado más importancia a la pérdida de especies arbóreas que puedan traer consigo un beneficio económico, por lo que solo se proporciona estadísticas e información actualizada de dichos individuos. Debido al punto anterior y al aprovechamiento preocupante de esos individuos, el esquema de *Global Forest Watch*, solo precisa datos de estos hábitats, por lo que, al presentar las áreas de cambio de uso de suelo, nos da como resultado que desde el año 2001 hasta el año 2016 el ecosistema no presenta pérdida de cobertura vegetal, así como no presenta ganancia de esta. Para demostrar lo mencionado, a continuación, se exhibe una ilustración de las zonas de cambio de uso de suelo presentadas en la plataforma *Global Forest Watch*.

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL "PROYECTO DE MEJORA HIDRO-ECOLÓGICA DEL ESTERO LAS GARZAS", SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.

Imagen VI. 5. Ilustración de la plataforma Global Forest Watch sobre el área sujeta a cambio.



Fuente: BIOTA y SICA, 2018.

Fragmentación del hábitat:

Se le conoce como fragmentación del hábitat al proceso de cambio que implica la aparición de discontinuidades en los hábitats; lo que era originalmente una superficie continua de vegetación, se transforma en un conjunto de manchones desconectados y aislados entre sí. A las separaciones entre manchones se le conoce como efecto borde. De acuerdo la NOM-059 SEMARNAT 2010, se refiere a este proceso como un "impacto de la actividad humana", por lo que se origina por la transformación del paisaje que se realiza con el objetivo de abrir tierras de cultivo, construcción de caminos o carreteras y por el desarrollo urbano. Una vez que inicia un proceso de fragmentación, desencadena una serie de modificaciones en los procesos ecológicos y por consecuencia impacta las poblaciones y comunidades de flora y fauna, los suelos y el agua, que responden al cambio de la nueva estructura de los fragmentos.

Impacto por el proyecto:

Dada la naturaleza y distribución del proyecto, no provocará un efecto borde o una barrera que impida el movimiento biológico. Esto es debido a que las superficies propuestas comprenden a una forma poligonal y no una forma lineal que divida al ecosistema forestal, por lo que la fauna silvestre no obtendrá un obstáculo el cual no les permita desplazarse por el hábitat, mismo caso para flora. Así mismo, la superficie donde se pretende hacer la remoción no ocupa una superficie considerable dentro del hábitat que los rodea como para ocasionar fragmentación del hábitat o pérdida de conectividad. Es importante recordar que este proyecto su objetivo principal es recuperar el Manglar y por consiguiente tener mejoras en el ecosistema.

Manejo del paisaje:

Se ha demostrado que la flora nativa se recupera paulatinamente, no obstante, se establecen medidas contra impactos que aceleren el proceso de rehabilitación de dichas zonas, por lo que se plantea lo siguiente:

1. Se realizará el resguardo de la maquinaria al final de la jornada.
2. Evitar en todo momento la afectación de las zonas aledañas al proyecto y que no estén contempladas.
3. Como medida de compensación por el desarrollo del proyecto se propone una reforestación en una superficie similar al cambio de uso de suelo.
4. Sumado al punto anterior se realizarán terrazas individuales y acomodo de material vegetal muerto, con el objetivo de retener la mayor cantidad de precipitación y azolve posible.

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL "PROYECTO DE MEJORA HIDRO-ECOLÓGICA DEL ESTERO LAS GARZAS", SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.

De manera adicional como medida de prevención, se prevé el ahuyentamiento de fauna y el recate de especies florísticas presentes en las áreas, principalmente aquellas con valor ecológico, ambiental y cultural, para luego ser reubicadas en las periferias del proyecto. Así mismo es importante señalar que el proyecto contempla un programa correspondiente al paisaje (PROGRAMA DE MANEJO DEL PAISAJE).

Captura de carbono:

Masera *et al.*, (2000) realizaron un estudio donde se describen las metodologías para el cálculo de la captura unitaria del carbono, que se define como la estimación del contenido de carbono en todos y cada uno de los reservorios presentes en un área considerada. Estos últimos incluyen: carbono contenido en la vegetación (Cv); carbono contenido en la materia orgánica en descomposición (Cd); carbono contenido en los suelos (Cs); carbono contenido en productos forestales (Cp); carbono ahorrado por la sustitución de combustibles (Cf). Cabe destacar que, para el cálculo de carbono contenido en la vegetación, se propone la siguiente metodología: De manera particular, dentro del método que utiliza datos de sitios y censo, a continuación, se describe la fórmula general para el cálculo del contenido de carbono en la biomasa aérea a continuación se muestra:

$$CBA = V * WD * BEF * CC$$

Dónde:

CBA: Carbono contenido en la biomasa aérea.

V: Volumen de la madera (m³)

WD: Densidad de la madera (g/cm³)

BEF: Factor de Expansión de Biomasa (por sus siglas en inglés).

CC: Contenido de Carbono.

Los Factores de Expansión de Biomasa (BEF) se reportan en promedio de 1.3 y hasta que no se genere nueva información se acepta este valor para estimar la biomasa de la vegetación, considerando el volumen total de árboles. Por otra parte, se menciona que el valor promedio comúnmente empleado para calcular el contenido de carbono es de 0.5, debido a que aproximadamente el 50% del peso seco de cualquier organismo vegetal lo constituye el carbono. Los valores estimados de contenido de carbono para mangle y selva media subperennifolia a partir del muestreo realizado en el área se presentan en el siguiente cuadro.

Tabla VI. 14. Contenido de carbono en el área.

| ESPECIE | NOMBRE COMÚN | VOL. TOTAL M ³ | DENSIDAD BÁSICA (G/CM ³) | BEF | CONTENIDO DE BIOMASA (TON) | CONTENIDO DE CARBONO (TON) |
|---------------------------------|--------------|---------------------------|--------------------------------------|-------|----------------------------|----------------------------|
| <i>Acacia collinsii</i> | Subin | 0.0200 | 0.733 | 1.300 | 0.019 | 0.010 |
| <i>Ardisia escallonioides</i> | Capulincillo | 0.0780 | 0.680 | 1.300 | 0.069 | 0.034 |
| <i>Avicennia germinans</i> | Mangle negro | 1.7970 | 0.870 | 1.300 | 2.032 | 1.016 |
| <i>Bauhinia divaricata</i> | Pata de vaca | 0.0030 | 0.670 | 1.300 | 0.003 | 0.001 |
| <i>Bursera simaruba</i> | Chaka | 21.3520 | 0.387 | 1.300 | 10.742 | 5.371 |
| <i>Caesalpinia gaumeri</i> | Kekenche | 0.1000 | 1.050 | 1.300 | 0.137 | 0.068 |
| <i>Caesalpinia yucatanensis</i> | Chakte | 0.0300 | 1.050 | 1.300 | 0.041 | 0.020 |
| <i>Callicarpa acuminata</i> | Granadilla | 0.0150 | 0.430 | 1.300 | 0.008 | 0.004 |
| <i>Casearia emarginata</i> | Naranja che' | 0.0300 | 0.710 | 1.300 | 0.028 | 0.014 |
| <i>Coccoloba diversifolia</i> | Uvilla | 0.0500 | 0.660 | 1.300 | 0.043 | 0.021 |
| <i>Coccoloba spicata</i> | Bob | 0.0120 | 0.660 | 1.300 | 0.010 | 0.005 |
| <i>Conocarpus erectus</i> | Botoncillo | 23.2440 | 0.700 | 1.300 | 21.152 | 10.576 |
| <i>Cordia sebestena</i> | Anacahuite | 0.1780 | 0.530 | 1.300 | 0.123 | 0.061 |
| <i>Crescentia cujete</i> | Güiro | 0.0850 | 0.610 | 1.300 | 0.067 | 0.034 |
| <i>Eugenia bumelioides</i> | Eugenia | 0.1040 | 0.680 | 1.300 | 0.092 | 0.046 |
| <i>Exothea diphylla</i> | Guayo | 0.1520 | 0.700 | 1.300 | 0.138 | 0.069 |
| <i>Ficus cotinifolia</i> | Álamo | 0.2420 | 0.330 | 1.300 | 0.104 | 0.052 |
| <i>Forchammeria trifoliata</i> | Naranjillo | 0.0180 | 0.770 | 1.300 | 0.018 | 0.009 |
| <i>Guettarda combsii</i> | Manzanillo | 0.0170 | 0.690 | 1.300 | 0.015 | 0.008 |
| <i>Hampea trilobata</i> | Mahahua | 0.0910 | 0.420 | 1.300 | 0.050 | 0.025 |

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL
 "PROYECTO DE MEJORA HIDRO-ECOLÓGICA DEL ESTERO LAS GARZAS",
 SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.

| ESPECIE | NOMBRE COMÚN | VOL. TOTAL M ³ | DENSIDAD BÁSICA (G/CM ³) | BEF | CONTENIDO DE BIOMASA (TON) | CONTENIDO DE CARBONO (TON) |
|--------------------------------|----------------|---------------------------|--------------------------------------|-------|----------------------------|----------------------------|
| <i>Laguncularia racemosa</i> | Mangle blanco | 15.8390 | 0.700 | 1.300 | 14.413 | 7.207 |
| <i>Lonchocarpus xuul</i> | Palo gusano | 0.0630 | 0.690 | 1.300 | 0.057 | 0.028 |
| <i>Lysiloma latisiliquum</i> | Tzalam | 1.4900 | 0.880 | 1.300 | 1.705 | 0.852 |
| <i>Malvaviscus arboreus</i> | Altea | 0.0050 | 0.420 | 1.300 | 0.003 | 0.001 |
| <i>Manilkara zapota</i> | Chicozapote | 7.6980 | 0.840 | 1.300 | 8.406 | 4.203 |
| <i>Metopium brownei</i> | Chechem | 3.9710 | 0.870 | 1.300 | 4.491 | 2.246 |
| <i>Mimosa bahamensis</i> | Mimosa | 0.0060 | 0.490 | 1.300 | 0.004 | 0.002 |
| <i>Neea tenuis</i> | Tadzi | 0.2050 | 0.420 | 1.300 | 0.112 | 0.056 |
| <i>Piscidia piscipula</i> | Habin | 0.6170 | 0.650 | 1.300 | 0.521 | 0.261 |
| <i>Pithecellobium mangense</i> | Verde lucero | 0.2110 | 0.670 | 1.300 | 0.184 | 0.092 |
| <i>Randia aculeata</i> | Crucecita | 0.0170 | 0.780 | 1.300 | 0.017 | 0.009 |
| <i>Rhizophora mangle</i> | Mangle rojo | 37.4190 | 1.010 | 1.300 | 49.131 | 24.566 |
| <i>Sideroxylon persimile</i> | bóol chi che | 0.3350 | 0.610 | 1.300 | 0.266 | 0.133 |
| <i>Talisia olivaeformis</i> | Huaya | 0.0330 | 0.840 | 1.300 | 0.036 | 0.018 |
| <i>Thevetia gaumeri</i> | Akitz | 0.0770 | 0.460 | 1.300 | 0.046 | 0.023 |
| <i>Thouinia paucidentata</i> | Hueso de tigre | 0.0220 | 0.940 | 1.300 | 0.027 | 0.013 |
| TOTAL | | | | | 114.31 | 57.15 |

Fuente: BIOTA y SICA, 2018.

Contenido de carbono que se dejará de captar.

Por lo tanto, el contenido de carbono total que se dejará de captar en el área es de **57.15** toneladas.

Contenido de carbono en la biomasa aérea que se emitirá a la atmósfera.

El contenido de carbono en la biomasa aérea que se emitirá a la atmósfera en cuanto se lleve a cabo la remoción de la vegetación en el área es de **114.31** toneladas. Con el fin de compensar la cantidad de carbono que se dejará de captar con la pérdida de cobertura vegetal y el contenido de carbono en la biomasa aérea que se emitirá a la atmósfera en la etapa del desmonte, se establece como medida de mitigación una reforestación con especies similares a las del área, es decir especies nativas. La superficie propuesta para reforestar y necesaria para compensar los impactos deberá de ser con una densidad de plantación de 625 individuos/ha, es decir, aun espaciamento de 4 por 4 metros, utilizando el método de tres bolillas. A continuación, se presentan las especies y el número de plantas a reforestar.

Tabla VI. 15. Número de individuos por especie a reforestar.

| NOMBRE CIENTÍFICO | NOMBRE COMÚN | % POR ESPECIE | NÚMERO DE INDIVIDUOS |
|------------------------------|---------------|---------------|----------------------|
| <i>Avicennia germinans</i> | Mangle negro | 7.84 | 860 |
| <i>Conocarpus erectus</i> | Botoncillo | 11.77 | 1,290 |
| <i>Laguncularia racemosa</i> | Mangle blanco | 15.69 | 1,720 |
| <i>Rhizophora mangle</i> | Mangle rojo | 35.32 | 3,872 |
| <i>Sabal yapa</i> | Huano | 4.31 | 472 |
| <i>Sideroxylon persimile</i> | bóol chi che | 10.77 | 1,181 |
| <i>Thrinax radiata</i> | Chit | 14.30 | 1,568 |
| Total | | 100 | 10,963 |

Fuente: BIOTA y SICA, 2018.

De acuerdo con el número de individuos por especie a reforestar se obtuvo la cantidad de carbono que se captará, así mismo, se obtuvo la cantidad de carbono en la biomasa aérea dentro de la superficie de reforestación como se muestra en el siguiente cuadro.

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL.
 “PROYECTO DE MEJORA HIDRO-ECOLÓGICA DEL ESTERO LAS GARZAS”,
 SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.

Tabla VI. 16. Contenido de carbono y contenido de biomasa aérea por especie en el número total de individuos a establecer en la superficie de reforestación.

| ESPECIE | NOMBRE COMÚN | NÚMERO DE INDIVIDUOS | CONTENIDO DE CARBONO (TON)- SUPERFICIE DE REFORESTACIÓN | CONTENIDO DE CARBONO EN LA BIOMASA AÉREA TOTAL (TON) |
|------------------------------|---------------|----------------------|---|--|
| <i>Avicennia germinans</i> | Mangle negro | 860 | 13.083 | 33.032 |
| <i>Conocarpus erectus</i> | Botoncillo | 1,290 | 6.680 | 26.043 |
| <i>Laguncularia racemosa</i> | Mangle blanco | 1,720 | 12.536 | 41.197 |
| <i>Rhizophora mangle</i> | Mangle rojo | 3,872 | 30.893 | 112.237 |
| <i>Sabal yapa</i> | Huano | 472 | 0.000 | 0.004 |
| <i>Sideroxylon persimile</i> | bóol chi che | 1,181 | 0.000 | 0.091 |
| <i>Thrinax radiata</i> | Chit | 1,568 | 0.000 | 0.012 |
| Total | | 10,963 | 63.192 | 212.617 |

Fuente: BIOTA y SICA, 2018.

Resultados del contenido de carbono en la zona de reforestación.

Para obtener una visualización de los resultados en cuanto a la captura de carbono y retención de biomasa dentro de la reforestación propuesta, se realiza una proyección a lo largo de **5 años**, precisos para compensar la pérdida por el cambio de uso de suelo.

Por lo que se tiene:

Con la remoción de vegetación forestal en las áreas propuestas para el proyecto, se obtiene que el contenido de carbono que se derrochará es **57.155 ton.**, sin en cambio con la realización de las obras de conservación se logra que a partir del **año 4** las especies plantadas logren un contenido de carbono de **63.192 ton**, con ello se compensará la pérdida de carbono al realizar el desmonte, como se muestra en el siguiente cuadro.

Tabla VI. 17. Toneladas de carbono que se captaran en la superficie de reforestación.

| AÑO | CONTENIDO DE CARBONO (TON) | CONTENIDO DE CARBONO (TON)- SUPERFICIE DE REFORESTACIÓN |
|-----|----------------------------|---|
| 1 | 57.155 | 3.420 |
| 2 | 57.155 | 14.699 |
| 3 | 57.155 | 34.496 |
| 4 | 57.155 | 63.192 |
| 5 | 57.155 | 101.066 |

Fuente: BIOTA y SICA, 2018.

Resultados del carbono en la biomasa aérea en la superficie de reforestación.

Con el mismo procedimiento que con la captura de carbono, obtenemos que, con la remoción de la vegetación forestal, tendremos que el contenido de carbono en la biomasa aérea que se emitirá a la atmosfera nuevamente es de **114.310 ton**, sin embargo, esta pérdida se vera compensada implementando los programa de conservación de suelos y reforestación.

Generación de Oxígeno:

El aire está constituido por un 21% de oxígeno, un 78% de nitrógeno y más de un 1% de compuestos gaseosos y sólidos. El dióxido de carbono está presente en el aire en una concentración del 0.03%. Las plantas en general, y sobre todo los ecosistemas forestales en particular, capturan el carbono del aire gracias a la clorofila y lo devuelven transformado en oxígeno.

Calculo de oxígeno:

Se estima que 1 m² de hojas produce, con luz solar, un volumen de 3 litros de oxígeno por hora (González, 2009). Aplicando la ecuación de los gases ideales, que se muestra a continuación:

$$a(g) = VM/RT$$

Donde:

$a(g)$ = Gramos de oxígeno por hora ($gO_2 \times h$)

V = Litros de oxígeno

M = Masa atómica oxígeno.

R = Constante de los gases ideales.

T = Tiempo

Obtenemos lo siguiente:

V = 3 litros

M = 15.9994 g/mol.

R = 0.0821 atm.L/mol-k

$a(g)$ = 3,098 $gO_2 \times h$

Y si tenemos:

Horas de sol de la zona = 12 horas.

Número de días del año = 365 días.

Horas totales = 4,380.

Resultados:

Si multiplicamos las 4,380 horas del año por los 3.098 ($gO_2 \times hora$), que produce 1 m^2 de cobertura verde, encontramos la cantidad de oxígeno por año por metro cuadrado de cobertura verde:

$$\text{Oxígeno por } m^2 = (4,380 * 3.098) / 1,000$$

$$\text{Oxígeno por } m^2 = 13.57 \text{ Kg de } O_2 / m^2$$

Con la remoción de vegetación se obtendrá una pérdida de 2,380.28 ton., como se mencionó anteriormente, se propone como medida de compensación una reforestación. Realizando los mismos cálculos para la obtención de oxígeno tenemos que en dicha área de cobertura verde se obtendrá una generación de O_2 de **2,380.28 ton/año**; compensando el **100%** de lo que se pudiera perder por la ejecución del proyecto.

MEDIDAS PARA FLORA

Para la flora que será el factor más afectado, se removerán individuos del estrato arbóreo, individuos del estrato arbustivo e individuos del estrato herbáceo, para los tipos de vegetación mencionados.

RESCATE Y REUBICACIÓN DE EJEMPLARES DE FLORA.

TRIANGULO DE ESPECIES PRESENTES EN EL ÁREA.

Algunos factores bióticos y abióticos influyen en la diversidad de plantas, como lo son el clima y muy especialmente el suelo (Alanis *et al*, 2015). La composición encontrada en las áreas corresponde a especies esperadas para este tipo de vegetación (manglar y selva media subperennifolia), dada la predominancia de las familias *Combretaceae*, *Arecaceae*, *Rhizophoraceae*, *Asteraceae* y *Cyperaceae*, entre otras. La familia *Combretaceae* está por lo general muy bien representada, llegando en ocasiones a constituir cerca de la cuarta parte de la flora. Las *Fabaceae* y *Caesalpinoideae* también son familias cuantitativamente importantes (Rzedowski 1978, Miranda 1958 y Flores y Espejel 1994). La flora es un factor importante por considerar, en este caso, se hace énfasis a aquellos ejemplares que son propensos a ser rescatados y reubicados, los cuales cumplen con ciertas características tales como que sean especies de fácil adaptabilidad, que presenten características morfológicas capaces de sufrir periodos largos de estrés tales como las *cactáceas* o *epifitas* y que su distribución u origen sea México o que tenga afinidad con Centroamérica, Norteamérica y Sudamérica. En base a las características de las especies encontradas y a su frecuencia, se calificaron ciertos criterios para la determinación de especies a reubicar: mediante estos criterios se obtuvieron las especies a ser rescatadas, así como su número de individuos a reubicar, posteriormente se concluyó con un triángulo de especies en el que se presenta el resumen de los resultados obtenidos, en el que se muestra la clasificación de cada una de estas.

CRITERIOS UTILIZADOS PARA LA DETERMINACIÓN DE LAS ESPECIES A REUBICAR

Cada uno de los criterios que a continuación se presenta fueron elegidos para realizar la obtención de las especies propensas a ser rescatadas, reubicadas y para aquellas propensas para la reforestación. Se asignó un valor de acuerdo con la importancia y características de acuerdo con la clasificación de cada criterio; una calificación igual o mayor a 10 puntos, indica que la especie es propensa a ser rescatada y reubicada, por el contrario, un puntaje menor a 9 indica que estas especies serán susceptibles para proponer en la reforestación ya que sus características no son óptimas para el rescate y reubicación y no cumple con las tres características óptimas para que una especie fuera rescatada.

- **Forma de vida.**
 - Árbol (0):** Planta perenne, alta con tallo lignificado, en el cual se ramifica arriba de la base, generalmente por arriba de los 3 m de altura (Si cumple con esta calificación se descarta para ser reubicada).
 - Arbusto (1):** Planta perenne con el tallo lignificado, el cual se ramifica a partir de la base, generalmente de tres metros de altura (Si cumple con esta calificación se descarta para ser reubicada).
 - Hierba (2):** Planta con tallos herbáceos (Si cumple con esta calificación se descarta para ser reubicada).
 - Plantas cactáceas, suculentas y epifitas (3):** Las epifitas son plantas que crecen sobre otras plantas adheridas a los troncos y ramas de árboles y arbustos principalmente y las suculentas son aquellas que han desarrollado tallos u hojas gruesas y carnosas para almacenar agua.
- **Especies propensas a ser reubicadas debido a su facilidad para la adaptabilidad.**

Las especies susceptibles por reubicar son aquellas que presentan mayor facilidad de adaptabilidad.

 - Adaptable (4):** Especies que son capaces de sobrevivir a procesos largos de temperatura después de haber sido extraídas del lugar donde han permanecido toda su vida.
 - Medianamente adaptable (2):** Especies que son capaces de sobrevivir después de haberlas sacado de su lugar original siempre y cuando se tengan los cuidados necesarios para su reubicación.
 - No adaptable (0):** Especies que no son capaces de sobrevivir después de haber sido retiradas de su lugar de origen.
- **Distribución de las especies**
 - Endémica (4):** Especie que se encuentra restringida a una región. El término endémico es relativo y siempre se usa con referencia a la región.
 - Nativa (3):** Especie que se encuentra dentro de su área de distribución natural u original (histórica o actual) de acuerdo con su potencial de dispersión natural.
 - Exótica (2):** Especie introducida fuera de su área de distribución original. Muchas de las especies de plantas ornamentales y de animales domésticos son especies exóticas provenientes de otros continentes.
 - Invasora (1):** Especie que por nuevas condiciones creadas en su ambiente aumenta su población y distribución geográfica. Son especies con gran capacidad de dispersión y colonización. Pueden ser especies nativas o exóticas.
 - Sin información aparente (0):** No se cuenta con información aparente, de acuerdo con la búsqueda de bibliografía.

**MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL
"PROYECTO DE MEJORA HIDRO-ECOLÓGICA DEL ESTERO LAS GARZAS",
SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.**

Tabla VI. 18. Criterios para la determinación de las especies a reubicar.

| CRITERIOS | DESCRIPCIÓN | CLASIFICACIÓN | VALOR |
|--|--|--|---------------------|
| Formas de vida | Planta perenne, alta con tallo lignificado, con ramificación arriba de la base, arriba de 3 m. de altura. | Árbol | 0 |
| | Planta perenne, con tallo lignificado, el cual se ramifica a partir desde la base, generalmente de 3 m. de altura. | Arbusto | 1 |
| | Planta de tallos herbáceos el tallo no se lignifica, de consistencia blanda en todos sus órganos. | Hierbas | 2 |
| | Plantas que tienen capacidad de almacenar agua en sus tallos y plantas que viven sobre otra sin parasitarla. | Plantas cactáceas, suculentas y epifitas | 3 |
| Adaptabilidad | Es una especie que por sus características presenta mayor facilidad de adaptación a la vida en climas secos y son tolerantes a la sequía además de que tiene bajos requerimientos de cuidado. | Adaptable | 4 |
| | | No adaptación | 0 |
| Distribución | Se refiere a la distribución de las especies, dependiendo de su historia y de sus capacidades de dispersión las especies pueden ocupar grandes extensiones de territorio o estar restringidas a pequeñas regiones. | Endémica | 4 |
| | | Nativa | 3 |
| | | Exótica | 2 |
| | | Invasora | 1 |
| | | Sin información | 0 |
| CLASIFICACIÓN | | VALOR MÍNIMO | VALOR MÁXIMO |
| Especies con características para considerarse en la reforestación | | 1 | 9 |
| Especies no susceptibles por reubicar | | 1 | 9 |
| Especies susceptibles por reubicar | | 10 | 12 |

Fuente: BIOTA y SICA, 2018.

Resultados obtenidos se dividen por tipo de vegetación.

- Manglar
- Selva media subperennifolia

Tabla VI. 19. Determinación de las especies a rescatar y reubicar en manglar.

| CRITERIOS | CLASIFICACIÓN | VALOR | CALIFICACIÓN | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-----------------------|--|-------|----------------------------|---------------------------|-------------------------|------------------------------|--------------------------|------------------------|--------------------------|------------------------|-------------------------|-------------------------|------------------------------|----------------------------------|-----------------------|------------------------|---------------------------|-------------------------------|---------------------------|-------------------------|-------------------------------|----------------------------------|
| | | | <i>Avicennia germinans</i> | <i>Conocarpus erectus</i> | <i>Cordia sebestena</i> | <i>Laguncularia racemosa</i> | <i>Rhizophora mangle</i> | <i>Thrinax radiata</i> | <i>Flaveria linearis</i> | <i>Pluchea odorata</i> | <i>Suriana maritima</i> | <i>Ambrosia hispida</i> | <i>Andropogon glomeratus</i> | <i>Anthurium schlechtendalii</i> | <i>Batis maritima</i> | <i>Cyperus luzulae</i> | <i>Distichlis spicata</i> | <i>Myrmecophila tibicinis</i> | <i>Solanum americanum</i> | <i>Solanum donianum</i> | <i>Sporobolus pyramidatus</i> | <i>Tillandsia dasyliriifolia</i> |
| Formas de vida | Árbol | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | | | | | | | | | | | | | |
| | Arbusto | 1 | | | | | | | 1 | 1 | 1 | | | | | | | | | | | |
| | Hierbas | 2 | | | | | | | | | | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | | | 2 | 2 | 2 | |
| | Plantas cactáceas, suculentas y epifitas | 3 | | | | | | | | | | | | | | | 3 | | | | | 3 |
| Adaptabilidad | Adaptable | 4 | | 4 | | 4 | 4 | 4 | 4 | | | 4 | 4 | 4 | | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 |
| | Medianamente adaptable | 2 | 2 | | 2 | | | | | 2 | 2 | | | | 2 | 2 | | | | | | |
| | No adaptación | 0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Distribución | Endémica | 4 | | | | | 4 | | 4 | | 4 | | | 4 | 4 | | 4 | | | | | 4 |
| | Nativa | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | | 3 | | | 3 | 3 | | | | 3 | | 3 | 3 | 3 | | |
| | Exótica | 2 | | | | | | | | 2 | | | | | | | | | | | | |
| | Invasora | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Sin información | 0 | | | | | | | | | | | 0 | | | | | | | | | |
| Total | | | 5 | 7 | 5 | 7 | 8 | 7 | 9 | 5 | 7 | 9 | 9 | 6 | 8 | 8 | 9 | 11 | 9 | 9 | 9 | 11 |

Fuente: BIOTA y SICA, 2018.

**MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL
"PROYECTO DE MEJORA HIDRO-ECOLÓGICA DEL ESTERO LAS GARZAS",
SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.**

Tabla VI. 20. Determinación de las especies a rescatar y reubicar de selva media.

| CRITERIOS | CLASIFICACIÓN | VALOR | CALIFICACIÓN | | | | | | | | | | | | | |
|----------------|--|-------|-------------------------|-------------------------------|----------------------------|-------------------------|----------------------------|---------------------------------|----------------------------|----------------------------|------------------------------|-------------------------------|--------------------------|--------------------------|---------------------------|----------|
| | | | <i>Acacia collinsii</i> | <i>Ardisia escallonioides</i> | <i>Bauhinia divaricata</i> | <i>Bursera simaruba</i> | <i>Caesalpinia gaumeri</i> | <i>Caesalpinia yucatanensis</i> | <i>Calliropa acuminata</i> | <i>Casearia emarginata</i> | <i>Chamaedorea seifrizii</i> | <i>Coccoloba diversifolia</i> | <i>Coccoloba spicata</i> | <i>Crescentia cujete</i> | <i>Eugenia bumeloides</i> | |
| Formas de vida | Árbol | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | Arbusto | 1 | | | | | | | | | | | | | | |
| | Hierbas | 2 | | | | | | | | | | | | | | |
| | Plantas cactáceas, suculentas y epifitas | 3 | | | | | | | | | | | | | | |
| Adaptabilidad | Adaptable | 4 | | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | | 4 | 4 | | 4 | | |
| | Medianamente adaptable | 2 | 2 | | | | | | | 2 | | | 2 | | | |
| | No adáptale | 0 | | | | | | | | | | | | | 0 | |
| Distribución | Endémica | 4 | 4 | | | | | | | | 4 | | | | | |
| | Nativa | 3 | | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | | | 3 | 3 | 3 | | |
| | Exótica | 2 | | | | | | | | 2 | | | | | | |
| | Invasora | 1 | | | | | | | | | | | | | | |
| | Sin información | 0 | | | | | | | | | | | | | 0 | |
| Total | | | 6 | 7 | 7 | 7 | 7 | 7 | 7 | 7 | 4 | 8 | 7 | 5 | 7 | 0 |

Fuente: BIOTA y SICA, 2018.

Tabla VI. 21. Criterios utilizados para la determinación de las especies a reubicar.

| CALIFICACIÓN | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-------------------------|--------------------------|---------------------------------|--------------------------|-------------------------|--------------------|------------------------------|----------------------------|-------------------------|-------------------------|--------------------------|--------------------|---------------------------|--------------------------------|------------------------|-------------------|------------------------------|-----------------------------|-------------------------|------------------------------|------------------------|---------------------------------|-------------------------------|-----------------------|-------------------------|-------------------------|-----------------------------|---|
| <i>Exothea diphylla</i> | <i>Ficus cotinifolia</i> | <i>Forchhammeria trifoliata</i> | <i>Guetardia combsii</i> | <i>Hampea trilobata</i> | <i>Lanchoa xul</i> | <i>Lysiloma latisiliquum</i> | <i>Makiviscus arboreus</i> | <i>Manilkara zapota</i> | <i>Metopium brownei</i> | <i>Mimosa bahamensis</i> | <i>Neea tenuis</i> | <i>Piscidia piscipula</i> | <i>Pithecellobium mangense</i> | <i>Randia aculeata</i> | <i>Sabal yopa</i> | <i>Sideroxylon persimile</i> | <i>Talisia olivaeformis</i> | <i>Thevetia gaumeri</i> | <i>Thouinia paucidentata</i> | <i>Thrinax radiata</i> | <i>Acanthocereus tetragonus</i> | <i>Cardiospermum corindum</i> | <i>Chiococca alba</i> | <i>Paulinia pinnata</i> | <i>Ruellia makoyana</i> | <i>Sitophyllum riparium</i> | |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 3 | | | | | |
| | 4 | | | | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | | 4 | 4 | | | 4 | 4 | 4 | |
| 2 | | 2 | 2 | 2 | | | | | | | | | 2 | | | | | | | 2 | | 2 | 2 | | | | |
| 4 | | | 4 | | | | | | | | | | | | | | | 4 | | | | 4 | | | | | |
| | 3 | 3 | | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | | 3 | 3 | 3 | | 3 | 3 | 3 | 3 | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | 0 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 6 | 7 | 5 | 6 | 5 | 7 | 7 | 7 | 7 | 7 | 7 | 4 | 7 | 5 | 7 | 7 | 7 | 7 | 8 | 5 | 7 | 10 | 8 | 7 | 9 | 9 | 9 | |

Fuente: BIOTA y SICA, 2018.

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL. "PROYECTO DE MEJORA HIDRO-ECOLÓGICA DEL ESTERO LAS GARZAS", SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.

ANÁLISIS DE DATOS POR TIPO DE VEGETACIÓN.

MANGLAR.

En este tipo de vegetación los resultados sobre la determinación las especies a reubicar y rescatar indican que son 2 especies propensas a esto, las cuales son: *Myrmecophila tibicinis* y *Tillandsia dasyrillifolia*, ya que obtuvieron valores de 11 puntos, cumpliendo con 3 de los criterios calificados para las especies a rescatar y reubicar.

SELVA MEDIA.

Los resultados sobre la determinación las especies a reubicar y rescatar indican que 1 especie es propensa a esto, la cual es: *Acanthocereus tetragonus*, ya que obtuvo el valor mínimo de 10 puntos, cumpliendo con 3 de los criterios calificados.

CRITERIOS UTILIZADOS PARA LA DETERMINACIÓN DE LOS INDIVIDUOS DE LAS ESPECIES A REUBICAR

A continuación, se describen los **critérios** utilizados para la determinación del número de individuos a reubicar y a rescatar, los criterios manejados cuentan con un porcentaje de acuerdo con las características individuales de la especie, por lo que en algunos casos existen porcentajes que son sumados o restados según sea el caso.

- **Especies con algún estatus en la NOM-159-SEMARNAT-2010**
 - Con estatus (100%):** Las especies encontradas en alguna categoría de riesgo de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010, en sus diferentes categorías: Probablemente extinta en el medio silvestre (E), en peligro de extinción (P), amenazada(A) y sujeta a protección especial (Pr) se reubicarán en un 100%.
 - Sin estatus (-10%):** Especies sin categoría de riesgo.
- **Presencia.**
 - Muy abundante (Si cumple con este punto resta 30%):** En este nivel se pueden observar aquellas especies con mayor abundancia dentro del área de CUSTF, con un número de individuos mayor a 10,000.
 - Abundante (Si cumple con este punto resta 20%):** En este nivel el número de individuos es mayor a 2,000 pero menor a 10,000 individuos por ha.
 - Poco abundante (Si cumple con este punto resta 10%):** En este nivel se pueden observar aquellas especies con un número de individuos mayor a 200 y menor a 2000.
 - Escasa (Si cumple con este punto se propone una reubicación en 100% y se descartan los demás criterios):** En este nivel se pueden observar aquellas especies con un número de individuos menor a 200 y las cuales serán reubicados a un 100%.
- **Distribución de las especies.**
 - Endémica (Si cumple con este punto suma 5%):** Especie que se encuentra restringida a una región. El término endémico es relativo y siempre se usa con referencia a la región.
 - Nativa (Si cumple con este punto suma 5%):** Especie que se encuentra dentro de su área de distribución natural u original (histórica o actual) de acuerdo con su potencial de dispersión natural.
 - Exótica (Si cumple con este punto resta 10%):** Especie introducida fuera de su área de distribución original. Muchas de las especies de plantas ornamentales y de animales domésticos son especies exóticas provenientes de otros continentes.
 - Invasora (Si cumple con este punto resta 10%):** Especie que por nuevas condiciones creadas en su ambiente aumenta su población y distribución geográfica. Son especies con gran capacidad de dispersión y colonización. Pueden ser especies nativas o exóticas.
 - Sin información aparente (Si cumple con este punto resta 10%):** No se cuenta con información aparente, de acuerdo con la búsqueda de bibliografía.
- **Uso y valor cultural.**
 - Ornamental (Si cumple con este punto resta 10%):** Son aquellas especies de plantas utilizadas como adornos o atavíos que permiten decorar una cosa y hacerla más vistosa.

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL "PROYECTO DE MEJORA HIDRO-ECOLÓGICA DEL ESTERO LAS GARZAS", SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.

Comercial (Si cumple con este punto resta 10%): Se incluyen a las especies que tienen algún valor económico y que las personas utilizan para vender.

Alimento (Si cumple con este punto suma 10%): Aquellas especies que brindan partes de su estructura como alimento.

Medicinal (Si cumple con este punto suma 10%): Especies a las que se les conoce por sus características curativas.

Sin uso aparente (Si cumple con este punto resta 10%): Son aquellas especies de las que se desconoce si cuentan con algún uso.

➤ **Extracción.**

Fácil extracción (Si cumple con este punto suma 10%): Son aquellas especies que por su tamaño son fácil de extraer ya que presentan una raíz capaz de rascarse y obtenerse en buenas condiciones.

Difícil extracción (Si cumple con este punto resta 20%): Son aquellas especies que por su tamaño se dificulta obtener un individuo completo sin lastimarlo.

Tabla VI. 22. Criterios para la determinación del porcentaje de especies a reubicar.

| CRITERIOS | DESCRIPCIÓN | CLASIFICACIÓN | CALIFICACIÓN | OBSERVACIONES |
|--|--|--------------------------|----------------------------------|------------------------------------|
| Presente en la NOM-059-SEMARNAT | Especies consideradas dentro de alguna categoría de riesgo a nivel mundial | En estatus | Rescate y reubicación en un 100% | S/O |
| | | Sin estatus | -10% | S/O |
| Presencia | Cantidad de individuos encontrados dentro del área propuesta para cambio de uso de suelo | Muy abundante | -30% | > a 10,000 individuos |
| | | Abundante | -20% | > a 2,000 y < de 10,000 individuos |
| | | Poca abundancia | -10% | > a 200 y < a 2000 |
| | | Escasa | Rescate y reubicación en un 100% | S/O |
| Distribución de las especies | Se refiere a la distribución de las especies, dependiendo de su historia y de sus capacidades de dispersión las especies pueden ocupar grandes extensiones de territorio o estar restringidas a pequeñas regiones. | Endémica | (+5%) | S/O |
| | | Nativa | (+5)% | S/O |
| | | Exótica | -10% | S/O |
| | | Invasora | -10% | S/O |
| | | Sin información aparente | -10% | S/O |
| Uso y valor cultural | Plantas que ofrecen servicios | Ornamental | -10% | S/O |
| | | Comercial | -10% | S/O |
| | | Alimento | (+10%) | S/O |
| | | Medicinal | (+10%) | S/O |
| | | Sin uso aparente | -10% | S/O |
| Extracción | Es una especie que es fácil de ser retirada de su hábitat natural. | Fácil | (+10) | S/O |
| | | Difícil | -10 | S/O |

Fuente: BIOTA y SICA, 2018.

RESULTADOS OBTENIDOS POR TIPO DE VEGETACIÓN

MANGLAR

Cabe resaltar un punto muy importante en este apartado, de acuerdo con la información levantada en campo y para este tipo de vegetación, se hallaron 5 especies catalogadas dentro de la NOM-059 SEMARNAT 2010 correspondientes a: *Avicennia germinans*, *Conocarpus erectus*, *Laguncularia racemosa*, *Rhizophora mangle* y *Thrinax radiata*, todas ellas con categoría de Amenazada (A). Así mismo todos estos ejemplares corresponden al estrato arbóreo. Por lo que se propone el rescate y reubicación de los siguientes individuos.

Tabla VI. 23. Criterios utilizados para determinar el número de sp a rescatar y reubicar en Manglar.

| CRITERIOS | CLASIFICACIÓN | CALIFICACIÓN % | |
|---------------------------------|----------------------------|-------------------------------|-----------------------------------|
| | | <i>Myrmecophila tibicinis</i> | <i>Tillandsia dasyriillifolia</i> |
| Presente en la NOM-059-SEMARNAT | En estatus | | |
| | Sin estatus | 90 | 90 |
| Presencia | Muy abundante | | 60 |
| | Abundante | 70 | |
| | Poca abundancia | | |
| | Sin criterios para evaluar | | |
| Distribución | Endémica | 75 | 65 |
| | Nativa | | |
| | Exótica | | |
| | Invasora | | |
| Uso y valor cultural | Sin información | | |
| | Ornamental | 65 | 55 |
| | Comercial | | |
| | Alimento | | |
| | Medicinal | | |
| Extracción | Sin uso aparente | | |
| | Fácil | | |
| | Difícil | 65 | 55 |
| Porcentaje de rescate | | 65% | 55% |

Fuente: BIOTA y SICA, 2018.

Los resultados sobre la determinación del número de especies a rescatar y reubicar indican que se rescatara el 65% de la especie *Myrmecophila tibicinis* y el 55% de la especie *Tillandsia dasyriillifolia*, de acuerdo con la calificación de los criterios.

SELVA MEDIA SUBPERENNIFOLIA

De la misma manera que en el Mangle y dentro de los individuos encontrados en la selva media subperennifolia, se reporta nuevamente la especie *Thrinax radiata* con categoría Amenazada (A) según la NOM-059 SEMARNAT 2010; por lo que se propone el rescate y reubicación al 100% de la misma especie dentro de este tipo de vegetación.

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL "PROYECTO DE MEJORA HIDRO-ECOLÓGICA DEL ESTERO LAS GARZAS", SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.

Tabla VI. 24. Criterios utilizados para la determinación del número de individuos por especies a reubicar en Selva Mediana.

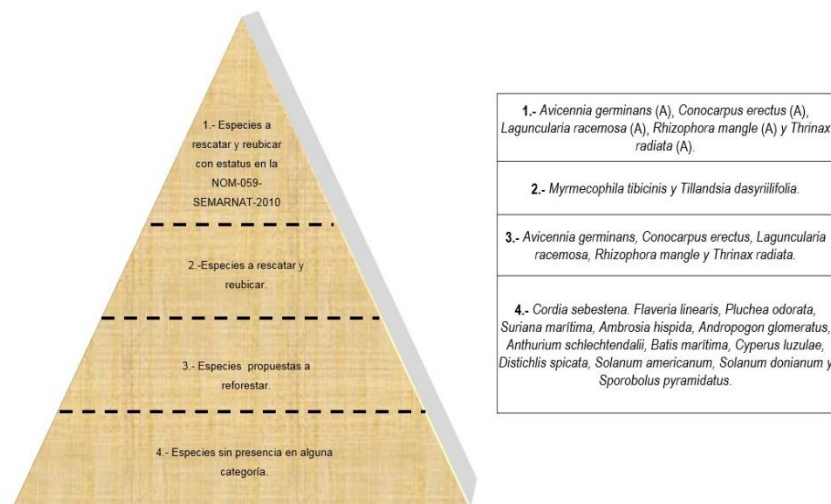
| CRITERIOS | CLASIFICACIÓN | CALIFICACIÓN % | |
|---------------------------------|----------------------------|------------------------|---------------------------------|
| | | <i>Thrinax radiata</i> | <i>Acanthocereus tetragonus</i> |
| Presente en la NOM-059-SEMARNAT | En estatus | 100 | |
| | Sin estatus | | |
| Presencia | Muy abundante | | |
| | Abundante | | |
| | Poca abundancia | | |
| | Sin criterios para evaluar | | 100 |
| Distribución | Endémica | | |
| | Nativa | | |
| | Exótica | | |
| | Invasora | | |
| Uso y valor cultural | Sin información | | |
| | Ornamental | | |
| | Comercial | | |
| | Alimento | | |
| | Medicinal | | |
| Extracción | Sin uso aparente | | |
| | Fácil | | |
| | Difícil | | |
| Porcentaje de rescate | | 100% | 100% |

Fuente: BIOTA y SICA, 2018.

En este tipo de vegetación los resultados sobre la determinación del número de especies a rescatar y reubicar indican que se rescatara el 100% de las 2 especies propuestas, debido que al aplicar la calificación de los criterios se determina que una de ellas tiene menor de 200 individuos y la otra por considerarse en riesgo.

Imagen VI. 6. Triángulo de especies por tipo de vegetación "Manglar".

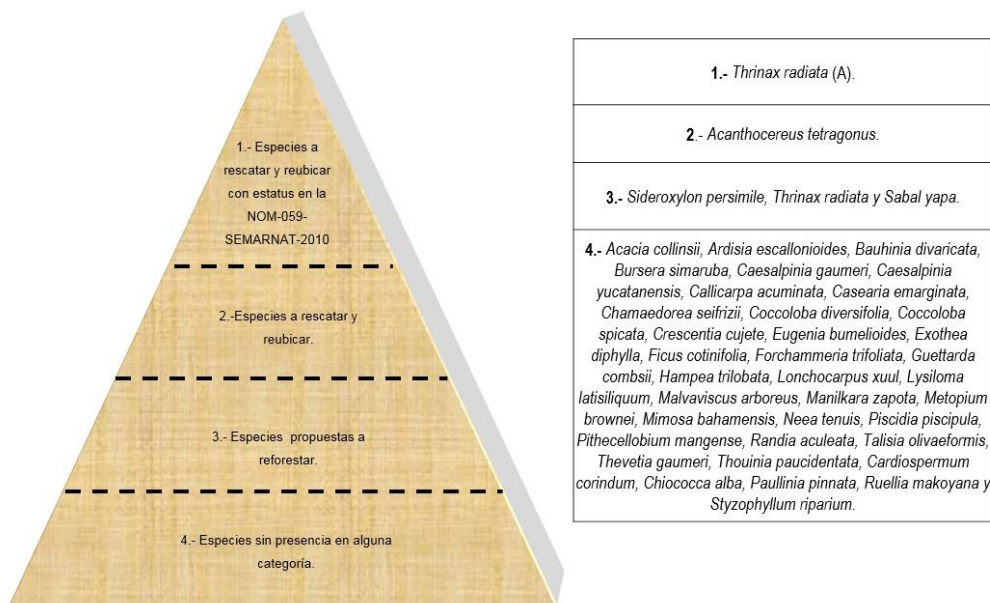
TRIÁNGULO DE ESPECIES PRESENTES PARA LA VEGETACIÓN DE CUSTF DE MANGLAR



Fuente: BIOTA y SICA, 2018.

Imagen VI. 7. Triángulo de especies por tipo de vegetación "Selva Media".

**TRIÁNGULO DE ESPECIES PRESENTES PARA LA VEGETACIÓN DE CUSTF DE SELVA
MEDIA SUBPERENNIFOLIA**



Fuente: BIOTA y SICA, 2018.

Las especies que se encuentran en la base del triángulo, son aquellas que no presentaron características óptimas para el rescate y reubicación de ejemplares así como para la reforestación, de manera que conforme el triángulo se va cerrando las especies se van clasificando hasta llegar a la cúspide que corresponde a las especies con presencia en la NOM-059-SEMARNAT 2010, dicha clasificación se obtuvo de los resultados anteriormente mencionados y dependerá totalmente de las características particulares de cada especie y al número de individuos de cada una.

ACTIVIDADES DE RESCATE, REUBICACIÓN Y MONITOREO DE FLORA.

Para garantizar la sobrevivencia de las plantas durante el rescate y reubicación se designará a una cuadrilla integrada por cinco personas, de preferencia ingenieros ambientales, ingenieros agrónomos o ingenieros forestales. Dicha cuadrilla estará conformada por personal de la localidad que tenga experiencia en campo y conozca el área de influencia del proyecto, para apoyar a la cuadrilla en el rescate y localización de sitios de reintroducción de las especies, así como en el desarrollo de actividades de rescate. Se realizará un recorrido antes de iniciar las actividades de preparación del sitio, a fin de identificar las plantas que serán rescatadas. No se efectuará el desmonte sin que la cuadrilla de rescate haya determinado los núcleos vulnerables, por lo que las actividades de la obra estarán programadas junto con el rescate. Durante el recorrido se marcarán los individuos por especie para su reconocimiento y posterior reubicación.

Se describen las técnicas de rescate.

1. Características de los individuos a ser reubicados:
 - Que las dimensiones de altura y grado de madurez faciliten su movilización sin provocar daños mecánicos en la planta.
 - Plantas cuyo sistema radicular no sea muy extendido y puedan ser extraídas sin causar daños.

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL "PROYECTO DE MEJORA HIDRO-ECOLÓGICA DEL ESTERO LAS GARZAS", SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.

- Especies que presenten un grado de desarrollo juvenil o inferior, para asegurar un mayor tiempo de permanencia dentro del área.
- Que presenten un buen desarrollo fitosanitario y que estén libres de daños, plagas y/o enfermedades.
- Que resistan el estrés por la manipulación temporal.

Imagen VI. 8. Extracción de la planta.



Fuente: BIOTA y SICA, 2018.

ACCIONES EMERGENTES.

El monitoreo contribuirá a mantener vigiladas a las plantas y la ejecución de acciones inmediatas para evitar la muerte. Para ello se realizarán mediciones sobre el estado de las plantas en diferente tiempo en el mismo lugar. Estas mediciones permitirán verificar si las plantas están en buen estado.

❖ **Identificación y censo.** - Para conocer el número de individuos se realizará un conteo directo en campo, los aspectos principales a tomar en cuenta serán las características visuales que presenten.

❖ **Evaluación de supervivencia.** - La evaluación se realizará periódicamente, con el fin de conocer el éxito de las actividades llevadas a cabo. Con base a los resultados de las evaluaciones periódicas, se determinará la necesidad de tomar otras medidas. Cuando las plantas estén en riesgo por factores que inciden en la disminución de la sobrevivencia, se considerará lo siguiente:

Tabla VI. 25. Factores de riesgo y medidas.

| FACTORES DE RIESGO | MEDIDAS |
|---|---|
| Ataques de invertebrados o enfermedades por hongos u otros agentes bióticos. | <ul style="list-style-type: none"> • Se determinará el organismo que estuviera efectuando el ataque. • Se realizará el control de la plaga con productos orgánicos los cuales tendrán un efecto insecticida, antibiótico y repelente. • En caso de las plantas enfermas, se utilizarán insecticidas y/o fungicidas biológicos. Sólo cuando se infesten gravemente. |
| Color amarillento | <ul style="list-style-type: none"> • Las actividades por realizarse pueden incluir fertilización (con abono orgánico) y poda de raíz. |
| Muerte esporádica | <ul style="list-style-type: none"> • De no observarse una causa de la muerte de las plantas se deberá realizar una post-reubicación de los individuos. |

Fuente: BIOTA y SICA, 2018.

CARACTERÍSTICAS DE LA VEGETACIÓN POR RESCATAR.

Existen muchos argumentos que justifican la conservación de la vida silvestre, como son el papel de las plantas y los animales dentro del ambiente en cuanto a la regulación y equilibrio de los ecosistemas; su valor científico como elemento fundamental en el estudio y comprensión de los procesos naturales; la importancia económica de las especies como un recurso para la humanidad; el papel que desempeñan en la cultura o simplemente considerar el derecho a existir que tiene cualquier especie (CONABIO; 2000; Flor y Lucas, 1998). Sin en cambio, específicamente para el presente estudio se establecen estrategias para evitar el deterioro de

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL "PROYECTO DE MEJORA HIDRO-ECOLÓGICA DEL ESTERO LAS GARZAS", SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.

la vegetación aún existente en el área de proyecto, así como técnicas para favorecer la reubicación de las familias *Orchidaceae*, *Bromeliaceae* y *Cactaceae*, y reubicarlas en las periferias del proyecto. A continuación, se presenta el listado de las especies identificadas durante la toma de información.

Tabla VI. 26. Principales especies por reubicar.

| MANGLAR | | | | |
|-----------------------------|--------------|----------------------|----------------------------------|--------------|
| ID | Familia | Género | Especie | Nombre común |
| 1 | Orchidaceae | <i>Myrmecophila</i> | <i>Myrmecophila tibicinis</i> | Lirio |
| 2 | Bromeliaceae | <i>Tillandsia</i> | <i>Tillandsia dasyrillifolia</i> | Mulix |
| SELVA MEDIA SUBPERENNIFOLIA | | | | |
| 1 | Cactaceae | <i>Acanthocereus</i> | <i>Acanthocereus tetragonus</i> | Cruceta |

Fuente: BIOTA y SICA, 2018.

Nota: Se realizará el programa correspondiente al rescate de flora silvestre (PROGRAMA DE RESCATE Y REUBICACIÓN DE FLORA SILVESTRE). Así mismo, se menciona que dentro del tipo de vegetación Selva Media Subperennifolia se encontró una especie con estatus de protección especial dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010, por lo que se implementa un programa de rescate y reubicación de los individuos. El rescate propone el traslado del 100% de los individuos.

Tabla VI. 27. Especie con categoría de riesgo a reubicar.

| ESPECIES POR RESCATAR/REUBICAR NOM-059 SEMARNAT 2010 | | | | | | |
|--|-----------|----------------|------------------------|--------------|---------|-----------|
| SELVA MEDIA SUBPERENNIFOLIA | | | | | | |
| ID | Familia | Género | Especie | Nombre común | ESTATUS | % Rescate |
| 1 | Arecaceae | <i>Thrinax</i> | <i>Thrinax radiata</i> | Chit | A | 100% |
| TOTAL | | | | | - | - |

Fuente: BIOTA y SICA, 2018.

Cabe mencionar que dicha especie pertenece al estrato arbóreo, por lo que tomará mayor atención a su rescate.

Nota: Se realizar el programa correspondiente al rescate de flora silvestre (PROGRAMA DE RESCATE Y REUBICACIÓN DE FLORA EN LA NOM-059 SEMARNAT 2010).

Las condiciones que presentan las superficies que se utilizarán para la reubicación debido a su cercanía con el CUSTF, serán bastante similares (tanto biótica como físicamente), a las del lugar de donde serán extraídos los individuos, con el objeto de proveer un hábitat cercano y adecuado, creando micrositios a las especies rescatadas.

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL,
 "PROYECTO DE MEJORA HIDRO-ECOLÓGICA DEL ESTERO LAS GARZAS",
 SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.

ESPECIES SUSCEPTIBLES POR REUBICAR,

Imagen VI. 9. Especies valoradas para para reubicar.



Fuente: BIOTA y SICA, 2018.

REFORESTACIÓN Y OBRAS DE CONSERVACIÓN DE SUELOS.

Se pretende realizar una compensación, de los tipos de vegetación de Manglar y Selva media subperennifolia, dicha acción será posible con la implementación de un programa de reforestación que considere la mezcla original de flora y de acuerdo con el tipo de vegetación existente. El porcentaje de reforestación está en función al número de individuos encontrados en el CUSTF y al índice de valor de importancia; se considera un espaciamiento promedio de 4x4m., es decir a una densidad promedio de 625 plantas/ha. Debido a la difícil obtención de las especies planteadas y al ecosistema que los rodea, se propone la realización de un vivero forestal en el cual por medio de la obtención de semillas y/o propágulos se reproduzcan las especies posteriormente mencionadas. Las especies como el número de individuos propuestos para llevar a cabo la reforestación, se presenta a continuación.

Tabla VI. 28. Especie propuestas para reforestar en mangle.

| NOMBRE CIENTÍFICO | NOMBRE COMÚN |
|------------------------------|---------------|
| <i>Avicennia germinans</i> | Mangle negro |
| <i>Conocarpus erectus</i> | Botoncillo |
| <i>Laguncularia racemosa</i> | Mangle blanco |
| <i>Rhizophora mangle</i> | Mangle rojo |
| <i>Thrinax radiata</i> | Chit |
| TOTAL | |

Fuente: BIOTA y SICA, 2018.

Tabla VI. 29. Especie propuestas para reforestar en selva media subperennifolia.

| NOMBRE CIENTÍFICO | NOMBRE COMÚN |
|------------------------------|--------------|
| <i>Sabal yapa</i> | Huano |
| <i>Sideroxylon persimile</i> | bóol chi che |
| <i>Thrinax radiata</i> | Chit |
| TOTAL | |

Fuente: BIOTA y SICA, 2018.

Ubicación de la reforestación:

La mayor parte de la reforestación se realice dentro el predio, los bordes de los canales se beneficiarían de la reforestación con mangle rojo para su estabilización, los demás tipos de mangle se pueden colocar en las demás zonas del proyecto (blanco y negro más cerca de la costa y botoncillo cerca de la selva de transición), la reforestación con especies de selva sugiero se realice a las orillas de los caminos del proyecto Desarrollo Tres Ríos y Proyecto Crisálida, a fin de reforzar la barrera vegetal que separa la infraestructura de las áreas de conservación, en caso de que sea necesario manejar áreas fuera del proyecto, en una aproximación de 10-20% para donación de especies para reforestación de otras zonas fuera del predio, y un 80-90% dentro del proyecto.

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL "PROYECTO DE MEJORA HIDRO-ECOLÓGICA DEL ESTERO LAS GARZAS", SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.

Obras de conservación de suelos:

Para compensar los impactos ocasionados por la ejecución del cambio, se pretende realizar la compensación de las zonas propuestas, dicha acción será posible con la implementación de un *Programa de Conservación de Suelos*, el cual contempla lo siguiente.

❖ Instalación de Tapiales.

Consiste en la instalación temporal de un conjunto de paneles de madera en forma perimetral a la zona de aprovechamiento terrestre, conocidos en la industria de la construcción como "tapiales de protección"; estos paneles funcionarán como una barrera perimetral que impedirá que los residuos sólidos que se generen durante la preparación del sitio en la zona terrestre.

Imagen VI. 10. Ejemplo de muro de tapiales.



Fuente: BIOTA y SICA, 2018.

❖ Instalación de Malla Geotextil.

Consiste en la instalación temporal de una malla geotextil de alta resistencia, esta malla funcionará como una barrera perimetral que impedirá que los residuos sólidos que se generen durante la preparación del sitio en la zona de manglar se dispersen fuera de la zona donde se realizarán los trabajos; conteniéndolos dentro de la zona de aprovechamiento, lo cual facilitará su manejo y posterior retiro (en el caso de los residuos sólidos), y la precipitación de los sedimentos al agua.

Imagen VI. 11. Ejemplo de malla geotextil.



Fuente: BIOTA y SICA, 2018.

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL, "PROYECTO DE MEJORA HIDRO-ECOLÓGICA DEL ESTERO LAS GARZAS", SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.

Nota: Se realizará el programa correspondiente a conservación de suelos (PROGRAMA DE CONSERVACIÓN SUELOS Y REFORESTACIÓN).

MEDIDAS PARA FAUNA

La fauna tiene menores consecuencias por el cambio de uso de suelo, debido a su gran movilidad, sin embargo, el grupo más susceptible será la herpetofauna, Durante los transectos recorridos por todas las áreas de cambio de uso de suelo, se reporta lo siguiente:

- Reptiles – 4 especies con 15 individuos.
- Aves – 15 especies con 39 individuos.
- Mamíferos – 4 especies con 5 individuos.

Sin embargo, para no ocasionar un mayor daño a la biodiversidad, se proponen medidas para minimizar tales efectos, como:

- ≈ Se contempla un programa de rescate y reubicación de especies enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.
- ≈ Realizar una plática al personal de temas clave del medio ambiente, resaltando la importancia de conservar la flora y fauna silvestre.
- ≈ Se realizará el ahuyentamiento de fauna y recorridos para la detección de nidos y madrigueras.
- ≈ En el caso de que se capture fauna se reubicará en sitios similares a su hábitat y alejados de la zona de ejecución del cambio de uso de suelo.
- ≈ En el caso de que se capture fauna esta se liberará el mismo día de su captura o a más tardar al día siguiente.

RESCATE Y REUBICACIÓN DE EJEMPLARES DE FAUNA.

Con el propósito de no afectar individuos de alguna especie de fauna silvestre en las actividades efectuadas durante las actividades de desmonte, extracción de materias primas, despalme y extracción de material orgánico, se implementarán algunas actividades de ahuyentamiento y reubicación. Los recorridos para el ahuyentamiento se realizarán durante todo el tiempo que dure la preparación del sitio, se efectuará en toda la superficie que será afectada por el cambio. Las acciones de ahuyentamiento y seguimiento de los individuos se iniciarán desde la zona centro del área de influencia hacia la periferia, así como en los puntos de concentración de reptiles, tales como madrigueras, micro hábitat o zonas de alimentación (bajo o sobre troncos, en tejido vegetal en el sotobosque, bajo o sobre piedras, etc.) de las especies de interés. Eventualmente se extenderán más allá de los límites del área de influencia directa del proyecto para asegurar desplazamientos poblacionales hacia sectores sin intervención antrópica. El objetivo es que los individuos detectados sean efectivamente ahuyentados y puedan alejarse del área de influencia del proyecto utilizando estructuras naturales que puedan ser usadas como "corredores biológicos" para sus desplazamientos, tales como vegetación herbácea, arbustiva y formaciones rocosas, etc.

MEDIDAS GENERALES DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES.

De manera general, independientemente de la etapa de desarrollo en que se encuentre el proyecto, deberán llevarse a cabo las siguientes medidas generales de mitigación de impactos negativos causados al ecosistema:

- EVITAR EL DERRAME DE MATERIALES O SUSTANCIAS. - Durante los trabajos de operación de maquinaria y camiones durante el cambio, pueden ocurrir derrames de sustancias que afecten directamente a los mantos acuíferos provocando contaminación del agua. Se deberán tomar las previsiones necesarias para evitar derrames o escurrimientos de materiales, por ejemplo, asignar un lugar específico y adecuado (con base de cemento o algún otro material impermeable y resistente) para cambios de aceite y/o carga de combustible.
- PROHIBIR EL ACCESO A ZONAS AJENAS AL PROYECTO. - Se deberán tomar las acciones necesarias para impedir el acceso en áreas ajenas al proyecto, como pudieran ser las áreas de predios aledaños. Esto es para evitar que se haga algún uso de recursos, o daño a los mismos. De la misma manera, la

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL, "PROYECTO DE MEJORA HIDRO-ECOLÓGICA DEL ESTERO LAS GARZAS", SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.

utilización de los caminos de acceso representa la posibilidad de acceder más fácilmente a ciertas áreas y a hacer uso de los recursos de esos sitios que antes eran inaccesibles.

- SEGUIMIENTO RIGUROSO DE LA NORMATIVIDAD Y REGLAMENTACIÓN APLICABLES. - Como una medida de mitigación preventiva y de reducción de impactos, la empresa deberá acatar todas las disposiciones normativas y reglamentarias aplicables en los diferentes ámbitos del proyecto.
- MEDIDAS PARA CONSERVAR Y PROTEGER EL HÁBITAT EXISTENTE DE LAS ESPECIES DE FLORA Y FAUNA SILVESTRE DE CONFORMIDAD CON LAS DISPOSICIONES LEGALES APLICABLES. - Es importante señalar que toda la vegetación que se encuentra dentro de la superficie prevista que se está solicitando de cambio de uso del suelo, será extraída con motivo de la implementación del proyecto, por lo que las medidas que se prevén para conservar y proteger el hábitat de las especies de flora y fauna serán realizadas durante el cambio de uso del suelo en la superficie aledaña que se encuentra cubierta de vegetación forestal. Las medidas de protección que se tomarán para proteger el hábitat de las especies de flora y fauna silvestre en las áreas aledañas al proyecto son las siguientes:
 - + Las actividades se realizarán durante el día y terminarán por la tarde, que es cuando comienza la actividad de la fauna silvestre.
 - + Quedará estrictamente prohibida la extracción o captura de cualquier especie silvestre que se encuentre en la zona del proyecto.
 - + No será afectada más vegetación de la que sea estrictamente necesaria.

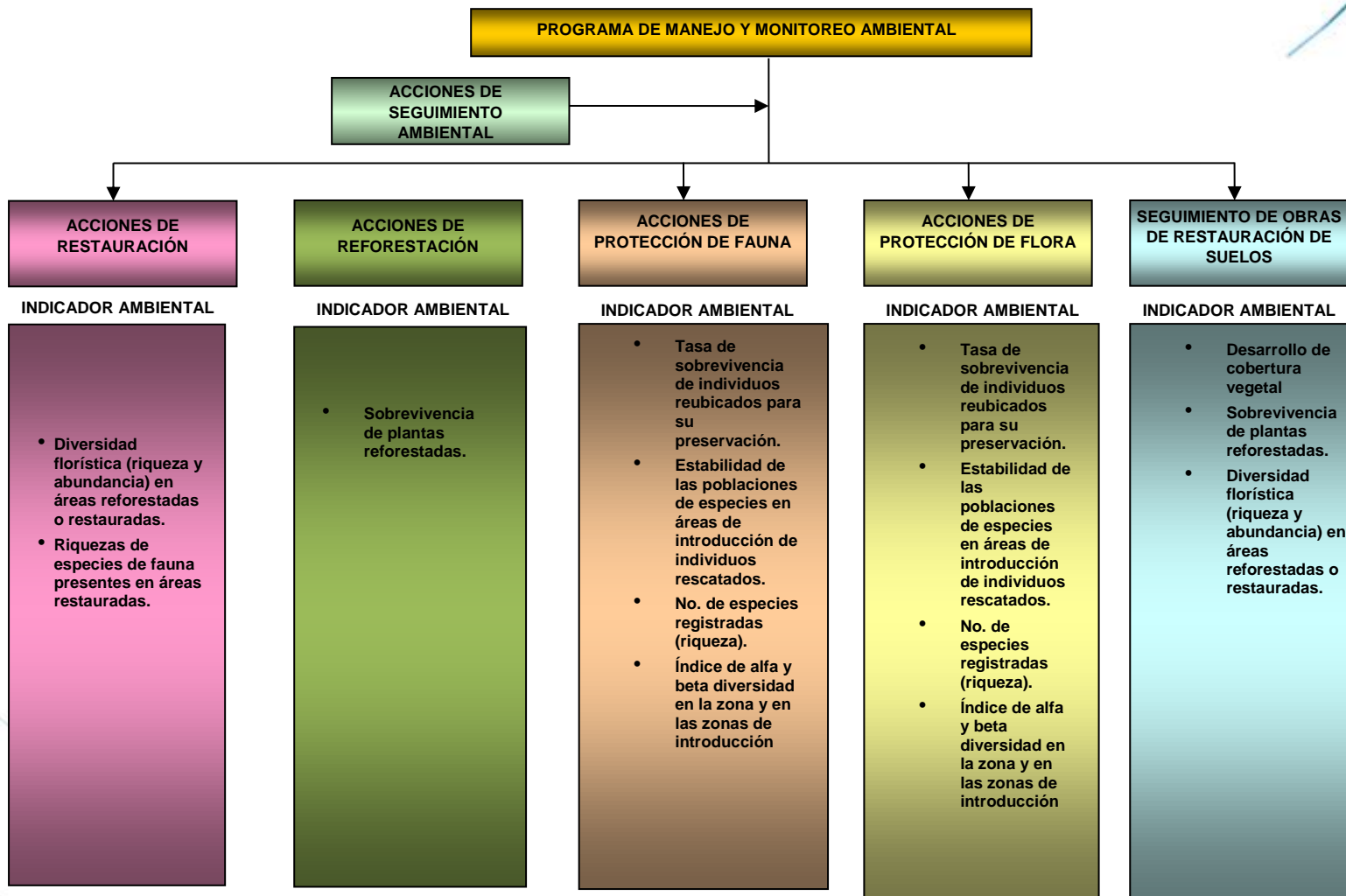
Lo anterior, tomando como base las medidas y especificaciones contenidas en la NOM-060-SEMARNAT-1994 y NOM-061-SEMARNAT-1994.

VI. 2. Programa de vigilancia ambiental.

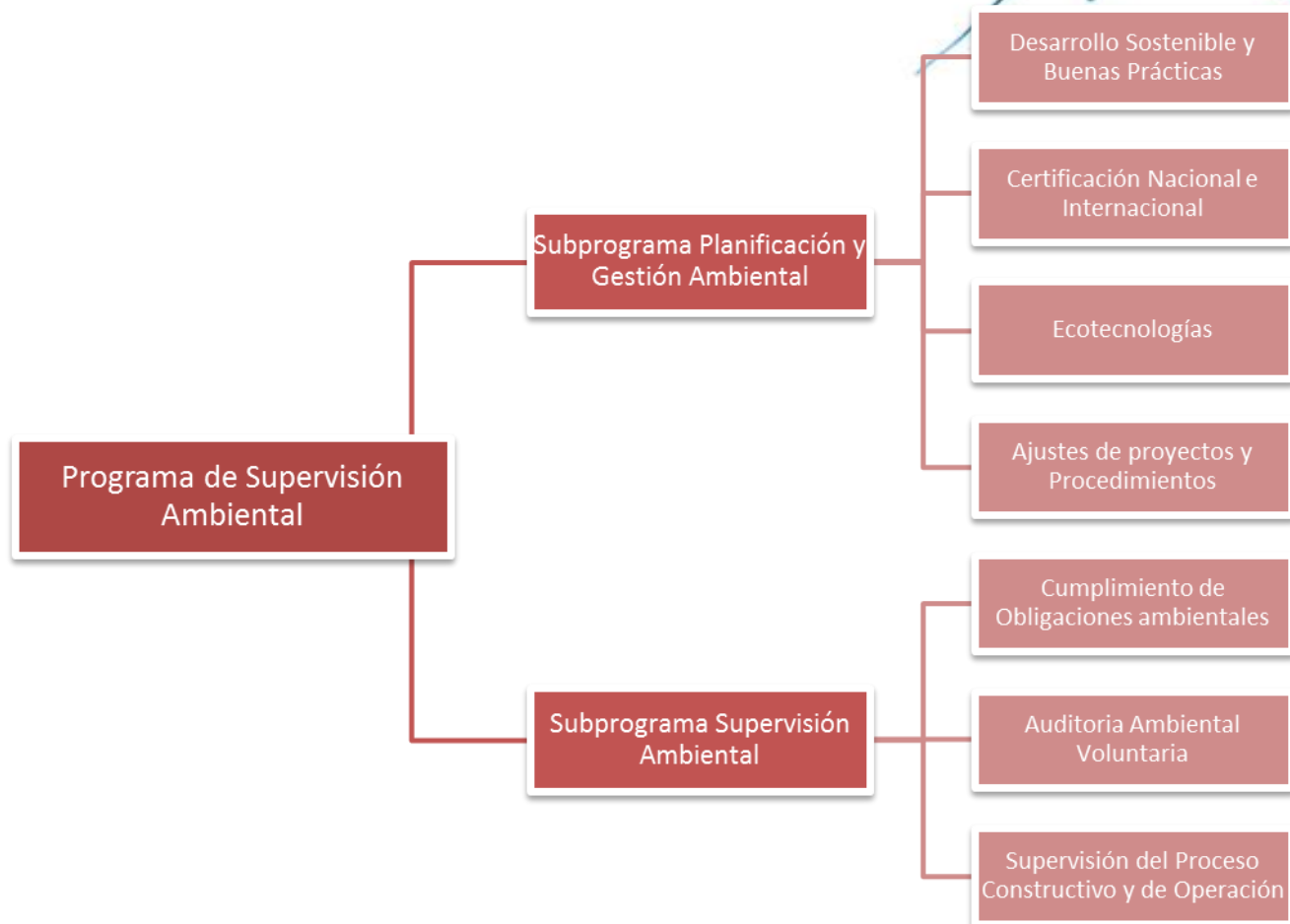
El Programa de vigilancia ambiental que se llevarán a cabo tiene como objetivo garantizar que la operación del proyecto sea un espacio donde todos los investigadores y usuarios participen conscientemente en la conservación y aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, no solo dentro del espacio del presente proyecto, sino que lo lleven a su vida diaria e influyan en su colectividad. Durante la etapa de construcción el contratista será responsable de las condicionantes ambientales y los programas de vigilancia ambiental, en la etapa de operación y mantenimiento será la Supervisión Ambiental la encargada de darle seguimiento a las condicionantes ambientales. Los costos para el seguimiento de las condicionantes ambientales o medidas de mitigación, durante la etapa de obra, las propondrá el constructor para el proyecto. Por otra parte es importante considerar como se mencionó anteriormente que un ecosistema es un sistema biológico formado por dos elementos indisolubles, el biotopo (conjunto de componentes abióticos por ejemplo clima, geología, geomorfología, hidrología superficial y subterránea, edafología, etc.) y la biocenosis (conjunto de componentes bióticos: vegetación y fauna terrestre y acuática) que interactúan entre sí, constituyendo una unidad funcional básica de interacción de los organismos vivos entre sí y de éstos con el ambiente existente en un espacio y tiempo determinados. La capacidad de carga de un ecosistema es el límite o nivel umbral que tiene para soportar el desarrollo de una o varias actividades (uso del espacio o aprovechamiento de recursos). Garantizar la integridad funcional depende de la conservación de las complejas y dinámicas relaciones entre los componentes del Ecosistema. El proyecto se desarrolla en un sitio delimitado y caracterizado antes del inicio del proyecto con el fin de monitorear los efectos potenciales generados por las actividades de construcción y operación sobre los componentes abióticos y bióticos de cada ecosistema, así como para evaluar los efectos de la aplicación de las medidas de mitigación y/o compensación.

Una vez realizada la integración de las medidas de mitigación y compensación del Proyecto, éstas se incluyeron en Acciones de Seguimiento de Calidad Ambiental de acuerdo con la identificación y evaluación de impactos ambientales y las medidas de mitigación y/o compensación. Algunos de las Acciones de Seguimiento de Calidad Ambiental darán cumplimiento directo a determinadas problemáticas, tal es el caso de las acciones la Flora, acciones Protección de Fauna Silvestre, entre otras. En la siguiente figura se presenta un esquema general de las Acciones que componen el Plan de Manejo y Monitoreo Ambiental.

Imagen VI. 12. Elementos del Programa de manejo y monitoreo ambiental.



Fuente: BIOTA y SICA, 2017.



Fuente: BIOTA y SICA, 2018.

SUBPROGRAMA DE PLANIFICACIÓN Y GESTIÓN AMBIENTAL

Este Subprograma tiene como objetivo central realizar actividades de planificación y gestión orientadas hacia la definición e implementación de estrategias y medidas que conduzcan al proyecto y toda la infraestructura futura hacia esquemas de desarrollo sostenible para ello considera como medidas principales las siguientes:

- ✓ Desarrollo sostenible y buenas prácticas. Identificar e implementar buenas prácticas en términos de conservación de flora y fauna, manejo integral de residuos, uso de energías alternativas y sistemas de construcción y operación de infraestructura de bajo impacto ambiental, uso de especies nativas y propias de la región para el jardinado y habilitación de las áreas verdes del proyecto, entre otros. Adicionalmente considera: a) la atención y resolución de conflictos ambientales, b) la definición e implementación de convenios de colaboración con instancias académicas, organismos no gubernamentales y autoridades ambientales a nivel federal y estatal sobre acciones de manejo y desarrollo sostenible de interés compartido, c) el fortalecimiento de la pertinencia social del proyecto y d) la implementación de programas de turismo responsable.
- ✓ Certificación nacional e internacional. Identificar e implementar sistemas de certificación a nivel nacional e internacional acordes con la imagen objetivo de un desarrollo turístico sustentable.
- ✓ Ecotecnología. Identificar e implementar en las diferentes etapas de implementación del proyecto, el uso de ecotecnologías disponibles, que permitan disminuir al máximo posible las fuentes y los niveles de contaminación e impacto ambiental esperados con el proyecto.

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL, "PROYECTO DE MEJORA HIDRO-ECOLÓGICA DEL ESTERO LAS GARZAS", SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.

- ✓ Ajustes de proyectos y procedimientos. La Supervisión Ambiental se aplica desde el momento de la concepción de las ideas básicas para el desarrollo de un proyecto hasta su implementación y operación. Esto implica un trabajo permanente con el personal encargado del diseño, construcción y operación del (los) proyecto (s) y cada uno de sus componentes. Este mecanismo asegurará que cuando se presenten ajustes y problemas en el diseño, construcción y operación del proyecto, se identifiquen e implementen las medidas con el menor impacto ambiental posible y pueda tramitarse a las instancias que corresponda las autorizaciones respectivas.

PROGRAMA DE SUPERVISIÓN AMBIENTAL

En congruencia y cumplimiento con las Medidas de Mitigación señaladas en este documento, así como las establecidas en el Resolutivo Ambiental que establezca la Autoridad se establecerá el Programa de Supervisión Ambiental y por tanto la aplicación de este, se plantean como medidas de manejo principales para este subprograma, las siguientes:

- ✓ Cumplimiento de obligaciones ambientales. El subprograma tiene como objetivo central verificar el cumplimiento estricto de las obligaciones ambientales del proyecto: a) Las medidas de mitigación autorizadas en materia de impacto ambiental, b) los criterios del OE aplicables al proyecto, c) los términos y condicionantes aplicables de los Oficios otorgados y d) la legislación y normatividad ambiental federal y estatal aplicable al proyecto.
- ✓ Para dar cumplimiento a las obligaciones ambientales, se considera como grupo técnico de supervisión los servicios técnicos de empresas particulares, y de un grupo de apoyo para los trabajos de campo cuyo número se irá definiendo según las necesidades y avance de implementación del proyecto.
- ✓ Auditoría ambiental voluntaria. Uno de los elementos del subprograma es verificar y documentar el cumplimiento de todas las obligaciones ambientales por medio de check list y formatos de verificación. Esto con el fin de contar con la información base para estructurar los informes periódicos de cumplimiento de términos y condicionantes que se harán llegar a la PROFEPA y la DGIRA. Otro objetivo de esta medida es implementar en la fase de operación del proyecto una Auditoría Ambiental Voluntaria y acreditarla ante la PROFEPA.
Durante la fase de construcción se plantea implementar un sistema de auditoría interna para verificar el cumplimiento de las medidas de manejo y normas a las empresas y prestadores de servicios que colaboren en el proyecto. Estas auditorías se plantean sean realizadas periódicamente a lo largo de los procesos y sitios identificados como riesgosos, tales como talleres de mantenimiento de maquinaria y sitios de almacenamiento o disposición de combustible. Las actividades de las auditorías se complementan con inspecciones y vigilancia continua a los contratistas y prestadores de servicios.
- ✓ Supervisión del proceso constructivo y de operación. Para garantizar el cumplimiento de las obligaciones ambientales durante la etapa de construcción, se plantea definir en acuerdo con el responsable de la obra que los acuerdos y determinaciones tomadas en los procesos de planeación y gestión sigan las rutas previstas. Esto con la finalidad de identificar cambios que requieran la implementación de medidas ambientales adicionales que garanticen la menor afectación ambiental.

En resumen, los objetivos centrales de este subprograma son:

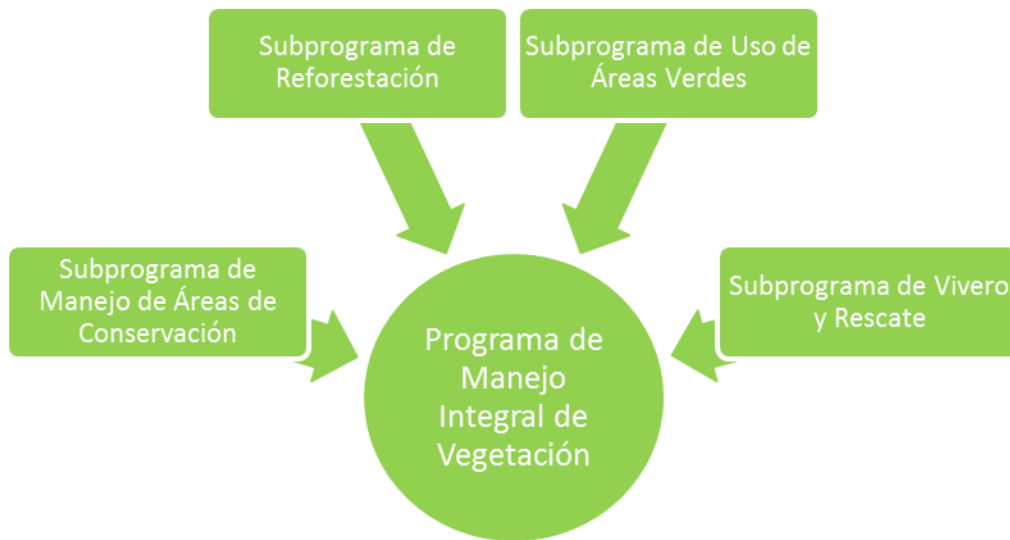
- a) Verificar el cumplimiento estricto de las obligaciones ambientales de cada uno de los actores involucrados en las etapas de construcción, operación y mantenimiento del proyecto,
- b) Supervisar las medidas de prevención, control y mitigación de los impactos ambientales identificados en las etapas de Preparación del Sitio, Construcción, Operación y Mantenimiento del proyecto,
- c) Ejecutar el sistema de manejo ambiental y
- d) Vigilar el estado de salud ambiental de los ecosistemas y recursos en la propiedad.

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL, "PROYECTO DE MEJORA HIDRO-ECOLÓGICA DEL ESTERO LAS GARZAS", SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.

PROGRAMA MANEJO INTEGRAL DE VEGETACIÓN

El proceso actual de construcción del Proyecto considera la afectación de cobertura vegetal primaria y la incorporación de áreas con la cobertura vegetal original, con la finalidad de atenuar los impactos por la pérdida de vegetación y asegurar el mantenimiento de las áreas de conservación, por lo que se considera la implementación del Programa de Manejo Integral de Vegetación (PMIV). Los resultados de este programa en el caso de que el proyecto sea autorizado por la SEMARNAT, sugerimos respetuosamente serán incorporados como parte de los informes anuales de cumplimiento de términos y condicionantes que son presentados a la DGIRA y la PROFEPA (oficina central y delegación en el estado). Los componentes de este programa son:

Imagen VI. 14. Programa de Manejo Integral de Vegetación.



Fuente: BIOTA y SICA, 2018.

SUBPROGRAMA MANEJO ÁREAS DE CONSERVACIÓN

Los objetivos de este subprograma son:

- preservar unidades de vegetación en su estado actual, que sirvan como refugios biológicos para la alimentación, protección, reproducción y anidación de la fauna silvestre asociada y migratoria,
- contar con fuentes de germoplasma para garantizar la continuidad en el tiempo y en el espacio de las diversas especies de plantas existentes en el predio y la región del Corredor Cancún-Tulum, especialmente aquellas que se encuentran amenazadas o con algún estatus de protección,
- garantizar la conservación de los bienes y servicios que ofrece la vegetación y ecosistemas del predio, así como el beneficio económico de sus propietarios y,
- erradicar y controlar la presencia de especies exóticas.

Para lograr lo anterior, se consideran dos acciones principales, la primera relacionada con la delimitación física con malla plástica para la protección de las futuras áreas de conservación durante la fase de construcción, así como la supervisión continua de estas áreas para identificar aquellas que requieren ser reforestadas. De igual forma se considera también la implementación de un programa de erradicación y control de especies nocivas, como es el caso del pino de playa (*Casuarina equisetifolia*) que se propaga de manera generalizada en la zona del proyecto, así como la implementación de un programa de monitoreo para dar seguimiento a la salud y calidad ambiental de las áreas de conservación.

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL, "PROYECTO DE MEJORA HIDRO-ECOLÓGICA DEL ESTERO LAS GARZAS", SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.

SUBPROGRAMA REFORESTACIÓN

El objetivo de este subprograma es diseñar e implementar una campaña general de reforestación, en las zonas de conservación de las áreas verdes que mantengan elementos arbóreos de la vegetación original. La reforestación será realizada estrictamente con las especies rescatadas durante el proceso productivo en el vivero del proyecto. De igual forma este subprograma considera la reforestación de áreas de conservación, como es el caso del manglar. Para ello considera como acciones principales:

- ✓ Identificación de las áreas a reforestar.
- ✓ Determinación de las especies vegetales adecuadas para la reforestación.
- ✓ Recolección de semillas y propágulos.
- ✓ Preparación del terreno a reforestar.
- ✓ Erradicar especies nocivas.
- ✓ Trasplante y siembra de los ejemplares vegetales.
- ✓ Mantenimiento del área reforestada.
- ✓ Refuerzo de la reforestación.
- ✓ Monitoreo Ambiental.

SUBPROGRAMA VIVERO Y RESCATE

Los objetivos centrales de este subprograma son:

- ✓ contar con fuentes de germoplasma que permitan garantizar la continuidad en el tiempo y en el espacio de las diversas especies de plantas existentes en todo el terreno,
- ✓ rescatar, proteger y producir un banco de germoplasma de especies vegetales que se encuentran amenazadas o con algún estatus de protección según la NOM-059-SEMARNAT-2010,
- ✓ seleccionar, rescatar, producir y propagar masivamente material vegetativo y especies endémicas y propias de la región, para la reforestación de las áreas de conservación del predio,
- ✓ seleccionar, rescatar, producir y propagar masivamente especies endémicas y propias de la región en el corto plazo, para el jardinado y ornamentación de vialidades y áreas verdes,
- ✓ disminuir sensiblemente los costos del jardinado y ornamentación del desarrollo turístico, con el uso de las especies objetivo-productivas en el vivero, así como evitar el uso de agroquímicos para el mantenimiento de áreas verdes,
- ✓ definir y coordinar acciones de vinculación con los jardines botánicos de la región para el intercambio de materiales, germoplasma, experiencias, literatura y actualización, así como para la realización de actividades de difusión y educación ambiental en la región y el estado,
- ✓ ofrecer al turista como fuente de valor y atractivo, el disfrute de los ecosistemas y elementos biofísicos existentes en el predio, a través del vivero, y
- ✓ aumentar el conocimiento y el valor otorgados a la vegetación y los ecosistemas locales.

Para implementar lo anterior, se considera la utilización del vivero que se encuentra en el DTR. Determinar las especies susceptibles de ser propagadas y la técnica adecuada.

- ✓ Realizar la programación anual para la recuperación de semillas.
- ✓ Realizar la programación anual para la siembra de semillas de las especies propuestas.
- ✓ Realizar la programación anual de la propagación por medio de estacas, así como las fechas previstas para realizarlas.

**MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL,
"PROYECTO DE MEJORA HIDRO-ECOLÓGICA DEL ESTERO LAS GARZAS",
SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO,
SUBPROGRAMA MANEJO DE ÁREAS VERDES**

Este subprograma tiene dos objetivos principales:

- a) generar una imagen de paisaje natural para cada una de las áreas verdes y jardinadas, acorde con el escenario ambiental y
- b) el uso de especies nativas y propias de la región para la ornamentación de las áreas verdes consideradas por el proyecto. Este programa implica que sea verificado el uso de las especies producidas en los viveros del proyecto o la adquisición de la vegetación requerida en viveros acreditados ante la autoridad ambiental competente.

Dentro de este subprograma se contempla el uso del material vegetal despalmado para la creación de estas áreas, las cuales serán cubiertas con la misma tierra vegetal obtenida del triturado y composteo hasta alcanzar el espesor requerido, esta medida atiende a la mitigación de impactos. Con la finalidad de que las áreas jardinadas sean congruentes con el paisaje, el promotor compromete la elaboración del Catálogo de Reforestación y Jardinado Sostenible y por consiguiente del proyecto, para que el personal involucrado en el diseño de las áreas de ajardinamiento disponga de una paleta vegetal de elementos autóctonos y propios de la región de alto valor estético y se conserve la estructura vegetal natural. El subprograma también tiene como función el supervisar las actividades de mantenimiento de las áreas verdes, el estado sanitario de las mismas y la aplicación restringida de agroquímicos autorizados por la CICOPLAFEST, estrictamente cuando sea necesario. En el predio es posible la existencia de especies tóxicas que pueden representar un riesgo para los trabajadores y futuros turistas como es el caso de las especies que se refieren en la Tabla Siguiente. Por lo que en el marco de este subprograma se plantea implementar una campaña de erradicación con las siguientes acciones principales:

- a) ubicar los sitios donde la presencia de especies nocivas pueda ocasionar algún daño,
- b) marcar los ejemplares a erradicar,
- c) extraer las especies nocivas y
- d) traslado a su destino final (trituradora de materia vegetal o trasplante).

Tabla VI. 30. Especies nocivas o tóxicas con posibilidades de estar presentes en el Desarrollo Tres Ríos.

| FAMILIA | ESPECIE | NOMBRE COMÚN |
|----------------------|----------------------------------|-------------------|
| <i>Anacardiaceae</i> | <i>Cameraria latifolia</i> | Chechem blanco |
| <i>Anacardiaceae</i> | <i>Metopium brownei</i> | Chechem negro |
| <i>Apocynaceae</i> | <i>Rhabdadenia biflora</i> | Bejuco de manglar |
| <i>Apocynaceae</i> | <i>Thevetia ahouai</i> | Akits |
| <i>Apocynaceae</i> | <i>Thevetia gaumeri</i> | Akits |
| <i>Euphorbiaceae</i> | <i>Cnidoscolus acotinifolius</i> | Chaya |
| <i>Euphorbiaceae</i> | <i>Jatropha gaumeri</i> | Chul che' |
| <i>Euphorbiaceae</i> | <i>Pedilanthus tithymaloides</i> | Jalal che' |
| <i>Euphorbiaceae</i> | <i>Sebastiana adenophora</i> | Venenoché |
| <i>Fabaceae</i> | <i>Acacia gaumeri</i> | Boxcatzin |

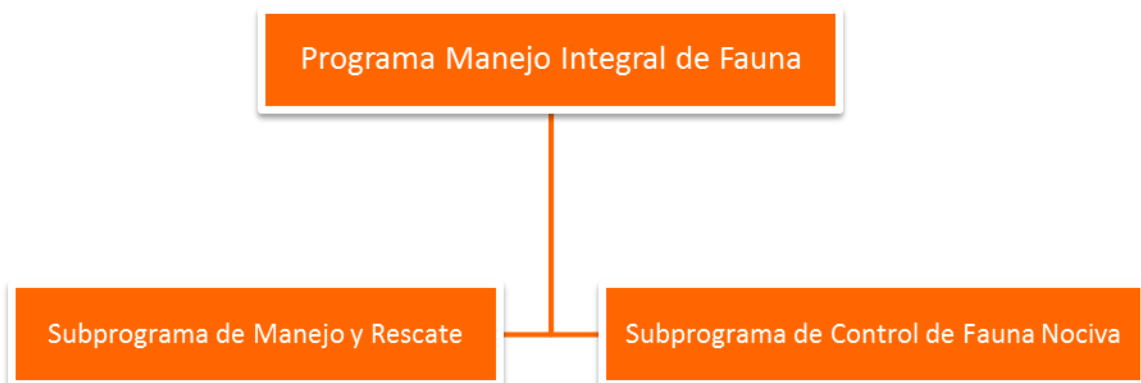
Fuente: BIOTA y SICA, 2018.

**MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL,
"PROYECTO DE MEJORA HIDRO-ECOLÓGICA DEL ESTERO LAS GARZAS",
SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.**

PROGRAMA MANEJO INTEGRAL DE FAUNA

La construcción y operación de manera general y particularmente del proyecto objeto de la presente, implicará la pérdida de hábitats para la fauna de la región y la migración de esta, hacia las áreas que mantendrán su cobertura vegetal original. Como se menciona, este impacto será residual pero poco significativo si se toma en cuenta que las áreas que serán afectadas por el proyecto son mínimas en comparación a las áreas que mantendrán la vegetación original, aunado a que el objetivo principal es conservar el Manglar y por consiguiente los ecosistemas que en el habita. Los componentes de este programa se presentan a continuación. Los resultados de este programa en el caso de que el proyecto sea autorizado por la SEMARNAT, sugerimos respetuosamente serán incorporados como parte de los informes anuales de cumplimiento de términos y condicionantes que son presentados a la DGIRA y la PROFEPA (oficina central y delegación en el estado).

Imagen VI. 15. Programa de Manejo Integral de Fauna.



Fuente: BIOTA y SICA, 2018.

SUBPROGRAMA MANEJO Y RESCATE DE FAUNA

Este subprograma tiene como objetivos principales:

- a) garantizar el mantenimiento de áreas y ecosistemas críticos para la fauna relevante del predio y la región,
- b) proteger la fauna relevante del predio,
- c) implementar un plan permanente de rescate y traslado de fauna,
- d) implementar estrategias de manejo y monitoreo que permitan la conservación y apreciación de fauna terrestre, acuática y aves de la región,
- e) establecer la coordinación con programas de manejo de fauna a nivel federal, estatal o por especie con la SEMARNAT y los centros de investigación en el estado y
- f) ofrecer al turista como fuente de valor y atractivo, el disfrute de la fauna y elementos biofísicos existentes en el predio. Las acciones principales de este subprograma son:

Previo al inicio de la etapa de preparación del terreno, se implementa una campaña de rescate de especies faunísticas poco móviles, incluyendo nidos de aves. Cada ejemplar rescatado, será identificado, registrado en una bitácora e incorporado en una base de datos, para posteriormente ser trasladado hacia áreas de conservación. Definir en la zona del vivero permanente un sitio para el confinamiento y asistencia temporal de fauna lastimada. Los ejemplares de fauna lastimados que sean rescatados durante la fase de preparación, construcción y operación del proyecto, serán asistidos, identificados, registrados en la base de datos respectiva y trasladados una vez recuperados en áreas de conservación semejante a su hábitat y sitio de captura. En caso de organismos incluidos en la NOM-059-SEMARNAT-2010, se comunicará a la autoridad competente y bajo su supervisión, se procederá al traslado en sitios autorizados.

**MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL,
"PROYECTO DE MEJORA HIDRO-ECOLÓGICA DEL ESTERO LAS GARZAS",
SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.**

- ✓ Elaborar un catálogo de la fauna existente para la zona de influencia del proyecto.
- ✓ Realización de convenios con centros de investigación en vida silvestre, para realización de proyectos de asistencia técnica, investigación y manejo de fauna.

SUBPROGRAMA CONTROL DE FAUNA NOCIVA

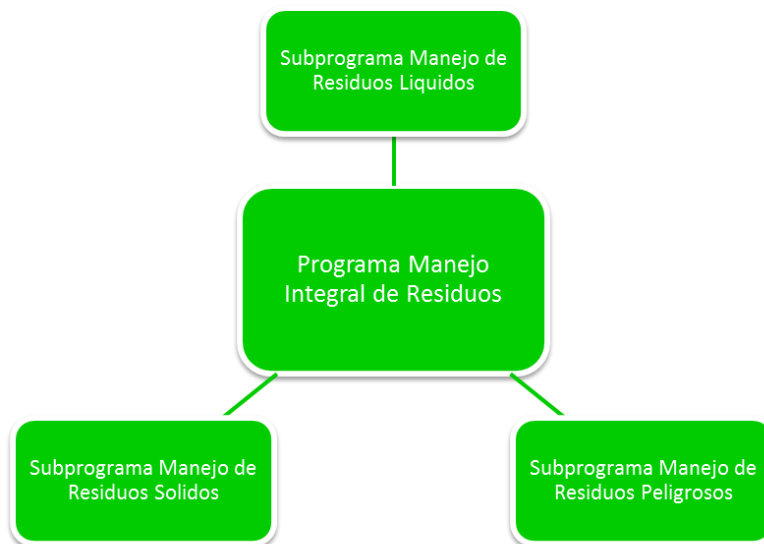
Inventarios realizados en la región, ponen en evidencia la existencia de al menos 49 especies de artrópodos y algunas especies de anfibios y reptiles que pueden representar un peligro potencial para los usuarios y prestadores de servicios del proyecto. Por lo que los objetivos de este subprograma son principalmente:

- a) definir e implementar medidas para el manejo y control de especies mayores que impliquen algún tipo de riesgo para el personal y turistas y
- b) implementar medidas para el control de insectos nocivos. Las acciones principales de este subprograma son:
 - Elaboración de un catálogo de especies nocivas y peligrosas.
 - Elaboración de un programa de rescate y traslado de especies riesgosas (anfibios, reptiles y mamíferos) para los empleados, usuarios y huéspedes del desarrollo turístico.
 - Elaboración de un programa de manejo y control de insectos.
 - Elaboración de un programa de manejo y control de mastofauna nociva.

PROGRAMA MANEJO INTEGRAL DE RESIDUOS

En las diferentes etapas de implementación del proyecto, serán generados residuos líquidos, sólidos y peligrosos. Con la finalidad de disminuir al máximo los riesgos de contaminación al suelo y al manto freático, la promovente ha asumido medidas de mitigación con la finalidad de que sean implementadas de manera efectiva, ha considerado integrarlas en el Programa Manejo Integral de Residuos (PMIR). Los componentes de este programa se presentan.

Imagen VI. 16. Programa de Manejo Integral de Residuos.



Fuente: BIOTA y SICA, 2018.

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL, "PROYECTO DE MEJORA HIDRO-ECOLÓGICA DEL ESTERO LAS GARZAS", SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.

SUBPROGRAMA MANEJO RESIDUOS LÍQUIDOS

Los objetivos principales de este subprograma son:

- a) identificar y utilizar la mejor ecotecnología e infraestructura sanitaria disponible para el tratamiento de aguas residuales,
- b) disminuir el riesgo de contaminación de suelo, agua y ecosistemas por aguas residuales,
- c) reducir las fuentes generadoras de aguas residuales,
- d) inducir el uso de químicos y productos biodegradables compatibles con la tecnología de tratamiento y
- e) reutilizar las aguas residuales tratadas para el riego de áreas verdes. Entre las acciones principales de este programa están:
 - Supervisar el uso de los sanitarios que se encuentran en operación.
 - Supervisar que las aguas residuales tratadas procedentes de la PTAR, sean utilizadas para el riego de las áreas verdes en general y los excedentes de aguas tratadas, sean infiltradas al acuífero salino, a una profundidad en la que el contenido del ion cloruro o sólidos disueltos totales sea igual o mayor a 19 mil o 20 mil mg/l respectivamente en concordancia con la normatividad de la CNA.
 - Supervisar el mantenimiento de la PTAR y que las aguas residuales tratadas cumplan con la NOM-001-ECOL-1996 y la NOM-003-ECOL-1997.
 - Supervisar que las aguas de rechazo de la planta desaladora sean inyectadas al acuífero salino.
 - Identificar y supervisar el uso de químicos biodegradables y de baja toxicidad comúnmente utilizado en la operación de un hotel, baños y cocinas, principalmente.
 - En el caso de residuos de aceites comestibles comúnmente generados en cocinas y restaurantes, se contempla el almacenamiento temporal en contenedores plásticos de 200 l para que sean trasladados por empresas acreditadas para tal fin hasta el sitio de su disposición final.

SUBPROGRAMA MANEJO RESIDUOS SÓLIDOS

Los objetivos principales de este subprograma son implementar:

- a) medidas para la reducción de fuentes de residuos sólidos,
- b) estrategias para la separación, reutilización y reciclamiento de materiales y
- c) los mejores métodos para la disposición temporal y final de residuos.

Los residuos sólidos generados durante la construcción y operación del proyecto serán separados en residuos inorgánicos (reciclables y no reciclables) y orgánicos, a través de contenedores específicos colocados estratégicamente cerca de las fuentes de generación. Por medio de camiones del municipio o vehículos propios del desarrollo, serán retirados los residuos inorgánicos no reciclables y conducidos hacia el relleno sanitario del Municipio. En el caso de los residuos sólidos reciclables (plásticos PET, aluminio, papel y cartón), serán recolectados periódicamente por empresas acreditadas oficialmente para tal efecto. En el caso de los residuos orgánicos (residuos de alimentos, desechos de vegetación), serán trasladados hacia los viveros temporales, donde mediante un tratamiento de composta serán empleados como abono orgánico para áreas verdes. En la Tabla Siguiente se presentan los tipos de residuos sólidos que serán generados durante la operación del proyecto, la fuente generadora y los mecanismos de recolección, confinamiento y disposición final que se plantean.

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL "PROYECTO DE MEJORA HIDRO-ECOLÓGICA DEL ESTERO LAS GARZAS", SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.

Tabla VI. 31. Fuentes y manejo de residuos sólidos potencialmente generados en la operación del proyecto.

| Tipo de Residuo | Descripción | Fuente generadora | Recolección y confinamiento | Disposición final |
|-----------------|-------------------------|---|--|---|
| Orgánico | Desechos de comida | Cocinas y restaurantes | Se recolectan todos los días y se confinan en contenedores de 200 litros Posteriormente son transportados al centro de acopio temporal en bolsas negras de 18 kg | Composta vivero |
| | Desechos de vegetación | Limpieza de áreas de servicios y mantenimiento de áreas verdes-jardines | Se recolectan cada dos días y se depositan en costales para ser trasladados al centro de acopio temporal. | Composta vivero |
| | Pastos y algas de playa | Limpieza de playa | Se recolecta las algas y pastos arrojados a la playa por el mar y se deposita en costales para su transportación al centro de acopio temporal. | Composta vivero |
| Inorgánico | Plástico (Pet) | Proveniente de los centros de servicios de alimentos y bebidas | Éstos son recolectados, comprimidos y transportados en bolsas hasta el centro de disposición temporal de residuos. Posteriormente son almacenados en contenedores con leyenda RECICLAJE DE PLÁSTICOS (PET) con capacidad de 80 kg. | Empresas acreditadas |
| | Aluminio | Proveniente de los centros de servicios de alimentos y bebidas | Las latas son recolectadas, comprimidas y llevadas al centro de disposición temporal de residuos, luego son depositados en el contenedor con leyenda RECICLAJE DE ALUMINIO, en el centro de disposición de residuos. | Empresas acreditadas |
| Seco | Papel | Oficinas y base de reservaciones | Después de utilizar por los dos lados las hojas, son depositados en contenedores de separación. Posteriormente se deposita en un contenedor de plástico con la leyenda de BASURA ORGÁNICA. | Transporte recolector de basura del municipio |
| | Cartón | Almacenes, bodegas y oficinas | El cartón es debidamente doblado y almacenado en un contenedor de 500 l con rotulación de RECICLAJE DE CARTÓN. | Empresas acreditadas |

Fuente: BIOTA y SICA, 2018.

SUBPROGRAMA MANEJO DE RESIDUOS PELIGROSOS

Para el manejo adecuado y confinamiento temporal de los residuos líquidos peligrosos, se destinará un espacio que funcione como almacén, mismo que cumplirá con las indicaciones señaladas en el Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en materia de Residuos Peligrosos, como lo establecen los artículos 14 al 17 aplicables a los almacenamientos de este tipo de residuos:

- Estará separado de las áreas de producción, servicios, oficinas y de almacenamiento de materias primas o productos terminados.
- Estará ubicado en zonas donde se reduzcan los riesgos por posibles emisiones, fugas, incendios, explosiones e inundaciones.
- Contará con muros de contención.
- Estará ubicado en zonas donde se reducen los riesgos por posibles emisiones, fugas, incendios, explosiones e inundaciones.
- Contará con señalamientos y letreros alusivos a la peligrosidad de estos en lugares y formas visibles.

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL "PROYECTO DE MEJORA HIDRO-ECOLÓGICA DEL ESTERO LAS GARZAS", SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.

En el caso de los restaurantes y cocinas, se utilizarán trampas de grasas que serán limpiadas cada tres días y los desechos serán depositados temporalmente en un contenedor de plástico. La limpieza total del sistema de drenaje de las cocinas y la disposición final de los residuos grasosos, será realizada por empresas acreditadas para tal fin.

Tabla VI. 32. Fuentes y manejo de residuos peligrosos esperados con la operación del Proyecto Crisálida.

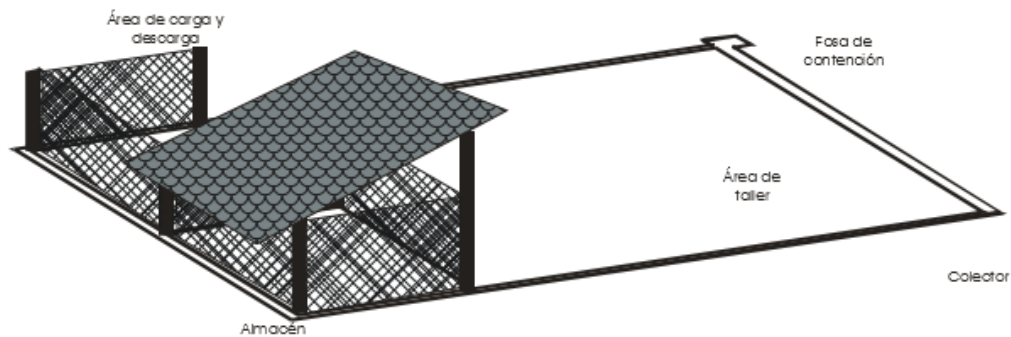
| Tipo de Residuo | Fuente generadora | Manejo | Disposición final |
|----------------------------------|---|---|--|
| THINER | Obras de mantenimiento para evitar de corrosión por salitre | Los envases de los residuos peligrosos son almacenados en contenedores plásticos dentro de un gabinete de concreto cerrado y separado de las áreas vulnerables. | Depositados en bolsas separadas y entregadas al camión recolector. |
| PINTURAS ESMALTE | | | |
| ESTOPAS IMPREGNADAS CON RESIDUOS | | | |
| ACEITE INDUSTRIAL | Mantenimiento de los motores de las embarcaciones | El aceite industrial utilizado se deposita en un recipiente metálico con capacidad de 200 l. | Son entregados a una compañía externa con autorización para su manejo y disposición final. |

Fuente: BIOTA y SICA, 2018.

Todos los contenedores donde se confinan los residuos se colocan sobre tarimas de madera. Para disminuir los riesgos de derrames, solo se estiban dos contenedores por la línea de almacenamiento. Para el ingreso de los residuos peligrosos en el almacén, independientemente del estado físico, se asegura que se presente perfectamente embalado y etiquetado, con las hojas técnicas correspondientes. Posteriormente se etiqueta con el rombo de grado de riesgo a la salud y se registra en una bitácora el nombre del material, el peso total y la fuente de generación.

Imagen VI. 17. Modelo de almacén para residuos peligrosos generados durante la obra.

Distribución de las áreas de confinamiento temporal, carga y descarga y taller



Fuente: BIOTA y SICA, 2018.

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL. "PROYECTO DE MEJORA HIDRO-ECOLÓGICA DEL ESTERO LAS GARZAS", SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.

PROGRAMA MONITOREO AMBIENTAL.

Considerando que en el predio donde se implementará el proyecto, se encuentran ecosistemas y recursos de frágil equilibrio que son sensibles a cambios o alteraciones naturales y de origen antropogénico, se propone la realización de un Programa de Monitoreo Ambiental (PMA) para el área de influencia de este y de los impactos ambientales más importantes. Los objetivos globales del PMA son:

Imagen VI. 18. Programa de Monitoreo Ambiental del Proyecto.



Fuente: BIOTA y SICA, 2018.

Vigilar la evolución de la calidad ambiental de la zona de influencia del proyecto, evaluar la efectividad de las medidas de mitigación propuestas en la MIA e identificar impactos ambientales no previstos en la misma, para las diferentes etapas de implementación del proyecto. Proporcionar a los tomadores de decisiones, elementos e información técnica que les permita si es el caso, reorientar, definir intensidades de uso o proponer nuevas medidas de mitigación o medidas correctivas que atenúen el deterioro ambiental. Esto asegurará la conservación del ecosistema, de los bienes y servicios que proporciona y la sostenibilidad. El PMA propuesto debe: ser permanente, e iniciarse antes de la implementación del proyecto y continuarse durante las etapas de preparación, construcción y operación-mantenimiento. Considerando que los recursos y ecosistemas críticos para evaluar por el PMA son la vegetación, la fauna, el ecosistema marino-arrecifal adyacente y el recurso agua, a continuación, se describen brevemente los Subprogramas que se plantea atenderán su monitoreo ambiental:

SUBPROGRAMA MONITOREO CALIDAD DEL AGUA

Los objetivos principales de este subprograma son:

- vigilar la calidad del agua en los cuerpos de agua del proyecto, de la zona marina adyacente y del nivel freático,
- aplicar medidas de mitigación ante cambios no previstos en la calidad del agua que pongan en riesgo el equilibrio de los ecosistemas acuáticos,
- evaluar cuantitativamente los impactos del desarrollo turístico a la calidad del agua y la efectividad de las medidas propuestas para su mitigación y
- implementar medidas de manejo que garanticen la calidad del agua bajo normas de aprovechamiento turístico y recreativo.
- Monitoreo de los canales, con el fin de mantener su flujo adecuado, en zonas que requieran acciones de limpieza (por ejemplo, de ramas, troncos secos o vegetación que los esté cerrando) y acciones de desazolve en donde se detecte azolvamiento.

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL, "PROYECTO DE MEJORA HIDRO-ECOLÓGICA DEL ESTERO LAS GARZAS", SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.

SUBPROGRAMA MONITOREO ECOSISTEMA ARRECIFAL

Los objetivos principales de este subprograma son: a) vigilar la salud y calidad ambiental del ecosistema, b) identificar cambios críticos en la estructura y función del ecosistema para la definición oportuna de medidas preventivas, correctivas o de mitigación de impactos ambientales no previstos, c) evaluar los efectos ambientales del desarrollo turístico y la efectividad de las medidas propuestas para su mitigación, d) establecer indicadores de éxito y calidad del ecosistema identificando y diferenciando causas naturales de las inducidas y e) generar información técnico-científica que apoye la toma de decisiones para el aprovechamiento sostenible de los recursos.

SUBPROGRAMA MONITOREO VEGETACIÓN

Los objetivos principales de este subprograma son: a) vigilar la salud y calidad ambiental de los ecosistemas de manglar y selva, particularmente las áreas que serán incorporadas como áreas de conservación, b) identificar cambios críticos en la estructura y función de los ecosistemas para la definición oportuna de medidas preventivas, correctivas o de minimización de impactos ambientales no previstos, c) evaluar cuantitativamente los efectos ambientales del desarrollo turístico en los diferentes tipos de vegetación y la efectividad de las medidas propuestas para su mitigación d) establecer indicadores de éxito y calidad del ecosistema identificando causas naturales de las inducidas y e) generar información técnico-científica que soporte la toma de decisiones para el aprovechamiento sostenible de los recursos. Ante la perspectiva de modificación del paisaje natural, se hace necesario estimar el impacto que los cambios de uso del suelo tendrán sobre la zona de selva y manglares que quedarán como áreas de conservación. Por ello, se propone implementar el PMA-V, que permita aportar información ecológica para la definición de medidas de manejo y mitigación del ecosistema, de tal forma que se asegure el mantenimiento de conjuntos importantes de vegetación y que estos se incorporen de manera integral al desarrollo turístico. Se propone realizar muestreos sistemáticos que posibiliten contar con datos cuantitativos de las zonas. Para ello, deben seleccionarse sitios de muestreo para las especies arbóreas, arbustivas y herbáceas. En virtud de que se llevarán a cabo obras, los sitios de muestreo deben establecerse en las zonas de conservación. Estos sitios deberán definirse en campo, antes de que se inicien las actividades de preparación del terreno y deberá realizarse el primer monitoreo. La realización de este primer monitoreo es fundamental como término de referencia para comparar los cambios que sucederán en las diferentes etapas de implementación. A continuación, se presenta el esquema de monitoreo planteado a las zonas de selva y manglar.

Zona de selva.

Los lugares que se propongan para el muestreo se considerarán como Sitios Permanentes de Muestreo (SPM), por lo que deberán ser ubicados geográficamente con GPS y mapeados. Los sitios de muestreo se ubicarán en zonas representativas de los distintos tipos de vegetación y con el propósito de tener una representación real de las características de estos ecosistemas. Por ello, se deberá evitar que estos se encuentren muy cercanos a las vías de acceso y zonas propuestas para el desarrollo. Para el caso de las especies arbóreas, se seleccionarán sitios en donde se marcará cada uno de los individuos presentes que cuenten con una medida igual o mayores a los 10 cm de diámetro a la altura de pecho (DAP). Las marcas consistirán en placas de aluminio numeradas y sostenidas por un clavo del mismo material. En el caso de las especies arbustivas y herbáceas, se les colocarán placas de aluminio sostenidas con alambre y solamente aquellas que tengan un diámetro suficiente, se les colocará un clavo como marca. Considerando las experiencias en la región sobre las dimensiones más adecuadas para los sitios de muestreo de vegetación, se proponen parcelas circulares de 500 m² con un radio de 12.67 m. Al respecto se recomienda implementar como mínimo 2 SPM para cada uno de los tipos de vegetación considerada (selva). Estos sitios darán en total un área de muestreo de 2000 m². Para el caso de las especies arbustivas y herbáceas, se propone en cada parcela, seleccionar dos cuadrados de 5 X 5 m. En total 4 parcelas por tipo de vegetación (selva). La ubicación de estos será hacia los extremos Este y Oeste del SPM. Para esta vegetación se tendrá un área total de 200 m². Para la vegetación de la duna costera, considerando que presenta una menor diversidad florística, se recomienda la implementación de 3 sitios de muestreo permanente (cuadrado de 5 X 5 m). El muestreo de la vegetación se recomienda realizar de manera

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL, "PROYECTO DE MEJORA HIDRO-ECOLÓGICA DEL ESTERO LAS GARZAS", SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.

semestral durante el primer año de la etapa de construcción y una vez al año posteriormente, así como durante la etapa de operación. Aunque será necesario efectuar la inspección de los sitios de muestreo por lo menos cada cuatro meses. Lo anterior con el propósito de determinar cualquier eventualidad que pudiera surgir en estos sitios en cuanto a determinar la pérdida de las especies y de las marcas de aluminio. También se deberá visitar las parcelas de muestreo en caso de alguna perturbación atmosférica o siniestro. Se propone para el muestreo de la vegetación de los predios se apliquen los siguientes métodos:

- ✓ Medición de las especies arbóreas con diámetros igual o mayores a los 10 cm en DAP, con la ayuda de una cinta diamétrica de metal o de tela, evitando el uso de cintas de plástico, las cuales se estiran y no dan las medidas reales de las especies.
- ✓ Identificación de las especies que se incluyen en el muestreo.
- ✓ Medición de la altura de las especies, por medio del uso de una regla telescópica.
- ✓ Determinación del rumbo de ubicación de cada especie, por medio de una brújula
- ✓ Medición de la distancia de cada especie con respecto al centro de la parcela, con cinta métrica.
- ✓ Anotación de todos los datos anteriores en formatos realizados ex profeso, con un contenido similar al de la Tabla siguiente.
- ✓ Cálculo de los parámetros ecológicos pertinentes (Abundancia, Densidad, Cobertura, Valor de importancia ecológica, entre otros), con base en los registros obtenidos.
- ✓ Aplicación de índices de similitud entre comunidades y entre estratos. Además, cálculo de índices de diversidad que contribuyen al mejor entendimiento del comportamiento del ecosistema en su conjunto.
- ✓ Mapeo de todos los individuos arbóreos de cada parcela, para facilitar la ubicación de cada una de las especies.

Tabla VI. 33. Tabla de registro para el monitoreo ambiental de la vegetación.

| No. de Sitio de muestreo: | | | | | | Fecha | | |
|--|---------|-----|------|-------|----------|---------|-------|---------------|
| Localización: | | | | | | | | |
| DATOS DE ARBOLADO CON DAP MAYOR A 10 CM. | | | | | | | | |
| No | ESPECIE | DAP | DIST | RUMBO | POSICIÓN | SANIDAD | FORMA | OBSERVACIONES |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |

Fuente: BIOTA y SICA, 2018.

Posición social: 1 = Dominante; 2 = Codominante; 3 = Suprimido
 Sanidad: 0 = Sano; 1 = Samago; 3 = Otros
 Forma 0 = Recto; 1 = Inclinado; 2 = Curvado

Zona de manglar.

Considerando que el ecosistema de manglar es un ambiente sensible a los cambios en el patrón hidráulico de inundación y de la calidad del agua, se propone un programa de monitoreo de crecimiento y sobrevivencia de plántulas y árboles adultos de manglares, así como un paquete básico de parámetros ambientales. El análisis de estos parámetros permitirá evaluar: a) el grado de alteración y el de recuperación del ecosistema de manglar en las zonas de aprovechamiento y conservación y b) la respuesta del ecosistema a las obras de canalización.

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL "PROYECTO DE MEJORA HIDRO-ECOLÓGICA DEL ESTERO LAS GARZAS", SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.

Tabla VI. 34. Parámetros ecológicos recomendados para el monitoreo ambiental del ecosistema de manglar.

| DEFINICIÓN | | FRECUENCIA (MESES) |
|-------------------------------|---|--------------------|
| Crecimiento | Se estima a partir de la determinación de altura y área basal de ejemplares adultos, en cada punto de muestreo. | 12 |
| Productividad | Se estima con base en la instalación de canastillas para hojarasca de 0.25 m ² (10 x punto de monitoreo) y el análisis de la productividad foliar, a través del registro trimestral del material acumulado en épocas de lluvias y en época de secas respectivamente. | 12 |
| Sobrevivencia y reclutamiento | Se estima mediante el análisis de propágulos y plántulas en lotes control de 0.1 ha por punto de monitoreo. | 12 |
| Fisicoquímicos asociados | Toma de muestras de agua de los canales y del agua intersticial de los manglares. Determinación de salinidad, oxígeno disuelto, nutrientes (N-nitritos-nitratos, N-amonio, P-fosfatos), pH y materia orgánica particulada. También se recomienda realizar un ciclo nictimeral para determinar el cambio del nivel del agua. | 12 |
| Biológicos asociados | Monitoreo de coliformes | 12 |

Fuente: BIOTA y SICA, 2018.

Para evaluar los parámetros definidos, se recomienda la realización de los siguientes puntos o sitios de monitoreo:

1. Puntos de monitoreo para determinar crecimiento, productividad y sobrevivencia en árboles adultos. En la zona de conservación de manglar, se recomienda etiquetar 120 ejemplares de árboles adultos, en al menos 3 puntos de monitoreo (20 árboles por punto). Dos puntos localizados dentro del predio y 1 punto de control fuera del predio. El propósito del punto de control externo, es determinar sus tasas de crecimiento y compararlas con las del predio.

2. Puntos de monitoreo para determinar crecimiento, productividad y sobrevivencia en plántulas y fustes (instalados para reproducción vegetativa) en zonas de reforestación. Se recomiendan las mismas determinaciones que en el caso anterior, en tres puntos seleccionados (sitios de reforestación) con 20 árboles por punto por especie.

Los muestreos de vegetación se recomiendan realizar de manera semestral durante el primer año de la etapa de construcción y anualmente posteriormente, así como durante la etapa de operación. Consistirán en muestreos con mediciones de altura y área basal, sobrevivencia y reclutamiento de propágulos y plántulas en lotes control de 0.1 ha por punto. Se recomienda instalar canastillas de hojarasca de 0.25 metros cuadrados, 10 canastillas por punto y el material acumulado deberá ser colectado mensualmente en época de lluvias y trimestralmente en el estío para evaluar su productividad foliar.

3. Puntos de monitoreo para determinar parámetros fisicoquímicos asociados. En los canales y dentro de los manglares, se recomienda la obtención de muestras de agua y agua intersticial respectivamente, para determinar salinidad, oxígeno disuelto, nutrientes (N-nitritos-nitratos, N-amonio, P-fosfatos), pH y materia orgánica particulada.

SUBPROGRAMA MONITOREO FAUNA

Los objetivos principales de este subprograma son: a) evaluar los efectos o beneficios ambientales del desarrollo sobre los recursos faunísticos del terreno y zona de influencia del proyecto para definir estrategias, b) generar información técnico-científica que soporte la toma de decisiones para el aprovechamiento sostenible de los recursos y c) generar información que permita definir planes y programas de conservación de especies críticas.

El PMA-F que se plantea, permitirá evaluar la permanencia o desplazamiento de la fauna y patrones de interacción entre las especies. A través de este subprograma de monitoreo y del análisis integrado que se realice de este y el resto de los subprogramas de monitoreo, se podrá también evaluar el grado de integridad ecológica de los ecosistemas, entendiendo esta última como el estado de los valores de los componentes bióticos del sistema. Al respecto es importante aclarar que es difícil o imposible medirla en su totalidad. Sin embargo, es posible documentar el estado de una especie o grupo indicador que refleje el estado de la integridad ecológica de todo el sistema. Por definición un indicador biológico nos da información acerca del estado del ambiente. Existen especies que indican perturbación, así como especies que indican un buen estado de conservación. Por otra parte, existen especies cuyo estatus las hacen de interés particular, por ejemplo especies reportadas en los libros rojos de la UICN, en CITES o en la Norma Oficial Mexicana 059. Para lo anterior se recomiendan los siguientes parámetros de monitoreo ambiental.

Tabla VI. 35. Parámetros, índices e indicadores sugeridos para el programa de monitoreo de fauna.

| PARÁMETROS, ÍNDICES O INDICADORES | DEFINICIÓN | OBJETIVO |
|-----------------------------------|---|--|
| Riqueza específica | Es el conjunto de especies de un taxón dentro de un área determinada. Se propone evaluar en aves, mamíferos, reptiles y anfibios. | Establecer la línea base de especies presentes, así como las especies potencialmente utilizables como bioindicadoras o aquellas de interés especial. |
| Abundancia relativa | Es la proporción del tamaño poblacional de una especie con respecto al total de la población de las especies simpátricas, en el grupo de interés. | Determinar tendencia poblacional, así como obtener información para los índices de diversidad. Se determinará para murciélagos y aves. |
| Índice de diversidad de especies | Se estima utilizando la riqueza específica y sus abundancias relativas. Se utilizará el índice de Shannon-Wiener. | Evaluar los cambios ocurridos a través de la comparación entre el sitio a desarrollar y un sitio testigo. |
| Indicadores biológicos | Especies o grupos de especies que reflejan el estado de integridad ecológica del sistema. | Conocer el grado de afectación del ambiente a lo largo del desarrollo y del manejo del predio. |
| Especies de interés particular | Son especies elegidas por razones obvias de conservación tales como <i>estatus</i> o <i>carisma</i> . | Aportar información de utilidad para planes de conservación de dichas especies. |

Fuente: BIOTA y SICA, 2018.

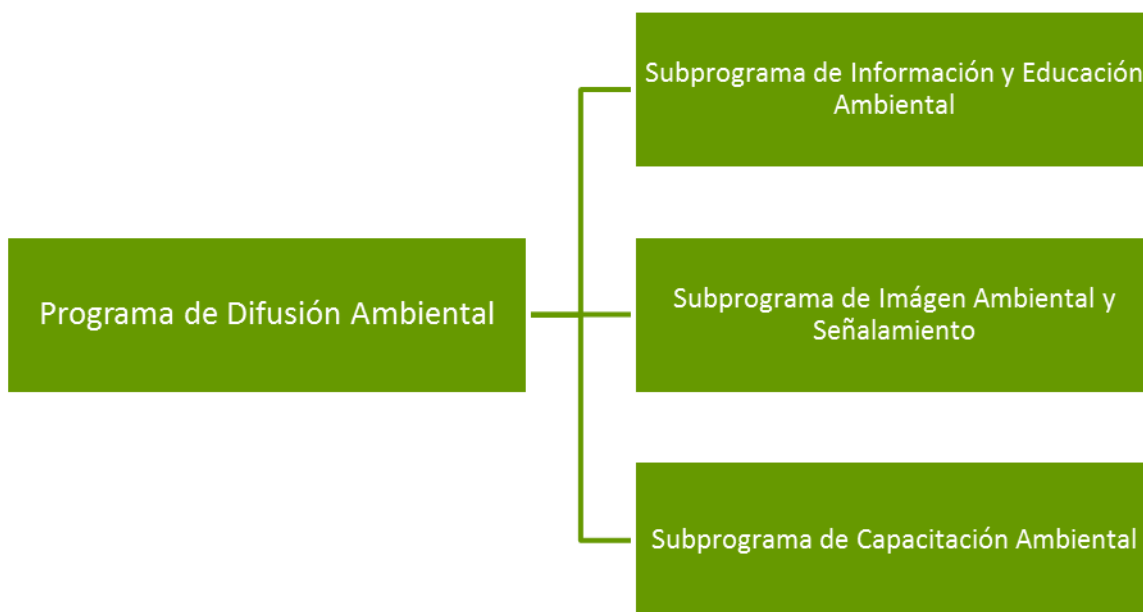
El monitoreo de fauna recomendado para el predio contempla tres tipos básicos de actividades: Monitoreo de Biodiversidad, Monitoreo de Impacto y Monitoreo de Especies de interés particular. En los tres casos, el monitoreo se llevará a cabo en áreas de aprovechamiento y conservación. Se propone registrar los cambios generales en la biodiversidad utilizando 4 grupos indicadores de vertebrados: aves, mamíferos, anfibios y reptiles. Para el monitoreo de impacto la presencia de especies exóticas. El monitoreo se propone en dos etapas. La primera etapa corresponde a los estudios de inventario previos a la preparación del terreno y cada 6 meses durante el primer año de la construcción del proyecto. Para la segunda etapa, se plantea que el programa de monitoreo se realice una vez al año. Dada la diversidad de fauna a monitorear, se propone utilizar ejes de muestreo, sobre los que cruzarán transectos y sobre dichos transectos se localizarán puntos de muestreo. Se propone la realización de 3 transectos perpendiculares a la línea de costa, uno correspondiente al límite norte del predio, uno central y el tercero correspondiente al límite sur del predio. En cada transecto se colocarán tres cercos de desvío para el registro de anfibios y reptiles, 3 redes de niebla y 3 redes de arpa para murciélagos, para aves se utilizarán cinco redes de niebla y 6 puntos de conteo de 25 m de radio.

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL, "PROYECTO DE MEJORA HIDRO-ECOLÓGICA DEL ESTERO LAS GARZAS", SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.

PROGRAMA DIFUSIÓN AMBIENTAL.

Usualmente la falta de información sobre el valor ecológico de los ecosistemas, los bienes y servicios ambientales que estos proporcionan, son las causas de un espectro de uso que puede ir desde un mal manejo hasta su destrucción total. Por lo anterior y reconociendo que en el predio y la región de influencia del proyecto existen ecosistemas de frágil equilibrio y recursos de gran valor ecológico, económico y social, la promovente y el proyecto consideran la implementación de un Programa de Difusión Ambiental (PDA). El nicho de aplicación del PDA se plantea para directivos y empleados del proyecto, empresas prestadoras de servicios, turistas y población de la región. A continuación, se describen los componentes del PDA.

Imagen VI. 19. Programa de Difusión Ambiental del Proyecto.



Fuente: BIOTA y SICA, 2018.

SUBPROGRAMA INFORMACIÓN Y EDUCACIÓN AMBIENTAL

Los objetivos principales de este subprograma son:

- generar y difundir información a los usuarios del desarrollo, sobre el valor ecológico, social, económico y cultural de los ecosistemas y recursos naturales involucrados y
- difundir e informar a empleados, usuarios y población local sobre el manejo y uso sostenible de recursos, así como la prevención de problemas de contaminación ambiental. Para tal efecto, se han diseñado como acciones iniciales algunos materiales que permitirán difundir el valor ambiental de los ecosistemas y recursos del predio y la región, así como su manejo sustentable.

Como apoyo a los otros programas de la Supervisión Ambiental, se diseñarán trípticos que permitan a los trabajadores y usuarios estar mejor informados y ser actores de dichos programas de manejo ambiental. Se señalará asimismo la importancia de separar los residuos que pueden ser generados para poder reutilizarlos o reciclarlos y así disminuir el volumen de residuos que se disponen en el basurero municipal. Otro de los temas que se abordarán con materiales impresos, será el de la normatividad ambiental aplicable al desarrollo. Sobre este tema se consideran dos trípticos, uno para los trabajadores y otro para los usuarios.

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL "PROYECTO DE MEJORA HIDRO-ECOLÓGICA DEL ESTERO LAS GARZAS", SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.

Imagen VI. 20. El manglar del Desarrollo Tres Ríos.

TRES RÍOS ECOPARK

Programa de Supervisión Ambiental

¿Sabes para que sirve el manglar?

El 85.57% del Desarrollo Tres Ríos está cubierto por humedales y manglares

Sabías que?

- El manglar es el ecosistema productivo, el único que es mayor parte de nutrientes y la biodiversidad superior.
- Funciona como el filtro del planeta, evita que los nutrientes lleguen al mar.
- Protege la línea de costa del avance de huracanes y otros sucesos.
- Es hogar de aves migratorias marítimas e insectos.
- La mayor parte de las tortugas marítimas migran de importancia comercial se así en protección de las especies las raíces del manglar.

¿Sabías que?

- Los manglares tienen raíces con las que forman eslagas de la...
- Acumulan el exceso de sal que entra por la...
- Hay aves marítimas que sobreviven en estas zonas...
- Hay cuatro especies de manglares en México que están en peligro de extinción...

¿Sabías que?

- La cantidad de agua que se filtra por las raíces del manglar...
- Hay aves marítimas que sobreviven en estas zonas...

¡FRÚTALA AHORA, DALE SIEMPRE!

Desarrollo Tres Ríos

Fuente: BIOTA y SICA, 2018.

Imagen VI. 21. La selva del Desarrollo Tres Ríos.

TRES RÍOS ECOPARK

Programa de Supervisión Ambiental

¿Por qué es importante la selva?

El 14% de la superficie de Tres Ríos es selva tropical

¿Sabías que en un solo árbol encontramos más de mil especies de insectos diferentes?

El sereno funciona como un gran almacén para la vida, ya que ofrece el hábitat de cobijo y el gran cantidad de alimento.

Los árboles producen oxígeno directamente de la vida y sus recursos.

A nivel mundial, cada segundo se pierden 1 hectárea de selva, lo que equivale a 31 millones de hectáreas por año.

¿Sabías que para hacer un cuaderno de 100 hojas necesitamos que corten árboles? Y que si recicláramos papel ese número se reduciría a la mitad de un árbol por cuaderno.

Muchas aves se refugian en las selvas tropicales de México.

¿Sabías que según los científicos las selvas tropicales se encuentran entre las más antiguas y las más...

¡FRÚTALA AHORA, DALE SIEMPRE!

Desarrollo Tres Ríos

Fuente: BIOTA y SICA, 2018.

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL "PROYECTO DE MEJORA HIDRO-ECOLÓGICA DEL ESTERO LAS GARZAS", SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.

Imagen VI. 22. Manejo de residuos en el Desarrollo Tres Ríos.



Programa de Supervisión Ambiental

¿Qué son los Residuos?
Son los materiales sólidos de origen orgánico e inorgánico que no tienen utilidad práctica o valor comercial para la persona o la actividad que los produce.

¿Cuáles son los tipos de residuos que se arrojan en Tres Ríos?
Organizables: Restos de alimentos, desechos de vegetación.
Reciclables: Plásticos (botellas, envolturas, botellas de mineral, botellas de agua), metales, vidrios, cartón, papel, aluminio, latas, latas de aerosol, envolturas, cables, PVC y otros, otros, botellas, restos de cartones, metales, etc.
No reciclables: Desechos sólidos, envases, plásticos, papel, etc.

¿Cómo que en el Desarrollo Tres Ríos existe un Programa de Manejo de Residuos?
Este programa ha sido creado para recolectar, transportar y disponer finalmente los diferentes tipos de residuos generados en el predio.

¿Por qué es importante este Programa?
El Desarrollo Tres Ríos es un proyecto autorizado por la SEMARNAT, la cual le obliga a tener un control y una disposición final de todos los residuos. Los términos, condiciones y restricciones son regladas por las autoridades ambientales y el mejoramiento de éstas puede hacer que Tres Ríos se haga atractiva a muchas personas.

¿Qué debe hacer para participar en este Programa?
Implica las medidas de un productor y depositarlos en las bolsas que le proporciono.

¿Qué debe hacer para participar en este Programa?
Organizables: Restos de alimentos, desechos de vegetación.
Reciclables: Plásticos (botellas, envolturas, botellas de mineral, botellas de agua), metales, vidrios, cartón, papel, aluminio, latas, latas de aerosol, envolturas, cables, PVC y otros, otros, botellas, restos de cartones, metales, etc.
No reciclables: Desechos sólidos, envases, plásticos, papel, etc.

¿Qué pasa si no dispongo correctamente los residuos?
• La descomposición de los residuos genera malos olores, son fuentes abarrotadas de contaminación que se filtra a las aguas subterráneas.
• Favorece la aparición de fauna nociva (tales como cucarachas, ratas, etc.).
• No es un procedimiento de disposición.
• Genera un ambiente desagradable a los visitantes.

¿Cómo que en el Desarrollo Tres Ríos existe un Programa de Manejo de Residuos?
Este programa ha sido creado para recolectar, transportar y disponer finalmente los diferentes tipos de residuos generados en el predio.

¿Por qué es importante este Programa?
El Desarrollo Tres Ríos es un proyecto autorizado por la SEMARNAT, la cual le obliga a tener un control y una disposición final de todos los residuos. Los términos, condiciones y restricciones son regladas por las autoridades ambientales y el mejoramiento de éstas puede hacer que Tres Ríos se haga atractiva a muchas personas.

¿Qué debe hacer para participar en este Programa?
Implica las medidas de un productor y depositarlos en las bolsas que le proporciono.

Fuente: BIOTA y SICA, 2018.

SUBPROGRAMA IMAGEN AMBIENTAL Y SEÑALAMIENTOS.

Este subprograma tiene como objetivos centrales implementar mecanismos e instrumentos para la información o prevención sobre el uso de la infraestructura turística y áreas de conservación. Así como el manejo y uso sustentable de ecosistemas, flora y fauna. Se considera el uso de dos tipos de señalamientos:

- Señalamientos de rutas o viales (Estos serán colocados en el acceso, estacionamiento y sistema vial).
- Señalamientos ambientales. Los señalamientos ambientales son los que se utilizarán como apoyo a las actividades de apreciación del predio. Consisten en carteles donde se ubica de manera clara la ubicación de las rutas de las diferentes actividades, los ecosistemas que componen el desarrollo, y se resaltan los elementos acuáticos que caracterizan al predio: los "ríos y canales". En estos señalamientos se describen los sitios de interés y se da una explicación general sobre los ecosistemas existentes en el predio, así como una descripción de la Mejora Hidrológica implementada.

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL
 "PROYECTO DE MEJORA HIDRO-ECOLÓGICA DEL ESTERO LAS GARZAS",
 SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.

Imagen VI. 23. Sistema de señalización ambiental.



Fuente: BIOTA y SICA, 2018.

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL,
 "PROYECTO DE MEJORA HIDRO-ECOLÓGICA DEL ESTERO LAS GARZAS",
 SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.

Imagen VI. 24. (continuación). Sistema de señalización ambiental.



Fuente: BIOTA y SICA, 2018.

SUBPROGRAMA CAPACITACIÓN AMBIENTAL

Los objetivos son:

- promover la sensibilización, reflexión y concientización de los constructores y operadores del desarrollo turístico sobre el valor e importancia de preservar los ecosistemas y recursos naturales involucrados en el terreno y la zona de influencia del proyecto,
- capacitar a constructores y operadores del desarrollo sobre la aplicación y cumplimiento de la normativa e instrumentos ambientales aplicables al desarrollo,
- informar al personal sobre las obligaciones ambientales que adquieren al formar parte de la fuerza laboral del proyecto,
- promover una actitud responsable en el uso y manejo de los recursos naturales del predio y
- cumplir con uno de los preceptos del turismo socialmente responsable que es la comunicación y difusión ambiental de los usuarios y población de la región.

En la Tabla siguiente, se presenta la relación de los temas que serán abordados como mínimos para la capacitación de los actores involucrados en la construcción y operación del proyecto.

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL "PROYECTO DE MEJORA HIDRO-ECOLÓGICA DEL ESTERO LAS GARZAS", SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.

Tabla VI. 36. Talleres de capacitación general y ambiental que serán impartidos al personal involucrado en la construcción y operación del proyecto.

| TEMA | OBJETIVOS |
|---|--|
| Vegetación del Desarrollo. | <p>Temática:</p> <p style="text-align: center;">Importancia de las plantas en los ecosistemas</p> <p>Conceptos básicos: botánica, etnobotánica, plantas nativas, plantas exóticas, riesgo, protección especial, epífita, parásita.</p> <p style="text-align: center;">Características de la selva baja subperennifolia y el manglar.</p> <p>Descripción de principales especies de flora presentes en el predio (características externas, reproducción, alimentación, propiedades medicinales, importancia económica, relación con la cultura maya).</p> <p style="text-align: center;">Duración y Metodología:</p> <p>taller que incluyen aspectos teóricos, complementados con recorridos en campo por senderos, vivero temporal canales y cenotes. Sesiones de preguntas y respuestas.</p> |
| Fauna del Desarrollo | <p>Temática:</p> <p style="text-align: center;">Descripción e importancia de la fauna existente en la región.</p> <p>Conceptos básicos: zoología, extinción, domesticación, sobreexplotación, especie, endémica, nativa.</p> <p style="text-align: center;">Duración y Metodología:</p> <p>Exposición oral con recorridos en campo por senderos, vivero temporal canales y cenotes. Sesiones de preguntas y respuestas.</p> |
| Normatividad ambiental aplicable al proyecto. | <p>Temática:</p> <p style="text-align: center;">Ordenamiento Ecológico del Corredor Cancún-Tulum</p> <p style="text-align: center;">Oficios Resolutivos</p> <p style="text-align: center;">NOM's aplicables.</p> <p style="text-align: center;">Duración y Metodología:</p> <p>exposición oral complementada con sesiones de preguntas y respuestas al terminar cada tema.</p> |
| Los ecosistemas. | <p>Temática:</p> <p style="text-align: center;">El manglar, el arrecife, la selva y los cenotes.</p> <p style="text-align: center;">Bienes y servicios ambientales de los ecosistemas.</p> <p style="text-align: center;">Duración y Metodología:</p> <p>exposición oral complementada con sesiones de preguntas y respuestas.</p> |
| Atención de contingencias: incendios | <p>Temática:</p> <p style="text-align: center;">Uso y función del equipo contra incendios.</p> <p style="text-align: center;">Ruta crítica que seguir en caso de presentarse un incendio</p> <p style="text-align: center;">Atención primaria a un incendio.</p> <p>Uso y función de equipo para control de derrames de sustancias riesgosas en suelo y agua.</p> <p style="text-align: center;">Duración y Metodología:</p> <p>Dos sesiones de entrenamiento a cargo del Cuerpo de Bomberos y Protección Civil del Municipio.</p> |

Fuente: BIOTA y SICA, 2018.

**MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL,
"PROYECTO DE MEJORA HIDRO-ECOLÓGICA DEL ESTERO LAS GARZAS",
SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.**

PROGRAMA SEGURIDAD Y ATENCIÓN A CONTINGENCIAS AMBIENTALES.

El proceso de construcción, operación y mantenimiento del proyecto considera la eventualidad que pudieran generarse situaciones de riesgo involuntarias o accidentales que pongan en riesgo al personal, usuarios o turistas del desarrollo. El promovente también considera los riesgos que pueden ser generados por los fenómenos naturales comunes en la región, como son los incendios forestales, las inundaciones y los huracanes. Por lo anterior, la promovente y el proyecto consideran la implementación de un Programa de Seguridad y Atención a Contingencias Ambientales (PSACA).

Imagen VI. 25. Programa de Seguridad y Atención a Contingencias Ambientales del Proyecto.



Fuente: BIOTA y SICA, 2018.

SUBPROGRAMA SALUD Y SEGURIDAD

Este subprograma tiene como objetivos principales:

- a) implementar un programa de seguridad, atención y prevención de accidentes y riesgos de trabajo y
- b) operar un comité de seguridad y atención a contingencias ambientales, en coordinación con autoridades competentes.

SUBPROGRAMA PREVENCIÓN Y MANEJO DE CONTINGENCIAS

Son dos los objetivos de este subprograma:

- a) implementar un sistema de prevención y atención a contingencias ocasionadas por incendios, inundaciones, huracanes, derrames de sustancias peligrosas al suelo y agua, entre otros y
- b) operar un comité de seguridad y atención a contingencias ambientales, en coordinación con autoridades competentes.

Las medidas iniciales que se considera implementar para ambos subprogramas son:

- Señalamientos para indicar las rutas de evacuación en inmuebles y las salidas de emergencia.
- Extintores acordes al tipo de cada edificación y materiales con los que están construidos.
- Programas de mantenimiento a los barandales de balcones y escaleras, para asegurar su buen estado.
- Un área y materiales de primeros auxilios.
- El servicio de un paramédico de planta.
- Un sistema de comunicación interna donde se notifican las alertas.
- Seguimiento al sistema de alerta temprana de fenómenos hidrometeorológicos.

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL. "PROYECTO DE MEJORA HIDRO-ECOLÓGICA DEL ESTERO LAS GARZAS", SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.

- Emisión de boletines hidrometeorológicos internos.
- Obtención del directorio de refugios anticiclónicos
- Identificación de sitios de riesgo en el predio.
- Programa de mantenimiento y supervisión de instalaciones eléctricas.
- Programa de mantenimiento y supervisión de las instalaciones de gas L.P.
- Difusión de materiales y equipos mínimos de sobrevivencia en caso de huracanes.
- Control estricto sobre la disposición, manejo y señalamiento de sustancias y materiales inflamables.
- Definir un Reglamento de Control Ambiental, en el que se cuenten con un manual de procedimientos en caso de contingencias ambientales que incluya las estrategias a seguir en caso de huracanes e incendios.

CONCLUSIONES DEL SISTEMA DE MANEJO Y GESTIÓN AMBIENTAL.

Con la finalidad de resumir las acciones, medidas y compromisos que establece la promotora para el manejo y mitigación de los impactos ambientales previstos con la implementación del proyecto, se estructuró una Matriz de Interacciones en la que se vinculan dichos impactos con las acciones para mitigarlos o manejarlos, en el marco de operación del SMGA planteado para el proyecto. La implementación del SMGA garantizará la atención y mitigación adecuada de los impactos ambientales esperados con la construcción y operación del Proyecto Crisálida haciendo de este, un proyecto con viabilidad ecológica en cada una de las etapas de su implementación.

“Con base en la presente Evaluación de Impacto Ambiental, es posible concluir que la implementación del proyecto implica la generación de impactos ambientales negativos, que en su mayoría son poco significativos, en contraparte a los impactos ambientales que naturalmente se están presentando y que están llevando a la pérdida del Ecosistema del Manglar. Considerando esta situación, y el hecho de que su diseño se basó en una cuidadosa estrategia de planificación ambiental y el compromiso de la promotora de implementar el SMGA (que garantiza el manejo y mitigación de dichos impactos), en caso de que el proyecto sea aprobado por la autoridad ambiental, se concluye que el del Proyecto es viable desde el punto de vista ambiental. A dicha viabilidad habrá que considerar los importantes beneficios Ambientales, Sociales y Económicos que representa su construcción y operación, en términos del monto de la inversión, la generación de empleos directos e indirectos, la captación de turistas y la derrama de beneficios económicos para el Municipio de Solidaridad y el estado de Quintana Roo, pero sobre todo el beneficio de mejorar y conservar el Ecosistema de Manglar y por consiguiente la Fauna y Flora que en él habitan.

VI. 3. Seguimiento y control (monitoreo).

Con la finalidad de cumplir con la implementación de medidas de prevención y mitigación ambiental se deberá aplicar una estrategia de planeación, programación, presupuesto y control, asesorías, cuando aplique. Adicionalmente, la implementación de medidas de prevención y mitigación ambientales en este tipo de proyectos suelen ser variables y dependientes de varios componentes (aire, geología y geomorfología, suelo, hidrología superficial y subterránea, suelos, vegetación, fauna y socioeconómicos). Estos componentes contienen factores, que son impactados por las actividades que se realizan en cada una de las etapas del Proyecto (Preparación del sitio, Construcción y Operación y Mantenimiento).

Tabla VI. 37. Seguimiento y control de las medidas generales.

| Medida | | Documento o implementación | Seguimiento |
|--------------------------------|---|---|---|
| Medidas de manejo | | | |
| 1 | Capacitación ambiental en todos sus trabajadores y exigir la capacitación de los contratistas que tengan asignadas las distintas obras, para el cumplimiento de las medidas previstas en el estudio y la concientización de los trabajadores. | Presentación del Programa o documento de difusión de las medidas | Listas de asistencia a los cursos Relación de recibimiento de la información |
| 2 | Establecer como una actividad cotidiana, durante todo el tiempo de duración de la obra, que el personal induzca el ahuyentamiento de la fauna, sobre todo la que tiene un lento desplazamiento, como reptiles, incluyendo la reubicación de sus madrigueras o nidos, en sitios más conservados. | Presentación del programa Impartición de pláticas periódicas (cada 6 meses) | Listas de asistencia a los cursos Relación de recibimiento de la información |
| 3 | Establecer a los trabajadores prohibiciones estrictas y sanciones para evitar acciones que afecten a la fauna silvestre, como la caza, captura y compraventa, así como la muerte de cualquier tipo de fauna, incluyendo a la vegetación existente. | Presentación del programa Impartición de pláticas periódicas (cada 6 meses) | Listas de asistencia a los cursos Relación de recibimiento de la información |
| 4 | Durante la práctica de desmonte y despalle, se deben triturar los residuos vegetales depositando y mezclando con el suelo, en la zona adyacente o perimetral al proyecto, para el enriquecimiento de las condiciones edáficas | Registro de los volúmenes de residuos vegetales | Bitácora Memoria fotográfica de la colocación de la materia vegetal |
| 5 | En todas las áreas, realizar la eliminación de la vegetación por medios mecánicos y manuales nunca con métodos químicos, ni quemas de los residuos orgánicos, se deberá evitar el uso de pesticidas. | Bitácora Registro fotográfico de la actividad | Bitácora Registro fotográfico de la actividad |
| 6 | Efectuar limpieza de los sitios al concluir las etapas de preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento. | Bitácora Registro fotográfico de la actividad Contrato con la empresa que moverá los residuos | Bitácora Registro fotográfico de la actividad Constatar el cumplimiento del contrato |
| Medidas de prevención | | | |
| 7 | Los camiones que circulen con materiales que emitan polvo deberán estar cubiertos con una lona. | Oficio con la instrucción | Bitácora Registro fotográfico |
| 8 | Circular a baja velocidad para evitar al mínimo la dispersión de polvos ocasionado por el flujo vehicular en los caminos de acceso y respetar el límite de velocidad, para proteger a la fauna que cruza por estas vías. | Oficio con la instrucción | Bitácora Registro fotográfico |
| Medidas de minimización | | | |

**MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL,
"PROYECTO DE MEJORA HIDRO-ECOLÓGICA DEL ESTERO LAS GARZAS",
SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.**

| | Medida | Documento o implementación | Seguimiento |
|----|---|---|--|
| 9 | Colocar la capa superficial del suelo (máximo hasta los 15 cm de profundidad) de los despalmes en un sitio destinado ex profeso y colocarlo posteriormente en la parte superficial, para utilizarlo en la construcción de áreas verdes o en aquellos sitios destinados a la recuperación ecológica, a fin de recuperar la condición orgánica del suelo y favorecer la colonización vegetal. | Plano con los sitios para colocación del material Bitácora Registro fotográfico | Bitácora Registro fotográfico |
| 22 | En las diferentes actividades realizadas en las obras, cerrar cualquier zanja abierta, para evitar que se convierta en trampa para fauna. | Oficio con la instrucción | Bitácora Registro fotográfico |

Fuente: BIOTA y SICA, 2018.

VI.4. Información necesaria para la fijación de montos para fianzas:

En base al acuerdo mediante el cual se expide los costos de referencia para reforestación o restauración y su mantenimiento para compensación ambiental por cambio de uso de suelo en terrenos forestales y la metodología para su estimación. Publicado en el año 2006. El costo por este rubro se obtiene en base a la siguiente tabla.

Tabla VI. 38. Costos de referencia para compensación ambiental

| CONCEPTO | ÁREA GEOGRÁFICA PARA EL SALARIO MÍNIMO VIGENTE | COSTO DE REFERENCIA PARA COMPENSACIÓN AMBIENTAL POR ECOSISTEMA [MONTO (\$) POR HECTÁREA] | | | |
|--|--|---|----------|-------------------|-----------|
| | | TEMPLADO-FRÍO | TROPICAL | ÁRIDO Y SEMIÁRIDO | HUMEDALES |
| Actividades de reforestación o restauración y su mantenimiento | A | 9,447.08 | 7,795.08 | 5,951.63 | 11,295.08 |
| | B | 9,259.84 | 7,607.84 | 5,817.24 | 11,107.84 |
| | C | 9,092.44 | 7,440.44 | 5,697.09 | 10,940.44 |

Fuente: BIOTA y SICA, 2018.

En el área del proyecto se cuenta solo con ecosistema Tropical y Humedal por la zona geográfica corresponde a la “A” pero derivado del cambio del valor del salario mínimo con respecto a la fecha de publicación se desarrolla a continuación el cálculo del costo por ecosistema y hectárea.

Costo por hectárea, para actividades de reforestación o restauración y su mantenimiento = (precio de la planta para reforestación multiplicado por el número de plantas necesarias) + (Precio de la mano de obra multiplicado por el número de jornales requeridos para reforestación) + (Precio del transporte de planta multiplicado el número de kilómetros necesarios) + (Precio de la mano de obra multiplicado por el número de jornales requeridos para las obras de conservación de suelos y preparación para la reforestación) + (Precio de la mano de obra multiplicado por el número de jornales requeridos para llevar a cabo el mantenimiento) + (precio de la mano de obra multiplicada por el número de jornales requeridos para llevar a cabo la asesoría técnica).

I.-El precio de la planta es el que se señala en la tabla:

Tabla VI. 39. Costo de la planta

| Ecosistema | Costo de planta |
|------------|-----------------|
| Humedal | \$15.00 |

Fuente: BIOTA y SICA, 2018.

II.- El precio del flete de planta, incluyendo la carga y descarga es de: \$150.00 por kilómetro.

III.- El precio de la mano de obra, es el equivalente al salario mínimo vigente para cada área geográfica (smvz), determinado por la Comisión Nacional de Salarios Mínimos, por lo cual el valor es de:

Tabla VI. 40. Precio de la mano de obra

| ÁREA GEOGRÁFICA | MONTO DEL SALARIO MÍNIMO/POR JORNAL |
|-----------------|-------------------------------------|
| Todas | \$88.63 |

Fuente: BIOTA y SICA, 2018.

Las cantidades para determinar los costos de referencia son las siguientes:

I.- La cantidad de plantas o densidad de plantaciones igual al número de plantas requerido por ecosistema para garantizar la restauración de acuerdo con la tabla:

Tabla VI. 41. Número de plantas por hectárea.

| ECOSISTEMA | (NÚMERO DE PLANTAS POR HECTÁREA) |
|------------|----------------------------------|
| Humedal | 2,800 |

Fuente: BIOTA y SICA, 2018.

**MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL
"PROYECTO DE MEJORA HIDRO-ECOLÓGICA DEL ESTERO LAS GARZAS",
SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.**

- II.- La cantidad de mano de obra por hectárea para llevar a cabo la reforestación es igual a 19 jornales
- III.- La cantidad de mano de obra por hectárea para llevar a cabo las obras de conservación de suelos y preparación para la reforestación es de 70 jornales
- IV.- La cantidad de mano de obra por hectárea para llevar a cabo el mantenimiento es igual a: 28 jornales
- V.- La cantidad de mano de obra por hectárea para la asesoría técnica es igual a: 7 jornales

Por lo cual el valor para calcular el costo por hectáreas es el siguiente.

Costo por hectárea, para actividades de reforestación o restauración y su mantenimiento =
 $(15 \times 2,800) + (19 \times 88.36) + (150 \times 60) + (70 \times 88.36) + (28 \times 88.36) + (7 \times 88.63) = \$61,958.53$ por hectárea.

Así mismo en base al Acuerdo por el que se establecen los niveles de equivalencia para la compensación ambiental por el cambio de uso de suelo en terrenos forestales se mencionan a continuación.

Tabla VI. 42. Niveles de equivalencia para la compensación ambiental por el cambio de uso.

| I. TIPO DE ECOSISTEMA | PUNTOS |
|--|-----------|
| a. Semiárido, trópico seco | 1 |
| b. Humedales sin mangle, templado frío, excepto bosque mesófilo de montaña, trópico húmedo, excepto selva alta perennifolia | 3 |
| c. Humedales con mangle, vegetación de galería, bosque mesófilo de montaña y selva alta perennifolia | 5 |
| II. ESTADO DE CONSERVACIÓN DE LA VEGETACIÓN | |
| a. Vegetación secundaria en proceso de degradación | 1 |
| b. Vegetación secundaria en proceso de recuperación o en buen estado de conservación | 2 |
| c. Vegetación primaria en proceso de degradación | 3 |
| d. Vegetación primaria en proceso de recuperación o en buen estado de conservación | 4 |
| III. PRESENCIA DE ESPECIES DE FLORA O FAUNA SILVESTRE LISTADAS EN ALGUNA CATEGORÍA DE RIESGO DE ACUERDO CON LA NOM-59-SEMARNAT-2001 | |
| a. Sujetas a protección especial | 1 |
| b. Amenazadas | 2 |
| c. En peligro de extinción | 3 |
| * Si cualquiera de las especies presentes es endémica se suma un punto adicional | (+1) |
| IV. SERVICIOS AMBIENTALES ESTABLECIDOS EN LA LGDFS QUE SE AFECTAN | |
| a. Cuando se dejen de prestar hasta cuatro servicios ambientales | 1 |
| b. Cuando se dejen de prestar más de cuatro servicios ambientales | 2 |
| V. PRESENCIA DEL PROYECTO EN ÁREAS DE CONSERVACIÓN | |
| a. Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICA's), Regiones Terrestres Prioritarias (RTP's) o Regiones Hidrológicas Prioritarias (RHP's) | 1 |
| b. Áreas Naturales Protegidas de carácter municipal, estatal o federal consideradas como de aprovechamiento restringido | 2 |
| c. Áreas Naturales Protegidas de carácter municipal, estatal o federal consideradas como de conservación o protección | 3 |
| VI. CARACTERÍSTICAS DE LA ACTIVIDAD U OBRA | |
| a. Trazo lineal que no implique el confinamiento del área | 1 |
| b. Trazo poligonal que no implique el confinamiento del área | 2 |
| c. Trazo poligonal que implique el confinamiento del área | 3 |
| d. Trazo lineal que implique el confinamiento del área | 4 |
| VII. AFECTACIÓN A LOS RECURSOS SUELO/VEGETACIÓN | |
| a. Afectación de la vegetación de manera temporal | 1 |
| b. Afectación de la vegetación de manera permanente | 2 |
| c. Afectación de la vegetación con sellamiento del suelo | 3 |
| VIII. BENEFICIO | |
| a. Ambiental | 0 |
| b. Social | 1 |
| c. Particular | 2 |
| TOTAL | 15 |

Fuente: BIOTA y SICA, 2018.

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL, "PROYECTO DE MEJORA HIDRO-ECOLÓGICA DEL ESTERO LAS GARZAS", SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.

En base a la tabla anterior se obtiene el valor de la compensación ambiental con ayuda de la siguiente fórmula

Fórmula: $CA = (Po) (Fc) (S)$

Donde:

CA= Compensación ambiental

Po = Puntuación obtenida

Fc= Factor de conversión (derivado de dividir la equivalencia máxima a compensar entre la suma de los máximos puntajes de los criterios establecidos) $6/27 = 0.22$

S= Superficie por afectar.

La relación que compensar por hectárea en el proyecto es de 1:3.3 Derivado que en el SAR se tendrá una afectación de 9.09 ha. De uso de suelo forestal. El área total que compensar es de:

$$CA = (15 * 0.22 * 9.09) = 29.99 \text{ Ha}$$

A partir de la necesidad de garantizar que durante la realización de las obras no se produzcan daños graves a los ecosistemas, se establece que:

“La Secretaría podrá exigir el otorgamiento de seguros o garantías respecto del cumplimiento de las condiciones establecidas en las autorizaciones, cuando durante la realización de las obras puedan producirse daños graves a los ecosistemas

Se considerará que pueden producirse daños graves a los ecosistemas, cuando:

- I. Puedan liberarse sustancias que al contacto con el ambiente se transformen en tóxicas, persistentes y bioacumulables;
- II. En los lugares en los que se pretenda realizar la obra o actividad existan cuerpos de agua, especies de flora y fauna silvestre o especies endémicas, amenazadas, en peligro de extinción o sujetas a protección especial;
- III. Los proyectos impliquen la realización de actividades consideradas altamente riesgosas conforme a la Ley, el reglamento respectivo y demás disposiciones aplicables, y
- IV. Las obras o actividades se lleven a cabo en Áreas Naturales Protegidas.”

De esta forma, será necesario que la empresa constructora o el promovente recurra a presentar una fianza de protección ambiental; con este instrumento se dará cumplimiento a las demandas de protección a la fauna además de garantizar las medidas de protección y compensación a la vegetación eliminada, establecida por la CONAFOR y la Ley para el Desarrollo Sustentable Forestal y demás ordenamientos jurídicos, para este tipo de actividades.

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL
 “PROYECTO DE MEJORA HIDRO-ECOLÓGICA DEL ESTERO LAS GARZAS”,
 SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.

Tabla VI. 43. Desglose de los costos totales por acción.

| | |
|---|--------------------|
| PROGRAMA DE PLANIFICACIÓN Y GESTIÓN AMBIENTAL | \$200,000 |
| PROGRAMA DE SUPERVISIÓN AMBIENTAL | \$250,000 |
| PROGRAMA DE MANEJO INTEGRAL DE VEGETACIÓN | |
| 1. Manejo de áreas de conservación | |
| 2. Reforestación | |
| 3. Uso de Áreas Verdes | |
| 4. Vivero y rescate | \$300,000 |
| PROGRAMA DE MANEJO INTEGRAL DE FAUNA | |
| 1. Manejo y rescate | |
| 2. Control de fauna nociva | \$300,000 |
| PROGRAMA DE MANEJO INTEGRAL DE RESIDUOS | |
| 1. Residuos líquidos | |
| 2. Residuos solidos | |
| 3. Residuos Peligrosos | \$200,000 |
| PROGRAMA DE MONITOREO AMBIENTAL | |
| 1. Monitoreo de fauna | |
| 2. Monitoreo de Vegetación | |
| 3. Calidad del agua | \$350,000 |
| PROGRAMA DE DIFUSIÓN AMBIENTAL | |
| 1. Información y educación ambiental | |
| 2. Imagen ambiental y señalamiento | |
| 3. Capacitación ambiental. | \$200,000 |
| PROGRAMA DE SEGURIDAD Y CONTINGENCIAS AMBIENTALES | |
| 1. Salud y seguridad | |
| 2. Prevención y Manejo de Contingencias | \$200.000 |
| PROGRAMA TÉCNICO ECONÓMICO. | \$150,000 |
| TOTAL | \$2,150,000 |

Fuente: BIOTA y SICA, 2018.

Nota: Los valores y programas son estimados, una vez que se obtenga el resolutivo correspondiente se ajustarán a los programas solicitados, así como a los costos reales, todo esto dentro del Programa Técnico Económico que se presentará para su evaluación.

COSTO GENERAL DE LA IMPLEMENTACIÓN DE LAS MEDIDAS DE COMPENSACIÓN Y MITIGACIÓN.

En resumen, el costo general para la implementación de todas las medidas de compensación y mitigación es de **\$2,150,000** (Dos millones ciento cincuenta mil pesos 00/100 MN.), anualmente.



TRESRIOS

CAPÍTULO VII.
PRONÓSTICOS AMBIENTALES REGIONALES
Y EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS.

Contenido

| | |
|--|----|
| VII.1. Descripción y análisis del escenario sin proyecto. | 5 |
| VII.2. Descripción y análisis del escenario con proyecto. | 31 |
| VII.2.1. Factor Ambiental Hidrología. | 47 |
| VII.2.2. Factor Ambiental Vegetación. | 48 |
| VII.2.3. Factor Ambiental Fauna. | 49 |
| VII.2.4. Factor Ambiental Sociedad. | 50 |
| VII.2.5, Factor Ambiental Economía. | 51 |
| VII.3. Descripción y análisis del escenario considerando las medidas de mitigación. | 52 |
| VII.4. Pronóstico ambiental. | 56 |
| VII.5. Evaluación de alternativas. | 71 |
| VII.6. Conclusiones. | 72 |

Tablas

| | |
|--|----|
| Tabla VII. 1. Ponderación del aire. | 5 |
| Tabla VII. 2. Ponderación del suelo. | 7 |
| Tabla VII. 3. Ponderación de la hidrología. | 10 |
| Tabla VII. 4. Ponderación de la geomorfología. | 12 |
| Tabla VII. 5. Ponderación de la vegetación. | 14 |
| Tabla VII. 6. Ponderación de la fauna. | 17 |
| Tabla VII. 7. Ponderación de la presencia antrópica. | 19 |
| Tabla VII. 8. Tabla de ponderación de la calidad ambiental. | 21 |
| Tabla VII. 9. Diagnóstico ambiental del Predio DTR. | 24 |
| Tabla VII. 10. Calidad Ambiental de los atributos utilizados en la modelación KSIM para el Sistema Ambiental Regional Mejora hidro-ecológica, municipio de Solidaridad, Q. Roo. | 26 |
| Tabla VII. 11. Comportamiento de la Calidad Ambiental del SAR, a corto, mediano y largo plazo, sin la inclusión de ningún tipo de proyecto. | 27 |
| Tabla VII. 12. Modificación de la Calidad Ambiental del SAR, a corto, mediano y largo plazo, sin la integración de ningún tipo de Proyecto. | 27 |
| Tabla VII. 13. Uso de Suelo y Vegetación Presentes en el Predio Desarrollo Tres Ríos. | 32 |
| Tabla VII. 14. Unidades del Paisaje. | 34 |
| Tabla VII. 15. Análisis regional a escala 1:6, 500. | 36 |
| Tabla VII. 16. Afectación Total. | 36 |
| Tabla VII. 17. Ponderación regional a escala 1:6,500 una vez ingresado el proyecto. | 37 |
| Tabla VII. 18. Diferencia de coeficientes de impacto (pérdida de superficie equivalente) | 37 |
| Tabla VII. 19. Diferencia de coeficientes de impacto (pérdida de superficie equivalente) con el Proyecto Original y el Proyecto con modificaciones. | 42 |
| Tabla VII. 20. Comportamiento de la Calidad Ambiental del Sistema Ambiental con la integración del Proyecto Mejora hidro-ecológica, en el municipio de Solidaridad, Quintana Roo, México, a corto, mediano y largo plazo. | 43 |
| Tabla VII. 21. Modificación de la calidad ambiental del SAR con la integración del Proyecto Mejora hidro-ecológica, en el municipio de Solidaridad, Quintana Roo, México. | 45 |
| Tabla VII. 22. Modificación de la Calidad Ambiental por Factor, en 30 años y porcentaje, impacto acumulativo y variación anual del Proyecto Mejora hidro-ecológica, en el municipio de Solidaridad, Quintana Roo, México. | 46 |
| Tabla VII. 23. Ponderación de Impactos del Proyecto Mejora hidro-ecológica, en el municipio de Solidaridad, Quintana Roo, México, de acuerdo con Bojórquez Tapia, 1998. | 52 |

Tabla VII. 24. Análisis de los Impactos directos y residuales del Proyecto Mejora hidro-ecológica, en el municipio de Solidaridad, Quintana Roo, México. 55

Imagen

| | |
|---|----|
| Imagen VII. 1. Diagnóstico Ambiental del Predio del Proyecto (componente aire). | 6 |
| Imagen VII. 2. Diagnóstico Ambiental del Predio del Proyecto (componente suelo)..... | 8 |
| Imagen VII. 3. Diagnóstico Ambiental del Predio del Proyecto (componente hidrología). | 11 |
| Imagen VII. 4. Diagnóstico Ambiental del Predio del Proyecto (componente geomorfología)..... | 13 |
| Imagen VII. 5. Diagnóstico Ambiental del Predio del Proyecto (componente vegetación)..... | 15 |
| Imagen VII. 6. Diagnóstico Ambiental del Predio del Proyecto (componente fauna). | 18 |
| Imagen VII. 7. Diagnóstico Ambiental del Predio del Proyecto (componente presencia antrópica). | 20 |
| Imagen VII. 8. Diagnóstico Ambiental del Sistema Ambiental del Proyecto. | 22 |
| Imagen VII. 9. Diagnóstico Ambiental del Sistema Ambiental del Proyecto con transparencia al 40%. | 23 |
| Imagen VII. 10. Tipos De Vegetación Localizados en el Predio Desarrollo Tres Ríos..... | 33 |
| Imagen VII. 11. Unidades de Paisaje del Predio Desarrollo Tres Ríos. | 35 |
| Imagen VII. 12. Condición actual del Proyecto Mejora Hidro Ecológica sin las unidades de paisaje. | 38 |
| Imagen VII. 13. Condición actual del Proyecto Mejora Hidro Ecológica con las unidades de paisaje..... | 39 |
| Imagen VII. 14. Ubicación de las unidades de paisaje, modificadas por el Proyecto en Google Maps. | 40 |
| Imagen VII. 15. Ubicación de las unidades de paisaje, modificadas por el Proyecto en Google Earth. | 41 |
| Imagen VII. 16. Esquema PER – Indicadores de Calidad Ambiental. | 57 |
| Imagen VII. 17. Fotografía del SAR Punta Bete-Punta Maroma donde se pueden apreciar las características originales de la barrera arrecifal y de la línea de costa. | 57 |
| Imagen VII. 18. Efectos de la erosión marina y el vertimiento natural de arena en el litoral norte del predio Tres Ríos provocados por el huracán Wilma en el año 2005. | 58 |
| Imagen VII. 19. Retroceso de la línea de costa en el litoral norte del predio Tres Ríos entre octubre de 2004 y agosto de 2010. En la foto se observa el estero del predio. | 58 |
| Imagen VII. 20. Ejemplos de los efectos sobre la estructura y funciones de los tipos fisonómicos..... | 59 |
| Imagen VII. 21. Efectos de la conexión y desconexión hidrológica sobre la estructura y funciones de los tipos fisonómicos de manglar asociados al estero del predio Tres Ríos. | 60 |
| Imagen VII. 22. Ejemplo de los efectos sobre la estructura, densidad, y servicios ambientales del manglar por aumento de la salinidad del suelo y desconexión hidrológica con la influencia mareal. | 61 |
| Imagen VII. 23. Funciones, productos y atributos ambientales potenciales del manglar referidos por la IUCN; comparativamente con el caso del matorral sin conexión hidrológica permanente con el mar. | 62 |
| Imagen VII. 24. Condición actual del manglar de baja estructura y limitados servicios ambientales, que ocupa la planicie de inundación asociada al estero Las Garzas en el predio Tres Ríos, en riesgo de por aumento de la salinidad del suelo. | 63 |
| Imagen VII. 25. Efecto de la evaporación, salinización y desconexión hidrológica en períodos de sequía sobre el manglar de matorral que ocupa la planicie de inundación asociada al estero Las Garzas en el predio del Desarrollo Tres Ríos..... | 63 |
| Imagen VII. 26. Conceptualización de la relación entre los tipos fisonómicos de manglar y los factores que modulan su deterioro y que en sentido inverso determinan la posibilidad de su restauración..... | 64 |
| Imagen VII. 27. Creación de hábitats y nichos ecológicos acuáticos y litorales con manglar del tipo fisonómico borde, como consecuencia natural de la creación del ecosistema acuático con funcionamiento estuarino en el predio Mayakoba. | 65 |
| Imagen VII. 28. Ejemplos de especies y de usos por de los hábitats y nichos ecológicos acuáticos y litorales con manglar del tipo fisonómico borde por la avifauna, en el ecosistema acuático con funcionamiento estuarino del predio Mayakoba..... | 66 |
| Imagen VII. 29. Foto aérea para observar comparativamente los tipos fisonómicos y condiciones del manglar en el predio Mayakoba y el predio colindante..... | 70 |

**MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL
"PROYECTO DE MEJORA HIDRO-ECOLÓGICA DEL ESTERO LAS GARZAS"
SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.**

Imagen VII. 30. Incremento de la estructura del manglar de cuenca por efecto de la del sistema de canales, a la izquierda antes y a la derecha después de su implementación. 70

Imagen VII. 31. Análisis de los parámetros del manglar de cuenca en el predio Mayakoba en 1998 antes de la implementación del sistema de canales y en 2008 después de ella; para compararlos con el simultáneo en 2008 en el predio colindante al sur. 70

Gráfica

Gráfica VII. 1. Diagnóstico Ambiental del Predio DTR. 24

Gráfica VII. 2. Tendencia del SAR sin la incorporación del Proyecto Mejora hidro-ecológica, en el municipio de Solidaridad, Quintana Roo, México, al año 2048. 29

Gráfica VII. 3. Brecha Ambiental del SAR sin la incorporación del Proyecto Mejora hidro-ecológica, en el municipio de Solidaridad, Quintana Roo, México, al año 2048. 30

Gráfica VII. 4. Tendencia del SAR con la incorporación del Proyecto Mejora hidro-ecológica, en el municipio de Solidaridad, Quintana Roo, México, al año 2048. 45

Gráfica VII. 5. Brecha Ambiental del SAR con la incorporación del Proyecto Mejora hidro-ecológica, en el municipio de Solidaridad, Quintana Roo, México, al año 2048. 45

Gráfica VII. 6. Escenario a 30 años e Impacto Acumulativo de la Hidrología, con la integración del Proyecto Mejora hidro-ecológica, en Solidaridad, Q. Roo, México. 47

Gráfica VII. 7. Escenario a 30 años e Impacto Acumulativo de la Vegetación, con la integración del Proyecto Mejora hidro-ecológica, en Solidaridad, Q. Roo, México. 48

Gráfica VII. 8. Escenario a 30 años e Impacto Acumulativo de la fauna, con la integración del Proyecto Mejora hidro-ecológica, en Solidaridad, Q. Roo, México. 49

Gráfica VII. 9. Escenario a 30 años e Impacto Acumulativo de la Sociedad, con la integración del Proyecto Mejora hidro-ecológica, en Solidaridad, Q. Roo, México. 50

Gráfica VII. 10. Escenario a 30 años e Impacto Acumulativo de la Economía, con la integración del Proyecto Mejora hidro-ecológica, en Solidaridad, Q. Roo, México. 51

Gráfica VII. 11. Importancia y Significancia del impacto, con la integración del Proyecto Mejora hidro-ecológica, en Solidaridad, Q. Roo, México. 53

Gráfica VII. 12. Gráficas del incremento en número de especies de los diversos grupos de fauna registradas en el predio Mayakoba entre el año 2001 y 2015. 67

Gráfica VII. 13. Comparaciones de los porcentajes de especies registradas entre los hábitats de acuático-manglar y los de selva en el predio Mayakoba. 68

Gráfica VII. 14. Comparaciones del número total de registros de especies en los hábitats de acuático-manglar; selva y duna-playa en el predio Mayakoba. 68

Gráfica VII. 15. Comparación del número de especies registradas en el Corredor Cancún-Tulum contra el número de ellas registrado en el predio Mayakoba. 69

Gráfica VII. 16. Análisis del número de registros de especies endémicas o bajo algún estatus de protección en el predio Mayakoba. 69

VII.1. Descripción y análisis del escenario sin proyecto.

A continuación, se describen los indicadores de los componentes abióticos y bióticos que se integraron para dar una evaluación del Estado que actualmente guarda la calidad ambiental del Predio del Desarrollo Tres Ríos. Asimismo, se describe la escala ordinal de uno a nueve para cada indicador donde el uno (1) corresponde a una calidad extremadamente baja y el nueve (9) a una calidad ambiental muy alta.

MEDIO ABIÓTICO.

A continuación, se presentan los criterios de evaluación considerados como referencia estimada para otorgar una calificación a cada unidad de paisaje.

Aire.

Emisiones de gases: este indicador se basa en la calidad del aire tomando como parámetro la NOM-041-SEMARNAT-2006 que establece los límites máximos permisibles de emisiones de gases contaminantes provenientes de los escapes de los vehículos automotores en circulación que usan gasolina como combustible. Enfocado a la zona de estudio. *Emisión de polvos:* Este indicador se basa en la emisión de partículas de polvo suspendidas por las actividades realizadas durante el proyecto, como el desmonte, despalme, acarreo de materiales, etc. Los rangos de evaluación se establecieron de acuerdo con el grado de emisión de partículas que puede levantar un vehículo o maquinaria al paso o por la carga, descarga, transporte de materiales, por lo que la evaluación se sitúa desde la nula visibilidad provocada por la alta concentración de partículas, hasta la presencia de aire puro, sin influencia de emisión de partículas por actividad antrópica o natural.

El criterio utilizado para evaluar el aire se presenta en la siguiente tabla, en donde los valores mayores indican una mejor calidad ambiental, en tanto que los valores menores señalan una menor calidad ambiental.

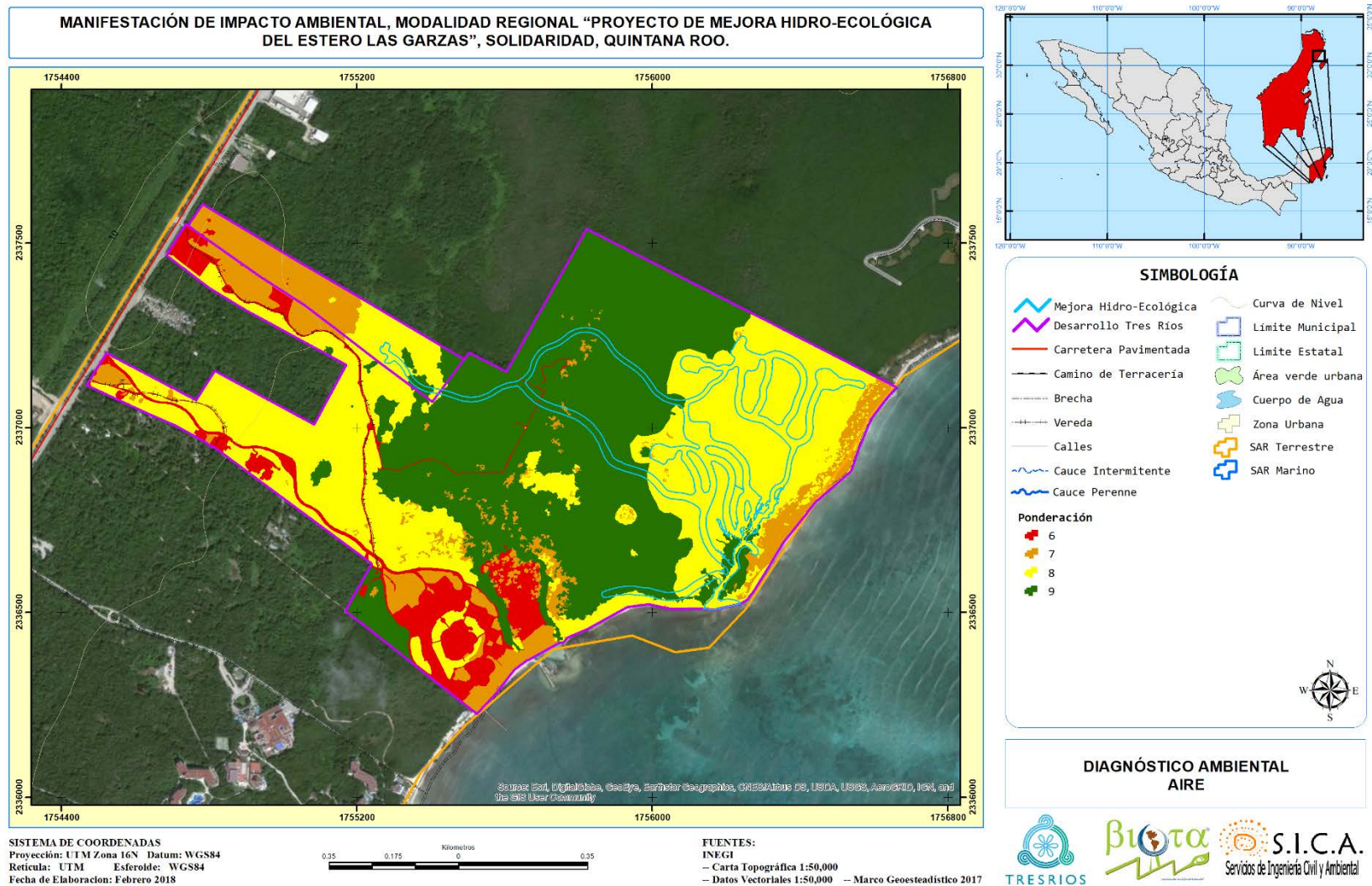
Tabla VII. 1. Ponderación del aire.

| ESCALA DE EVALUACIÓN | VALOR | EMISIÓN DE GASES | EMISIÓN DE POLVOS |
|--------------------------------|-------|--|---|
| <i>Degradado</i> | 1 | Emisión de gases todo el tiempo con abundante tránsito de vehículos y actividades antrópicas constantes | Nula visibilidad |
| <i>Muy mala</i> | 2 | Emisión de gases por más de 12 horas continuas con abundante tránsito de vehículos y actividades antrópicas. | Poca visibilidad la mayor parte del tiempo |
| <i>Mala</i> | 3 | Emisión de gases por tránsito de vehículos en horarios pico, acompañado de actividades antrópicas | Poca visibilidad en horarios pico |
| <i>Moderada</i> | 4 | Emisión de gases en ocasiones eventuales ya sea por vehículos o actividades antrópicas. | Poca visibilidad en al menos 2 ocasiones durante el día |
| <i>Regular/modificada</i> o | 5 | Emisión de gases en ocasiones eventuales ya sea por vehículos o actividades antrópicas. | Poca visibilidad en ocasiones eventuales (temporales) |
| <i>Aceptable/modificado</i> | 6 | Hay emisiones bajas de vehículos y antrópicas en varios puntos de la zona de estudio | Hay liberación de partículas en varios puntos |
| <i>Buena</i> | 7 | Aire aceptable, emisiones de vehículos y antrópicas incipientes y aisladas, en algunas zonas del proyecto | Aire aceptable, emisiones de partículas incipientes y aisladas, polvo en estiaje |
| <i>Muy buena</i> | 8 | Aire puro, muy poca influencia de emisiones derivadas del tránsito de vehículos y actividad antrópica | Aire puro, muy pocas emisiones de partículas derivadas de actividad antrópica o natural, aún en estiaje |
| <i>Sin perturbación</i> | 9 | Aire puro, sin influencia de emisiones por tránsito de vehículos o actividad antrópica | Aire puro, sin influencia de emisiones de partículas por actividad antrópica |

Fuente: Biota y SICA, 2018.

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL "PROYECTO DE MEJORA HIDRO-ECOLÓGICA DEL ESTERO LAS GARZAS", SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.

Imagen VII. 1. Diagnóstico Ambiental del Predio del Proyecto (componente aire).



MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL "PROYECTO DE MEJORA HIDRO-ECOLÓGICA DEL ESTERO LAS GARZAS" SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.

La imagen anterior señala que las zonas de mejor calidad ambiental, con puntuación registrada en 9, se tratan de las zonas en donde se encuentra el manglar de cuenca dominado por *R. mangle*, los Ríos Selva y Pájaros y parte del Estero Las Garzas, en tanto que las zonas en donde se ubica el manglar chaparro de la misma especie presentan una ponderación de 8, aunado las zonas de selva, selva de transición y algunas de manglar cercanas a la infraestructura turística, lo cual obedece a que se entiende que los vehículos automotores que circulan para entrar y salir del complejo turístico disminuyen la calidad del aire de la zona. Las zonas evaluadas con 7 son zonas de la costa cercanas al Hotel Sunset Tres Ríos, con vegetación halófitas pioneras y a algunas zonas cercanas a la carretera Tulum-Cancún, mientras las zonas de menor calidad del aire las presentan la infraestructura turística, esto por razones obvias, es decir el movimiento continuo de vehículo automotores, llámese turistas, personal del Hotel, distribuidores, etc. Además de la turba con vegetación herbácea halófila dispersa en la que impactó el huracán Wilma en el año 2005.

Suelo.

En todos los proyectos de construcción de una infraestructura, el elemento suelo, suele ser uno de los más impactados, ya que este recurso se ve afectado en su totalidad. De esta manera es importante mencionar a este elemento como un indicador.

El criterio utilizado para evaluar el factor suelo se presenta en la siguiente tabla, en donde los valores mayores indican una mejor calidad ambiental.

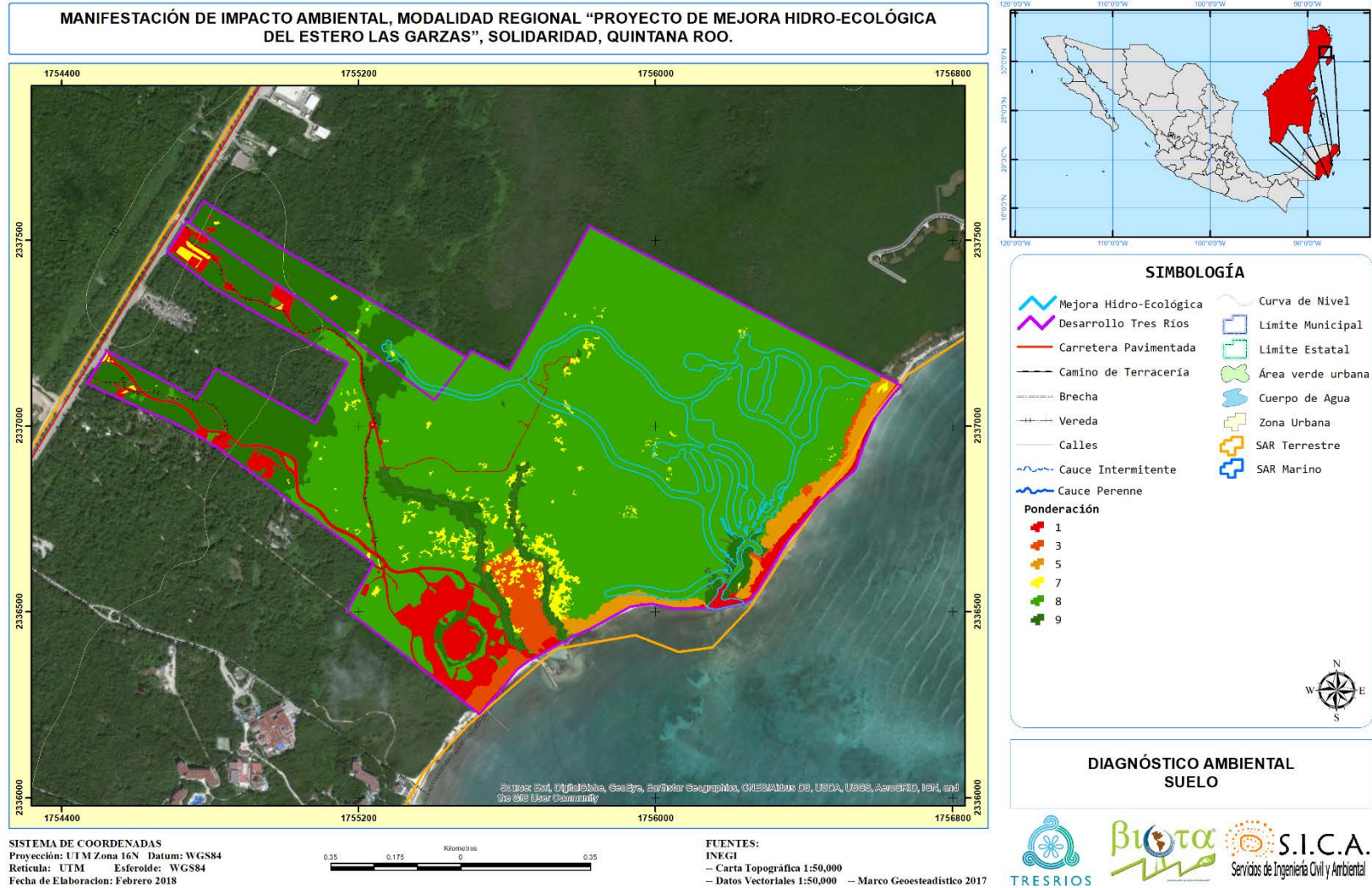
Tabla VII. 2. Ponderación del suelo.

| ESCALA DE EVALUACIÓN | VALOR | EROSIÓN |
|-----------------------------------|-------|--|
| <i>Degradado</i> | 1 | Erosión severa (ES): pérdida de playa o de dunas costeras a causa de la erosión marina. Suelo parcial o completamente impermeable por caminos o construcciones |
| <i>Mala</i> | 3 | Erosión severa (ES): áreas que no permiten el desarrollo del mangle debido a su hipersalinización (salinidad=110 UPS). |
| <i>Moderada</i> | 5 | Erosión media (EM): áreas en donde se presenta manglar muy disperso donde la salinidad es de 70 UPS aproximadamente. |
| <i>Aceptable a Buena</i> | 7 | Erosión incipiente (EL): áreas con manglar tipo matorral y manglar disperso o en regeneración con salinidad entre los 50 UPS |
| | 8 | Erosión mínima (NE): áreas con manglar tipo cuenca |
| <i>Muy buena sin perturbación</i> | 9 | Sin erosión (NE): áreas con manglar tipo borde o selva mediana sin perturbaciones o cuerpos de agua (ríos, cenotes y estero) |

Fuente: Biota y SICA, 2018

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL "PROYECTO DE MEJORA HIDRO-ECOLÓGICA DEL ESTERO LAS GARZAS", SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.

Imagen VII. 2. Diagnóstico Ambiental del Predio del Proyecto (componente suelo).



Fuente: Biota y SICA, 2018.

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL "PROYECTO DE MEJORA HIDRO-ECOLÓGICA DEL ESTERO LAS GARZAS" SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.

La imagen anterior señala que la mejor calidad en el suelo (puntuación 9) la presentan las zonas de selva mediana, el manglar de tipo borde alrededor de los cuerpos de agua de los Ríos Selva y Pájaros, además del Estero Las Garzas. Mientras las zonas de calidad con puntuación 8 la presenta toda la planicie de inundación en la que se localiza el manglar de tipo cuenca Los suelos con puntuación de 7 se ubican y coinciden con vegetación de manglar de tipo chaparro y manglar en regeneración, principalmente, en las que la carencia de un flujo hidrológico permanente o regular y la existencia de un hidroperíodo dependiente de la magnitud de las épocas de sequía, identifican esta zona como un ambiente hidrológicamente subóptimo aunque activo y determinan un efecto de alta salinidad del suelo. Estas condiciones particulares tienen su reflejo y respuesta ecológica en el tipo y estructura de manglar de matorral con baja estructura y muy limitados servicios ambientales, con alto riesgo de disminuir aún más dicha estructura y servicios si el aislamiento, las sequías, la evaporación y/o la salinización del suelo aumenta, estos suelos se localizan tanto en la planicie de inundación como en el talud y en la terraza. En tanto que, los suelos con puntuación de 5 son suelos salinos que no permiten el desarrollo óptimo del manglar por su alta concentración salina por la desconexión hidrológica con un cuerpo de agua dulce, sobre este tipo de suelo se encuentra el manglar mixto con elementos de matorral costero. Los suelos con puntuación de 3 se tratan de los ubicados en el frente del Hotel Sunset Tres Ríos, donde se localizan actualmente halófitas pioneras que presentan una alta concentración salina, junto con la turba de vegetación herbácea halófitas dispersa, lugar en donde impactó el huracán Wilma en el año 2005. Finalmente, los suelos con menor calidad se tratan de las zonas de la infraestructura turística del Hotel Sunset Tres Ríos, además de algunas zonas de la línea de costa con halófitas pioneras y las zonas marinas en las que antes se ubicaban playas, y ahora su alta concentración salina no permiten el desarrollo del humedal.

Hidrología

La dinámica hidrológica del SAR Punta Bete-Punta Maroma está determinada por tres funciones de fuerza ambiental características de la Península de Yucatán; estas son la precipitación pluvial, la Geología y la Geohidrología, las cuales actúan de la siguiente manera: la precipitación en la península es importante, sin embargo el suelo cárstico determina la carencia de cauces fluviales superficiales y su infiltración total al subsuelo conformando un acuífero de gran magnitud que drena hacia el mar de manera continua.

Este drenaje se caracteriza por la dilución de la roca carbonatada creando ríos subterráneos y flujos a través de fracturas preferenciales hasta alcanzar las costas de la península incluyendo las del estado de Quintana Roo. Por lo anterior, el funcionamiento hidrológico general de la península y su relación con el SAR Punta Bete-Punta Maroma puede resumirse de la siguiente manera:

- La península constituye la zona de recarga del acuífero regional y sus costas la zona de descarga de este,
- En la zona costera el drenaje continental se encuentra con el agua del mar que penetra en tierra en forma de una cuña salina por la diferencia de densidades);

En esta zona de interacción acuífero-mar es donde se ubica la depresión costera del SAR Punta Bete-Punta Maroma cuya hidrología está determinada por la dinámica del acuífero en épocas de secas y lluvias; y por la dinámica mareal diaria y estacional; así como por los huracanes y tormentas tropicales características de la región del Caribe Mexicano.

El criterio utilizado para evaluar la hidrología se presenta en la siguiente tabla, en donde los valores mayores indican una mejor calidad ambiental.

}

**MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL
"PROYECTO DE MEJORA HIDRO-ECOLÓGICA DEL ESTERO LAS GARZAS"
SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.**

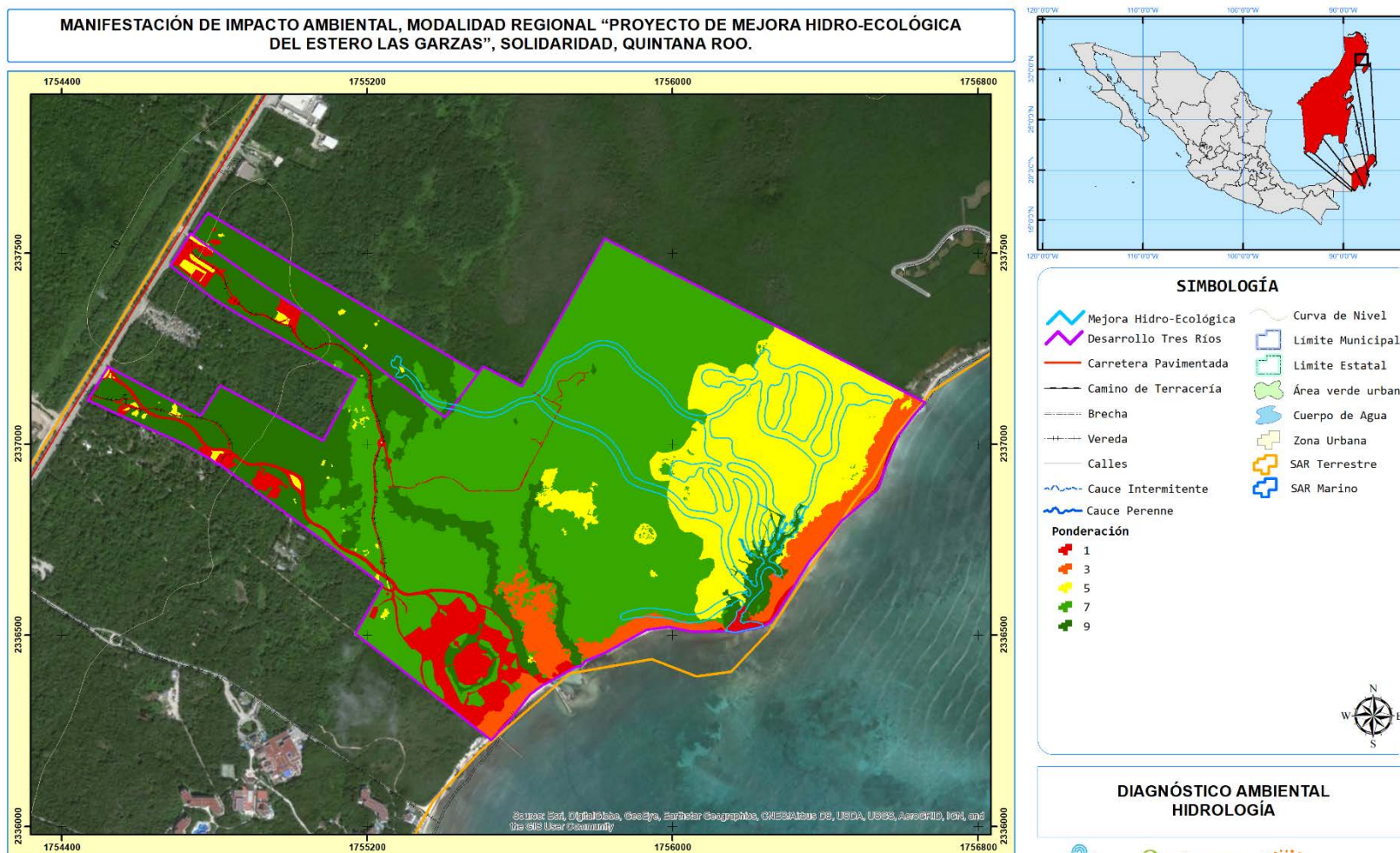
Tabla VII. 3. Ponderación de la hidrología.

| ESCALA DE EVALUACIÓN | VALOR | CAPACIDAD DE INFILTRACIÓN |
|-------------------------|-------|--|
| <i>Degradado</i> | 1 | Capacidad de infiltración nula, por la inexistencia de vegetación. Sin cuerpos de agua. |
| <i>Muy mala</i> | 3 | Capacidad de infiltración escasa, presencia de vegetación dispersa, con un alto grado de salinidad que evita el desarrollo del humedal por el efecto de la evaporación, salización y la desconexión hidrológica o en su defecto se trata del mar que ha aumentado su nivel |
| <i>Mala</i> | 5 | Capacidad de infiltración escasa, presencia de vegetación de tipo matorral, que indica un grado de salinidad importante que evita el desarrollo del humedal de manera más eficaz por el efecto de la evaporación, salización y la desconexión hidrológica, escasa retención de agua |
| <i>Muy buena</i> | 7 | Infiltración eficiente, gran parte de los poros del suelo se encuentran saturados de agua, la permeabilidad de los estratos inferiores se optimiza, por lo tanto, la infiltración alcanza mayor profundidad. La retención de agua es más eficiente y suficiente para abastecer al manto freático y a la vegetación por periodos de tiempo más largos aún en época de estiaje. Hay mayor capacidad de retención de agua por la vegetación |
| <i>Sin perturbación</i> | 9 | Influencia permanente de agua dulce, alta capacidad de retención de agua por los tipos de vegetación, conexión hidrológica en períodos de sequía, o se trata de un cuerpo de agua dulce en buen estado |

Fuente: Biota y SICA, 2018.

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL "PROYECTO DE MEJORA HIDRO-ECOLÓGICA DEL ESTERO LAS GARZAS", SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.

Imagen VII. 3. Diagnóstico Ambiental del Predio del Proyecto (componente hidrología).



SISTEMA DE COORDENADAS
 Proyección: UTM Zona 16N Datum: WGS84
 Reticula: UTM Esferoide: WGS84
 Fecha de Elaboración: Febrero 2018



FUENTES:
 INEGI
 - Carta Topográfica 1:50,000
 - Datos Vectoriales 1:50,000 - Marco Geoespacial 2017

Fuente: Biota y SICA, 2018.

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL "PROYECTO DE MEJORA HIDRO-ECOLÓGICA DEL ESTERO LAS GARZAS" SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.

La imagen anterior indica que la zona de mayor calidad (puntuación 9) en hidrología se ubica y coincide con los cuerpos de agua, el manglar de tipo borde, la selva mediana y la selva de transición, lo cual obedece a su ubicación geomórfica de terraza o de talud para el caso de la selva y para el manglar de tipo borde por que la dinámica hidrológica de los Tres Ríos (Selva, Pájaros y Estero Las Garzas) permiten el completo desarrollo del manglar de tipo borde que presta los mejores servicios ambientales. Mientras que la zona con calidad de 7 se trata de la planicie de inundación en la que se encuentra manglar tipo cuenca. La puntuación 5 la tienen el manglar chaparro localizado en la planicie de inundación coincidente con la ubicación de la propuesta de mejora hidro-ecológica, la cual pretende mejorar las condiciones del manglar y del Estero Las Garzas, además las zonas en donde se encuentra vegetación secundaria presentan la misma puntuación. La zona con puntuación de 3 se trata en su mayoría de toda la línea de costa del Predio DTR en donde existen halófitas pioneras, manglar mixto con elementos de matorral costero y la turba con vegetación herbácea halófila dispersa en donde el huracán Wilma impactó en el año 2005. En tanto que la menor puntuación (1) la obtienen la infraestructura turística existente, algunas zonas de halófitas pioneras y la zona marina, esto debido a la pérdida de playa.

Geomorfología.

El SAR Punta Bete-Punta Maroma se caracteriza por presentar una secuencia de depresiones o cuencas paralelas a la línea de costa por la elevación de la Península de Yucatán en épocas geológicas pasadas y de la consecuente variación del nivel del mar.

En esta secuencia los rasgos geomorfológicos principales son:

- Las zonas altas que originalmente fueron cordones de duna;
- Los taludes que marcan las antiguas líneas de costa;
- Las antiguas puntas que había en las líneas de costa; y

Las zonas bajas o cuencas que originalmente fueron lagunas arrecifales.

El área en donde se pretende desarrollar la propuesta de mejora hidroecológica se localiza en una de estas cuencas o depresiones paralelas al mar, claramente delimitada de manera natural por dos puntas o zonas de acumulación y acreción litoral, cuya existencia está determinada por la presencia frente a ellas de estructuras coralinas que generan un ambiente de baja energía, constituyendo el Sistema Regional Ambiental (SAR) aplicable a esta propuesta y denominado para ese fin SAR Punta Bete-Punta Maroma.

Con la explicación previa se designaron valores a determinadas áreas con las siguientes características:

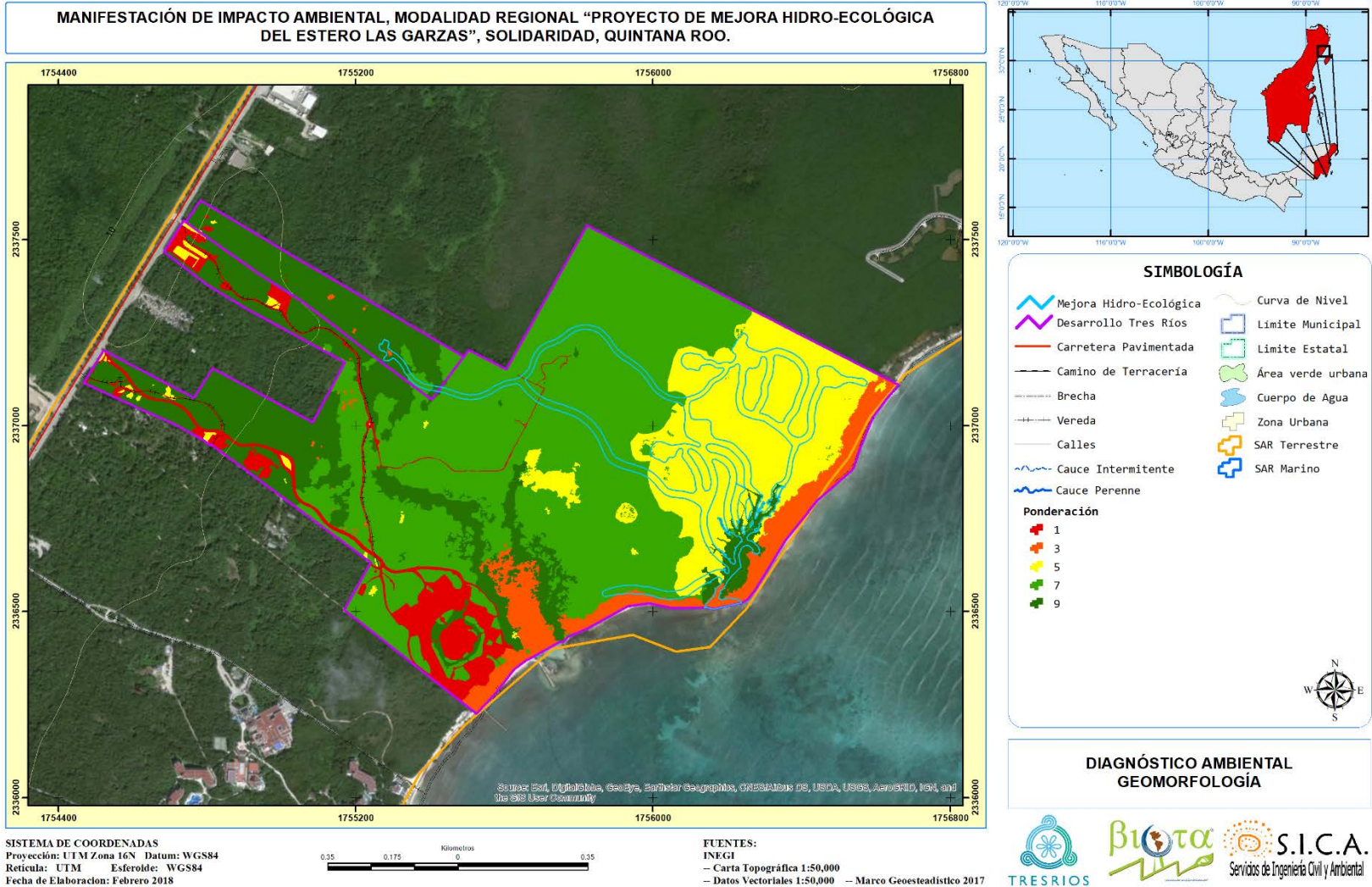
Tabla VII. 4. Ponderación de la geomorfología.

| ESCALA DE EVALUACIÓN | VALOR | INTEMPERISMO DE LA ROCA |
|-------------------------|-------|---|
| <i>Degradado</i> | 1 | Perdida de playa o de duna costeras, o zonas con la geomorfología modificada completamente por causas antropogénicas |
| <i>Muy mala</i> | 3 | Cuenca de inundación con pérdida de vegetación natural a causa de la erosión o aumento del nivel del mar |
| <i>Buena</i> | 5 | Cuenca de inundación con manglar tipo matorral que presta menores servicios ambientales |
| <i>Muy buena</i> | 7 | Cuenca de inundación con manglar de tipo cuenca, o selva con algún grado de deterioro o zona marina con algún grado de deterioro. |
| <i>Sin perturbación</i> | 9 | Cuenca de inundación con manglar de tipo borde que ofrece mayores servicios ambientales, o talud o terraza con vegetación primaria de selva. Cuerpos de agua en buen estado de conservación |

Fuente: Biota y SICA, 2018.

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL “PROYECTO DE MEJORA HIDRO-ECOLÓGICA DEL ESTERO LAS GARZAS”, SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.

Imagen VII. 4. Diagnóstico Ambiental del Predio del Proyecto (componente geomorfología).



Fuente: Biota y SICA, 2018.

Las zonas con mayor ponderación en lo que a la geomorfología se refiere coinciden con las zonas de terraza y de talud, en las que se ubica selva mediana y selva de transición, además de los cuerpos de agua y el manglar de tipo borde que incrementan su valor, esto se puede observar en la imagen anterior. La cuenca de inundación en la que se ubica el manglar tipo cuenca tiene una puntuación de 7, toda vez que la falta de una geomorfología óptima limita el desarrollo de la vegetación. En tanto que, la planicie de inundación en su extremo oriente obtiene una puntuación de 5, ya que en este caso la geomorfología limita aún más el desarrollo del manglar. Para el caso de la línea de costa se tiene una ponderación de 3, lo cual obedece a que el desarrollo del ecosistema en este lugar es aún más limitado. Por último, la infraestructura existente tiene la puntuación más baja toda vez que la geomorfología fue modificada completamente.

MEDIO BIÓTICO

Vegetación.

La zona baja o cuenca del SAR Punta Bete-Punta Maroma que antiguamente fue una laguna arrecifal, actualmente es un humedal costero, con zonas sujetas tanto a inundación temporal o permanente, como a evaporación intensa, ocupadas por un mosaico de mangles, humedales, petenes y/o elementos de selvas inundables.

Un rasgo crítico para el funcionamiento del sistema natural terrestre y marino en el SAR Punta Bete-Punta Maroma es la existencia de un flujo de gran magnitud de agua dulce proveniente de fracturas preferenciales que tienen incluso una expresión superficial a través de corrientes fluviales de origen subterráneo ubicadas en el centro de la unidad (localmente conocidas como "rías"), cuyo efecto determina la interrupción de la barrera arrecifal y una zonificación topográfica diferente al sur y norte de dichas fracturas las cuales se ubican dentro del predio Tres Ríos.

En el humedal los litorales de los ríos presentan manglar de borde a diferencia de la zona sur (más baja) donde el manglar es del tipo cuenca y de la zona norte (más baja) en la cual el manglar es del tipo matorral. Por detrás del humedal se desarrolla la selva en distintos tipos. El efecto principal que conlleva la eliminación de la cobertura vegetal en los sitios es la fragmentación del hábitat, lo que provoca efectos de borde y altera la estructura y las funciones originales del ecosistema. De manera indirecta la poca cobertura vegetal elimina las fuentes de alimentación y refugio de la fauna que habita en el ecosistema.

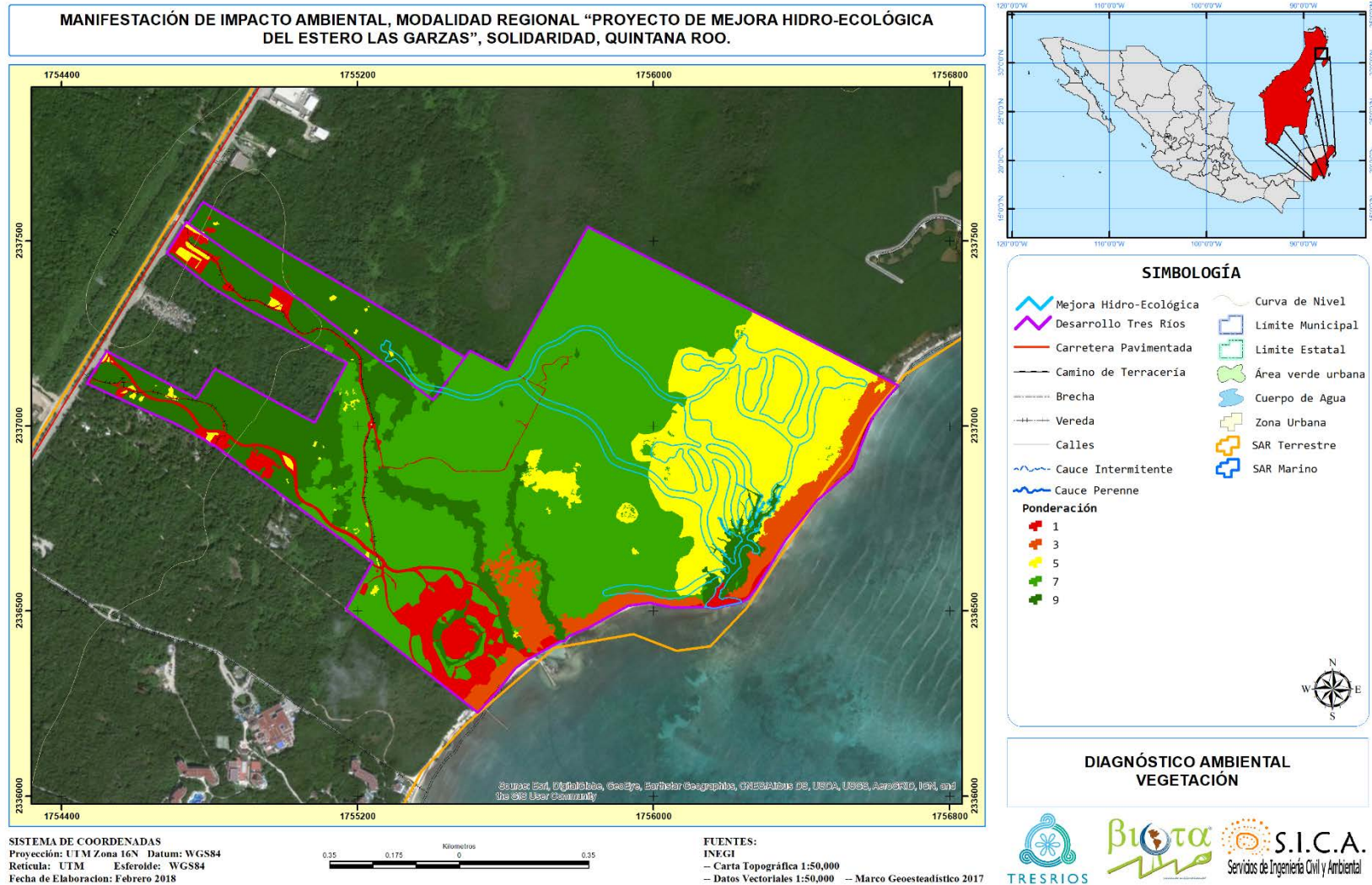
Tabla VII. 5. Ponderación de la vegetación.

| ESCALA DE EVALUACIÓN | ESCALA | % DE COBERTURA VEGETAL EN EL POLÍGONO |
|---------------------------------|--------|---|
| <i>Degradado</i> | 1 | Pérdida completamente de la vegetación por agentes naturales o antropogénicos, ya sea por erosión, exceso de salinidad o aumento del nivel del mar |
| <i>Bajo estado conservación</i> | 3 | Pérdida parcial de la vegetación primaria ya sea por fenómenos naturales o por actividades antropogénicas |
| <i>Regular/modificado</i> | 5 | Pérdida de la vegetación primaria, pero presenta un estado de recuperación hacia las condiciones primarias, o se presenta manglar de tipo matorral que presta servicios ecosistémicos limitados |
| <i>Buena</i> | 7 | Cubierta vegetal entre el 70 y el 90%, pero de talla mediana, esto respecto al mangle |
| <i>Sin perturbación</i> | 9 | Cobertura del 95 al 100% y se presenta manglar de tipo borde o se trata de un cuerpo de agua que permite una conexión hidrológica en épocas de sequía |

Fuente: Biota y SICA, 2018.

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL "PROYECTO DE MEJORA HIDRO-ECOLÓGICA DEL ESTERO LAS GARZAS", SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.

Imagen VII. 5. Diagnóstico Ambiental del Predio del Proyecto (componente vegetación).



Fuente: Biota y SICA, 2018.

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL "PROYECTO DE MEJORA HIDRO-ECOLÓGICA DEL ESTERO LAS GARZAS" SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.

La imagen anterior muestra que las zonas de mayor calidad en lo que se refiere a la vegetación se trata de la selva mediana localizada en la terraza, la selva de transición ubicada en el talud, los Tres Ríos (Selva, Pájaros y Estero Las Garzas), ya que éstos permiten un desarrollo óptimo del manglar y el manglar de tipo borde, localizados en la franja de estos cuerpos de agua. En cuanto a la planicie de inundación con vegetación de manglar de tipo cuenca tienen una ponderación de 7 ya que, a pesar de las buenas condiciones del manglar, éstas podrían incrementarse y mejorarse. El manglar chaparro de la planicie de inundación se considera como de calidad regular ya que sus servicios ambientales son limitados, esto por la falta de la dinámica hidrológica. Mientras que toda la línea de costa en la que prevalecen halófitas pioneras, manglar mixto con elementos de matorral costero, pastizal halófilo y la turba con vegetación herbácea halófila dispersa presentan una menor calidad en la vegetación. En tanto que, las zonas con la menor calidad son las zonas ocupadas por la infraestructura existente y algunas zonas de la línea de costa.

Fauna.

De acuerdo con lo citado en el apartado de fauna, la fauna no estuvo distribuida de manera homogénea, en el área del proyecto y en el SAR, esto es un resultado normal, ya que los recursos no se encuentran distribuidos de manera homogénea en los hábitats, sino que existen diferencias tanto en la composición, estructura y calidad del hábitat, en la distribución espacial y temporal de los recursos como el agua, alimento, áreas de reproducción, áreas de descanso y refugio. Estas diferencias microambientales tienen su efecto en una desigual distribución de la fauna, la cual estará presente o será más abundante en los sitios más propicios, mientras que los animales evitarán aquellos que no cumplen con un mínimo de condiciones y recursos, por ejemplo: para construir madrigueras o nidos, que posean alimento cercano o le brinden protección contra sus depredadores (Begon et al. 2006). Por ello se entiende que entre mayor cobertura vegetal exista, además de las alturas adecuadas permiten que existan más especies animales, en otras palabras, existe una correlación entre el estado de la vegetación, para que sirva como hábitat, refugio, áreas de descanso. De los 15 puntos de muestreo, los que presentaron mayor riqueza específica fueron el PM05 con 24 especies, PM01, PM06 y PM13 con 16 especies cada uno y PM10 con 15 especies. Estos PM presentan mejores condiciones de hábitat para la fauna. De los PM06 y PM10, ubicados el primero en el área del proyecto y el segundo en el SAR, se ubicaron cerca de cuerpos de agua y zonas inundadas, por lo que el 60% de las especies registradas, corresponden a aves acuáticas. Los PM05, PM06 y PM13, localizados en el SAR, se ubicaron el Selva Mediana Subperennifolia, en donde las condiciones de hábitat presentan buena calidad. Por otro lado, el PM15 presentó el menor número de especies con cuatro, seguida por lo PM08 ubicado en la zona del proyecto y el PM14 ubicado en el SAR con cinco especies cada uno (Tabla 9). Los PM14 y PM15 se ubicaron cerca de la carretera federal 307 Cancún-Tulum, en donde el tráfico y el ruido ahuyentan a muchas de las especies de fauna que se distribuyen en la zona, pudiendo observarse, solamente aquellas especies que presentan cierta tolerancia a las condiciones de perturbación que ahí se presentan. Los PM que presentaron mayor abundancia fueron los PM10 con 75 individuos registrados y PM05 con 58. Estos puntos de muestreo, además de presentar una mayor abundancia, también fueron de los más diversos. En cuanto a los PM con la abundancia más baja, el PM08 que corresponde al proyecto, presentó el menor número con 7 individuos registrados. Para determinar la calidad ambiental de los sitios que serán afectados por la implementación de los canales artificiales para la mejora hidro-ecológica del Estero Las Garzas, se tomarán en cuenta el índice de diversidad de especies (Shannon-Wiener), el cual engloba riqueza y abundancia de las especies.

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL
 "PROYECTO DE MEJORA HIDRO-ECOLÓGICA DEL ESTERO LAS GARZAS"
 SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.

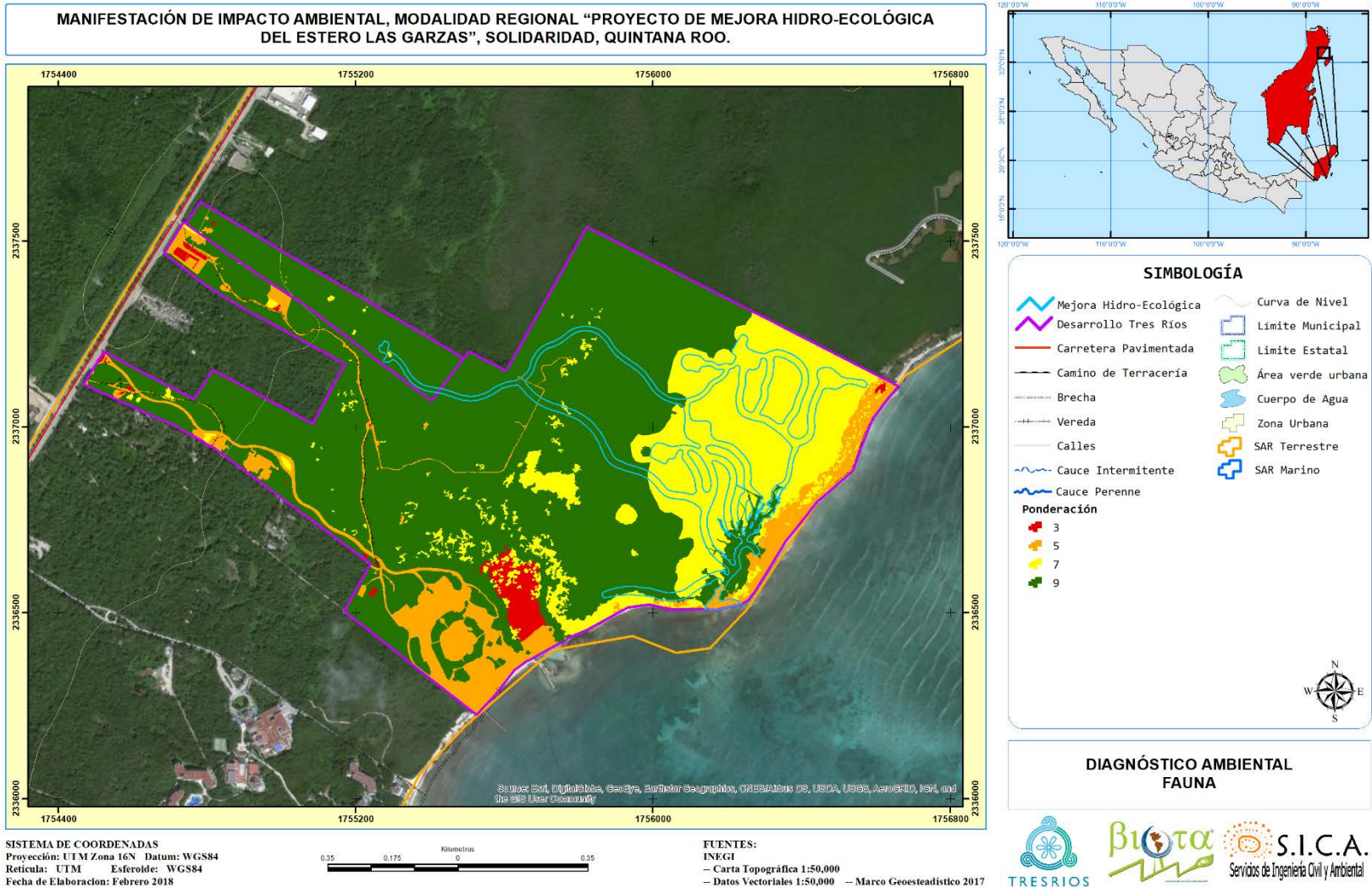
Tabla VII. 6. Ponderación de la fauna.

| Escalas de evaluación | Valor | Índice de Shannon |
|-----------------------|-------|--|
| Muy mala | 1 | Valores < 1 indican que se trata de sitios con una muy baja diversidad biológica |
| Mala | 3 | Valores entre 1 y 1.99 indican que son sitios con una diversidad biológica baja |
| Moderada | 5 | Valores entre 2 y 2.99 indican que son sitios con una diversidad biológica media |
| Buena | 7 | Valores entre 3 y 3.4 indican que son sitios con una diversidad biológica alta |
| Muy buena | 9 | Valores > 3.5 indican que se trata de sitios con una diversidad biológica muy alta |

Fuente: Biota y SICA, 2018.

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL "PROYECTO DE MEJORA HIDRO-ECOLÓGICA DEL ESTERO LAS GARZAS", SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.

Imagen VII. 6. Diagnóstico Ambiental del Predio del Proyecto (componente fauna).



Fuente: Biota y SICA, 2018.

**MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL
"PROYECTO DE MEJORA HIDRO-ECOLÓGICA DEL ESTERO LAS GARZAS"
SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.**

Para el caso del factor fauna se tiene que la mayor diversidad la tienen todas las zonas de manglar de tipo borde, de tipo cuenca, la selva mediana, la selva de transición y los cuerpos de agua que se presume son lugares de refugio, anidamiento, hábitat, etc. Mientras que las zonas que ocupan el siguiente lugar de diversidad biológica coinciden con las zonas de manglar chaparro, manglar mixto con elementos de matorral costero, en los que los servicios que presta este tipo de vegetación son más limitados que en los anteriores. En tanto que la infraestructura existente presenta valor de 5, junto con la línea de costa con halófitas pioneras, pastizal halófilo y marino en las que los recursos son aún más limitados. Por último, las zonas con menor valor coinciden con la zona de turba con vegetación herbácea halófila dispersa en las que el huracán Wilma impactó en el predio DTR.

Presencia antrópica.

Los elementos relacionados con el medio socioeconómico considerados para la evaluación de la calidad ambiental son las vías de comunicación y asentamientos humanos; para el caso particular que nos atañe se tomaron en cuenta los desarrollos turísticos, es decir el Hotel Sunset Tres Ríos junto con sus caminos, y los caminos a los cenotes como factores que implican la presencia antrópica.

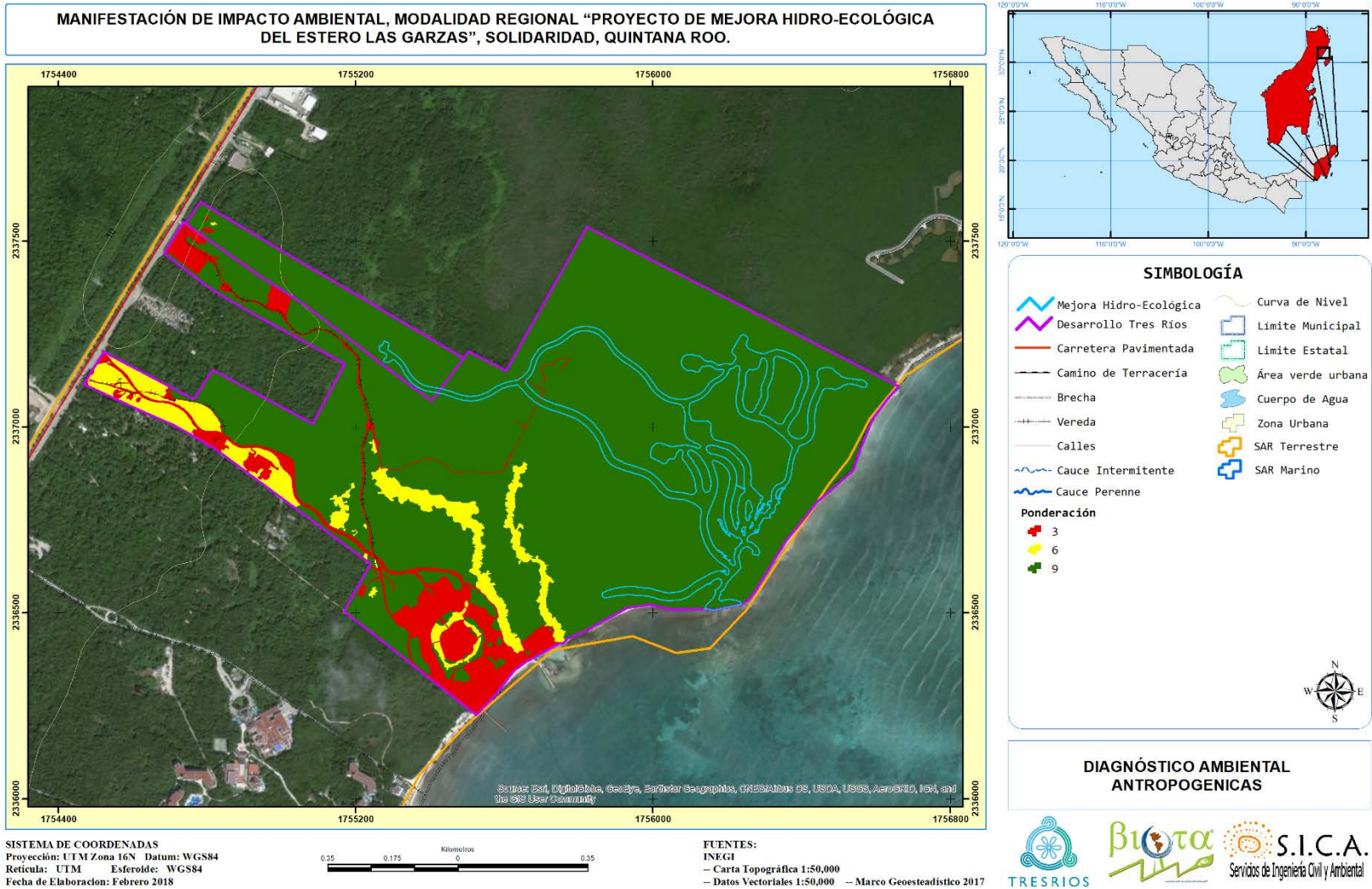
Tabla VII. 7. Ponderación de la presencia antrópica.

| RANGOS | VIALIDADES | | ASENTAMIENTOS HUMANOS |
|--------|----------------------|--|--|
| | VALOR | POR TIPO DE VIALIDAD | PRESENCIA DE LOCALIDADES URBANAS Y/O RURALES |
| 9 | Sin perturbación | Cuando no existen vías de comunicación | Sin presencia de asentamientos humanos |
| 6 | Buena | Cuando únicamente hay terracería, brechas y veredas o cuando predominan carreteras. | Con presencia de asentamientos humanos de tipo rural (es decir con menos de 2500 habitantes) |
| 3 | Moderada | Cuando predominan vías de segundo orden, brechas y veredas. | Con presencia de asentamientos humanos de tipo urbano (es decir con más de 2500 habitantes) |
| 1 | Aceptable/modificado | Cuando predominan vías tercer orden, pavimentadas y terracerías dentro del polígono. | Con presencia de asentamientos humanos de tipo urbano y rural. |

Fuente: Biota y SICA, 2018.

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL “PROYECTO DE MEJORA HIDRO-ECOLÓGICA DEL ESTERO LAS GARZAS”, SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.

Imagen VII. 7. Diagnóstico Ambiental del Predio del Proyecto (componente presencia antrópica).



Fuente: Biota y SICA, 2018.

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL “PROYECTO DE MEJORA HIDRO-ECOLÓGICA DEL ESTERO LAS GARZAS” SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.

En la anterior imagen podemos atisbar que la mayor superficie del predio del DTR presenta escasa presencia antrópica, con presencia antropológica intermedia la presentan las zonas cercanas al Hotel Sunset Tres Ríos, a los Ríos Selva y Pájaros en las que existen visitas guiadas de snorkel, kayak, así como tours para nadar en los que hay una mayor presencia antropológica. Mientras que las zonas como mayor afluencia antrópica la presentan las zonas del Hotel Sunset Tres Ríos, junto con sus caminos y accesos a cenotes. Para el presente diagnóstico se tomaron en consideración diferentes elementos, entre otros, la ayuda de los Sistemas de Información Geográfica, como imágenes satelitales, aunado a los vídeos capturados por el dron para referir con mayor precisión el estado que guarda el Predio del Desarrollo Tres Ríos de manera más fiel y confiable en cada zona.

Para el análisis del diagnóstico ambiental se utilizó el **álgebra de mapas**. El álgebra de mapas contiene el conjunto de procedimientos que permiten analizar capas ráster y extraer información a partir de ellas, para el presente estudio se requirió a la ayuda del programa Arcgis 10.3.1, para manejar esta información. La información contenida en las capas es susceptible de ser analizada para la obtención de otras capas referentes al mismo espacio geográfico, pero que contengan distinta información derivada de aquella. El álgebra de mapas es el conjunto de procedimientos y métodos que permiten llevar a cabo dicho análisis y extraer nuevos valores a partir de los contenidos en una o varias capas. Se entiende por **álgebra de mapas** el conjunto de técnicas y procedimientos que, operando sobre una o varias capas en formato ráster, nos permite obtener información derivada, generalmente en forma de nuevas capas de datos. Aunque nada impide que este proceso se lleve a cabo sobre capas vectoriales, se entiende que el álgebra de mapas hace referencia al análisis desarrollado sobre capas ráster, pues estas, por su estructura regular y sus características inherentes, son mucho más adecuadas para plantear los algoritmos y formulaciones correspondientes. Los procedimientos que se aplican sobre información geográfica en formato vectorial son por regla general clasificados dentro de otros bloques de conocimiento, como es por ejemplo el caso de las operaciones geométricas sobre datos vectoriales. Mediante este método, primero se evaluó cada factor individualmente, una vez realizado esto, se procedió a generar información de tipo raster para conseguir realizar las sumatorias pertinentes y conseguir un raster único, para finalmente crear un shape con la información requerida. Al final se obtuvieron los siguientes resultados: rangos que oscilan entre los 18 y los 63 puntos, en los que, se clasificó de acuerdo con los menores valores posibles a obtener y los mayores, es decir el valor menor posible de obtener de acuerdo con las ponderaciones de cada atributo son 7, la menor puntuación y 63 la mayor puntuación. Ahora bien, rangos que oscilan entre 7 y 17 señalan una muy mala calidad ambiental, valores entre los 18 y los 28 son considerados de mala calidad ambiental, en tanto que valores que oscilan entre los 30 y los 41 indican una calidad ambiental regular, valores que van de los 42 a los 53 puntos señalan una buena calidad ambiental, mientras que los valores que van de 54 a 63 indican una excelente calidad ambiental. Los posibles valores por obtener se presentan en la siguiente tabla:

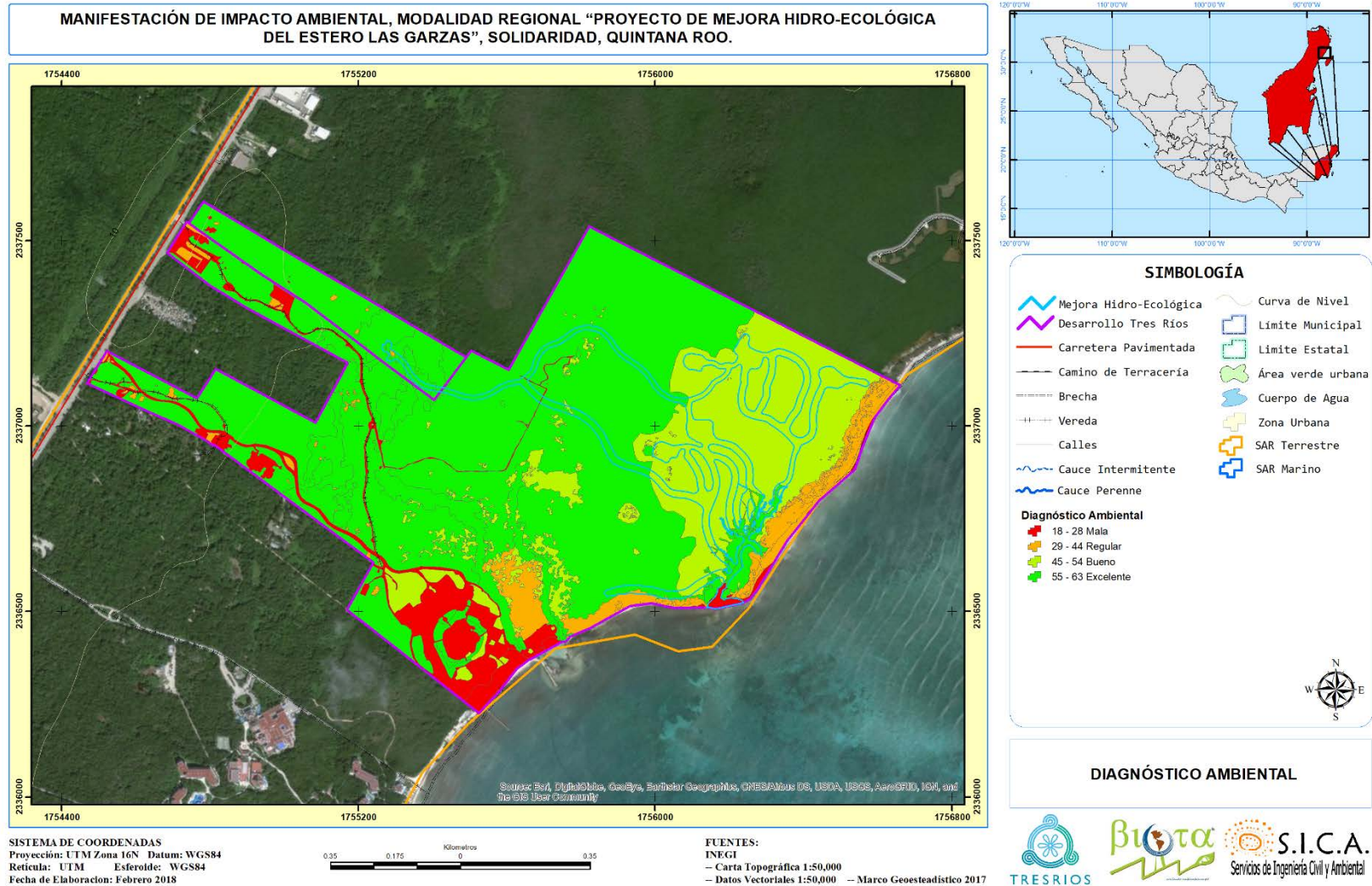
Tabla VII. 8. Tabla de ponderación de la calidad ambiental.

| RANGO | CALIDAD | SIMBOLOGÍA |
|-------|-----------|---|
| 7-17 | Muy mala |  |
| 18-28 | Mala |  |
| 29-44 | Regular |  |
| 45-54 | Buena |  |
| 55-63 | Excelente |  |

Fuente: Biota y SICA, 2018.

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL “PROYECTO DE MEJORA HIDRO-ECOLÓGICA DEL ESTERO LAS GARZAS”, SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.

Imagen VII. 8. Diagnóstico Ambiental del Sistema Ambiental del Proyecto.



SISTEMA DE COORDENADAS
 Proyección: UTM Zona 16N Datum: WGS84
 Reticula: UTM Esferoide: WGS84
 Fecha de Elaboración: Febrero 2018



FUENTES:
 INEGI
 - Carta Topográfica 1:50,000
 - Datos Vectoriales 1:50,000 - Marco Geoespacial 2017



SIMBOLOGÍA

| | | | |
|---|------------------------|---|-------------------|
|  | Mejora Hidro-Ecológica |  | Curva de Nivel |
|  | Desarrollo Tres Ríos |  | Límite Municipal |
|  | Carretera Pavimentada |  | Límite Estatal |
|  | Camino de Terracería |  | Área verde urbana |
|  | Brecha |  | Cuerpo de Agua |
|  | Vereda |  | Zona Urbana |
|  | Calles |  | SAR Terrestre |
|  | Cauce Intermitente |  | SAR Marino |
|  | Cauce Perenne | | |

Diagnóstico Ambiental

-  18 - 28 Mala
-  29 - 44 Regular
-  45 - 54 Bueno
-  55 - 63 Excelente



DIAGNÓSTICO AMBIENTAL

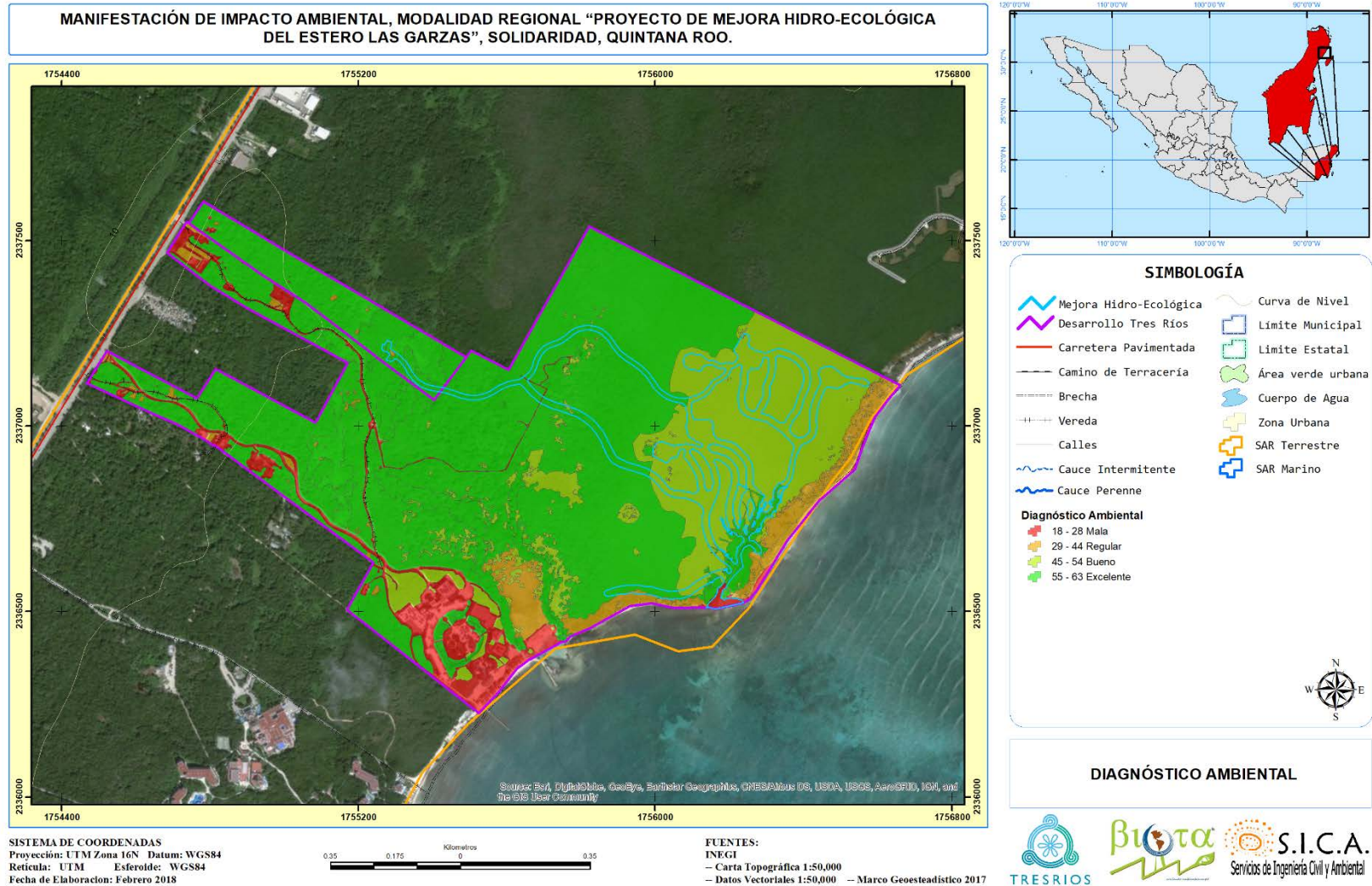




Fuente: Biota y SICA, 2018.

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL “PROYECTO DE MEJORA HIDRO-ECOLÓGICA DEL ESTERO LAS GARZAS”, SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.

Imagen VII. 9. Diagnóstico Ambiental del Sistema Ambiental del Proyecto con transparencia al 40%.



Fuente: Biota y SICA, 2018.

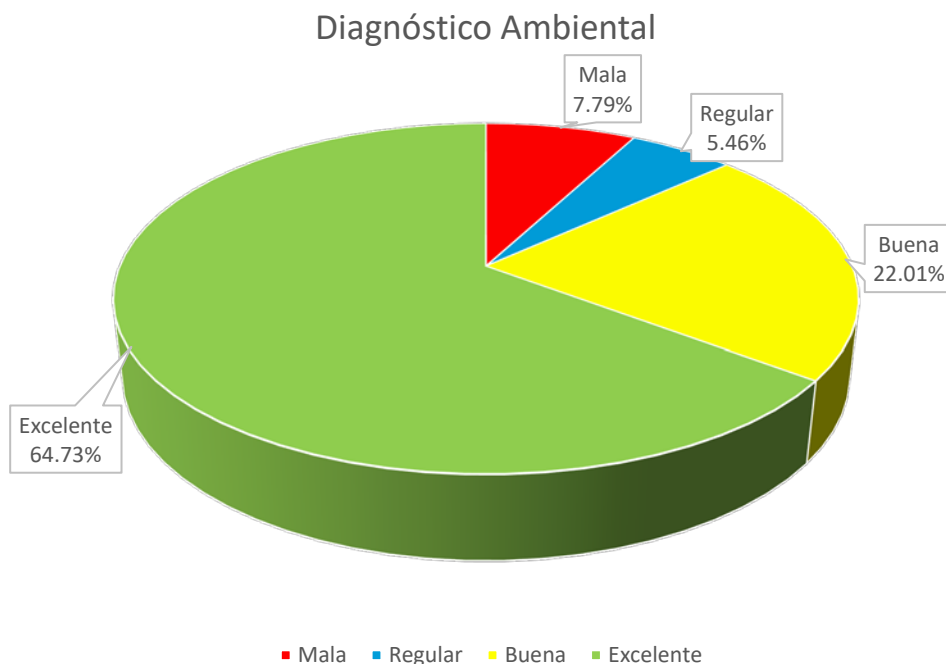
MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL "PROYECTO DE MEJORA HIDRO-ECOLÓGICA DEL ESTERO LAS GARZAS", SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.

Tabla VII. 9. Diagnóstico ambiental del Predio DTR.

| RANGO | DIAGNÓSTICO AMBIENTAL | ÁREA (HAS) | SUPERFICIE |
|-------|-----------------------|------------|------------|
| 18-28 | Mala | 10.315 | 7.79% |
| 29-44 | Regular | 7.238 | 5.46% |
| 45-54 | Buena | 29.160 | 22.01% |
| 54-63 | Excelente | 85.743 | 64.73% |
| | Total | 132.456 | 100.00% |

Fuente: Biota y SICA, 2018.

Gráfica VII. 1. Diagnóstico Ambiental del Predio DTR.



Fuente: Biota y SICA, 2018.

La tabla y la imagen anterior señalan que la mejor calidad ambiental, registrada como **excelente** (rangos de 54 a 63) ocupa un **64.73%** del total de Predio DTR, las que coinciden con los cuerpos de agua, el manglar de tipo cuenca, manglar de tipo borde, la selva de transición y la selva mediana subperennifolia. El manglar de tipo borde presenta salinidades de 35 ups, lo cual permite que su estructura y densidad brinde bienes y servicios ambientales más amplios gracias a su conexión con un cuerpo de agua, esto es con los Ríos Selva, Pájaros y el Estero Las Garzas. Es decir, entre las funciones principales que presta este tipo de manglar son: recarga y descarga de acuíferos, control de inundaciones, estabilización de la línea costera (control de la erosión), retención de sedimentos y de nutrientes, exportación de biomasa, protección contra tormentas, estabilización de microclimas, transportación por agua, por mencionar algunos. En lo que respecta, la selva de transición y la selva mediana presentan un estado de conservación muy bueno, además de su ubicación en la microtopografía del Predio, esto es la terraza para la selva mediana y el talud para la selva de transición o selva inundable. La calidad ambiental registrada como **buena** ocupa un **22.01%** del total de la superficie del Predio DTR, en ella se localizan el manglar de cuenca cercano a la infraestructura turística del Hotel Sunset Tres Ríos, además del manglar chaparro de *R. mangle*, ubicado en la zona oriente del Predio, lugar en donde se pretende ubicar los canales artificiales de mejora hidro-ecológica, este tipo de manglar se considera chaparro por tener una altura menor de 1.5 metros, altura y densidad directamente determinadas por la salinidad del suelo. Este tipo de manglar presenta muy limitados servicios ambientales, con alto riesgo de

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL "PROYECTO DE MEJORA HIDRO-ECOLÓGICA DEL ESTERO LAS GARZAS" SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.

disminuir aún más su estructura y sus servicios ambientales si el aislamiento, las sequías, la evaporación y/o salinización del suelo aumenta, por ello la importancia de tener una conexión hidrológica dinámica. Las características estructurales y funcionales del manglar de matorral que ocupa la zona donde se pretende desarrollar la propuesta de mejora hidroecológica, están determinadas por la microtopografía y la hidrología de la planicie de inundación del predio Tres Ríos, la cual se ubica ligeramente por debajo del nivel medio del mar. Con respecto a la calidad ambiental considera como **regular** (rangos de 29-44) se tiene que, el **5.46%** de la superficie total del Predio muestra estas condiciones, dentro de esta superficie se localiza la turba con vegetación herbácea halófila dispersa, lugar en donde impactó el huracán Wilma en 2005, su efecto fue de gran magnitud en la que se perdieron ecosistemas originales de playa y de duna costera, y la pérdida parcial del manglar de matorral por enterramiento con arena. En tanto que la calidad ambiental registrada como **mala**, ocupa un 7.79% del Predio, ésta se ubica en las zonas en las que antes existía duna y/o playa y en las que ahora se encuentran halófitas pioneras o simplemente son zonas marinas, todo esto en la costa del Predio, además de toda la infraestructura existente que son las que presentan menor calidad ambiental del Predio. Una vez identificado el diagnóstico ambiental predio en la actualidad podemos decir que el SAR de la Manifestación de Impacto Ambiental en su Modalidad Regional del proyecto: "Mejora hidro-ecológica, en el municipio de Solidaridad, Quintana Roo, México" tiene atributos que han sido modificados, debido a las actividades previas y una demanda de servicios y actividades turísticos que demandan el abastecimiento de agua potable, asociado al movimiento de productos, generación de aguas residuales y residuos sólidos municipales y la demanda de empleo en la región. En función de establecer los elementos ambientales críticos y los procesos relevantes del SAR, dentro de su ponderación se habrán de considerar aquellos donde la interacción e influencia tenga efectos notorios y evaluables derivados por las actividades del proyecto sobre sus atributos ambientales. En ese sentido los efectos del proyecto sobre los factores climáticos son confinados a áreas muy específicas, ya que la calidad ambiental de muchos atributos de la región, están definidas por la influencia de los factores regionales, que propician la prevalencia de la buena calidad del aire y estabilidad de los fenómenos microclimáticos. El componente Geología es un elemento relevante para la incorporación del proyecto, dado que existen áreas del proyecto que serán modificados, que son aquellos sitios donde será necesario hacer la excavación y extracción de la turba que se ha formado durante largo tiempo y es la responsable de evitar el movimiento hidrológico superficial y de las condiciones de hipersalinidad del sitio. Las rocas que afloran son sedimentarias oligocénicas y su grado de fracturamiento le confiere una alta permeabilidad. El patrón de drenaje es dendrítico subparalelo. En el caso del suelo de tipo aluvial, a lo largo del trayecto del proyecto predominan los de tipo Leptosol málico y réndzico, que descansan prácticamente sobre el material parental representadas, lomeríos bajos y planicies de inundación que se han reducido en materiales geológicos que han sido intensamente erosionados para conformar amplios valles que han permitido el desarrollo de comunidades de manglar, gracias a su cercanía al mar. En especial el uso actual del suelo está determinado por la presencia de áreas con comunidades de manglar, y zonas de inundación que se restringe únicamente a los sitios donde las condiciones topográficas, abundancia de agua y el tipo de suelo lo permiten. Con relación al componente hidrológico, dada la cantidad del agua que es conducida en los arroyos, que tienen su origen en los escurrimientos superficiales y subterráneos que se dirigen hacia el mar, se tienen consideradas modificaciones importantes al término de la mejora hidro-ecológica, y posteriormente incrementar su condición de flujo hidrológico saturado. Los componentes bióticos, vegetación y fauna, han sido modificados a lo largo del SAR del proyecto, sustituyendo totalmente en algunos tramos de la vegetación original, eliminando todos los elementos vegetales, y con la presencia de desarrollos turísticos, urbanos e infraestructura de comunicaciones. Como un resultado directo, la fauna terrestre original, ha sido modificada, dejando paso a aquella fauna habituada a la presencia humana, principalmente la mastofauna, avifauna y herpetofauna, que tiene una forma amplia de desplazamiento y ocasionalmente, a la fauna nociva, adaptada a las condiciones extremas de deterioro. La fauna silvestre se desarrolla sobre las zonas alejadas y más conservadas del SAR, que ocupan una amplia extensión y que son poco perturbadas por la presencia humana. En conclusión, los componentes bióticos originales han sido afectados y la fauna resistente domina las condiciones del ambiente donde se desarrollará el proyecto. Mientras en las porciones más altas, la franja alta de la cuenca, donde no tendrán interacciones con el proyecto, se tienen comunidades vegetales y poblaciones faunísticas con un buen grado de conservación y que se encuentran en sitios de accesibilidad ocasional y

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL "PROYECTO DE MEJORA HIDRO-ECOLÓGICA DEL ESTERO LAS GARZAS" SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.

esporádica. Finalmente, los componentes socioeconómicos son parte de la dinámica de la región, con la fuerte influencia del Municipio de Playa del Carmen y sus poblaciones mencionadas, matizadas por una economía regional turística, con un conglomerado urbano en lento crecimiento y conflictos regionales, como el desempleo y subempleo, provocando afectaciones de gran importancia en toda la región. El diagnóstico ambiental regional del proyecto "Mejora hidro-ecológica, en el municipio de Solidaridad, Quintana Roo, México", muestra una modificación importante de los componentes del SAR, lo cual conduce a considerar que el sistema en la actualidad presenta una condición de Degradación Progresiva en sitios de moderada fragilidad, definida como aquellos sistemas perturbados, frágiles y sujetos a presiones naturales y de servicios, que favorecen el desarrollo de paisajes que tienden hacia un cambio hacia la infraestructura física, empobrecimiento e inestabilidad. Las actividades humanas presentes aceleran la perturbación física, química y biológica, con la creciente pérdida de la calidad edáfica y desaparición de comunidades vegetales, incremento de su inestabilidad y una mayor degradación. El paisaje presenta una degradación regresiva por causas antrópicas, al ser áreas periurbanas y turísticas, fuertemente presionadas. De acuerdo con los criterios de los Niveles de degradación ecológica de los paisajes, según Mateo y Ortiz (2001), la zona de proyecto "Mejora hidro-ecológica, en el municipio de Solidaridad", se presentan paisajes sustentados en condiciones paraclímax, estadios conservados de cualquier ecosistema, con la presencia de manglar, como especie endémica y la presencia de diversas especies de la avifauna, mastofauna y herpetofauna. Mediante el análisis retrospectivo de la historicidad de la degradación del SAR del proyecto, partiendo de sus condiciones actuales y aplicando la metodología del KSIM, se le asigna un valor de calidad ambiental a los factores relevantes y se procede a realizar la modelación KSIM, para obtener la tendencia del SAR, como se muestra en cuadros y gráficas siguientes. El cuadro siguiente muestra los atributos ambientales considerados y los valores iniciales de la calidad ambiental del sistema para el año 2018, contemplando una situación y evolución prospectiva, anotando las tendencias regionales de los atributos del SAR:

Tabla VII. 10. Calidad Ambiental de los atributos utilizados en la modelación KSIM para el Sistema Ambiental Regional Mejora hidro-ecológica, municipio de Solidaridad, Q. Roo.

| VARIABLE | CALIDAD AMBIENTAL | DESCRIPCIÓN |
|-------------|-------------------|---|
| Hidrología. | 0.8 | En el SAR existe una presión sobre el recurso hidrológico, asociada a la obstrucción con turba de los canales existentes, lo que ha provocado la hipersalinidad y la restricción severa para el desarrollo de la vegetación. Durante la temporada de lluvias, el agua acarreado grandes volúmenes de agua superficial y subterránea, que se deposita en las desembocaduras de los cauces de los diferentes arroyos y provocando la apertura de las bocas en la playa. Tiene un valor alto, debido a la escasa alteración existente y la conservación de sus atributos originales. |
| Vegetación. | 0.8 | Las comunidades originales de vegetación presentes en el SAR han sido modificadas por actividades antrópicas, debido al desarrollo de las actividades turísticas se tienen organismos asociados a la vegetación de manglar y/o humedal con predominio de mangle rojo (<i>Rizophora mangle</i>), ubicado en la parte baja inundable con influencia de agua marina, que permite la existencia de las otras tres especies de mangle, pero con una distribución más restringida. El proyecto afectará elementos de la vegetación natural que han sido descritos, pero su calidad ambiental es alta. |
| Fauna. | 0.7 | La presencia humana disminuye ligeramente las poblaciones faunísticas dentro del SAR, debido a la actividad turística y la vialidad cercana al SAR. La fauna silvestre de interés se encuentra fuera de la influencia humana, confinada en zonas alejadas de la zona inundable, asociada a una mayor disponibilidad de recursos. Esta condición le asigna una moderada calidad ambiental de la fauna. |
| Sociedad | 0.6 | La dinámica poblacional dentro del SAR esta matizada por una alta emigración, sobre todo de hombres que se mueven en la búsqueda de mejores oportunidades de empleo y de mayores ingresos; se busca la oferta de mejores servicios, de salud, vivienda, comunicación y educación, entre otros. En las localidades ubicadas bajo la influencia del SAR no existen servicios para la comunidad en general, solo hasta los núcleos más importantes, como es Playa del Carmen, cabecera del municipio. |
| Economía. | 0.7 | El movimiento turístico y comercial de productos, y pasajeros es una evidencia palpable en el SAR que se acentúa en los fines de semana y periodos vacacionales, que se integra a la dinámica económica y comercial local y regional; sin embargo, existe un moderado movimiento local de mercancías y productos, así como la oferta de diversos servicios. En ese sentido la ponderación económica del SAR es media. Se tiene contemplado que el proyecto dinamizará la economía regional. |

Fuente: Biota y SICA, 2018.

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL "PROYECTO DE MEJORA HIDRO-ECOLÓGICA DEL ESTERO LAS GARZAS" SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.

Como ya se ha hecho referencia, la tendencia del SAR Proyecto es hacia un continuo proceso de degradación progresiva, con una actividad turística preponderante, sobre todo aprovechando la cercanía de las vías de comunicación, disminución paulatina de la cobertura vegetal, desplazamiento de la fauna, baja integración urbanística. En suma, la calidad de vida de la población en la zona de estudio y de influencia, tiene un crecimiento ordenado, con acciones concretas y tendencias naturales o antropogénicas, que intentan desarrollar alternativas para revertir o detener el proceso de degradación que se expresa sobre sus componentes. Considerando la tendencia analizada del SAR y sobre la modelación realizada, se discuten las posibles tendencias futuras a partir de tres momentos, a corto plazo (5 años), mediano plazo (15 años) y largo plazo (30 años), que permite establecer rasgos distintivos y de particular interés ambiental, social y económico. A partir del modelo predictivo del KSIM, con la tendencia de la calidad ambiental de cinco factores analizados del SAR, se observa una proyección hacia la paulatina recuperación de la calidad ambiental de la zona, el constante incremento de la hidrología superficial, aunado a una mejora de la dinámica en la hidrología subterránea, se espera un panorama de una mayor desarrollo sobre los recursos, decremento de la concentración de sales, permitiendo el desarrollo de la comunidad de manglar y en consecuencia en una mejora de la abundancia y diversidad de las especies faunísticas. Las repercusiones sobre los atributos bióticos tendrán efectos de moderada magnitud y significancia, afectando de manera longitudinal sus condiciones actuales, siendo más benéfico al modificar el atributo hidroecológico que producirá puntualmente la mejora de sus condiciones naturales; se debe destacar la existencia de una tendencia favorable de la economía de la región, ya que existen zonas potenciales para su crecimiento turístico, comercial y de servicios, con predios que potencialmente se irán utilizando para las diferentes necesidades turísticas y ambientales para un desarrollo estratégico tanto local y de interés estatal. Las siguientes tablas y gráficas muestran las tendencias futuras del SAR.

Tabla VII. 11. Comportamiento de la Calidad Ambiental del SAR, a corto, mediano y largo plazo, sin la inclusión de ningún tipo de proyecto.

| ATRIBUTO DEL SISTEMA | CALIDAD AMBIENTAL 2018 | AÑO DE LA MODELACIÓN REALIZADA | | | | | |
|----------------------|------------------------|--------------------------------|------------------|-------------------|------------------|-------------------|------------------|
| | | 2023 | | 2028 | | 2048 | |
| | | CALIDAD AMBIENTAL | BRECHA AMBIENTAL | CALIDAD AMBIENTAL | BRECHA AMBIENTAL | CALIDAD AMBIENTAL | BRECHA AMBIENTAL |
| Hidrología | 0.8 | 0.762 | -0.038 | 0.652 | -0.111 | 0.516 | -0.136 |
| Vegetación | 0.8 | 0.748 | -0.052 | 0.705 | -0.043 | 0.520 | -0.185 |
| Fauna | 0.7 | 0.695 | -0.005 | 0.655 | -0.040 | 0.408 | -0.248 |
| Sociedad | 0.6 | 0.670 | 0.070 | 0.618 | -0.052 | 0.569 | -0.048 |
| Economía | 0.7 | 0.658 | -0.042 | 0.666 | 0.007 | 0.581 | -0.084 |

Fuente: Biota y SICA, 2018.

Tabla VII. 12. Modificación de la Calidad Ambiental del SAR, a corto, mediano y largo plazo, sin la integración de ningún tipo de Proyecto.

| COMPONENTE AMBIENTAL | COMPORTAMIENTO DE LA CALIDAD AMBIENTAL (%) | | |
|----------------------|--|-------|-------|
| | 2023 | 2028 | 2048 |
| Hidrología | -4.7 | -13.8 | -17.0 |
| Vegetación | -6.5 | -5.4 | -23.1 |
| Fauna | -0.7 | -5.7 | -35.4 |
| Sociedad | 11.7 | -8.7 | -8.0 |
| Economía | -6.0 | 1.1 | -12.1 |

Fuente: Biota y SICA, 2018.

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL "PROYECTO DE MEJORA HIDRO-ECOLÓGICA DEL ESTERO LAS GARZAS" SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.

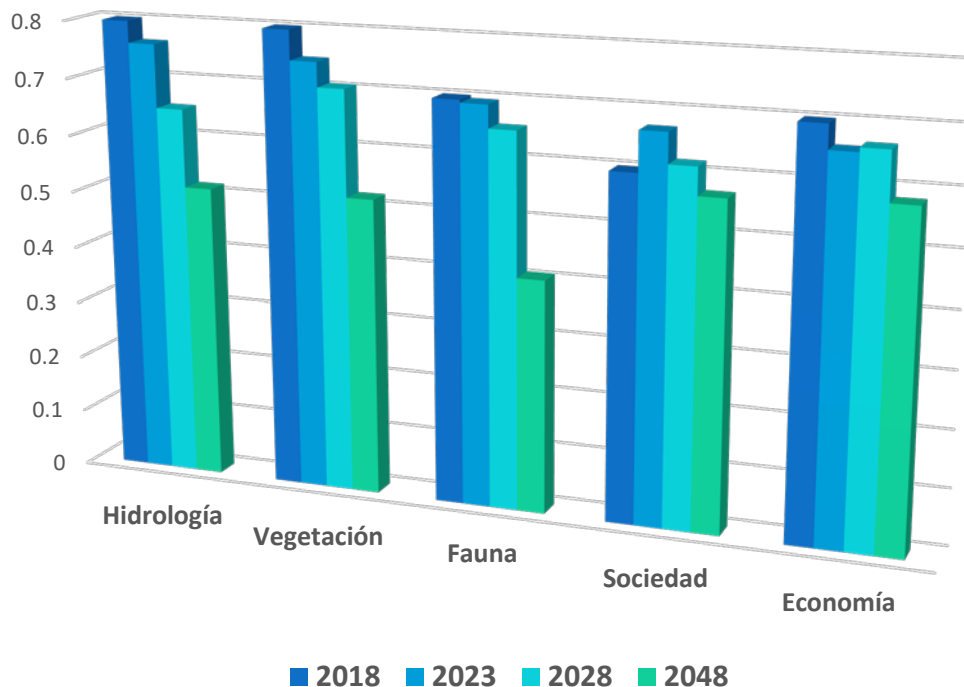
En este documento se utilizará el término de Brecha Ambiental, que refleja la diferencia y comportamiento de cada factor ambiental a lo largo del tiempo, matemáticamente es la separación cuantitativa de la calidad de los factores respecto a su línea base, sobre del cual se hace el análisis ciclo por ciclo. El SAR del Proyecto está particularmente definido por un conjunto de presiones antropogénicas sobre los recursos, destacando la permanente demanda de espacios turísticos, que está en crecimiento y la presión sobre la vegetación natural, sobre todo en las zonas de manglar, por su cercanía a la playa, lo cual ocasiona efectos negativos sobre la fauna silvestre, permitiendo el predominio de la fauna que se adapta a la presencia humana. Debido a estas presiones y manejo de los recursos, asociados a la conversión del uso del suelo, se asignan valores de moderados a altos de calidad ambiental de los atributos evaluados, que se encuentra asociado al hecho de que el SAR tiende hacia una progresiva degradación. La modelación realizada sin proyecto muestra una brecha ambiental negativa para la hidrología de 38 milésimas en el lapso de cinco años que se incrementa a 111 milésimas en 15 y 136 milésimas 30 años, considerando la mayor presión sobre este recurso, alcanzando una pérdida de calidad ambiental del 4.7, 13.8 y 17.0% en los tiempos analizados, siempre una tendencia hacia el deterioro. En el SAR del Proyecto, se presentan la modificación de los atributos de la hidrología en cantidad, donde el recurso agua tiene una presión para el funcionamiento adecuado del ecosistema de manglar, que afectan la disponibilidad en los acuíferos subterráneos. Lo anterior se acentúa por la ausencia de un flujo hidráulico que evite la periódica intrusión de agua de mar, hacia a los cauces existentes y que haga frente a los eventos meteorológicos extremos, que acentúan la hipersalinidad del agua de esta zona. En el SAR se observa un progresivo deterioro y una presión oscilante sobre los atributos de la vegetación, con la avanzada presión en el desarrollo fisiológico de la vegetación de manglar; por el contrario, se tiene un estado de conservación en las porciones altas de los lomeríos más altos, donde las comunidades vegetacionales de selva mediana, presentan una condición clímax y paraclímax, con una matriz conservada y una tendencia progresiva hacia la conservación. Sus valores de calidad ambiental inicial son moderados y se puede pronosticar que la partes bajas y planicies habrán de perderse paulatinamente y serán dominadas por doseles más bajos; por otra parte la vegetación serán ocupadas por el cuerpo de agua estancada, así con una conservación por parte de la comunidad de selva mediana de las partes altas; la modelación muestra ninguna brecha ambiental de 52 milésimas para el año 2023, que desciende ligeramente a 43 milésimas en el 2028 y vuelve a descender en el año 2048 a 185 milésimas, con una tendencia a la afectación del manglar y una cierta estabilización de la vegetación, principalmente sobre las partes altas. Las pérdidas de la calidad ambiental se oscilan en cada ciclo de la modelación con 6.5%, 5.4% y 23.1%, con una tendencia hacia una moderada a severa degradación, principalmente de las comunidades de manglar, en aquellos sitios donde la afectación de la salinidad es muy frecuente y bajo la permanente influencia marina; mientras que una conciencia extendida de protección ambiental favorecerá la existencia de la selva mediana en las partes altas. A consecuencia de la dinámica de la vegetación natural, la fauna muestra una tendencia a disminuir su presencia en el SAR, donde se ha desarrollado la infraestructura de caminos pavimentados y de terracería, con la disminución de los recursos y la constante presencia humana. La presencia de una matriz conservada de selva media en las partes altas garantiza que las comunidades faunísticas preserven una mejor condición ambiental. Sus valores de calidad ambiental inicial de la fauna son medios y tienen a perderse ligeramente, donde la modelación muestra una brecha ambiental para el año 2023 de 5 milésimas, que se incrementa a 40 milésimas en el 2028 y finalmente vuelven a incrementarse en el año 2048 a 248 milésimas, con una clara tendencia a la degradación de los recursos faunísticos. Las pérdidas de la calidad ambiental se comportan de manera negativa en cada ciclo de la modelación con 0.7%, 5.7% y 35.4%, con una tendencia hacia incrementar los efectos negativos, al menos en sitios donde la degradación natural del hábitat es visible, aunado a la constante presencia humana, donde las condiciones de conservación serán más inseguras para los organismos faunísticos. El factor Sociedad muestra una condición de mediana calidad ambiental, debido a la permanente migración que ha definido la posibilidad de cambio de uso del suelo y la intermitente presencia humana. Los valores de la modelación realizada muestran una brecha ambiental positiva para el año 2023 de 70 milésimas, descendiendo a 52 milésimas en el 2028 y finalmente alcanzar un valor negativo en el año 2048 a 48 milésimas, con una clara tendencia a la baja posibilidad de consolidar la presencia humana. La pérdida de la calidad ambiental muestra una tendencia que inicia con un valor positivo del 11.7%, para descender al 8.7% y 8.0%, ambos negativos

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL "PROYECTO DE MEJORA HIDRO-ECOLÓGICA DEL ESTERO LAS GARZAS" SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.

para los dos últimos ciclos de la modelación. En relación con la dinámica económica de la región se observa que existen potenciales económicos que aún no se han aprovechado, de tal manera que las actividades económicas turísticas y de servicios y de movimiento de productos, pueden revitalizar nuevas formas de integrarse a la dinámica regional. Es claro que este crecimiento económico tiene un límite, lo cual se predice a través de los valores obtenidos de la modelación, con una brecha ambiental, con un carácter negativo para el año 2023 de 42 milésimas, que se incrementa a 7 milésimas en el 2028 y finalmente disminuir en el año 2048 a 84 milésimas, con una clara tendencia a una oscilación periódica para la dinámica económica regional. Se observa un incipiente mejoramiento de la calidad ambiental con una tendencia oscilante negativa del 6.0% al inicio, con el aumento de la movilidad de afluencia turística y materias primas, productos y trabajadores, que permite un incremento del 1.1% y termina con un valor negativo del 12.1%, marcando una clara tendencia oscilatoria de sus valores.

Las siguientes gráficas muestran los resultados y el comportamiento de la Simulación de Escenario KSIM "Sin Proyecto" es decir sin la ejecución de ningún proyecto, así como la "brecha ambiental", que resulta de considerar el valor inicial de la calidad ambiental y su diferencia a lo largo de los tiempos analizados. Cabe mencionar que existe un conjunto de presiones sobre el SAR del Proyecto, proveniente de las actividades turísticas y urbanas actuales, que han propiciado la existencia de procesos de deterioro sobre los atributos del agua, fauna y vegetación, cuyos atributos iniciales muestran una tendencia del escenario potencial del SAR "Sin Proyecto", con una significativa reducción de su calidad ambiental, generando una "Brecha Ambiental" que se amplía paulatinamente con relación a las condiciones actuales. Bajo esta tendencia, se obtienen efectos positivos incipientes en los ámbitos sociales y económicos, con una ligera tendencia favorable, así como un comportamiento oscilante de sus valores, debido a que el dinamismo social y económico debe alcanzar su máximo y finalmente cesar el crecimiento y mantener una tendencia asintótica de las actividades económicas comunes actuales, sin la expectativa de un crecimiento considerable.

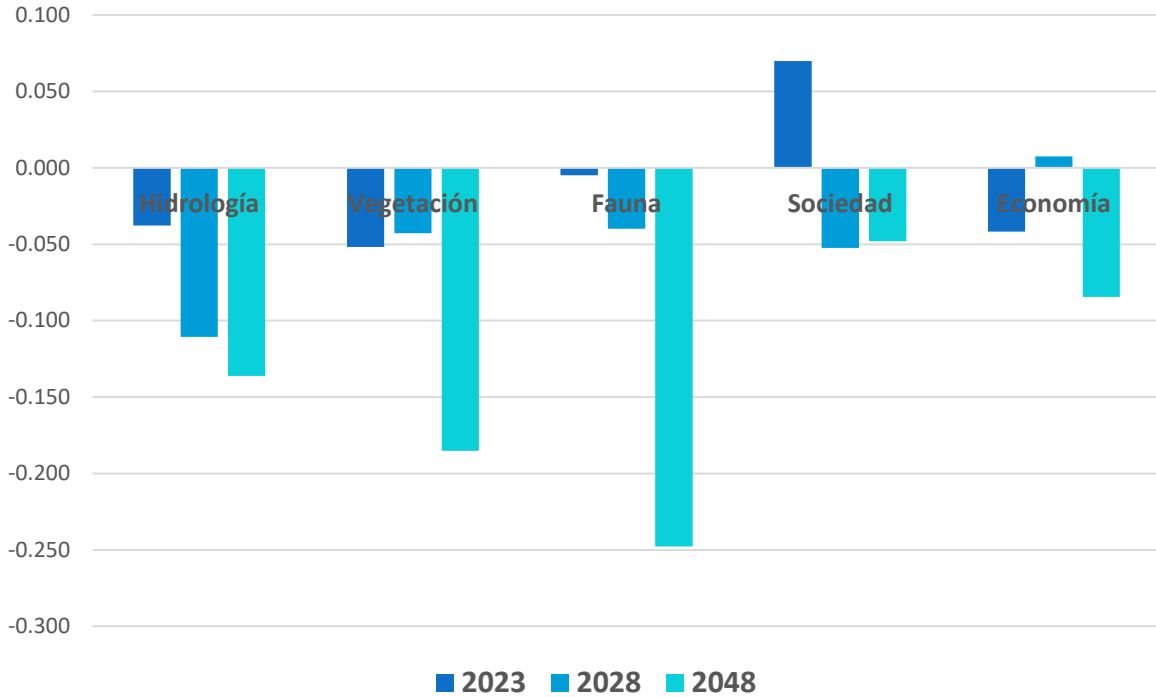
Gráfica VII. 2. Tendencia del SAR sin la incorporación del Proyecto Mejora hidro-ecológica, en el municipio de Solidaridad, Quintana Roo, México, al año 2048.



Fuente: BIOTA y SICA, 2018.

**MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL
"PROYECTO DE MEJORA HIDRO-ECOLÓGICA DEL ESTERO LAS GARZAS"
SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.**

Gráfica VII. 3. Brecha Ambiental del SAR sin la incorporación del Proyecto Mejora hidro-ecológica, en el municipio de Solidaridad, Quintana Roo, México, al año 2048.



Fuente: BIOTA y SICA, 2018.

VII.2. Descripción y análisis del escenario con proyecto.

A continuación, se presenten una valoración cuantitativa por los impactos generados por la instalación del proyecto.

AFECTACIÓN SOBRE UNIDADES DE PAISAJE.

En este contexto, el paisaje se compone por unidades discretas, perceptibles y diferenciables ligadas con los usos de suelo que una sociedad da y acepta para un espacio territorial. Las unidades de paisaje, entonces, se estructuran de acuerdo con una composición de características o rasgos naturales que las hacen claramente distinguibles unas de otras, condición que permite que sean una base territorial para evaluar la oferta de recursos naturales y su manejo para efectos de planeación sectorial y espacial con límites naturales distinguibles al ojo humano. La situación conceptual considerada es una división espacial del entorno con fines de establecer una demarcación, en este caso el Sistema Ambiental Regional, para poder realizar, bajo límites, un análisis cartográfico de las unidades de paisaje. Para ello se consideraron las escalas de trabajo de 1:500 para la cartografía aceptada por la resolución de las imágenes y planos utilizados. Bajo el marco de referencia descrito, se aborda el impacto y riesgo ambiental utilizando un Sistema de Información Geográfica vectorial con lo cual se realiza una cartografía sobre la que se contrastan las propiedades del proyecto. Para este caso se utilizó el programa Arcgis 10.3. La aplicación de herramientas SIG a la metodología de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) potencian la comprensión del entorno y permiten la integración, modelado, análisis y la valoración de los distintos factores que, eventualmente, harán de interactuar con la obra o actividad propuesta. La utilización del SIG en la valoración del impacto ambiental permite, entre otras cosas:

- Obtener, acopiar y sistematizar la información ambiental.
- Realizar un diagnóstico ambiental documentado.
- Analizar la información ambiental en base a datos numéricos con referencia espacial y temporal lo que permite un mayor nivel de integración y procesamiento.
- Ofrece información detallada, confiable y referida geográficamente.
- Permite el planteamiento de preguntas y ofrece respuestas confiables.

En función de lo anterior se presenta a continuación una valoración de los impactos ambientales a partir del conocimiento del inventario de los elementos naturales documentados utilizando el Sistema de Información Geográfica, esto en virtud de que esta herramienta y método ofrecen una descripción de espacio basada en la cuantificación del conjunto elementos naturales que pudieran ser afectados por la obra pretendida y con ello proveer, y aplicar, las medidas de prevención, mitigación y/o compensación necesarias, pertinentes y específicas para evitar y reducir al mínimo los efectos negativos sobre el ambiente.

Valoración de impactos ambientales estimados con métodos específicos de la relación sin proyecto y con proyecto.

El método que se emplea es el propuesto por Gabriel Ortiz para proyectos en una sola opción de trazo. Este método basa la valoración del impacto ambiental en dependencia de la ponderación del valor relativo dado a los tipos de vegetación, unidades ambientales o de paisaje en función de los siguientes criterios:

- Grado de cobertura.
- Estructura espacial
- Diversidad en la etapa serial de la sucesión.
- Estado de conservación.
- Endemismos.

Según estos criterios se valora cada una de las unidades de 1 al 10. El procedimiento para extraer el índice de impacto es el siguiente:

$$C_i = \frac{\sum Su * V}{Sr} * 100$$

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL "PROYECTO DE MEJORA HIDRO-ECOLÓGICA DEL ESTERO LAS GARZAS" SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.

Dónde: Su=Es la superficie de las unidades a valorar y V= es el valor de conservación (ponderación).

Sr: Superficie equivalente de las unidades de vegetación consideradas en el ámbito geográfico de referencia. Esta superficie equivalente se extrae de la sumatoria de todas las superficies de las unidades consideradas en la región geográfica estudiada multiplicadas por su correspondiente grado de conservación.

El resultado del cálculo del índice es expresado en porcentaje y para su interpretación se ha de tener en cuenta la situación **sin proyecto**, que debe ser del 100%, a esta situación sin proyecto se le resta el resultado de la estimación **con proyecto**. Si las pérdidas de superficie equivalente son superiores a un 30% o próximas a un tercio, el trazo del proyecto es inadmisibles y, en consecuencia, se debe modificar la propuesta.

IMPACTO DE LAS MODIFICACIONES PROPUESTAS PARA EL PROYECTO DE MEJORA HIDRO-ECOLÓGICA DEL ESTERO LAS GARZAS, UBICADO EN EL MUNICIPIO DE SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.

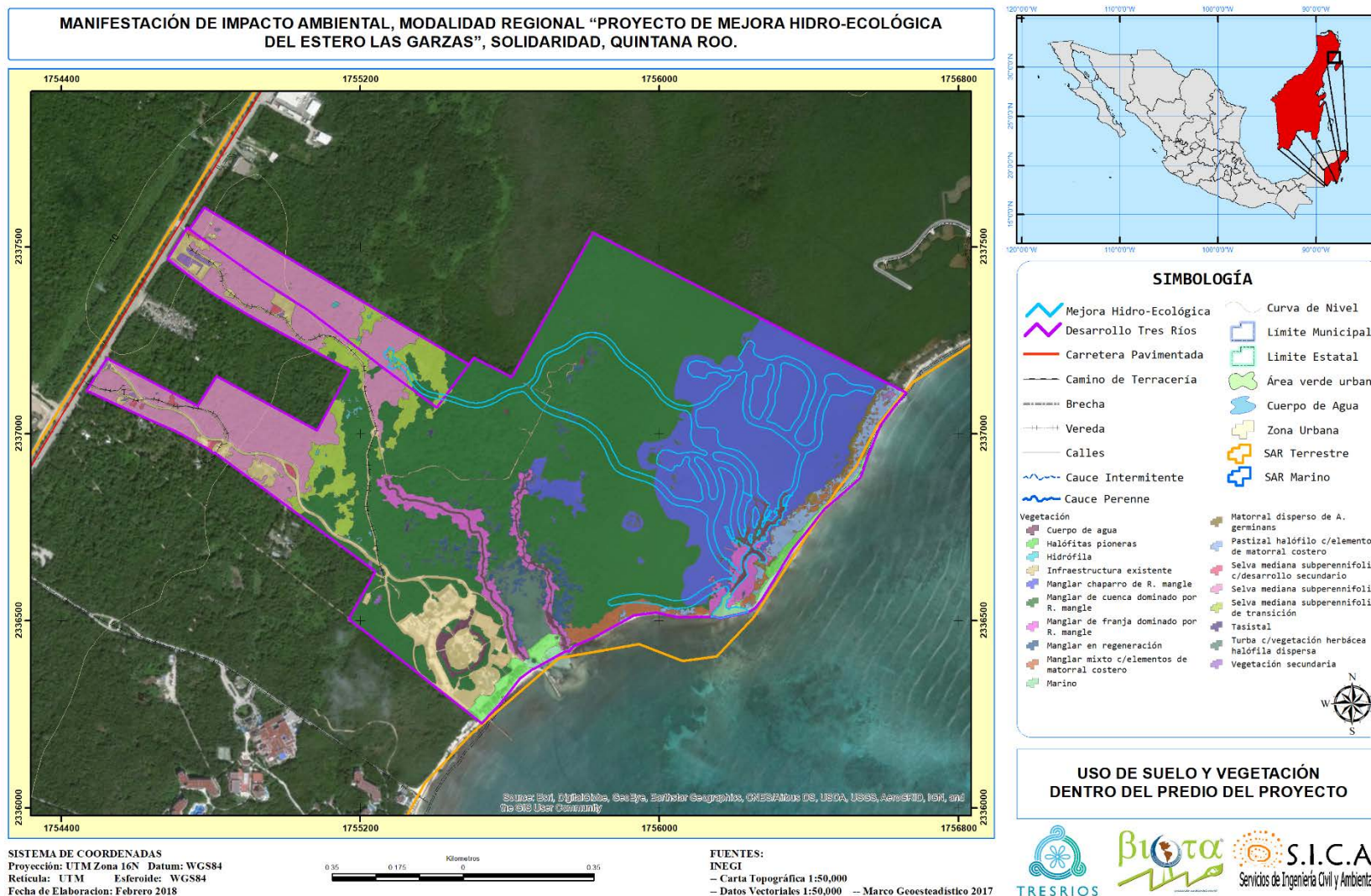
El Predio del "**Desarrollo Tres Ríos**" (DTR) cuenta con una superficie total de 132.46 hectáreas, de las cuales los usos de suelo se presentan a continuación:

Tabla VII. 13. Uso de Suelo y Vegetación Presentes en el Predio Desarrollo Tres Ríos.

| TIPO DE VEGETACIÓN | ÁREA (MTS ²) | ÁREA (HAS) | PORCENTAJE |
|---|--------------------------|----------------|----------------|
| Cuerpo de agua | 20015.118 | 2.002 | 1.51% |
| Halófitas pioneras | 18608.346 | 1.861 | 1.40% |
| Hidrófila | 1495.479 | 0.150 | 0.11% |
| Infraestructura existente | 81427.446 | 8.143 | 6.15% |
| Manglar chaparro de R. mangle | 249513.892 | 24.951 | 18.84% |
| Manglar de cuenca dominado por R. mangle | 596505.779 | 59.651 | 45.03% |
| Manglar de franja dominado por R. mangle | 38982.159 | 3.898 | 2.94% |
| Manglar en regeneración | 24143.374 | 2.414 | 1.82% |
| Manglar mixto c/elementos de matorral costero | 17073.811 | 1.707 | 1.29% |
| Marino | 9793.452 | 0.979 | 0.74% |
| Matorral disperso de <i>A. germinans</i> | 3800.246 | 0.380 | 0.29% |
| Pastizal halófilo c/elementos de matorral costero | 18307.616 | 1.831 | 1.38% |
| Selva mediana c/desarrollo secundario | 3169.839 | 0.317 | 0.24% |
| Selva mediana subperennifolia | 172488.350 | 17.249 | 13.02% |
| Selva de transición | 47245.934 | 4.725 | 3.57% |
| Tasistal | 374.299 | 0.037 | 0.03% |
| Turba c/vegetación herbácea halófila dispersa | 17752.977 | 1.775 | 1.34% |
| Vegetación secundaria | 3955.475 | 0.396 | 0.30% |
| TOTAL | 1324653.591 | 132.465 | 100.00% |

Fuente: BIOTA y SICA, 2018

Imagen VII. 10. Tipos De Vegetación Localizados en el Predio Desarrollo Tres Ríos.



**MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL,
"PROYECTO DE MEJORA HIDRO-ECOLÓGICA DEL ESTERO LAS GARZAS",
SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.**

Para el presente análisis se tomaron en cuenta las imágenes satelitales, los vídeos tomados por el dron durante la visita a campo y la misma visita para determinar distintas zonas más específicas del Predio de Desarrollo Tres Ríos, entre otras, el estado actual de la zona, la vegetación de manglar, selva, la infraestructura existente, por señalar algunas. El Proyecto consiste en la mejora hidro ecológica en la cuenca de inundación del Estero Las Garzas, esto mediante un sistema de canales artificiales con funcionamiento estuarino natural y litorales con manglar de tipo fisonómico de borde, con la finalidad que el manglar tipo matorral actual al vincularse a un canal artificial incremente su estructura forestal y aumente a la vez los bienes, servicios y atributos ambientales del ecosistema de manglar; así como su resiliencia a periodos de sequía e impacto por huracanes y tormentas tropicales. En seguida se presentan las Unidades del Paisaje consideradas para la presente evaluación:

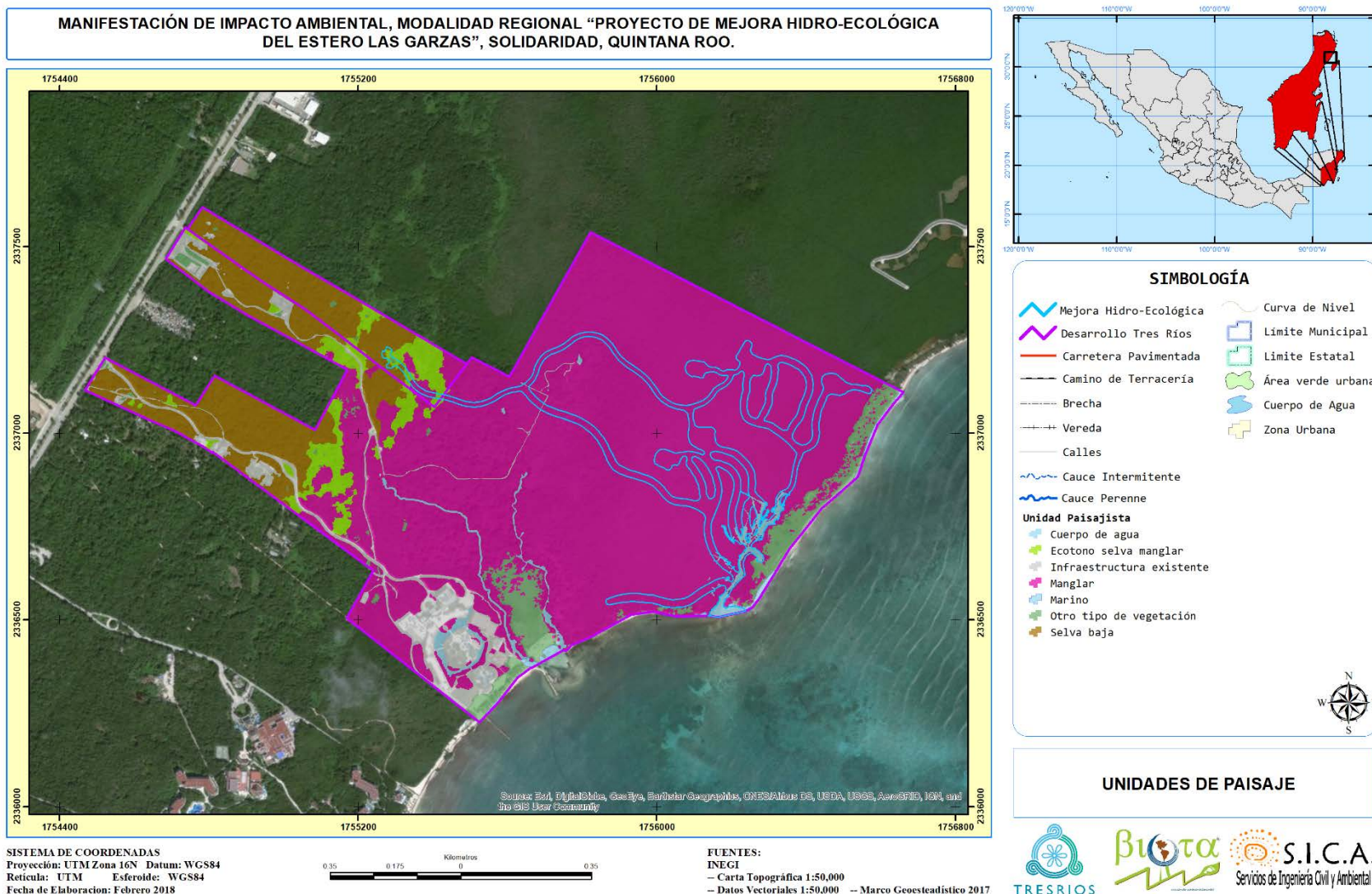
Tabla VII. 14. Unidades del Paisaje.

| TIPO DE VEGETACIÓN | ÁREA (MTS ²) | ÁREA (HAS) | PORCENTAJE |
|---------------------------|--------------------------|----------------|----------------|
| Cuerpo de agua | 20015.118 | 2.002 | 1.51% |
| Otro tipo de vegetación | 59964.663 | 5.996 | 4.53% |
| Ecotono selva manglar | 51201.409 | 5.120 | 3.87% |
| Infraestructura existente | 81427.446 | 8.143 | 6.15% |
| Manglar | 926219.015 | 92.622 | 69.92% |
| Marino | 9793.452 | 0.979 | 0.74% |
| Selva mediana | 176032.487 | 17.603 | 13.29% |
| TOTAL | 1324653.592 | 132.465 | 100.00% |

Fuente: BIOTA y SICA, 2018.

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL “PROYECTO DE MEJORA HIDRO-ECOLÓGICA DEL ESTERO LAS GARZAS”, SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.

Imagen VII. 11. Unidades de Paisaje del Predio Desarrollo Tres Ríos.



Fuente: BIOTA y SICA, 2018.



MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL "PROYECTO DE MEJORA HIDRO-ECOLÓGICA DEL ESTERO LAS GARZAS", SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.

A continuación, se muestra lo siguiente:

- a) El inventario ambiental determinado a escala 1:6, 500.
- b) La valoración del impacto ambiental, mediante índices de impacto.

Se presenta la cartografía general realizada, a escala 1: 6, 500, indicando el Predio del Proyecto, y posteriormente una vez ingresado el Proyecto de Mejora Hidro-Ecológica. El siguiente mapa permite conocer a detalle el espacio en el que se inserta el proyecto.

RESULTADOS

Análisis del Coeficiente de Impacto (Ci), incluyendo el estado actual del Predio Desarrollo Tres Ríos en donde se pretenden ingresar las modificaciones.

Tabla VII. 15. Análisis regional a escala 1:6, 500.

| UNIDADES AMBIENTALES | SUPERFICIE HA (SU) | VALOR DE CONSERVACIÓN (V) | SUPERFICIE EQUIVALENTE (SE) | ÍNDICE DE IMPACTO (CI) SIN PROYECTO |
|--------------------------------------|--------------------|---------------------------|-----------------------------|-------------------------------------|
| Cuerpo de agua | 2.002 | 9 | 18.014 | 100 |
| Dunas costeras | 5.996 | 7 | 41.975 | |
| Ecotono selva manglar | 5.120 | 8 | 40.961 | |
| Infraestructura existente | 8.143 | 6 | 48.856 | |
| Manglar | 92.622 | 9 | 833.597 | |
| Marino | 0.979 | 7 | 6.855 | |
| Selva mediana | 17.603 | 8 | 140.826 | |
| Total, en la Región | 132.465 | | | |
| Total, Superficie Equivalente | | | 1131.085 | |
| <i>Ci</i> | | | | |

Fuente: BIOTA y SICA, 2018.

El 100% representa el indicador para la situación **sin proyecto**.

Primero se realizará un análisis con el estado actual del Predio Desarrollo Tres Ríos, para finalmente hacer un análisis una vez ingresada la propuesta de mejora hidro-ecológica. En seguida se presenta la tabla de afectaciones por los canales de mejora hidro-ecológica de acuerdo con cada unidad de paisaje, y su respectiva superficie. Datos que se explicaron anteriormente.

Tabla VII. 16. Afectación Total.

| Unidad de Paisaje | Superficie | % |
|---------------------------------------|------------|---------|
| Manglar | 8.88 | 95.18% |
| Selva mediana | 0.06 | 0.64% |
| Otro tipo de vegetación | 0.02 | 0.21% |
| Ecotono selva manglar | 0.13 | 1.39% |
| TOTAL, CON VEGETACIÓN | 9.09 | 97.43% |
| Marino | 0.24 | 2.57% |
| TOTAL, SUPERFICIE DE DESPLANTE | 5.9100 | 100.00% |

Fuente: BIOTA y SICA, 2018.

A continuación, se presenta la ponderación realizada una vez ingresadas las modificaciones pretendidas.

**MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL
"PROYECTO DE MEJORA HIDRO-ECOLÓGICA DEL ESTERO LAS GARZAS"
SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.**

Tabla VII. 17. Ponderación regional a escala 1:6,500 una vez ingresado el proyecto.

| UNIDADES AMBIENTALES | SUPERFICIE HA (SU) | SUPERFICIE ELIMINADA | SUPERFICIE REMANENTE | VALOR DE CONSERVACIÓN | SUPERFICIE EQUIVALENTE | ÍNDICE DE IMPACTO CON PROYECTO |
|---|--------------------|----------------------|----------------------|-----------------------|------------------------|--------------------------------|
| Cuerpo de agua | 2.002 | 0.71 | 1.29 | 8 | 10.333816 | |
| Otro tipo de vegetación | 5.996 | 0.02 | 5.98 | 7 | 41.828255 | |
| Ecotono selva manglar | 5.12 | 0.13 | 4.99 | 8 | 39.902152 | |
| Infraestructura existente | 8.143 | 0.01 | 8.14 | 6 | 48.819684 | |
| Manglar | 92.622 | 8.88 | 83.74 | 9 | 753.678054 | |
| Marino | 0.979 | 0.24 | 0.74 | 7 | 5.16999 | |
| Selva mediana | 17.603 | 0.06 | 17.54 | 8 | 140.312488 | |
| Total, en la Región | 132.465 | 10.05 | 122.41 | 7.57 | | |
| Total, Superficie Equivalente con Proyecto | | | | | 1040.04 | |
| Total, Superficie Equivalente sin Proyecto | | | | | 1131.08 | |
| Ci | | | | | | 91.95% |

Fuente: BIOTA y SICA, 2018.

Esta aproximación fue hecha en SIG mediante una superposición de la huella de la propuesta por la mejora hidro-ecológica del Estero Las Garzas.

Tabla VII. 18. Diferencia de coeficientes de impacto (pérdida de superficie equivalente)

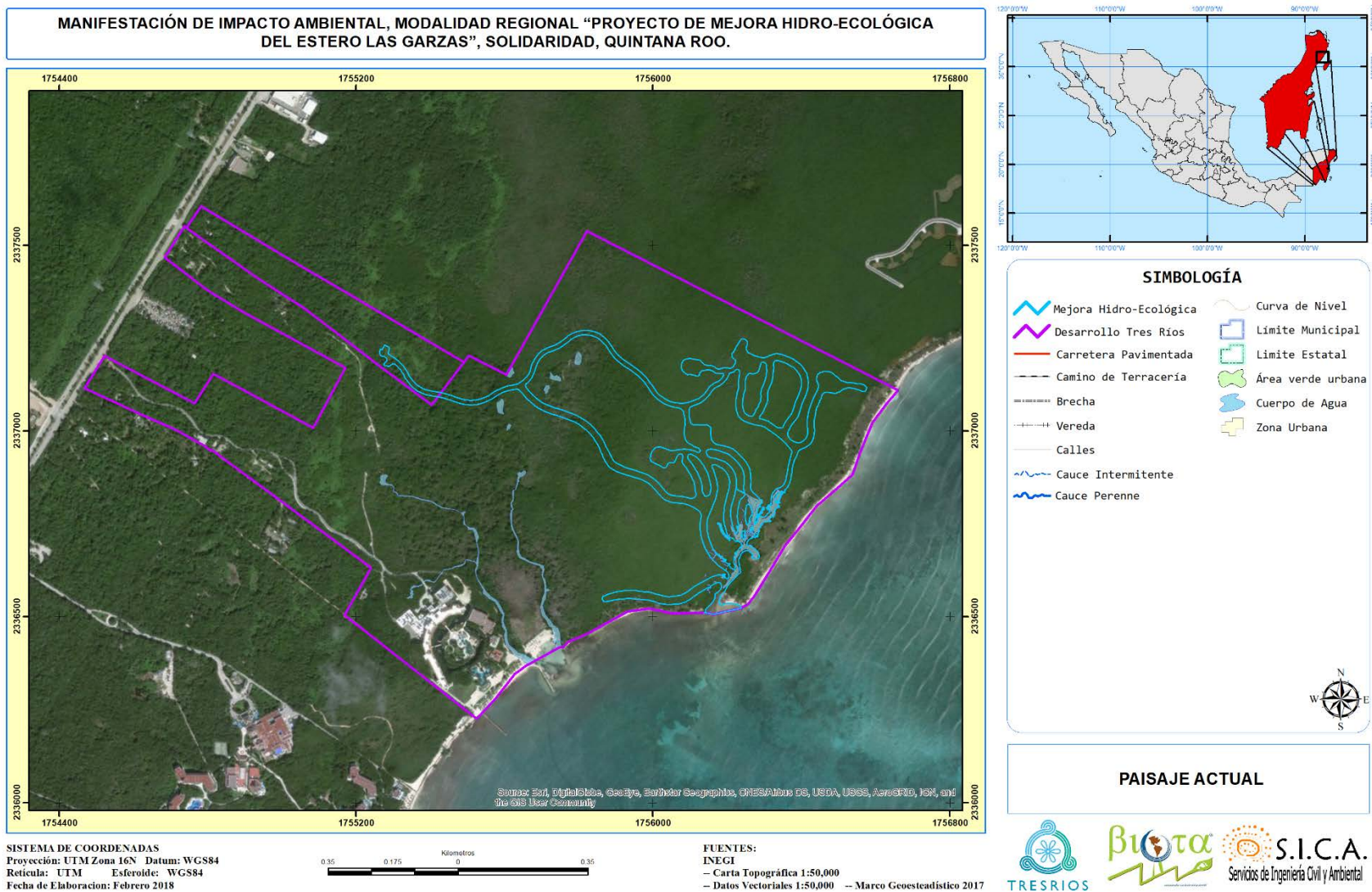
| ÍNDICE DE IMPACTO (CI) SIN PROYECTO | ÍNDICE DE IMPACTO (CI) CON PROYECTO | DIFERENCIA ENTRE SITUACIÓN CON Y SIN PROYECTO | DIAGNÓSTICO |
|-------------------------------------|-------------------------------------|---|-------------|
| 100.00% | 91.95% | 8.05% | Compatible |

Fuente: BIOTA y SICA, 2018.

Utilizando este tratamiento se presenta una diferencia de coeficientes del 8.05% entre la situación sin proyecto y con proyecto existente. Se puede calificar el impacto, así valorado, como compatible, toda vez que el proyecto consiste en preservar y mejorar las condiciones actuales del manglar que se localiza en la parte sureste del Predio DTR.

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL “PROYECTO DE MEJORA HIDRO-ECOLÓGICA DEL ESTERO LAS GARZAS”, SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.

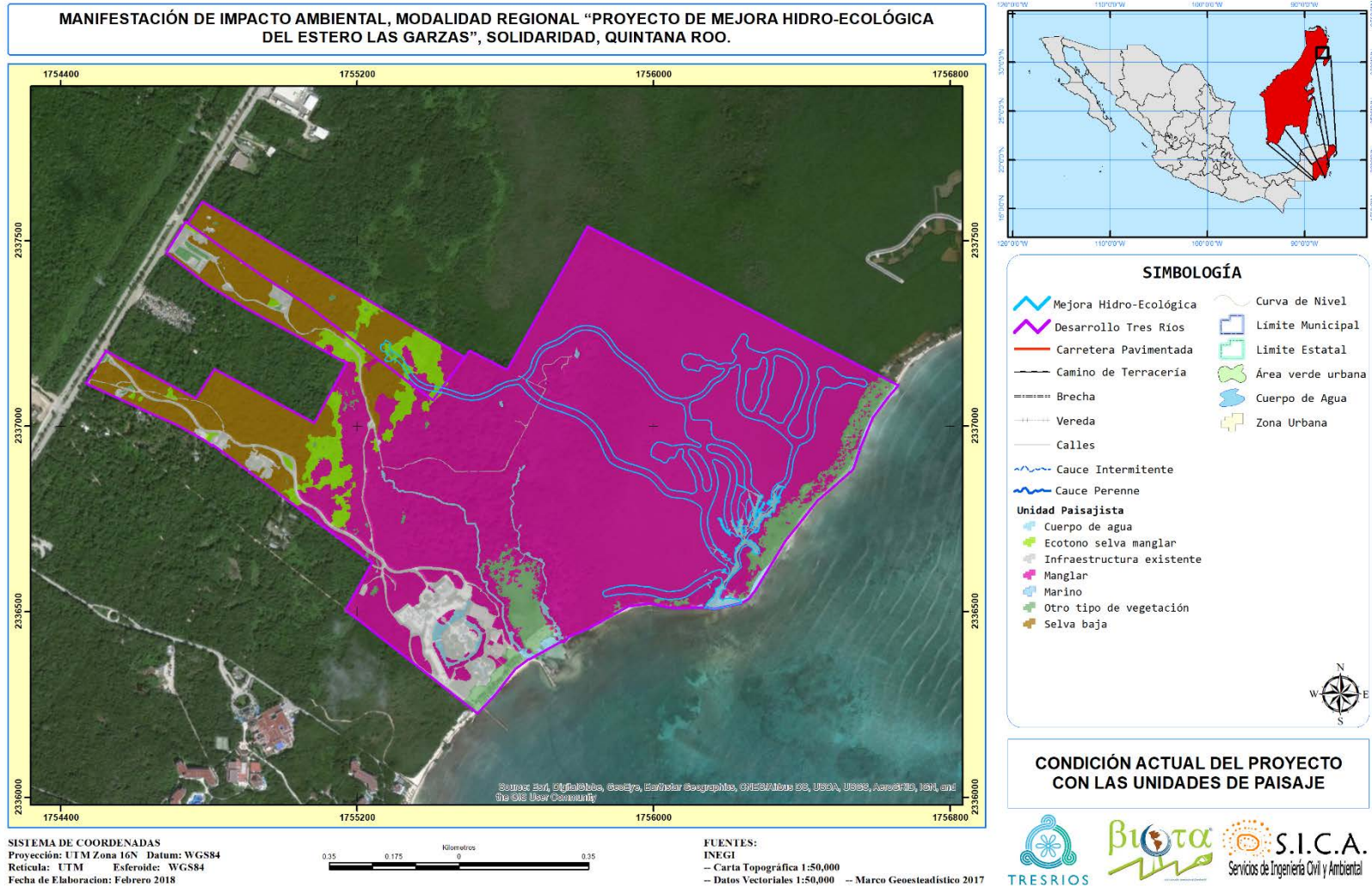
Imagen VII. 12. Condición actual del Proyecto Mejora Hidro Ecológica sin las unidades de paisaje.



Fuente: BIOTA y SICA, 2018.

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL “PROYECTO DE MEJORA HIDRO-ECOLÓGICA DEL ESTERO LAS GARZAS”, SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.

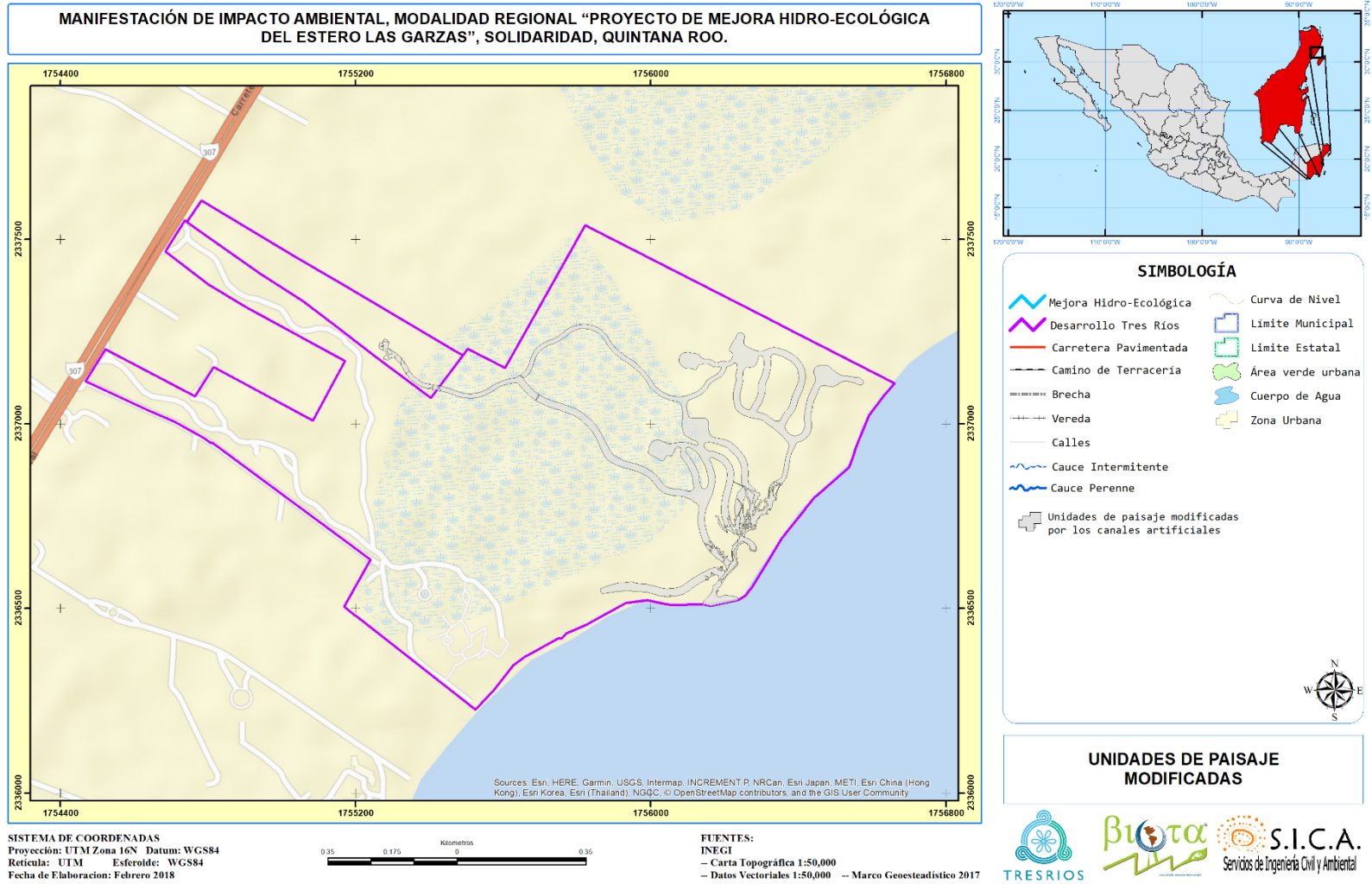
Imagen VII. 13. Condición actual del Proyecto Mejora Hidro Ecológica con las unidades de paisaje.



Fuente: BIOTA y SICA, 2018.

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL “PROYECTO DE MEJORA HIDRO-ECOLÓGICA DEL ESTERO LAS GARZAS”, SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.

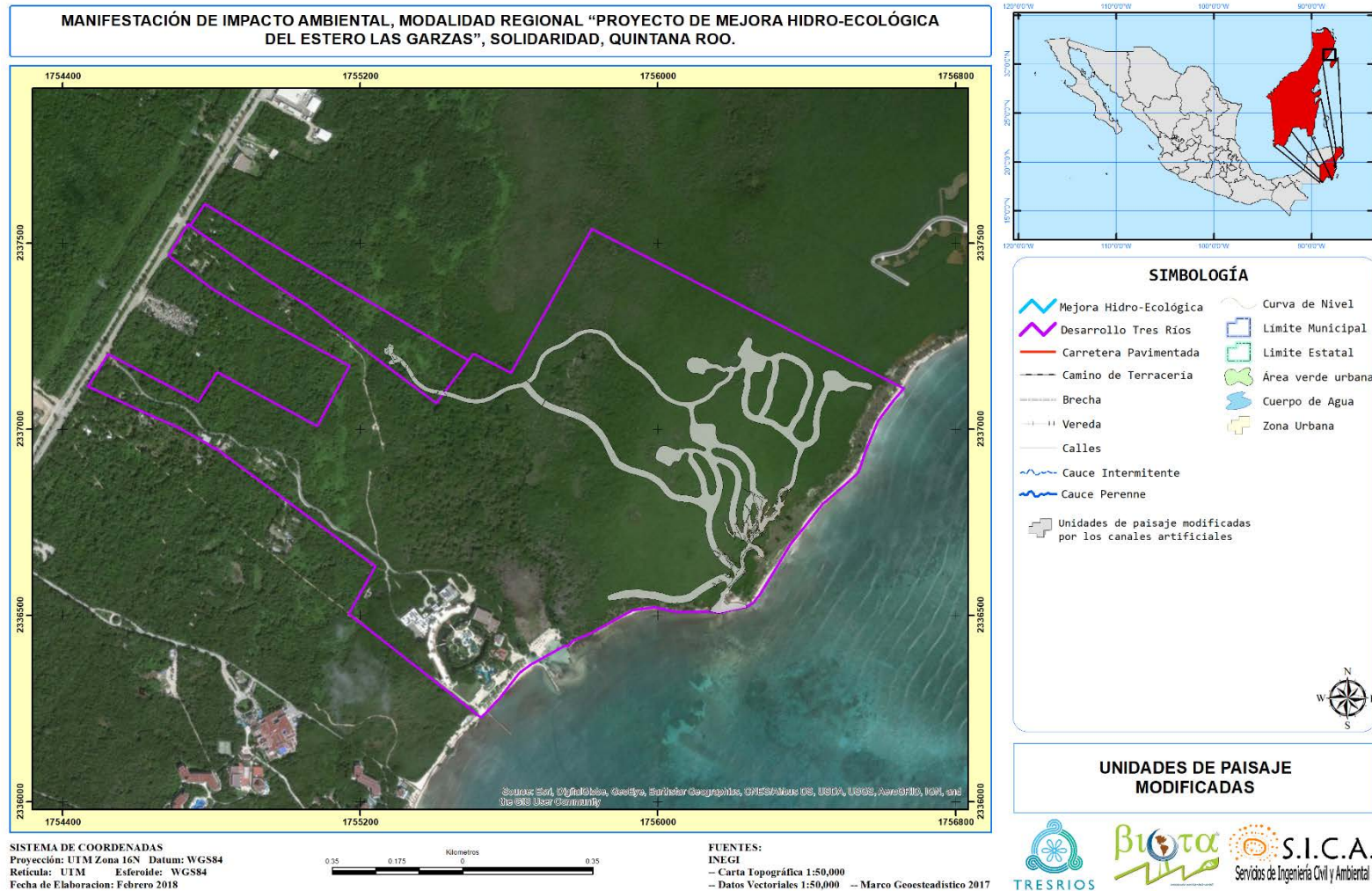
Imagen VII. 14. Ubicación de las unidades de paisaje, modificadas por el Proyecto en Google Maps.



Fuente: BIOTA y SICA, 2018.

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL “PROYECTO DE MEJORA HIDRO-ECOLÓGICA DEL ESTERO LAS GARZAS”, SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.

Imagen VII. 15. Ubicación de las unidades de paisaje, modificadas por el Proyecto en Google Earth.



Fuente: BIOTA y SICA, 2018.

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL “PROYECTO DE MEJORA HIDRO-ECOLÓGICA DEL ESTERO LAS GARZAS”, SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.

Finalmente se presenta la tabla comparativa del impacto ocasionado a las unidades de paisaje con el Estado actual y el ingreso de los canales de mejora hidro-ecológica:

Tabla VII. 19. Diferencia de coeficientes de impacto (pérdida de superficie equivalente) con el Proyecto Original y el Proyecto con modificaciones.

| | |
|--|----------------|
| <i>Índice de impacto (Ci) sin proyecto de mejora hidro-ecológica</i> | 100.00% |
| <i>Índice de impacto (Ci) con proyecto de mejora hidro-ecológica</i> | 91.95% |
| Diagnóstico | Compatible |

Fuente: BIOTA y SICA, 2018.

En la tabla anterior se puede observar que el proyecto de mejora hidro-ecológica tiene un diagnóstico considerado como compatible, además de que, el impacto a mediano y largo plazo será benéfico para conservación y aumento en la biodiversidad biológica generada por el sistema acuático con funcionamiento natural. Es decir, que al revertir el proceso de salinización del manglar; se espera mejorar su estructura creando manglar del tipo fisonómico borde; rehabilitar funciones y ampliar los servicios ambientales del ecosistema de manglar. Esto es, que al reducir la salinidad del suelo sobre el manglar y recuperar la conectividad con un cuerpo acuático, se esperan incrementar los servicios ambientales que presta actualmente el manglar.

**MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL
"PROYECTO DE MEJORA HIDRO-ECOLÓGICA DEL ESTERO LAS GARZAS"
SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.**

METODOLOGÍA KSIM.

A continuación, se muestra el análisis de los resultados de la Simulación KSIM con la integración del proyecto "Mejora hidro-ecológica, en el municipio de Solidaridad, Quintana Roo, México", y su comparación con el valor obtenido de la Modelación "Sin Proyecto", de acuerdo con tres diferentes intervalos de tiempo de 5, 15 y 30 años. De esta forma se conoce numéricamente la "Brecha Ambiental", entre el Proyecto y el Escenario "Sin Proyecto". Cabe mencionar que cuando se obtienen valores positivos, estos corresponden a los "Pasivos Ambientales", como respuesta de los impactos negativos derivados del desarrollo del Proyecto. En el caso de obtener valores negativos, se interpretan como "Activos Ambientales", que resultan los efectos benéficos de las distintas actividades del proyecto y que son favorables al entorno. La tabla siguiente muestra los valores obtenidos para la Modelación KSIM del SAR para la integración del proyecto, considerando la preparación de sitio, construcción, operación y mantenimiento; posteriormente se discuten los valores y principales conclusiones obtenidas.

Tabla VII. 20. Comportamiento de la Calidad Ambiental del Sistema Ambiental con la integración del Proyecto Mejora hidro-ecológica, en el municipio de Solidaridad, Quintana Roo, México, a corto, mediano y largo plazo.

| ATRIBUTO DEL SISTEMA | CALIDAD AMBIENTAL 2018 | AÑO DE LA MODELACIÓN REALIZADA | | | | | |
|----------------------|------------------------|--------------------------------|------------------|-------------------|------------------|-------------------|------------------|
| | | 2023 | | 2028 | | 2048 | |
| | | CALIDAD AMBIENTAL | BRECHA AMBIENTAL | CALIDAD AMBIENTAL | BRECHA AMBIENTAL | CALIDAD AMBIENTAL | BRECHA AMBIENTAL |
| Hidrología | 0.8 | 0.855 | 0.055 | 0.937 | 0.082 | 0.991 | 0.054 |
| Vegetación | 0.8 | 0.821 | 0.021 | 0.853 | 0.032 | 0.835 | -0.018 |
| Fauna | 0.7 | 0.773 | 0.073 | 0.894 | 0.121 | 0.979 | 0.085 |
| Sociedad | 0.6 | 0.648 | 0.048 | 0.789 | 0.141 | 0.962 | 0.173 |
| Economía | 0.7 | 0.747 | 0.047 | 0.837 | 0.09 | 0.963 | 0.126 |

Fuente: BIOTA y SICA, 2018.

La integración del proyecto producirá efectos ambientales sobre la hidrología, principalmente en la zona donde se habrá de abrir los canales superficiales y provocará la existencia de un nuevo sistema hidrológico. Por otra parte, habrá de provocar efectos sociales y económicos positivos en el sitio. En relación con la modelación realizada considerando la construcción del Proyecto, se observa que la calidad ambiental de la hidrología, manifiesta una mejora para el año 2023 con 55 milésimas, para posteriormente generar 82 milésimas positivas en el 2028 y finalmente terminar con un valor de brecha ambiental de 54 milésimas positivas en el año 2048, mostrando durante la modelación realizada, una tendencia a tener una mejor calidad ambiental, en función de las condiciones de una mejor dinámica hidrológica y favoreciendo la reducción de la hipersalinidad de la región y contrarrestando el efecto de la salinidad marina, hasta alcanzar su nivel de estabilidad del sistema hidrológico y la recuperación fisonómico y el establecimiento de una cubierta vegetal. Se observa la presencia de una brecha ambiental con respecto a la modelación Sin Proyecto, como respuesta a la mejora del sistema que se incrementará paulatinamente, por la nueva dinámica de los diferentes cursos de agua destinados a un uso controlado del turismo recreativo, principalmente. Similar a otros componentes del SAR del Proyecto, se observa una mejora de la vegetación de manglar, debido a que habrá de ocurrir el descenso de las condiciones de hipersalinidad, se tendrán condiciones favorables para un mejor desarrollo de las comunidades y especies vegetales asociadas al manglar. Destaca particularmente la condición de conservación de la vegetación en las partes altas de los lomeríos, en la selva mediana, donde la presencia humana es nula y no tendrá ninguna afectación. En este sentido, la modelación realizada al atributo vegetación con el Proyecto, se genera una brecha ambiental positiva para el año 2023 de 21 milésimas, y que muestra un incremento con un valor de 32 milésimas en el 2028 y un descenso en el año 2048 a 18 milésimas, en virtud de que a largo plazo se alcanza un valor que refleja los efectos deletéreos de los eventos meteorológicos severos en toda la costa de Quintana Roo, que representan riesgos impredecibles. Por otra parte y en la actualidad, es notable la presencia de fauna silvestre en las zonas del SAR, que se ha habituado a la presencia humana, situación contraria fuera de la área del proyecto y que no tendrá ninguna interacción

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL "PROYECTO DE MEJORA HIDRO-ECOLÓGICA DEL ESTERO LAS GARZAS" SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.

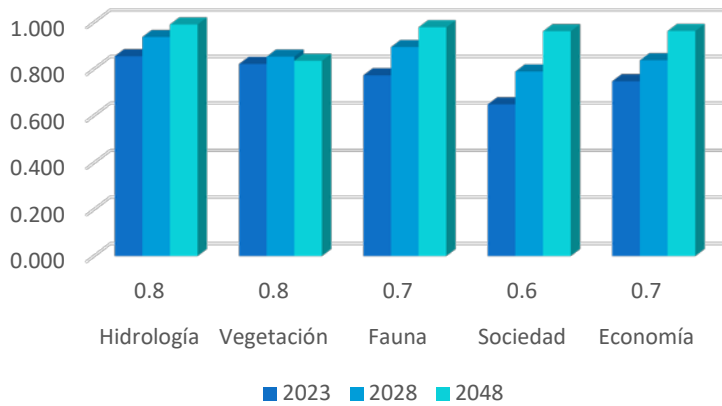
con las actividades a realizar, con una moderada calidad ambiental inicial y ante el Proyecto, tienen una mejoría en las condiciones ambientales, dado que se espera que la mejora hidroecológica tendrá efectos positivos en la vegetación y en consecuencia en las poblaciones faunísticas. se observa una ampliación positiva de la brecha ambiental dado que se espera una llegada de especies y un incremento en la biodiversidad, iniciando con un valor positivo para el 2023 de 73 milésimas, se incrementa a 121 milésimas en el 2028 y finalmente, desciende ligeramente en el año 2048 a 85 milésimas, con una tendencia a la disminución de la abundancia las poblaciones faunísticas, provocada por una mayor presencia humana e integración a sitios con una vegetación, bajo cierto grado de afectación.

El factor Sociedad inicia con una moderada calidad ambiental y con comportamiento positivo con valores ligeramente alejados a la modelación Sin Proyecto, que produce valores que reflejan una brecha ambiental para el año 2023 de 48 milésimas, que se incrementa al año 2028 con 141 milésimas y finalmente vuelve a incrementarse en el año 2048 a 173 milésimas, con una clara tendencia favorable y progresiva, con lo cual se evidencia la posibilidad de ofrecer un mejor desarrollo a la población, aunado a otras actividades turísticas y de servicios que se ubicará en la zona de influencia del proyecto, con la disminución de riesgos sociales y efectos importantes en su estabilidad. En relación con la dinámica económica de la región, se observa que la integración del proyecto redundará en un mejor aprovechamiento de los potenciales económicos existentes, de tal manera que la actividad turística y de servicios, se verán favorecidos y la dinámica económica regional y estatal podrán contar alcanzar una mayor integración de la dinámica local, regional y nacional. Es claro que este crecimiento económico tiene un límite, lo cual se observa con la predicción de una curva asintótica en los valores obtenidos, con una brecha ambiental, siempre con carácter benéfico del SAR, de tal forma que para los años 2023 y 2028 de 47 y 9 milésimas, respectivamente, que se incrementa a 126 milésimas en el año 2048, con una clara tendencia de la futura estabilización de la economía de la zona.

En conclusión del Proyecto habrá de generar efectos positivos en el ámbito económico, con una tendencia favorable, así como a estabilizar sus valores, debido a que el dinamismo económico tiende a alcanzar su máximo y finalmente cesar el crecimiento y mantener una gran estabilidad de las actividades económicas relacionadas con los ámbitos industrial, urbano y de servicios, asociados a la dinámica poblacional dedicada a otros rubros, como es la agricultura, industria transporte, la educación y recreación. Las gráficas siguientes muestran los resultados y el comportamiento de la Simulación de Escenario KSIM "Con el Proyecto" del Proyecto "Mejora hidro-ecológica, en el municipio de Solidaridad, Quintana Roo, México", que representa una actividad de mejoramiento del ecosistema de manglar, reduciendo la "brecha ambiental", existente entre la Modelación "Sin Proyecto" y la Modelación "Con el proyecto", resultando con una tendencia positiva, ante la comparación a lo largo de los tres tiempos analizados, obteniendo una reducción de su calidad ambiental de los atributos analizados, generando una "Brecha Ambiental", de acuerdo con las condiciones discutidas anteriormente. Cabe destacar que, al momento de la integración de las medidas de mitigación, la brecha ambiental obtenida se reducirá en los rubros discutidos y obviamente se acercarán hacia la modelación "Sin Proyecto", que funciona como la línea base para el análisis realizado.

**MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL
"PROYECTO DE MEJORA HIDRO-ECOLÓGICA DEL ESTERO LAS GARZAS"
SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.**

Gráfica VII. 4. Tendencia del SAR con la incorporación del Proyecto Mejora hidro-ecológica, en el municipio de Solidaridad, Quintana Roo, México, al año 2048.



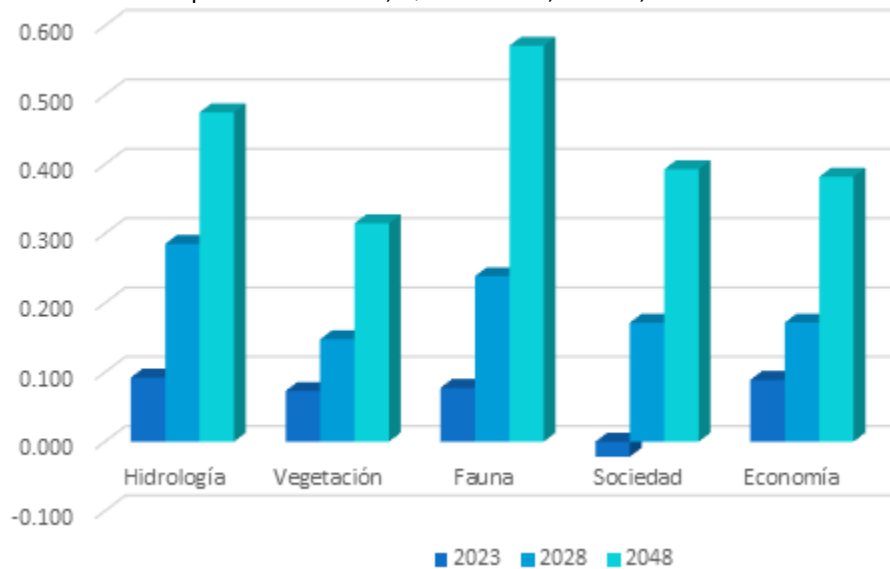
Fuente: BIOTA y SICA, 2018.

Tabla VII. 21. Modificación de la calidad ambiental del SAR con la integración del Proyecto Mejora hidro-ecológica, en el municipio de Solidaridad, Quintana Roo, México.

| FACTOR | AÑO | | | ACUMULADA |
|------------|--------|-------|-------|-----------|
| | 2023 | 2028 | 2048 | |
| Hidrología | 0.092 | 0.285 | 0.475 | 0.852 |
| Vegetación | 0.073 | 0.148 | 0.315 | 0.536 |
| Fauna | 0.078 | 0.239 | 0.571 | 0.888 |
| Sociedad | -0.022 | 0.172 | 0.393 | 0.543 |
| Economía | 0.089 | 0.172 | 0.382 | 0.643 |

Fuente: BIOTA y SICA, 2018.

Gráfica VII. 5. Brecha Ambiental del SAR con la incorporación del Proyecto Mejora hidro-ecológica, en el municipio de Solidaridad, Quintana Roo, México, al año 2048.



Fuente: BIOTA y SICA, 2018.

**MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL
"PROYECTO DE MEJORA HIDRO-ECOLÓGICA DEL ESTERO LAS GARZAS"
SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.**

A continuación, se incluyen las Gráficas que muestran la afectación por la integración del proyecto: "Mejora hidro-ecológica, en el municipio de Solidaridad, Quintana Roo, México", con un análisis de las tendencias hacia los 5, 15 y 30 años de los factores modelados, donde se establecen conclusiones de los impactos acumulativos de cada factor. Se muestra las variaciones de la calidad ambiental por la integración de las obras propuestas, así como la variación anual a lo largo de los 30 años de la modelación realizada.

Tabla VII. 22. Modificación de la Calidad Ambiental por Factor, en 30 años y porcentaje, impacto acumulativo y variación anual del Proyecto Mejora hidro-ecológica, en el municipio de Solidaridad, Quintana Roo, México.

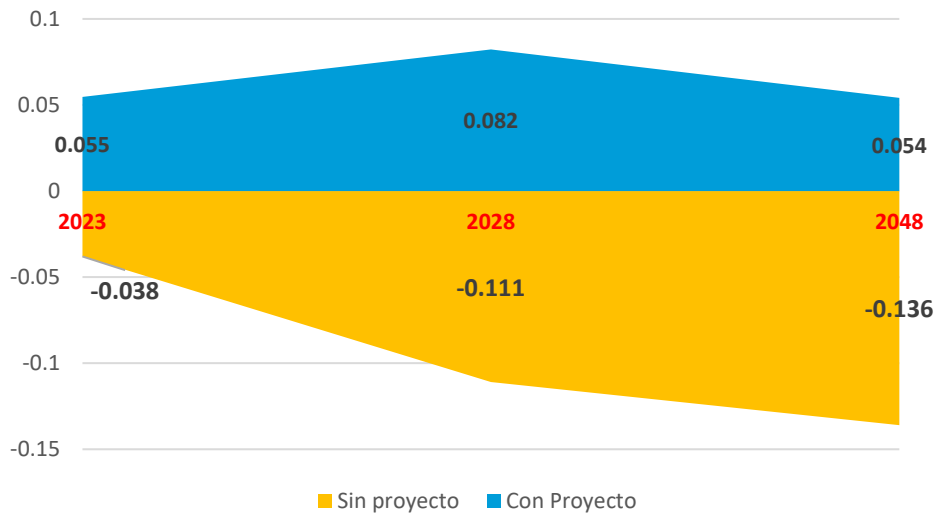
| FACTOR | 2023 | 2028 | 2048 | IMPACTO ACUMULATIVO (%) | VARIACIÓN ANUAL (%) |
|------------|------|------|------|-------------------------|---------------------|
| Hidrología | 6.8 | 10.3 | 6.8 | 23.9 | 0.8 |
| Vegetación | 2.7 | 4.0 | -2.3 | 4.4 | 0.1 |
| Fauna | 10.4 | 17.3 | 10.6 | 38.3 | 1.3 |
| Sociedad | 8.1 | 23.5 | 21.6 | 53.1 | 1.8 |
| Economía | 6.8 | 12.9 | 15.8 | 35.4 | 1.2 |

Fuente: BIOTA y SICA, 2018.

VII.2.1. Factor Ambiental Hidrología.

La modificación de la hidrología de la zona del proyecto, producen un impacto positivo y acumulativo que incrementa el 23.9% de la calidad ambiental en los 30 años de modelación para este factor, donde la variación anual es de un valor positivo de 0.8%, y contemplando que en la última modelación de 30 años, se tienen los valores altos, en virtud de que se tendrá una modificación que se incremente su valor ambiental en el aprovechamiento del recurso hídrico asociado por la presencia importantes volúmenes de agua dulce, se considera que se ha estabilizado el ingreso a la zona de los humedales para disminuir la hipersalinidad y permite incrementar el valor ambiental del recurso agua. En este sentido se concluye que durante la mejora hidroecológica, al final de la modelación del recurso agua, se produce una modificación importante sobre la hidrología superficial en calidad y cantidad. Tales modificaciones se podrán estabilizar conforme transcurra el tiempo y a largo plazo la demanda del mantenimiento del sistema seguirá presionando a los responsables y usuarios para asegurar la calidad de este recurso. La brecha ambiental entre la modelación sin proyecto y con proyecto muestra un valor acumulado de 0.852 milésimas, lo cual es evidencia del avance anual y paulatino, al que estará sujeto el recurso hídrico y la tendencia de la mejora hidroecológica conforme pase el tiempo y se alteren, exclusivamente, en esos sitios por la ocurrencia de eventos hidrometeorológicos severos.

Gráfica VII. 6. Escenario a 30 años e Impacto Acumulativo de la Hidrología, con la integración del Proyecto Mejora hidro-ecológica, en Solidaridad, Q. Roo, México.



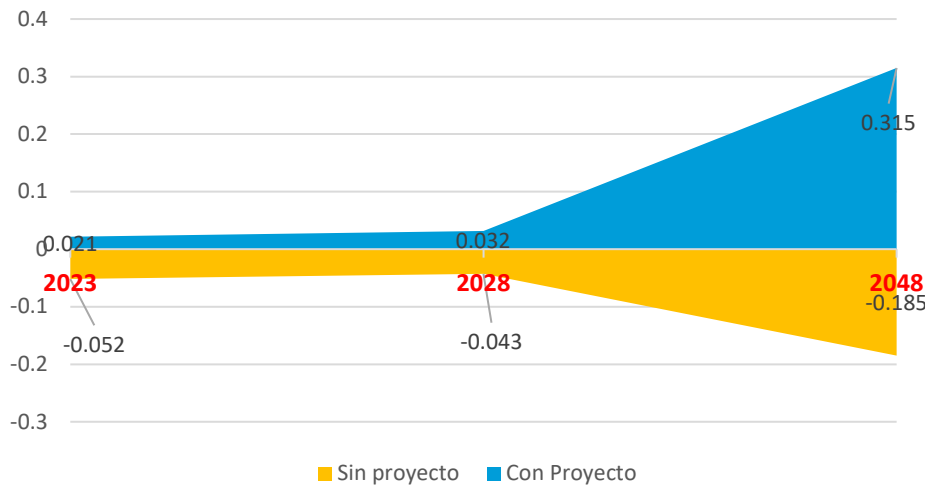
Fuente: BIOTA y SICA, 2018.

VII.2.2. Factor Ambiental Vegetación.

Considerando el conjunto de afectaciones actuales que inciden sobre el factor vegetación, que provocado una simplificación del sistema y eliminando posibilidades de desarrollo a los organismos de interés ecológico, sobre todo en la planicie de inundación con un limitado grado de accesibilidad, así como en aquellos terrenos donde se puede desarrollar la selva mediana e instalar infraestructura turística. Con la incorporación del proyecto, se obtienen valores positivos sobre la vegetación de manglar del 2.7%, 4.0% y -2.3%, en cada modelación, mostrando un impacto acumulativo del 4.4%, con una tasa de mejoramiento anual de 0.14%, lo que se debe a la constante disponibilidad de agua dulce en la zona del proyecto, que permitirá la prevalencia de una condición de menor salinidad y con la posibilidad de desarrollo de las especies vegetales aunado a la protección adicional de los recursos existentes, como la fauna asociada acuática y terrestre, y por el lado contrario, con la afectación permanente a los renuevos de los individuos arbóreos, por la presencia de actividades de mantenimiento de los canales generados y de personas.

La brecha ambiental entre la modelación sin proyecto y con proyecto muestra un valor de 0.073, 0.148, y finalmente 0.315, para acumular un beneficio de 0.536 de la calidad ambiental de este factor ambiental, con la tendencia positiva que tendrán las comunidades vegetales a establecerse cerca de las mejores condiciones de salinidad del recurso hídrico y la expresión de una tendencia de mejoramiento de las comunidades vegetales, gracias a la mayor disponibilidad de agua dulce en el sistema producido por el proyecto.

Gráfica VII. 7. Escenario a 30 años e Impacto Acumulativo de la Vegetación, con la integración del Proyecto Mejora hidro-ecológica, en Solidaridad, Q. Roo, México.

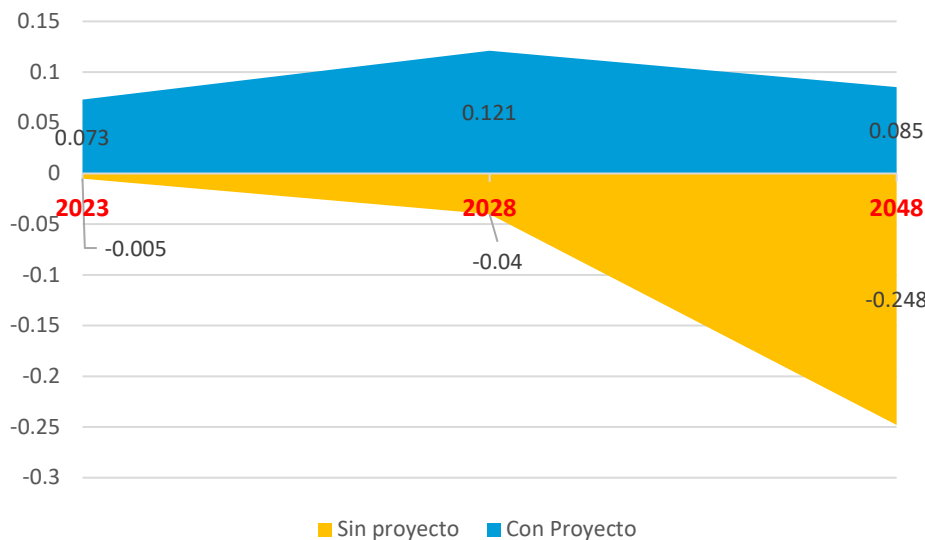


Fuente: BIOTA y SICA, 2018.

VII.2.3. Factor Ambiental Fauna.

La fauna silvestre ha tenido que ver disminuir parcialmente sus poblaciones a consecuencia de la hipersalinidad en el agua y la imposibilidad de la fauna silvestre de ajustar sus metabolismos a las altas concentraciones de sales que caracterizan al SAR, donde existe una moderada conservación de las comunidades vegetales o existen y recursos disponibles para los consumidores primarios. Con la incorporación del proyecto, se obtienen valores positivos del 10.4%, 17.3% y 10.6%, en cada modelación, mostrando un impacto acumulativo del 38.3%, con una tasa de mejora anual de 1.3%, que se debe a la respuesta al descenso de la salinidad con la integración de nuevas especies y el crecimiento de las poblaciones faunísticas, con efectos deletéreos por la generación de ruidos y molestias por la presencia humana hacia la fauna silvestre. La brecha ambiental entre la modelación sin proyecto y con proyecto muestra valores positivos de 0.078, 0.239 y 0.571 hasta acumular un valor positivo de 0.888, lo cual es evidencia de la tendencia positiva sobre las poblaciones faunísticas, con una mejoría de las comunidades vegetales, gracias a la mayor disponibilidad de agua dulce en el sitio del proyecto, pero que invariablemente, producirá una mayor presencia humana y presión adicional sobre los organismos de la fauna.

Gráfica VII. 8. Escenario a 30 años e Impacto Acumulativo de la fauna, con la integración del Proyecto Mejora hidro-ecológica, en Solidaridad, Q. Roo, México.

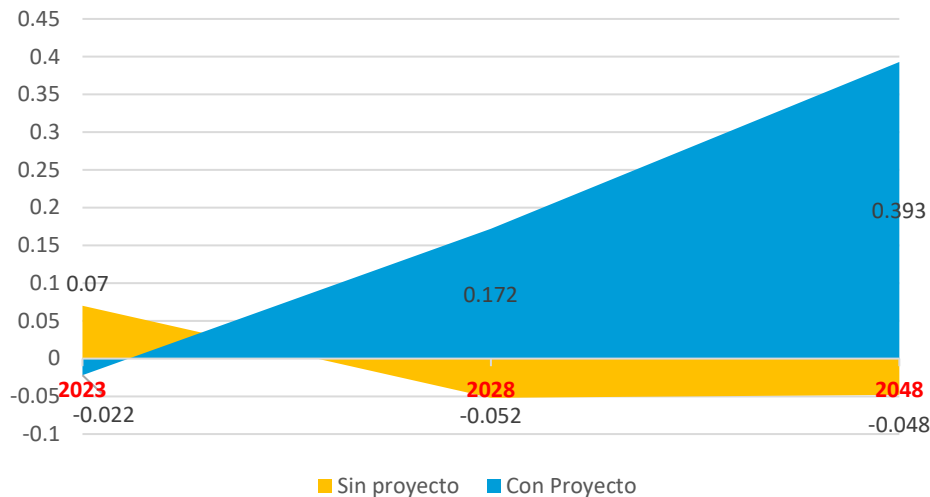


Fuente: BIOTA y SICA, 2018.

VII.2.4. Factor Ambiental Sociedad.

Las actividades humanas han producido una parcial modificación del hábitat, su fragmentación y la conversión en el uso del suelo de toda la planicie y las laderas bajas, que orientan a los hábitats más conservados y en estadios clímax y paraclímax, se concentren en las comunidades de selvas altas del SAR, sin ningún tipo de interacción con la inclusión del proyecto. El impacto acumulativo del Proyecto produce un descenso en el factor sociedad, en las etapas iniciales del proyecto y posteriormente tenderá a una estabilidad hasta alcanzar las mejores condiciones identificadas para la Modelación, cuyos valores representan el 8.1%, 23.5% y 21.6% resultado de cada modelación, mostrando una tendencia positiva en el comportamiento de este factor. El impacto acumulativo para el factor Sociedad es del 53.1% y con una tasa anual de variación de su calidad del 1.8 anual, pero como se mencionaba, tiene su mayor afectación durante la construcción del proyecto, que hace necesario que las medidas de mitigación sean efectivas en ese momento. La brecha ambiental entre la modelación sin proyecto y con proyecto muestra un valor negativo en el corto plazo del -0.022 para movilizarse en el mediano y largo plazo con valores positivos de 0.172 y 0.393, lo cual es evidencia de la tendencia que existe sobre la Sociedad, con una mayor disponibilidad de agua dulce en el sitio del proyecto, pero que producirá una mayor presencia humana y presión adicional sobre los mismos recursos.

Gráfica VII. 9. Escenario a 30 años e Impacto Acumulativo de la Sociedad, con la integración del Proyecto Mejora hidro-ecológica, en Solidaridad, Q. Roo, México.



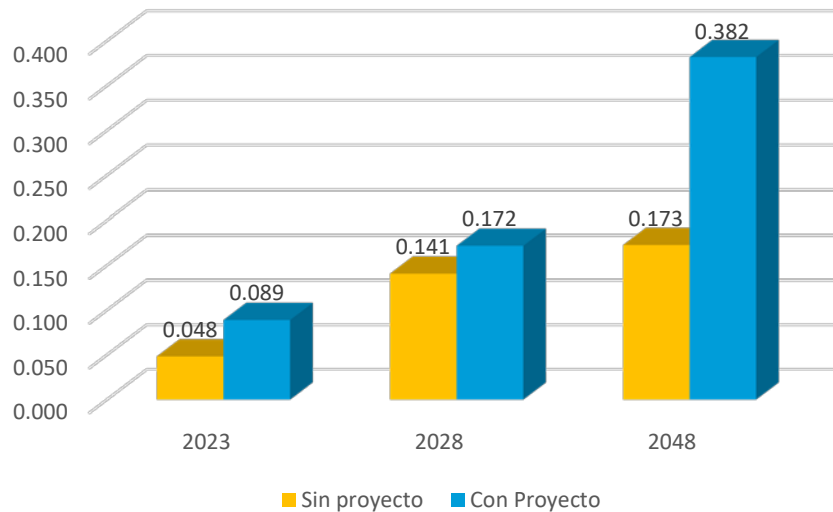
Fuente: BIOTA y SICA, 2018.

VII.2.5, Factor Ambiental Economía.

Dada la necesidad de incrementar las condiciones de vida de la población ubicada a lo largo de la demanda turística nacional e internacional, así como la de contar con una fuente de agua dulce en los acuíferos y seguir detonando una serie de actividades turísticas de la zona, y ofrecer una mejoría en la calidad de vida. El impacto acumulativo producido sobre la economía regional, por la incorporación del proyecto, es un resultado favorable, con valores del 6.8%, 12.9% y 15.8% de cada modelación, mostrando una mejoría, por encima de la modelación "Sin Proyecto", acumulando un 35.4% con una variación anual positiva del 1.2%, a consecuencia de una mayor dinámica económica, turística y de servicios, y actividades ocasionales como la industria.

Posterior a la construcción del proyecto, existe un efecto benéfico que dinamizará el intercambio de mercancías, materias primas, productos y servicios. De esta forma, se tiene que el proyecto beneficia directamente a los factores económicos de la región. La brecha ambiental entre la modelación sin proyecto y con proyecto muestra un valor positivo del 0.089, 0.172 y 0.382, con un beneficio acumulado del Proyecto, de 0.643, como evidencia de la tendencia que existe sobre las condiciones económicas, favorecido por una mejor expresión de la mayor disponibilidad de agua dulce en el sitio del proyecto, que genera una mayor presencia humana y una presión adicional sobre los recursos.

Gráfica VII. 10. Escenario a 30 años e Impacto Acumulativo de la Economía, con la integración del Proyecto Mejora hidro-ecológica, en Solidaridad, Q. Roo, México.



Fuente: BIOTA y SICA, 2018.

VII.3. Descripción y análisis del escenario considerando las medidas de mitigación.

El estudio ambiental, permite identificar los atributos ambientales sensibles, las actividades del proyecto con mayor grado de afectación al medio, así como la integración actual de nuevas formas de construir y operar las obras, lo que ha logrado atender prácticamente todas las actividades que provocan algún tipo de daño al ambiente, integrando el análisis de la zona de influencia del SAR propuesto. Los impactos fueron identificados con base en la descripción de las obras y de su intersección con el ambiente. Las medidas de mitigación consideradas evitan, detienen, revierten, compensan y restauran los daños ambientales potenciales derivados por el proyecto. Inclusive con la instalación y operación del proyecto se favorecerá de manera considerable el ecosistema de la zona a contraparte que este no se instalará, ya que el proyecto servirá como mecanismo de defensa de invasiones, cacería furtiva, entre otras. A partir de la Aplicación de la metodología de Bojórquez Tapia (1998), se hace la valoración del escenario ambiental con la incorporación del proyecto y las medidas de mitigación. Los resultados obtenidos para el Proyecto Mejora Hidro-Ecológica, en el municipio de Solidaridad, Quintana Roo, México, se muestran en la siguiente tabla y gráfica de red.

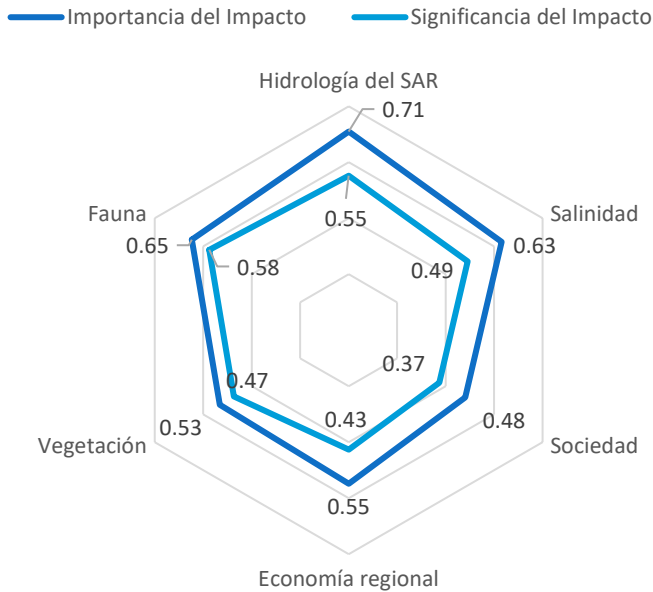
Tabla VII. 23. Ponderación de Impactos del Proyecto Mejora hidro-ecológica, en el municipio de Solidaridad, Quintana Roo, México, de acuerdo con Bojórquez Tapia, 1998.

| Factor Ambiental | Actividad del proyecto | Mag | Esp | Dur | Sin | Acu | Cont | MM | Índice Básico | Índice compl. | Importancia del Impacto | Significancia del Impacto | | |
|--------------------|------------------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|------|-----|---------------|---------------|-------------------------|---------------------------|------|----------|
| i | j | Mij | Eij | Dij | Sij | Aij | Cij | Tij | MEDij | SACij | Iij | Gij | | |
| Hidrología del SAR | Modificación del flujo hidrológico | 5 | 6 | 6 | 2 | 3 | 2 | 2 | 0.63 | 0.26 | 0.71 | Alto | 0.55 | Alto |
| Salinidad | Incremento de agua dulce | 4 | 4 | 5 | 4 | 3 | 3 | 2 | 0.48 | 0.37 | 0.63 | Alto | 0.49 | Moderado |
| Sociedad | Mejora hidro-ecológica | 2 | 4 | 3 | 4 | 3 | 2 | 2 | 0.33 | 0.33 | 0.48 | Moderado | 0.37 | Moderado |
| Economía regional | Operación del proyecto | 3 | 4 | 5 | 2 | 3 | 2 | 2 | 0.44 | 0.26 | 0.55 | Alto | 0.43 | Moderado |
| Vegetación | Crecimiento vegetal | 3 | 4 | 5 | 2 | 2 | 2 | 1 | 0.44 | 0.22 | 0.53 | Alto | 0.47 | Moderado |
| Fauna | Mejora del hábitat | 3 | 6 | 6 | 2 | 2 | 3 | 1 | 0.56 | 0.26 | 0.65 | Alto | 0.58 | Alto |

Fuente: BIOTA y SICA, 2018.

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL "PROYECTO DE MEJORA HIDRO-ECOLÓGICA DEL ESTERO LAS GARZAS" SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.

Gráfica VII. 11. Importancia y Significancia del impacto, con la integración del Proyecto Mejora hidro-ecológica, en Solidaridad, Q. Roo, México.



Fuente: BIOTA y SICA, 2018.

A partir del análisis del comportamiento futuro del SAR y considerando las actividades relevantes del proyecto, se tienen seis actividades del proyecto, que producen un impacto ALTO POSITIVO, donde la primera corresponde a la Modificación del flujo Hidrológico (0.71), que se refiere a la necesidad de eliminar la turba y permitir la llegada de un mayor caudal de agua dulce a través de la hidrología superficial, en virtud de la necesidad de asegurar la disminución de la hipersalinidad de los humedales dentro del SAR del proyecto y posteriormente su conducción al mar, y atender la demanda futura por las actividades turística asociadas al desarrollo regional; la mejora del hábitat tiene un valor de 0.65, que tendrá como efecto los cambios en el funcionamiento ecológico de la parte baja del SAR y el posterior aprovechamiento en las actividades turística a nivel nacional e internacional, provocando un equilibrio hidrológico; a continuación se tiene al incremento de agua dulce (0.63) que proveerá el líquido para disminuir la salinidad existente y creciente por la cercanía del mar, y atenuar la presión sobre la diversidad biológica. Le continúa la operación y mantenimiento del proyecto, con un valor de 0.55 que incluye la limpieza de los canales a fin de asegurar la dinámica hidrológica superficial. Le sigue, finalmente, la mejora del crecimiento vegetal (0.53), el cual tiene efecto en los sitios cercanos a la presencia del agua dulce, donde habrá de manera intermitente y periódica la presencia humana para supervisar y otorgar mantenimiento preventivo y correctivo a los canales del sistema hidrológico. Existe una actividad que genera un impacto moderado aunque positivo: Mejora hidro-ecológica (0.48) que incidirá sobre las comunidades vegetales, primero al requerir la disminución de la hipersalinidad y el desarrollo de los organismos vegetales propios del humedal y favoreciendo un régimen de menor concentración de sales, que tendrá un carácter benéfico, cuyas afectaciones se visualizan sobre la presencia de las poblaciones faunísticas, las cuales estarán sujetas a presiones por la presencia humana y actividades turísticas relacionadas, lo que provocará un incremento de la abundancia y diversidad de los grupos de fauna presentes en los distintos sitios de trabajo, que dados los cambios en la salinidad, podrán recibir especies más eurotópicas. Al discutir la actividad de modificación del flujo hidrológico (0.71, Impacto Alto Positivo), se concluye que es un impacto benéfico permanente, reversible, no mitigable y de alta magnitud e importancia; en ese sentido se debe destacar que la actividad misma funciona como una relevante medida de mitigación, por lo cual se tiene un valor del impacto residual con una ponderación de 0.55 (Impacto Residual alto), resaltando la necesidad de que existan de manera insoslayable, las actividades de mantenimiento de la

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL "PROYECTO DE MEJORA HIDRO-ECOLÓGICA DEL ESTERO LAS GARZAS" SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.

dinámica hidrológica del SAR y, simultáneamente propiciar la incorporación de las corrientes hidrológicas hacia su salida final en el mar, integradas en las medidas de mitigación. Por otra parte, la mejora del hábitat (0.65 Impacto Alto Positivo) se encamina al equilibrio hidrológico en los volúmenes de agua disponibles, así como el caudal ecológico, necesario para soportar el ingreso de las aguas salobres provenientes del mar; es un impacto permanente, irreversible, mitigable y de alta magnitud e importancia; carece de una medida de mitigación directa, a pesar de tener medidas de compensación y sobre todo de atención para favorecer el equilibrio hidrológico, donde a partir de incorporar medidas de mitigación y compensación, tiene una ponderación de un impacto positivo residual alto, con una ponderación de 0.58 (Impacto Residual Alto). El incremento de agua dulce (0.63 Impacto Alto Positivo) produce un efecto positivo al contar con la posibilidad de ofrecer un mayor volumen disponible, necesario para disminuir las concentraciones salinas del agua de mar, que ha ingresado y permanecido en el SAR afectando el desarrollo vegetal y dando una alternativa de solución a los efectos negativos del ingreso de agua salobre y su presencia sobre la vegetación de manglar;; es un impacto benéfico, permanente, reversible, mitigable y de alta magnitud e importancia; carece de una medida de mitigación directa, pero se contemplan las medidas de compensación como es el ingreso de vegetación endémica y la reforestación en partes altas de la cuenca, lo cual genera una ponderación de 0.49 (Impacto Residual Moderado). La operación del proyecto (0.55 Impacto Alto Positivo) produce en la economía un efecto positivo asociado a la mayor disponibilidad de espacios turísticos, necesarios para promover el desarrollo económico de la demanda turística nacional e internacional favoreciendo la actividad productiva de los sectores comerciales y de servicios, lo que permitirá una mayor recaudación a partir del cobro a los usuarios de la población existente; es un impacto benéfico, permanente, reversible, mitigable y de alta magnitud e importancia; integra medidas de mitigación indirecta, como es la reforestación en partes altas y favorecer el desarrollo de los elementos del ecosistema de manglar, que genera una ponderación de 0.43 (Impacto Residual Moderado). La mejora del crecimiento vegetal (0.53 Impacto Alto Positivo), está asociada a la disminución de la salinidad con altas posibilidades de ser mitigado y compensado, para producir un menor impacto sobre las comunidades vegetales, principalmente manglares, así como efectos en la fauna silvestre y en el nuevo hábitat, debido a que la superficie a inundar modificará todas las distintas condiciones actuales, pueden ser compensados mediante el aprovechamiento del germoplasma para puede ser utilizado bajo condiciones controladas en viveros instalados y administrados por el proponente, con lo cual se produciría las plantas suficientes para las distintas acciones de reforestación, compensación y revegetación de predios de las partes altas de la cuenca, así como atender el deterioro de los canales. De manera indirecta, la mejora del crecimiento vegetal, habrá de modificar el microclima, haciéndolo más húmedo, mejorando las condiciones de la vegetación y, por ende, un efecto benéfico en las comunidades faunísticas, sobre todo la avifauna e ictiofauna, las cuales podrán contar con sitios de descanso, refugio, anidación, reproducción, desove y alimentación, promoviendo el restablecimiento de nuevas redes tróficas y por ende, la dinámica poblacional de las diferentes especies que existen en la zona. En este sentido el impacto residual será moderado y prácticamente el impacto sobre la fauna quedara restringido al ahuyentado y reubicación de nidos y madrigueras; en conclusión, se obtiene, después de incorporar las medidas de mitigación, una ponderación de 0.47 (Impacto Residual Moderado). En relación a la Mejora hidro-ecológica (0.48 Impacto Moderado Positivo), asociada a las afectaciones de modificación de la hidrología y del paisaje, generan un impacto ambiental moderado, los cuales al aplicar los programas de mantenimiento preventivo y correctivo sobre la maquinaria, equipo pesado y vehículos utilizados, gestión integral de residuos municipales, peligrosos y especiales, capacitación ambiental a los trabajadores, manejo de aguas residuales y excretas, entre otras medidas mencionadas anteriormente, incidirán de manera positiva en la disminución tanto en la cantidad como en la composición de este tipo de emisiones, alcanzado un valor de 0.37, considerado dentro de la categoría de Impacto Residual Moderado; durante la operación y de acuerdo a la dinámica ecológica del proyecto, estos efectos son moderados, lo cual permite predecir el restablecimiento total de la calidad ambiental, por lo cual el impacto residual será prácticamente atendido. Los impactos residuales considerados como altos corresponden a aquellas actividades que modifican de forma permanente e irreversible la hidrología y el hábitat del área proyectada, dentro del SAR, en este caso la apertura de nuevos canales, que son esenciales para el desarrollo del proyecto; por otra parte, tanto el desmonte de la vegetación a lo largo de los canales, son las actividades responsables de los impactos residuales moderados, donde las medidas de

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL "PROYECTO DE MEJORA HIDRO-ECOLÓGICA DEL ESTERO LAS GARZAS" SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.

mitigación señaladas atienden tales efectos negativos, y por lo tanto se tornan imprescindibles en su realización e integración a las actividades constructivas y de mantenimiento. Los valores de impacto residual bajo corresponden a la dotación de mejora hidro-ecológica, actividades que prácticamente acompañan a toda la vida del proyecto. La siguiente tabla muestra el mejoramiento, en porcentaje, del impacto generado por las medidas de mitigación y compensación aplicadas en las siete actividades del proyecto analizadas previamente, donde se concluye que los principales factores ambientales atendidos son la Hidrología, Sociedad y Economía, pero que los que reciben los efectos más positivos corresponden a los atributos ambientales de la Vegetación y Fauna, debido principalmente a los efectos indirectos de la integración de vegetación en la zona inundable de los diferentes sitios del SAR y la incorporación de los programas de gestión de residuos sólidos y aguas residuales, así como la incorporación de la capacitación ambiental a los trabajadores y pobladores locales, quienes serán agentes estratégicos para el desarrollo de las actividades de mejoramiento ambiental y de conservación de la diversidad biológica. La integración de zonas de hábitats adecuados, a lo largo de las corrientes hidrológicas que sean afluentes superficiales, pueden servir de pasos de la fauna silvestre, además de tener efectos positivos en la hidrología subterránea y las comunidades vegetales, principalmente. Por último, la modificación permanente del paisaje y la alteración de los atributos asociados, como vegetación, suelo, hidrología, hábitat y paisaje, es un impacto que resulta benéfico, sin embargo, las acciones recomendadas atenúan en un 18.6% los impactos ambientales generados, quedando un promedio de 81.4% de impactos residuales, siendo la modificación de la hidrología superficial, la que ocupa la mayor relevancia.

Tabla VII. 24. Análisis de los Impactos directos y residuales del Proyecto Mejora hidro-ecológica, en el municipio de Solidaridad, Quintana Roo, México.

| FACTOR AMBIENTAL | ACTIVIDAD DEL PROYECTO | JERARQUÍA DEL IMPACTO DIRECTO | % DEL IMPACTO RESIDUAL | MEJORAMIENTO CON MEDIDA DE MITIGACIÓN | JERARQUÍA DEL IMPACTO RESIDUAL |
|--------------------|------------------------------------|-------------------------------|------------------------|---------------------------------------|--------------------------------|
| Hidrología del SAR | Modificación del flujo hidrológico | Alto Positivo | 77.5 | 22.5 | Alto |
| Fauna | Mejora del hábitat | Alto Positivo | 89.2 | 10.8 | Alto |
| Salinidad | Incremento de agua dulce | Alto Positivo | 77.8 | 22.2 | Moderado |
| Economía regional | Operación del proyecto | Alto Positivo | 78.2 | 21.8 | Moderado |
| Vegetación | Crecimiento vegetal | Alto Positivo | 88.7 | 11.3 | Moderado |
| Sociedad | Mejora hidro-ecológica | Moderado Positivo | 77.1 | 22.9 | Moderado |

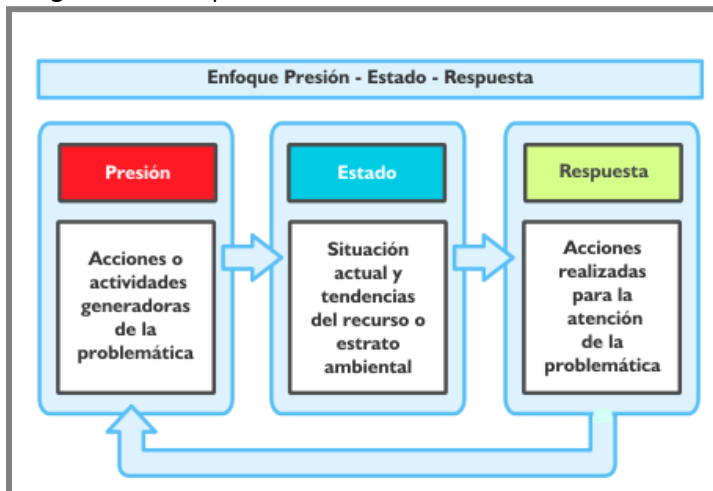
Fuente: BIOTA y SICA, 2018.

VII.4. Pronóstico ambiental.

Un ecosistema es un sistema biológico formado por dos elementos indisociables, el biotopo (conjunto de componentes abióticos por ejemplo clima, geología, geomorfología, hidrología superficial y subterránea, edafología, corrientes, etc.) y la biocenosis (conjunto de componentes bióticos: vegetación y fauna) que interactúan entre sí, constituyendo una unidad funcional básica de interacción de los organismos vivos entre sí y de éstos con el ambiente terrestre existente en un espacio y tiempo determinados. Las funciones de un ecosistema se refieren al flujo de energía y al ciclo de materiales que circulan a través de los componentes estructurales del ecosistema (biotopo y biocenosis) y poseen una interdependencia natural. Su integridad funcional depende de la conservación de las complejas y dinámicas relaciones entre sus componentes. La capacidad de carga de un ecosistema es el límite o nivel umbral que tiene para soportar el desarrollo de una o varias actividades (uso del espacio o aprovechamiento de recursos) y garantizar la integridad funcional de un ecosistema. La valoración de la calidad ambiental se llevará a cabo a través de indicadores ambientales. Un indicador ambiental es un elemento que describe, analiza y presenta información científicamente sustentada sobre las condiciones y tendencias ambientales y su significado (Florida Center for Public Management, 1998 en SEMARNAT, 2005). Se adoptó el esquema de Presión-Estado-Respuesta (PER) el cual está basado en una lógica de causalidad: las actividades humanas ejercen presiones sobre el ambiente y cambian la calidad y cantidad de los recursos naturales (estado); asimismo, se responde a estos cambios a través de acciones específicas. Este modelo fue propuesto por la OCDE (Organización de Económica para la Cooperación y el Desarrollo) en 1993 y parte de cuestionamientos simples: ¿Qué está afectando al ambiente?, ¿Qué está pasando con el estado del ambiente?, ¿Qué estamos haciendo acerca de estos temas? Se realizó una adaptación de este esquema con el fin de dar a la autoridad, los elementos necesarios, para mostrar un panorama claro de las relaciones causa-efecto del proyecto. El esquema PER es una herramienta analítica que trata de categorizar o clasificar la información sobre los recursos naturales y ambientales a la luz de sus interrelaciones con las actividades sociodemográficas y económicas. Se basa en el conjunto de interrelaciones siguientes: las actividades humanas ejercen presión (P) sobre el ambiente, modificando con ello la cantidad y calidad, es decir, el estado de los recursos naturales; la sociedad responde a tales transformaciones con políticas generales y sectoriales (tanto ambientales como socioeconómicas), las cuales afectan y se retroalimentan de las presiones de las actividades humanas. Aplicando este esquema, se tiene que las actividades del proyecto ejercen presión (P) sobre los componentes ambientales del Área de Estudio generando un impacto sobre cada uno de ellos, es decir el estado [®] y se responde a estos impactos a través de la aplicación de las medidas de mitigación, restauración y compensación. En el sitio de estudio, las afectaciones a los componentes que conforman el sistema abiótico serán en su mayoría puntuales y/o locales, y en algunos casos temporales e intermitentes, tanto en el sistema abiótico (calidad del aire, suelo, geología, geomorfología, hidrología superficial) como en el sistema biótico (vegetación y fauna). En los siguientes cuadros se describe el escenario actual, las actividades del proyecto que tienen un impacto sobre el componente ambiental y el escenario modificado por el proyecto sin la aplicación de las medidas de mitigación y por último el escenario esperado con la aplicación de las medidas de mitigación propuestas:

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL "PROYECTO DE MEJORA HIDRO-ECOLÓGICA DEL ESTERO LAS GARZAS" SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.

Imagen VII. 16. Esquema PER – Indicadores de Calidad Ambiental.



Fuente: Indicadores de desempeño ambiental. SEMARNAT.2005.

Como se describió en capítulos anteriores, los dos extremos del Sistema Ambiental Punta-Bete-Punta Maroma son zonas de acumulación por la existencia de barreras arrecifales; incipiente en Punta Bete y mejor estructurada en el caso de Punta Maroma, la cuales propician la presencia de las puntas o tómbolos respectivos. La carencia de una continuidad entre ambos arrecifes se debe al extraordinario aporte continuo de agua dulce que sale al mar por fracturas preferenciales ubicadas en el predio del Desarrollo Tres Ríos y que inhibe el crecimiento del coral por sus características estenohalinas. Como consecuencia de la carencia de una barrera arrecifal, las playas frente al hueco que se forma están sujetas a un mayor efecto del oleaje normal y extraordinario y consecuentemente a la erosión costera derivada, lo cual se evidencia claramente por la forma de bahía o ensenada que tiene la línea de costa en esta zona dentro de la cual se ubica el sitio de la propuesta (Imagen siguiente).

Imagen VII. 17. Fotografía del SAR Punta Bete-Punta Maroma donde se pueden apreciar las características originales de la barrera arrecifal y de la línea de costa.



Teniendo en cuenta este marco de referencia, es muy importante señalar que a partir del año 2005 por efecto de los huracanes Emily y Wilma, la vulnerabilidad natural de esta parte del litoral costero ante la erosión marina, se ha visto significativamente incrementada; enfrentando ya por más de una década un acelerado y continuo proceso de retroceso en la línea de costa, con la consecuente grave pérdida acumulativa de playas, dunas costeras y manglares en todo el SAR Punta Bete-Punta Maroma independientemente de la presencia o

**MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL
 "PROYECTO DE MEJORA HIDRO-ECOLÓGICA DEL ESTERO LAS GARZAS"
 SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.**

carencia de infraestructura turística. Por estar ubicado al centro del SAR en la zona de mayor vulnerabilidad, los daños ambientales naturales registrados en el litoral costero norte del predio Tres Ríos por el efecto del huracán Wilma fueron de gran magnitud; en esta zona incluyeron la pérdida total de los ecosistemas originales de playa y de duna costera, e incluso la pérdida parcial del manglar de matorral por enterramiento con arena (Imagen Siguiente). La continuidad de estos procesos es evidente si se considera que la línea de costa del predio ha retrocedido en promedio 22 m a razón de 3.67 m/año, con valores hasta de 54 m en algunos sitios, valores que muy probablemente podrían incrementarse si se considera que el incremento de la erosión costera sería sin duda un efecto más del cambio global del clima. Esta condición crea la imposibilidad de cumplir la obligación de la propiedad de conservar las superficies establecidas de manglar, duna y playa si no se realizan las acciones integrales conducentes a la recuperación de estos ambientes costeros.

Imagen VII. 18. Efectos de la erosión marina y el vertimiento natural de arena en el litoral norte del predio Tres Ríos provocados por el huracán Wilma en el año 2005.

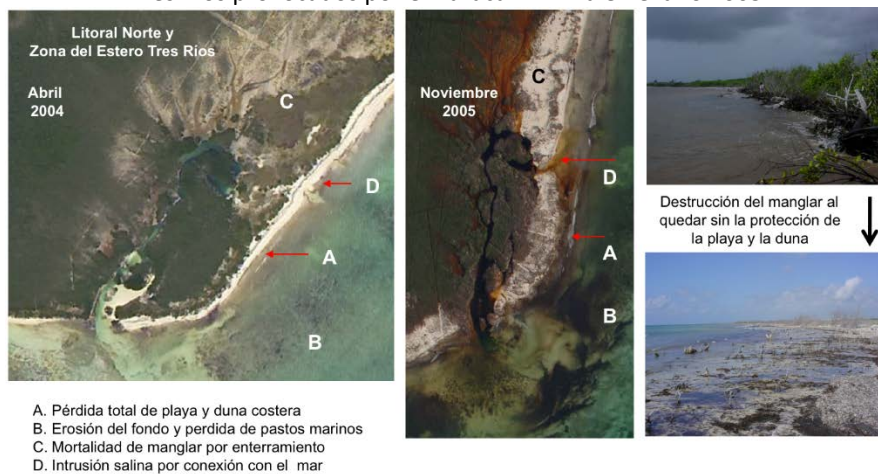
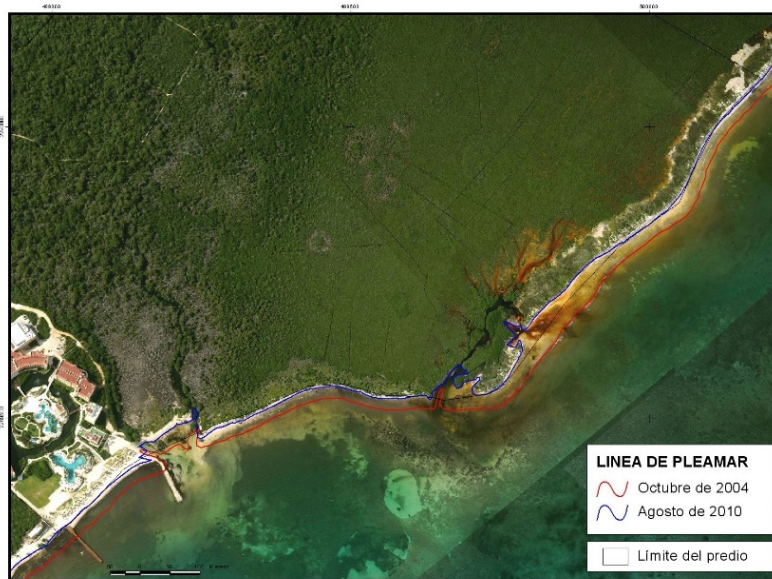


Imagen VII. 19. Retroceso de la línea de costa en el litoral norte del predio Tres Ríos entre octubre de 2004 y agosto de 2010. En la foto se observa el estero del predio.



MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL "PROYECTO DE MEJORA HIDRO-ECOLÓGICA DEL ESTERO LAS GARZAS" SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.

Los efectos descritos y su continuidad hacen claramente evidente que los servicios ambientales que prestan los ecosistemas costeros del SAR Punta Bete-Punta Maroma en lo general y en particular los remanentes en el predio del Desarrollo Tres Ríos, están en grave riesgo pérdida total por estos procesos naturales de destrucción y/o deterioro gradual; así como la necesidad de restaurar la playa y la duna y disminuir la fuerza del oleaje mediante la colocación de barreras artificiales en el mar, así como reducir la vulnerabilidad actual del ecosistema de manglar en el predio del Desarrollo Tres Ríos.

DESCONEXIÓN HIDROLÓGICA Y MICROTOPOGRÁFICA.

La características estructurales y funcionales del manglar de matorral que ocupa la zona donde se pretende desarrollar la propuesta de mejora hidroecológica, están determinadas por la microtopografía y la hidrología de la planicie de inundación del predio Tres Ríos, la cual se ubica ligeramente por debajo del nivel medio del mar. Es una zona baja cuya separación de las unidades naturales que las rodean está determinada por elevaciones del terreno y por los bordos naturales del estero Las Garzas lo que determina su desconexión de la influencia mareal normal pero la deja sujeta a inundaciones temporales de agua de mar o de lluvia en eventos de mareas extraordinarias o huracanes, así como a la variación del nivel del agua del acuífero y a los intensos procesos de evaporación y salinización del suelo que ocurren posteriores a los periodos de inundación; tampoco presenta una conexión superficial con aportes superficiales permanentes de agua dulce continental por lo que su funcionamiento hidrológico es aleatorio y equivalente al de una marisma de subsidencia con cristalización de sal. Para ejemplificar este tipo de desconexión y sus efectos de manera evidente, en la Figura Siguiente se muestran dos ejemplos uno en zona desértica prácticamente sin aporte superficial o subterráneo de agua dulce y el otro en zona húmeda; los cuales permiten diferenciar los efectos que tiene para el manglar la conexión y la desconexión funcional con cuerpos de agua permanentes.

Imagen VII. 20. Ejemplos de los efectos sobre la estructura y funciones de los tipos fisonómicos de manglar de borde y matorral, determinados por la conexión y desconexión hidrológica, en zonas áridas y húmedas.

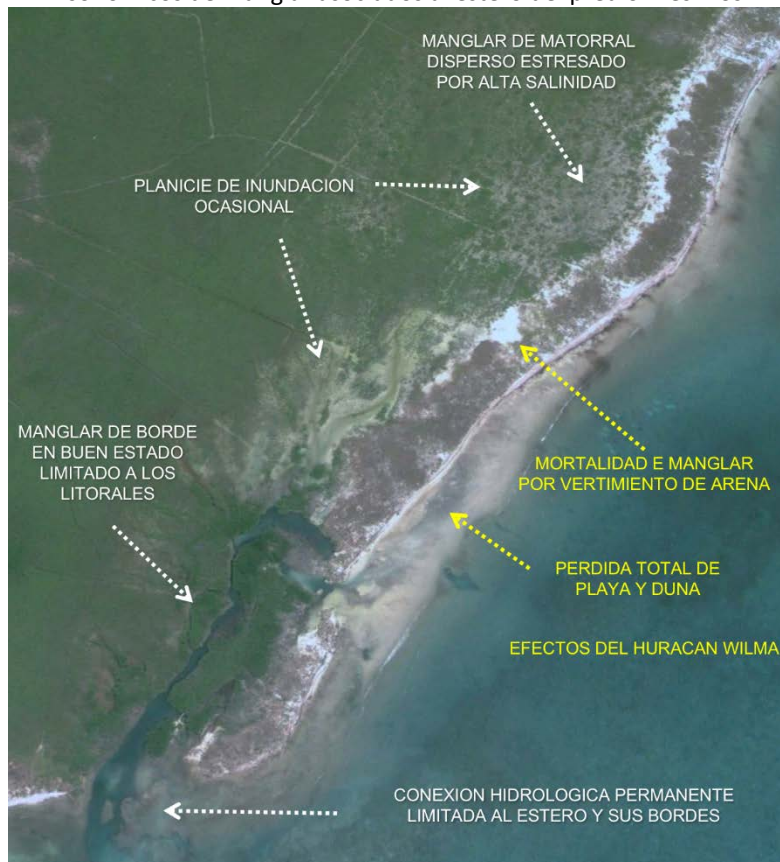


El origen de esta desconexión en la planicie del predio Tres Ríos se debe principalmente a que las inundaciones por eventos extraordinarios de aumento del nivel del mar y la carencia de aportes permanentes de agua dulce superficial continental, provocan la deposición de los sedimentos gruesos (arenas y gravas) en las zonas inundables inmediatas y adyacentes al estero Las Garzas y a sus venas de marea; bajo esta condición los procesos de compactación del suelo son mucho más lentos en este tipo de áreas con deposición de materiales gruesos, comparativamente con las zonas inundables con predominio de materiales finos (turba, limos o arcillas). Como consecuencia de esta compactación diferencial se va formando un bordo en los litorales del estero y de las venas de marea que impide su alcance hidrológico hacia la zona posterior del bordo y estimula la subsidencia del suelo en la cuenca sujeta solo a eventos aleatorios e inundaciones extraordinarias.

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL "PROYECTO DE MEJORA HIDRO-ECOLÓGICA DEL ESTERO LAS GARZAS" SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.

La planicie de inundación del predio del Desarrollo Tres Ríos presenta efectos derivados de este tipo de desconexión, evidentes por el tipo de manglar de matorral de baja estructura y carente de funciones ambientales relacionadas con cuerpos de agua permanentes. La microtopografía en el noroeste del predio propicia dos zonaciones hidrológicas diferentes: por una parte, los litorales del estero Las Garzas y de sus venas de marea, con influencia continua de mareas donde se desarrolla una pequeña franja de manglar tipo borde; y por otra una extensa zona con influencia ocasional de mareas o inundaciones por eventos extraordinarios, que ocupa el manglar de matorral con menor estructura (Imagen Siguiente).

Imagen VII. 21. Efectos de la conexión y desconexión hidrológica sobre la estructura y funciones de los tipos fisonómicos de manglar asociados al estero del predio Tres Ríos.



En este marco ambiental carente de inundaciones regulares y de aportes de limos y arcillas en la parte posterior del bordo; la microtopografía, la dinámica del acuífero, el aumento del nivel medio del mar por eventos extraordinarios, las inundaciones pluviales y los escurrimientos terrestres, son los factores aleatorios que modulan el hidroperíodo irregular actual de la planicie de inundación del predio, el cual determina a su vez la baja estructura y las limitadas funciones, productos y atributos ambientales del ecosistema de manglar de matorral que se desarrolla en la planicie de inundación de fondo somero atrás del estero.

HIDROPERÍODO, FLUJO HIDROLÓGICO Y SU EFECTO DE SALINIZACIÓN DEL SUELO

El hidroperíodo representa la frecuencia de inundación de un área y es un factor selectivo para la especie de mangle y el tipo fisonómico de manglar; fuera de un intervalo regular, hidroperíodos de mayor duración o demasiado cortos, resultan factores estresantes que determinan por ejemplo un pobre desarrollo estructural y dispersión del manglar como ocurre en el caso del tipo fisonómico de matorral o definitivamente impedir que se establezca. Por la elevación del terreno de las unidades naturales que la circundan y por los bordes que

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL "PROYECTO DE MEJORA HIDRO-ECOLÓGICA DEL ESTERO LAS GARZAS" SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.

lo separan del estero Las Garzas, la planicie de inundación del predio Tres Ríos está aislada topográficamente y su flujo hidrológico está impedido porque no tiene un contacto permanente con el mar o con cuerpos de agua dulce superficiales. Este aislamiento se llega a romper por eventos climáticos extraordinarios (huracanes) creando inundaciones con agua salada, que al bajar el nivel del mar determinan eventos ocasionales y cortos de drenaje hacia el mar de taninos y materia orgánica, después de los cuales la planicie vuelve a quedar aislada y sujeta a una evaporación y salinización intensa del suelo procesos modulados por las lluvias o por escurrimientos terrestres asociados. Por tanto, el hidroperíodo del manglar en la planicie de inundación del predio Tres Ríos depende básicamente de la fluctuación en época de secas y lluvias del nivel freático dulceacuícola y del grado de su mezcla con la cuña salina en el subsuelo. De esta manera, conjuntamente la carencia de un flujo hidrológico permanente o regular y la existencia de un hidroperíodo dependiente de la magnitud de las épocas de sequía, identifican la planicie de inundación del predio Tres Ríos como un ambiente hidrológicamente subóptimo, aunque activo y determinan un efecto de alta salinidad del suelo. Estas condiciones particulares tienen su reflejo y respuesta ecológica en el tipo y estructura de manglar de matorral con baja estructura y muy limitados servicios ambientales, con alto riesgo de disminuir aún más dicha estructura y servicios si el aislamiento, las sequías, la evaporación y/o la salinización del suelo aumenta. Usando un caso para ejemplificar visualmente dicho riesgo, es posible demostrar que hay una clara secuencia diferenciable del efecto de la salinidad del suelo sobre el manglar, que permite prevenir en un sentido, los riesgos que representa su aumento gradual sobre la estructura, densidad, bienes y servicios ambientales del ecosistema; y visualizar en el sentido contrario los posibles beneficios de reducir la salinidad y recuperar la conectividad con un cuerpo acuático, de la siguiente manera:

- Junto al estero se desarrolla manglar del tipo fisonómico borde con salinidades incluso marinas (35 ups).
- Atrás del bordo natural y desconectado de la influencia regular de la marea se desarrolla manglar del tipo fisonómico matorral el cual se considera chaparro por ser menor de 1.5 m. La densidad y altura de este tipo de manglar están directamente determinadas por la salinidad del suelo.
- En salinidades de entre 70 y 90 ups es un matorral de disperso a muy disperso y de muy baja talla, porque en ese rango disminuye notablemente su capacidad osmótica para excluir o excretar la sal lo que impide su desarrollo estructural y su capacidad de colonización.
- En salinidades mayores de 110 ups ya no hay posibilidad de desarrollo para el manglar.

Imagen VII. 22. Ejemplo de los efectos sobre la estructura, densidad, y servicios ambientales del manglar por aumento de la salinidad del suelo y desconexión hidrológica con la influencia mareal.



SERVICIOS AMBIENTALES LIMITADOS, CON POSIBILIDAD DE INCREMENTARSE

Al analizar los criterios de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN) referentes a todos los servicios ambientales que potencialmente pueden tener los humedales con manglar puntualizados como funciones, productos y atributo, es posible reconocer que no todos los tipos fisonómicos de manglar pueden tenerlas, producirlos o proporcionarlos y en caso afirmativo no todos lo hacen en el mismo grado. Por ejemplo, en el caso del predio Tres Ríos el manglar de matorral que ocupa la planicie de inundación,

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL "PROYECTO DE MEJORA HIDRO-ECOLÓGICA DEL ESTERO LAS GARZAS" SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.

evidentemente no tiene por sí solo la función de estabilización de la línea de costa ya que en esta región de huracanes esa función la cumplen conjuntamente tres frentes secuenciales: la playa, la duna y el manglar; por la pérdida de los dos primeros, el manglar quedó sujeto a una vulnerabilidad directa con la consecuente mortalidad masiva por enterramiento. Tampoco puede cumplir la función de cortina rompevientos por su baja talla y en cuanto a los productos por la misma razón no representa un recurso forestal. Asimismo, por carecer de conectividad permanente con el medio marino, solo exporta biomasa cuando se rompen los bordes del estero y drena taninos al mar siendo por tanto esta aportación ocasional al igual que su relación con las pesquerías; en cuanto a sus atributos es un ecosistema de baja biodiversidad dominado por una sola especie. En la Figura Siguiente se muestran comparativamente las funciones, productos y atributos referidos por el IUCN comparando con el caso del manglar de matorral del predio Tres Ríos.

Imagen VII. 23. Funciones, productos y atributos ambientales potenciales del manglar referidos por la IUCN; comparativamente con el caso del matorral sin conexión hidrológica permanente con el mar.

| FUNCIONES, PRODUCTOS Y ATRIBUTOS POTENCIALES DE LOS HUMEDALES CON MANGLAR CONFORME LA UNION INTERNACIONAL PARA LA CONSERVACION DE LA NATURALEZA (IUCN) | Manglares | FUNCIONES, PRODUCTOS Y ATRIBUTOS DEL MANGLAR DEL TIPO FISONOMICO MATORRAL EN EL PREDIO TRES RIOS |
|--|---|--|
| <p>Funciones</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Recarga de acuíferos 2. Descarga de acuíferos 3. Control de inundaciones 4. Estabilización de la línea costera/Control de la erosión 5. Retención de sedimentos/sustancias tóxicas 6. Retención de nutrientes 7. Exportación de biomasa 8. Protección contra tormentas/Cortina rompevientos 9. Estabilización de microclimas 10. Transporte por agua 11. Recreación/Turismo <p>Productos</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Recursos forestales 2. Recursos de vida silvestre 3. Pesquerías 4. Recursos forrajeros 5. Recursos agrícolas 6. Abastecimiento de agua <p>Atributos</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Diversidad biológica 2. Singularidad del patrimonio cultural | <div style="display: flex; flex-direction: column; align-items: center;"> <div style="margin-bottom: 5px;">○</div> <div style="margin-bottom: 5px;">●</div> <div style="margin-bottom: 5px;">■</div> <div style="margin-bottom: 5px;">■</div> <div style="margin-bottom: 5px;">■</div> <div style="margin-bottom: 5px;">■</div> <div style="margin-bottom: 5px;">■</div> <div style="margin-bottom: 5px;">●</div> <div style="margin-bottom: 5px;">●</div> <div style="margin-bottom: 5px;">●</div> <div style="margin-bottom: 5px;">●</div> <div style="margin-bottom: 5px;">○</div> <div style="margin-bottom: 5px;">○</div> <div style="margin-bottom: 5px;">●</div> <div style="margin-bottom: 5px;">●</div> </div> | <p>Funciones</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Recarga de acuíferos 2. Descarga de acuíferos 3. Control de inundaciones 4. Estabilización de la línea costera/Control de la erosión 5. Retención de sedimentos/sustancias tóxicas 6. Retención de nutrientes 7. Exportación de biomasa 8. Protección contra tormentas/Cortina rompevientos 9. Estabilización de microclimas 10. Transporte por agua 11. Recreación/Turismo <p>Productos</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Recursos forestales 2. Recursos de vida silvestre 3. Pesquerías 4. Recursos forrajeros 5. Recursos agrícolas 6. Abastecimiento de agua <p>Atributos</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Diversidad biológica 2. Singularidad del patrimonio cultural |
| <p>Clave: ○ = Ausente o excepcional ● = presente ■ = común o valor importante de ese tipo de humedal</p> | | <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="border: 1px solid blue; padding: 2px;">limitadas</div> <div style="border: 1px solid green; padding: 2px;">ocasionales</div> <div style="border: 1px solid red; padding: 2px;">no aplica</div> <div style="border: 1px solid blue; padding: 2px;">baja</div> </div> |

RIESGOS POR LA SALINIZACIÓN PARA LA ESTRUCTURA Y SERVICIOS ACTUALES

Al considerar reflexivamente la evidencia referida, resulta aplicable al caso del manglar del matorral que ocupa la planicie de inundación del Predio Tres Ríos, si se considera la extensión actual de los ejemplares de mangle rojo con baja estructura, limitadas funciones y escasos productos y atributos ambientales. Actualmente este tipo fisonómico de manglar de matorral con una talla entre 0.5 y 1.5 m de altura, cubre ya el 25% del total del manglar del predio; lo que refleja la amplitud de los procesos de desconexión hidrológica y salinización a los que está sujeto. Estas características de baja estructura y limitados servicios ambientales se deben a la carencia de una conectividad permanente con cuerpos de agua de mar o con cuerpos de agua dulce superficiales. En ese marco, la escasa lluvia en años secos magnifica los procesos recurrentes de salinización del suelo en la planicie de inundación ocasional del predio, lo que es visiblemente evidente en los efectos de desecación y reducción de la cobertura vegetal que provocan los periodos de sequía en esta zona del predio.

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL "PROYECTO DE MEJORA HIDRO-ECOLÓGICA DEL ESTERO LAS GARZAS" SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.

Imagen VII. 24. Condición actual del manglar de baja estructura y limitados servicios ambientales, que ocupa la planicie de inundación asociada al estero Las Garzas en el predio Tres Ríos, en riesgo de por aumento de la salinidad del suelo.

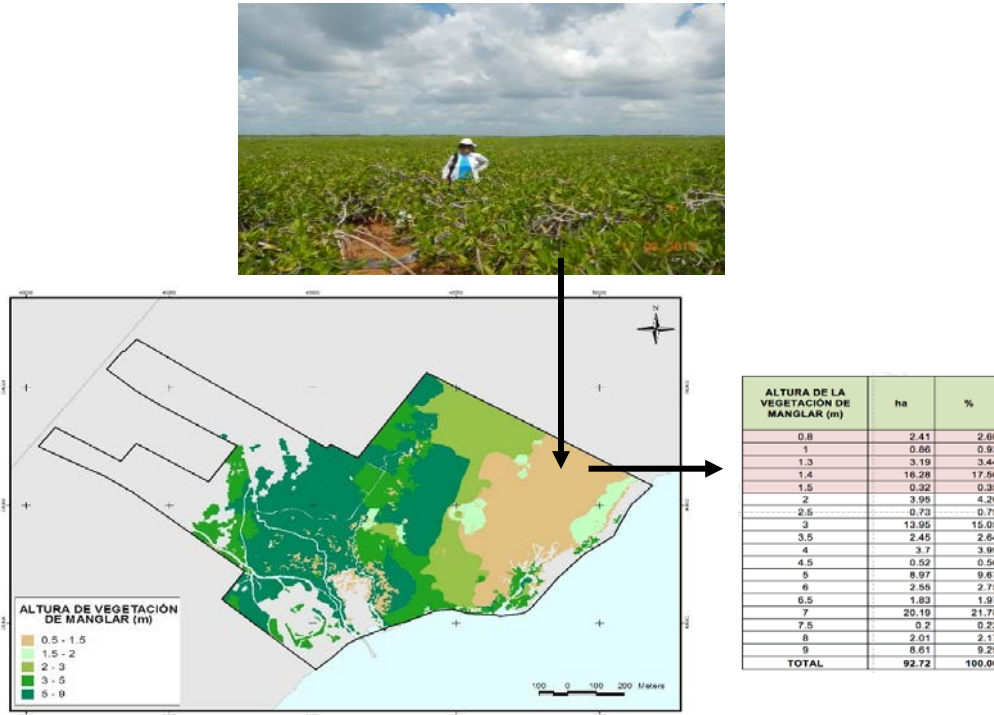
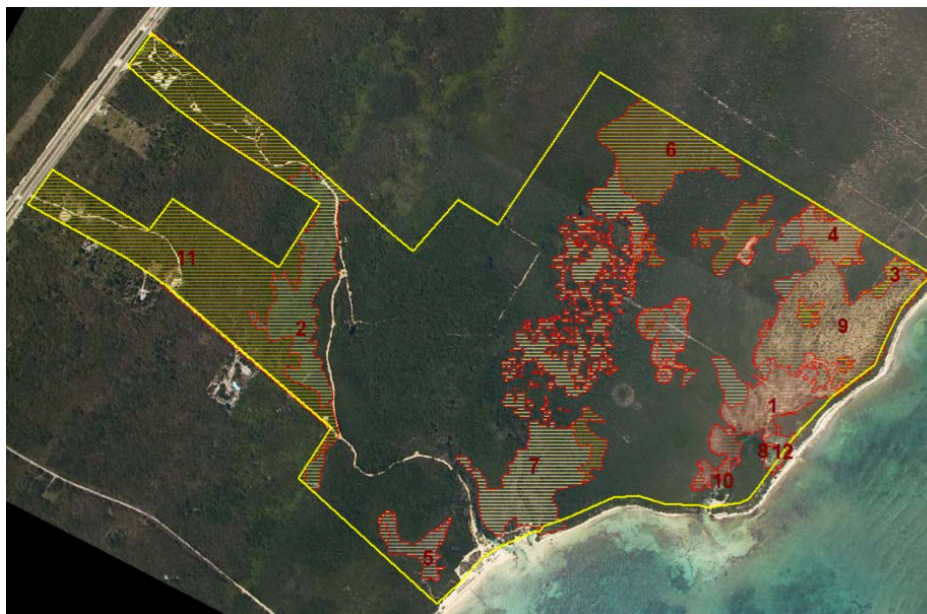


Imagen VII. 25. Efecto de la evaporación, salinización y desconexión hidrológica en períodos de sequía sobre el manglar de matorral que ocupa la planicie de inundación asociada al estero Las Garzas en el predio del Desarrollo Tres Ríos.



MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL "PROYECTO DE MEJORA HIDRO-ECOLÓGICA DEL ESTERO LAS GARZAS" SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.

Considerando que la variabilidad derivada del cambio global del clima en esta región costera se ha reflejado en forma de largos períodos de sequía y cortos e intensos periodos de tormentas tropicales y huracanes, hacen evidente el riesgo de un proceso de pérdida por erosión y deterioro gradual del manglar de matorral del predio (que es el tipo fisonómico con menor resiliencia por estar afectado por algún estrés), que determine una mayor reducción de su estructura, densidad y servicios ambientales, si la salinidad del suelo aumenta por la evaporación y el hidroperíodo aleatorio que modula esta unidad. Sin embargo, ese mismo marco de referencia hace evidente también la validez que tiene aplicar el sentido inverso al deterioro, representado por la restauración hidroecológica que se propone.

Imagen VII. 26. Conceptualización de la relación entre los tipos fisonómicos de manglar y los factores que modulan su deterioro y que en sentido inverso determinan la posibilidad de su restauración.

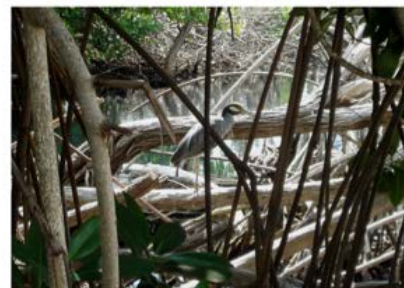


**MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL
 "PROYECTO DE MEJORA HIDRO-ECOLÓGICA DEL ESTERO LAS GARZAS"
 SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.
 EXPECTATIVAS CON EL PROYECTO.**

EXPECTATIVAS SOBRE LA CREACIÓN DE HÁBITATS ACUÁTICOS Y LITORALES.

Por su extensión el sistema de canales implica el desarrollo de una extensa línea litoral y consecuentemente la creación directa de numerosos y diversos tipos de hábitats y nichos ecológicos acuáticos y litorales, que han sido ocupados por una amplia gama de grupos de fauna que después de más de una década de funcionamiento natural del sistema implementado demuestran la creación de nuevas opciones para los ciclos de vida de muy numerosas especies previamente existentes y nuevas que se incorporaron al uso del ecosistema acuático estuarino (Imagen).

Imagen VII. 27. Creación de hábitats y nichos ecológicos acuáticos y litorales con manglar del tipo fisonómico borde, como consecuencia natural de la creación del ecosistema acuático con funcionamiento estuarino en el predio Mayakoba.



**MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL
 "PROYECTO DE MEJORA HIDRO-ECOLÓGICA DEL ESTERO LAS GARZAS"
 SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.**

EXPECTATIVAS SOBRE LA CALIDAD AMBIENTAL DE LOS HÁBITATS CREADOS.

Esta ampliamente reconocido por los especialistas que la presencia de aves es un claro indicador de la calidad de un ecosistema y de sus hábitats, pero más aún en el caso que sean especies raras o bajo algún estatus de protección y que a esas y a otras especies les sirvan dichos hábitats como zona de alimentación, reproducción y/o anidación como es el caso del uso por las aves del ecosistema acuático creado, especialmente en los litorales con manglar de borde que se constituyeron. Las fotos que se presentan a continuación, obtenidas todas en el sistema de canales implementado son solo algunos ejemplos demuestran dicha calidad. La magnitud, diversidad y complejidad de la avifauna asociada a los canales puede ser verificada en <https://www.flickr.com/people/jamesbatt/>.

Imagen VII. 28. Ejemplos de especies y de usos por de los hábitats y nichos ecológicos acuáticos y litorales con manglar del tipo fisonómico borde por la avifauna, en el ecosistema acuático con funcionamiento estuarino del predio Mayakoba.

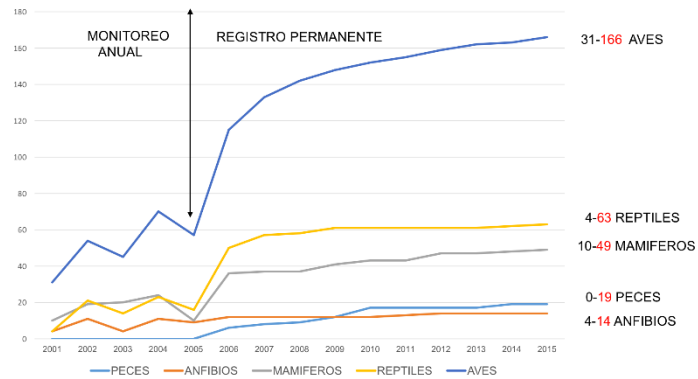
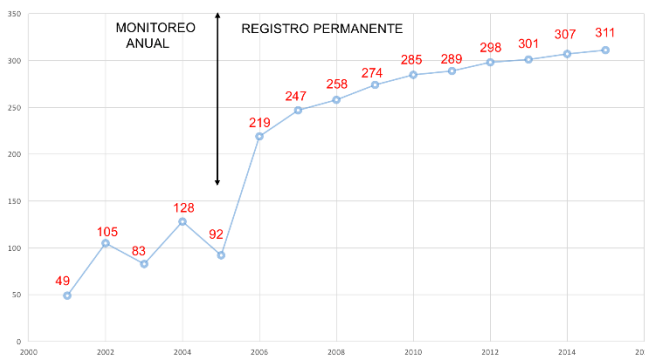


MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL "PROYECTO DE MEJORA HIDRO-ECOLÓGICA DEL ESTERO LAS GARZAS" SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.

EXPECTATIVAS SOBRE LA CONSERVACIÓN Y AUMENTO DE LA BIODIVERSIDAD.

Con base en los datos reportados en los informes anuales de monitoreo de fauna del sistema acuático implementado así como de los demás ecosistemas del predio Mayakoba se conoce que el número total de especies registradas por especialistas, ha ido en aumento gradual lo cual es un resultado normal conforme se incrementa del esfuerzo de muestreo, como ocurrió en el predio Mayakoba a partir del año 2005, año en que se inició un registro permanente; ese tipo de esfuerzo siempre se refleja en un incremento gradual del número de especies, hasta un punto en que ya prácticamente se mantiene estable considerándose entonces que el registro total posible está casi completo, esta condición se observa en las curvas de la imagen siguiente, especialmente en el caso de los reptiles y los anfibios, en los cuales el número ya casi no varía, sin embargo por ejemplo en el caso de las aves parece que aún puede seguir incrementándose.

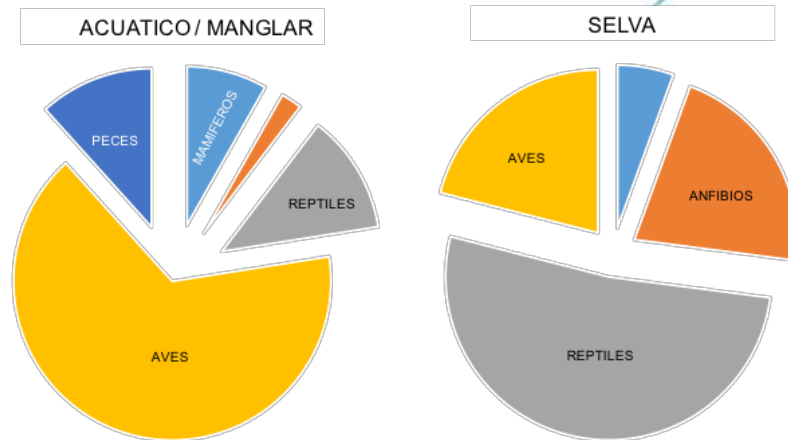
Gráfica VII. 12. Gráficas del incremento en número de especies de los diversos grupos de fauna registradas en el predio Mayakoba entre el año 2001 y 2015.



Sim embargo y suponiendo que todas las especies estaban ahí antes de la implementación del sistema de canales, lo que es evidente por ejemplo es que antes de ello los peces no eran un grupo significativo en número y diversidad ya que estaban circunscritos a las aguas subterráneas y por tanto su disponibilidad como alimento de las aves aún no existía, lo cual fundamenta una clara realidad de que buena parte de esas especies llegaron con las oportunidades de hábitats y alimentación que determinó la creación del ecosistema acuático estuarino. Otro reflejo del efecto de la creación del ecosistema acuático son los porcentajes de los registros de las especies que utilizan el conjunto de hábitats agua-manglar con los que utilizan los hábitats de selva, ya que mientras en los primeros el porcentaje de las aves es mayor, en los de selva lo es el grupo de los reptiles lo cual se muestra en la Imagen siguiente.

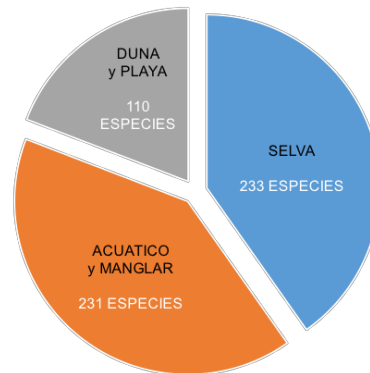
**MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL
"PROYECTO DE MEJORA HIDRO-ECOLÓGICA DEL ESTERO LAS GARZAS"
SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.**

Gráfica VII. 13. Comparaciones de los porcentajes de especies registradas entre los hábitats de acuático-manglar y los de selva en el predio Mayakoba.



Igualmente, importante es el hecho que los hábitats acuático-manglar y selva, son prácticamente iguales en el número de especies que los utilizan seguidos por la duna y playa con evidente menor extensión y posibilidad de ocupación o uso por las especies (Imagen Siguiente). Con respecto a este análisis y al anterior de porcentajes, es importante destacar que una misma especie puede utilizar uno o más hábitats, por lo que el número total de los tres grupos es mayor que el de los registros hasta la fecha.

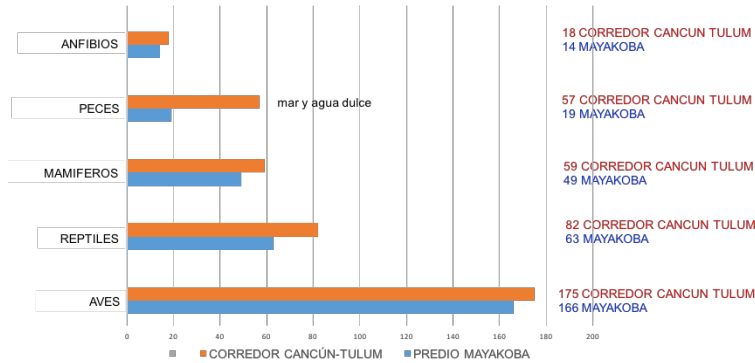
Gráfica VII. 14. Comparaciones del número total de registros de especies en los hábitats de acuático-manglar; selva y duna-playa en el predio Mayakoba.



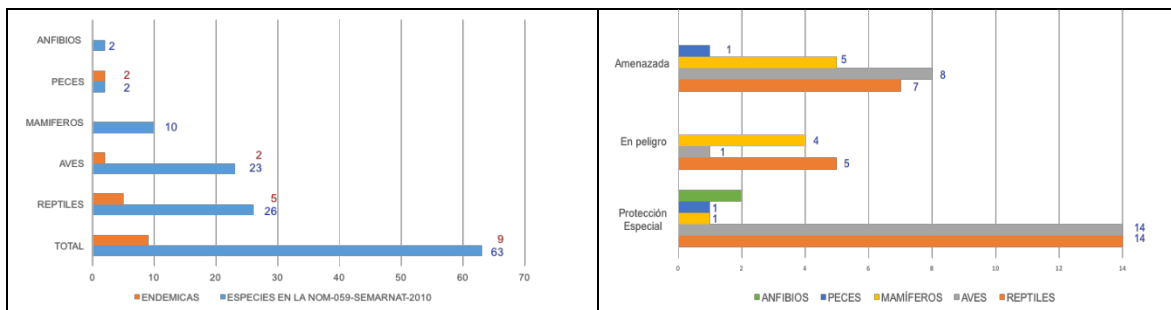
Los análisis anteriores demuestran con claridad dos hechos relevantes del ecosistema acuático implementado: (1) La complementariedad de hábitats agua-manglar con los de la selva, lo cual se aprecia en las diferencias de los grupos taxonómicos predominantes en cada uno; y (2) La importancia de los hábitats agua-manglar del borde ya que alcanzan un número de registros de especies muy similares a los de la selva. La magnitud de la biodiversidad original conservada, juntamente con la generada por la implementación del ecosistema acuático también se refleja en el número total de especies reportadas para el Corredor Cancún-Tulum y su comparación con el número de ese total registrado en Mayakoba, haciendo evidente en la práctica, una función de refugio regional de fauna local y en tránsito (Imagen Siguiente), muchas de las cuales están bajo algún estatus de protección.

**MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL
"PROYECTO DE MEJORA HIDRO-ECOLÓGICA DEL ESTERO LAS GARZAS"
SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.**

Gráfica VII. 15. Comparación del número de especies registradas en el Corredor Cancún-Tulum contra el número de ellas registrado en el predio Mayakoba.



Gráfica VII. 16. Análisis del número de registros de especies endémicas o bajo algún estatus de protección en el predio Mayakoba.



EXPECTATIVAS SOBRE LA MEJORA DEL MANGLAR DE CUENCA.

Una evidencia de la mejora estructural que se alcanza no solo en el manglar que se ubica en los litorales de los canales implementados el cual se transformó de tipo cuenca en tipo borde, sino igualmente para en manglar de cuenca que se encuentra fuera de ellos, se demuestra en la Imagen con una foto aérea obtenida en el periodo de secas, donde se puede observar del lado izquierdo el sistema de canales con manglar de borde, así como mejores condiciones y estructura del manglar de cuenca en el predio Mayakoba, que se reflejan en un crecimiento significativo (Imagen) comparativamente con su condición en el predio colindante carente de canales, que se demuestra en el análisis comparativo de los parámetros estructurales y muy especialmente en el significativo menor porcentaje de mortalidad entre ambos predios (Imagen).

**MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL
"PROYECTO DE MEJORA HIDRO-ECOLÓGICA DEL ESTERO LAS GARZAS"
SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.**

Imagen VII. 29. Foto aérea para observar comparativamente los tipos fisonómicos y condiciones del manglar en el predio Mayakoba y el predio colindante.



Imagen VII. 30. Incremento de la estructura del manglar de cuenca por efecto de la del sistema de canales, a la izquierda antes y a la derecha después de su implementación.



Imagen VII. 31. Análisis de los parámetros del manglar de cuenca en el predio Mayakoba en 1998 antes de la implementación del sistema de canales y en 2008 después de ella; para compararlos con el simultáneo en 2008 en el predio colindante al sur.

| | 1998 Predio Sin canales | 2008 Lote Sur Sin canales | 2008 Predio Con canales |
|---|-------------------------|---------------------------|-------------------------|
| Fustes (ha⁻¹) | 1, 876 | 7, 916 | 10,142 |
| Area Basal (m² ha⁻¹) | 11.3 | 11.5 | 13.0 |
| Altura (m) | 2.8 | 2.0 a 2.5 | 3.0 a 4.0 |
| Mangle Muerto (%) | ? | 25 | 2.5 |

VII.5. Evaluación de alternativas.

No se consideraron alternativas, debido a que, nos encontramos ante un escenario tendencial de relativa estabilidad en los factores físicos y bióticos. El proyecto propuesto en el presente estudio es el que representa una menor afectación en materia ambiental, aunado a que se encuentra sustentado por una serie de estudios que fundamentan esta como la mejor opción. El proyecto Mejora hidro-ecológica, en el municipio de Solidaridad, Quintana Roo, es una propuesta de solución a la crisis ecológica que vive la región del Caribe por la presencia de agua salobre que, dadas las características geomorfológicas de esta gran región, provoca un exceso de las condiciones salinas del agua, que limita aprovechar espacios para atender la creciente demanda turística nacional e internacional, que afecta a los municipios relacionados con el aprovechamiento de su zona costera de Quintana Roo, así como a las actividades comerciales y de servicios, donde se debe mencionar que su concepción está fundamentada como la mejor alternativa, dado que se evaluaron los efectos hidroecológicos para el desarrollo de este proyecto, en estudios de prefactibilidad.

A partir de la aplicación de las diferentes técnicas de evaluación de impactos ambientales, para pronosticar los escenarios futuros y que sus afectaciones positivas importantes sobre la hidrología superficial, comunidades vegetales y poblaciones faunísticas, mientras que las afectaciones positivas secundarias estarán en la Sociedad y la Economía, principalmente.

En este sentido destaca que esta propuesta para el proyecto Mejora hidro-ecológica, en el municipio de Solidaridad, Quintana Roo, genera un significativo alivio a los ecosistemas de manglar, a los humedales, que son parte del valor agregado para satisfacer la creciente demanda turística nacional e internacional, ya que permitirá que el aprovechamiento hidrológico para disminuir un efecto deletéreo del ingreso de agua de mar y reestablecer sus niveles óptimos y contener los efectos negativos del escaso desarrollo, tierra dentro, de las comunidades de manglar. Cabe destacar que la posibilidad de dotar de agua dulce a la parte baja del SAR, tendrá un efecto significativo ecosistémico, conduciendo a favorecer el desarrollo de la vegetación de manglar, afectando la reducción de hábitats para la fauna y la disminución de sus poblaciones faunísticas.

El proyecto tiene el objetivo primordial de atender una grave problemática que tienen los humedales del Estado de Quintana Roo: el ingreso de agua salobre marina; con la encomienda de evitar afectaciones a los ecosistemas cercanos al área del proyecto y sus recursos naturales, que puedan repercutir en incrementos superfluos de los costos ambientales, sociales y económicos asociados.

En conclusión, la presente propuesta evaluada, se convierte en la mejor alternativa ambiental, social y económica del proyecto.

VII.6. Conclusiones.

El proyecto a que se refiere la presente Manifestación de Impacto Ambiental corresponde a una Mejora Hidro Ecológica, para el cual se necesitará realizar el Estudio de Cambio de Uso de Suelo, por la superficie de vegetación forestal a desplantar. De esta forma y considerando que el proyecto sustenta una gran importancia Ambiental para los Ecosistemas de la zona. De acuerdo con la evaluación ambiental realizada en el presente estudio, el proyecto tendrá impactos adversos principalmente en el ámbito local, los cuales podrán ser atenuados con la adecuada implementación de las medidas preventivas, de mitigación o compensatorias propuestas. La significancia de los impactos se reduce tomando en consideración el ámbito regional. Al analizar el escenario con proyecto y sin proyecto, se observa que la mayor parte de los impactos son puntuales, temporales, reversibles y/o mitigables, mientras que otros impactos permanentes son de carácter positivo ya que el Establecimiento de la Mejora Hidro Ecológica que se promoverá ayudará a que el ecosistema de manglar se preserve aunado a todas las mejoras ambientales que conlleva en este tipo de ecosistema tanto a la fauna y flora que en el habitan. La estrategia de las medidas de prevención y mitigación propuestas en el presente estudio están enfocadas a tal objetivo y, son compromiso tácito e irrenunciable de cumplimiento por parte del promovente, quien lo deberá hacer extensivo en la medida que le competa, a los ejecutores de las diferentes etapas que conlleva la obra, prestadores de servicios y usuarios, dándoles a conocer de manera directa o por terceros que convoque.

La mejora hidrogeológica del Desarrollo Turístico Tres Ríos a desarrollarse en la planicie de inundación, con prevalencia de comunidades de manglar, bajo condiciones de hipersalinidad por la intrusión de aguas salobres marinas y que mantienen condiciones de alta concentración de sales que limitan el desarrollo de la vegetación y que conducen a este ecosistema a condiciones de degradación progresiva, tiene las conclusiones siguientes:

1. Los principales impactos negativos del proyecto están asociados al retiro de la turba que obstaculiza el flujo superficial y, por lo tanto, impide el movimiento de las sales hacia el mar, favoreciendo las condiciones de una hipersalinidad. Cabe destacar que el material turboso será utilizado para la producción de composta y ser ubicado en sitios destinados a la rehabilitación ecológica
2. La mejora hidroecológica tendrá efectos positivos en la disminución de la concentración de sales, las cuales son las responsables del limitante desarrollo de la vegetación y de los elementos asociados.
3. La mejora hidroecológico tendrá efectos favorables en la presencia de una mayor diversidad faunística, al ofrecer mejores condiciones del hábitat.
4. Al existir una disminución de la salinidad, se tendrán efectos favorables directos en el desarrollo de la vegetación de manglar y de las especies más eurotípicas, las cuales habrán de incrementar tanto la diversidad como la abundancia de las poblaciones de las especies florísticas y faunísticas.
5. EL proyecto de la mejora hidroecológica tiene un mayor número de impactos positivos que negativos, lo cual permite predecir que las medidas de mitigación serán exclusivamente aquellas que atiendan impactos desfavorables y de magnitud y significancia de importancia que serán mínimos.
6. En virtud de que el proyecto de mejora hidroecológica tiene un enfoque de rehabilitación de los humedales en la zona de manglar, se convierte en un proyecto que contempla responsablemente los cambios o modificaciones significativas, las cuales están consideradas a ser atendidas y que al final de la integración, se observaran los cambios favorables para todo el ecosistema.

Así mismo se debe establecer que el proyecto de mejora hidroecológico es altamente significativo y favorable para el ambiente y, por lo tanto, tiene un fundamento de sustentabilidad que lo hace muy amigable con el entorno. Finalmente, y teniendo como fundamento lo anteriormente descrito, el proyecto se juzga con suficiente certidumbre, **AMBIENTALMENTE FACTIBLE**, en el entendido que la factibilidad está estrechamente sujeta al cumplimiento de las medidas de prevención, mitigación y compensación, así como de la supervisión y vigilancia que asegure su implementación y eficiencia de estas.



TRESRIOS

CAPÍTULO VIII.

***IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS
METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS
QUE SUSTENTAN LOS RESULTADOS
DE LA MANIFESTACIÓN
DE IMPACTO AMBIENTAL.***

Contenido

| | |
|---|---|
| VIII. 1. Presentación de la información. | 2 |
| VIII. 1.1. Cartografía..... | 2 |
| VIII. 1.2. Fotografías..... | 2 |
| VIII. 1.3. Videos..... | 2 |
| VIII. 2. Otros anexos..... | 2 |
| VIII. 2.1. Memorias..... | 2 |
| VIII. 3. Glosario de términos..... | 3 |

Tablas

| | |
|--|---|
| Tabla VIII. 1. Listado de Otros Anexos. | 2 |
|--|---|

VIII. 1. Presentación de la información.

VIII. 1.1. Cartografía.

En el Anexo, se muestra la Cartografía utilizada para el Proyecto.

VIII. 1.2. Fotografías.

En el Anexo, se muestra el reporte fotográfico del proyecto de Mejora Hidro-Ecológica.

VIII. 1.3. Videos.

Para el presente proyecto no se anexan videos.

VIII. 2. Otros anexos.

A continuación, se enlistan los anexos que se presentan junto con la Manifestación:

Tabla VIII. 1. Listado de Otros Anexos.

| DOCUMENTO | DESCRIPCIÓN |
|---|---|
| Acta Constitutiva. | Copia Certificada de la Escritura Pública Número 11,620 de fecha 10 de diciembre de 1997, pasada ante la fe del Notario Suplente de la Notaria Pública Número Trece del Estado de Quintana Roo, Licenciado Luis Miguel Cámara Patrón. |
| Registro Federal de Contribuyentes de la Persona Moral. | Impresión del Registro Federal de Contribuyentes de la Persona Moral. |
| Poder del Representante Legal | Copia Certificada de la Escritura Pública Número 29,913 de fecha 8 de febrero de 2005, pasada ante la fe del Notario Público Número Treinta del Estado de Quintana Roo, Licenciado Luis Miguel Cámara Patrón. |
| Identificación del Representante Legal | Copia Certificada de la Credencial para Votar, con Número de Folio 0000063151455, expedida por el anterior Instituto Federal Electoral a nombre de Rufino Corona Neri. |
| Registro Federal de Contribuyentes del Representante Legal | Impresión del Registro Federal de Contribuyentes, de fecha de impresión 22 de agosto de 2011. |
| Clave única de Registro de Población. | Impresión de la Clave única de Registro de Población del C. Rufino Corona Neri., de fecha de impresión 1 de junio de 2016 |

Fuente: BIOTA y SICA, 2018.

VIII. 2.1. Memorias.

Así mismo se presenta lo siguiente:

- Memoria Descriptiva del Proyecto.
- Planos.
- Concesión ZOFEMAT.
- Sustento Técnico Mejora Hidro- Ecológica.
- Estudios Hidrográficos para proyecto de Recuperación y Estabilización de Playas.
- Proyecto Ejecutivo para Recuperación y Estabilización de Playa Frente a Desarrollo.
- Estudio Compatibilidad de Sedimento para Relleno en las Playas de Tres Ríos.
- Estudio Recomendación de Alternativas Estructurales para Restauración de Playas.
- Estudio de Previsión de la Evolución de la Línea de Costa.
- Estudio Caracterización Geológica de la Península de Yucatán.
- Modelación Numérica del Funcionamiento Hidrodinámico del Sistema de Canales.
- Catálogo de Flora.
- Catálogo de Fauna.
- Formatos de Flora.
- Formatos de Fauna.
- Formatos Vegetación.

- Currículo de la Empresa Responsable de la Elaboración.
- Currículo del Responsable Técnico.

VIII. 3. Glosario de términos.

- **Ambiente (Medio, entorno, medio ambiente):** El conjunto de elementos naturales y artificiales o inducidos por el hombre que hacen posible la existencia y desarrollo de los seres humanos y demás organismos vivos que interactúan en un espacio y tiempo determinados.
- **Aprovechamiento sustentable:** La utilización de los recursos naturales en forma que se respete la integridad funcional y las capacidades de carga de los ecosistemas de los que forman parte dichos recursos, por períodos indefinidos.
- **Áreas naturales protegidas:** Las zonas del territorio nacional y aquéllas sobre las que la nación ejerce su soberanía y jurisdicción, en donde los ambientes originales no han sido significativamente alterados por la actividad del ser humano o que requieren ser preservadas y restauradas y están sujetas al régimen previsto en la Ley.
- **Biodiversidad:** Es la variabilidad de organismos vivos de cualquier fuente, incluidos, entre otros, los ecosistemas terrestres, marinos y otros ecosistemas acuáticos y los complejos ecológicos de los que forman parte; comprende la diversidad dentro de cada especie, entre las especies y de los ecosistemas.
- **Cambio de uso de suelo:** modificación de la vocación natural o predominante de los terrenos, llevada a cabo por el hombre a través de la remoción total o parcial de la vegetación.
- **Contaminación:** La presencia en el ambiente de uno o más contaminantes o de cualquier combinación de ellos que cause desequilibrio ecológico.
- **Contaminante:** Toda materia o energía en cualesquiera de sus estados físicos y formas, que al incorporarse o actuar en la atmósfera, agua, suelo, flora, fauna o cualquier elemento natural, altere o modifique su composición y condición natural.
- **Control:** Inspección, vigilancia y aplicación de las medidas necesarias para el cumplimiento de las disposiciones establecidas en este ordenamiento.
- **Criterios ecológicos:** Los lineamientos obligatorios contenidos en la presente Ley, para orientar las acciones de preservación y restauración del equilibrio ecológico, el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales y la protección al ambiente, que tendrán el carácter de instrumentos de la política ambiental.
- **Cultivos permanentes:** Son los que permanecen sembrados en el terreno por un periodo de varios años, generalmente más de ocho, como árboles frutales, nopal, maguey, café, coco, aguacate, etc.
- **Daño ambiental:** Es el que ocurre sobre algún elemento ambiental a consecuencia de un impacto ambiental adverso.
- **Deforestación:** Es la acción por medio del cual el suelo es despojado de sus árboles y plantas, este proceso de la desaparición de las masas forestales suele producirse por la acción humana, mediante la tala y la quema.
- **Daño a los ecosistemas:** Es el resultado de uno o más impactos ambientales sobre uno o varios elementos ambientales o procesos del ecosistema que desencadenan un desequilibrio ecológico.
- **Desarrollo sustentable:** El proceso evaluable mediante criterios e indicadores del carácter ambiental, económico y social que tiende a mejorar la calidad de vida y la productividad de las personas, que se funda en medidas apropiadas de preservación del equilibrio ecológico, protección del ambiente y aprovechamiento de recursos naturales, de manera que no se comprometa la satisfacción de las necesidades de las generaciones futuras.
- **Ecosistema:** La unidad funcional básica de interacción de los organismos vivos entre sí y de éstos con el ambiente, en un espacio y tiempo determinados.
- **Equilibrio ecológico:** La relación de interdependencia entre los elementos que conforman el ambiente que hace posible la existencia, transformación y desarrollo del hombre y demás seres vivos.

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL. "PROYECTO DE MEJORA HIDRO-ECOLÓGICA DEL ESTERO LAS GARZAS", SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.

- **Fauna silvestre:** Las especies animales que subsisten sujetas a los procesos de selección natural y que se desarrollan libremente, incluyendo sus poblaciones menores que se encuentran bajo control del hombre, así como los animales domésticos que por abandono se tornen salvajes y por ello sean susceptibles de captura y apropiación.
- **Flora silvestre:** Las especies vegetales, así como los hongos, que subsisten sujetas a los procesos de selección natural y que se desarrollan libremente, incluyendo las poblaciones o especímenes de estas especies que se encuentran bajo control del hombre.
- **Impacto ambiental:** Modificación del ambiente ocasionada por la acción del hombre o de la naturaleza.
- **Impacto ambiental acumulativo:** El efecto en el ambiente que resulta del incremento de los impactos de acciones particulares ocasionado por la interacción con otros que se efectuaron en el pasado o que están ocurriendo en el presente.
- **Impacto ambiental irreversible:** Aquel cuyo efecto supone la imposibilidad o dificultad extrema de retornar por medios naturales a la situación existente antes de que se ejecutara la acción que produce el impacto.
- **Impacto ambiental sinérgico:** Aquel que se produce cuando el efecto conjunto de la presencia simultánea de varias acciones supone una incidencia ambiental mayor que la suma de las incidencias individuales contempladas aisladamente.
- **Impacto ambiental significativo o relevante:** Aquel que resulta de la acción del hombre o de la naturaleza, que provoca alteraciones en los ecosistemas y sus recursos naturales o en la salud, obstaculizando la existencia y desarrollo del hombre y de los demás seres vivos, así como la continuidad de los procesos naturales.
- **Impacto ambiental residual:** El impacto que persiste después de la aplicación de medidas de mitigación.
- **Magnitud:** Extensión del impacto con respecto al área de influencia a través del tiempo, expresada en términos cuantitativos.
- **Medidas de compensación:** Conjunto de acciones que tienen como fin el compensar el deterioro ambiental ocasionado por los impactos ambientales asociados a un proyecto, ayudando así a restablecer las condiciones ambientales que existían antes de la realización de las actividades del proyecto.
- **Medidas de mitigación:** Conjunto de acciones que deberá ejecutar el promovente para atenuar el impacto ambiental y restablecer o compensar las condiciones ambientales existentes antes de la perturbación que se causare con la realización de un proyecto en cualquiera de sus etapas.
- **Medidas de prevención:** Conjunto de acciones que deberá ejecutar el promovente para evitar efectos previsibles de deterioro del ambiente.
- **Naturaleza del impacto:** Se refiere al efecto benéfico o adverso de la acción sobre el ambiente.
- **Protección:** El conjunto de políticas y medidas para mejorar el ambiente y controlar su deterioro.
- **Reforestación:** acción de sembrar especies arbóreas que carecen de cubierta vegetal.
- **Residuo:** Cualquier material generado en los procesos de extracción, beneficio, transformación, producción, consumo, utilización, control o tratamiento cuya calidad no permita usarlo nuevamente en el proceso que lo generó.
- **Residuos peligrosos:** Todos aquellos residuos, en cualquier estado físico, que por sus características corrosivas, reactivas, explosivas, tóxicas, inflamables o biológico-infecciosas, representen un peligro para el equilibrio ecológico o el ambiente.
- **Restauración:** Conjunto de actividades tendientes a la recuperación y restablecimiento de las condiciones que propician la evolución y continuidad de los procesos naturales.
- **Reversibilidad:** Ocurre cuando la alteración causada por impactos generados por la realización de obras o actividades sobre el medio natural puede ser asimilada por el entorno debido al

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL. "PROYECTO DE MEJORA HIDRO-ECOLÓGICA DEL ESTERO LAS GARZAS", SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.

funcionamiento de procesos naturales de la sucesión ecológica y de los mecanismos de auto depuración del medio.

- **Sistema ambiental regional:** Es la interacción entre el ecosistema (componentes abióticos y bióticos) y el subsistema socioeconómico (incluidos los aspectos culturales) de la región donde se pretende establecer el proyecto.
- **Vegetación natural:** Conjunto de elementos arbóreos, arbustivos y herbáceos presentes en el área por afectar por las obras de infraestructura eléctrica y sus asociadas.