

# 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

## **CAPÍTULO I**

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

# CONTENIDO

<b>I. DATOS GENERALES DEL PROYECTO, DEL PROMOVENTE Y DEL RESPONSABLE DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL.....</b>	<b>3</b>
I.1. Datos generales del Proyecto .....	3
I.1.1. Nombre del Proyecto.....	3
I.1.2. Ubicación del Proyecto .....	3
I.1.3. Duración del Proyecto .....	7
I.2. Datos generales del promovente .....	8
I.2.1. Nombre o razón social.....	8
I.2.2. Registro Federal de Contribuyentes .....	8
I.2.3. Nombre y cargo del representante legal.....	8
I.2.4. Dirección para recibir u oír notificaciones .....	8
I.2.5. Nombre del responsable técnico del estudio.....	8
I.2.6. Nombre del responsable de la Supervisión Ambiental Autónoma.....	8
I.2.7. Participantes en la elaboración del estudio .....	9

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

### **I.1. Datos generales del Proyecto**

#### **I.1.1. Nombre del Proyecto**

“Construcción de tramo submarino 1C-3F-4H-34.5 kV-10.5 KM-500 KCM, Chiquilá-Holbox”<sup>1</sup>

#### **I.1.2. Ubicación del Proyecto**

El Proyecto “**Construcción de tramo submarino 1C-3F-4H-34.5 kV-10.5 KM-500 KCM, Chiquilá-Holbox**”, en lo sucesivo Proyecto, se ubica dentro del polígono del área natural protegida federal de protección de flora y fauna Yum Balam, municipio de Lázaro Cárdenas, estado de Quintana Roo.

El Proyecto está conformado por una subestación eléctrica y tres tramos de Línea Eléctrica de baja tensión: dos tramos subterráneos y un tramo marino que enlazará las localidades de Chiquilá y Holbox, cruzando la Laguna Yalahau, también conocida como laguna Conil.

El municipio de Lázaro Cárdenas, que tiene como cabecera el poblado de Kantunilkín, se ubica al norte del estado de Quintana Roo. Limita al norte con el Golfo de México y Mar Caribe, al este con los municipios de Isla Mujeres y Benito Juárez, al sureste con Puerto Morelos, al sur con el de Solidaridad, los cuatro del estado de Quintana Roo, y al oeste con los municipios de Tizimín y Chemax, del estado de Yucatán (Figura I.1.2-1).

A partir del aeropuerto de Cancún, el acceso terrestre más cercano al sitio del Proyecto se da por la carretera federal No. 180, Cancún-Valladolid-Mérida. Aproximadamente a 82 km de Cancún, con dirección oeste, se entronca con la carretera estatal El Ideal-Popolnah, ruta QR-005; en dicho punto, se toma la dirección norte hasta llegar a la localidad de Chiquilá, cruzando antes las localidades de Kantunilkín, San Ángel y Solferino. La ubicación regional y general del Proyecto se ilustra en la Figura I.1.2-1 y I.1.2-2, respectivamente.

En materia de riesgo natural, el Proyecto se ubica en zona litoral por lo que está expuesto a riesgos hidrometeorológicos. De acuerdo con Protección Civil del Gobierno del Estado de Quintana Roo (COEPROC, 2018) las lluvias extremas y los ciclones tropicales son los fenómenos meteorológicos que más afectan al estado, pues en numerosas ocasiones han resultado afectados todos los municipios.

Asimismo, el COEPROC señala que el estado se encuentra entre las 10 zonas terrestres mexicanas con más de 10 ciclones tropicales en los últimos 52 años y dentro de las siete con mayores pérdidas económicas por consecuencia de ciclones tropicales.

---

<sup>1</sup> 1 Circuito, 3 Fases, 4 Hilos, 34.5 kilovoltios, 10.5 kilómetros de longitud-Cable calibre 500.

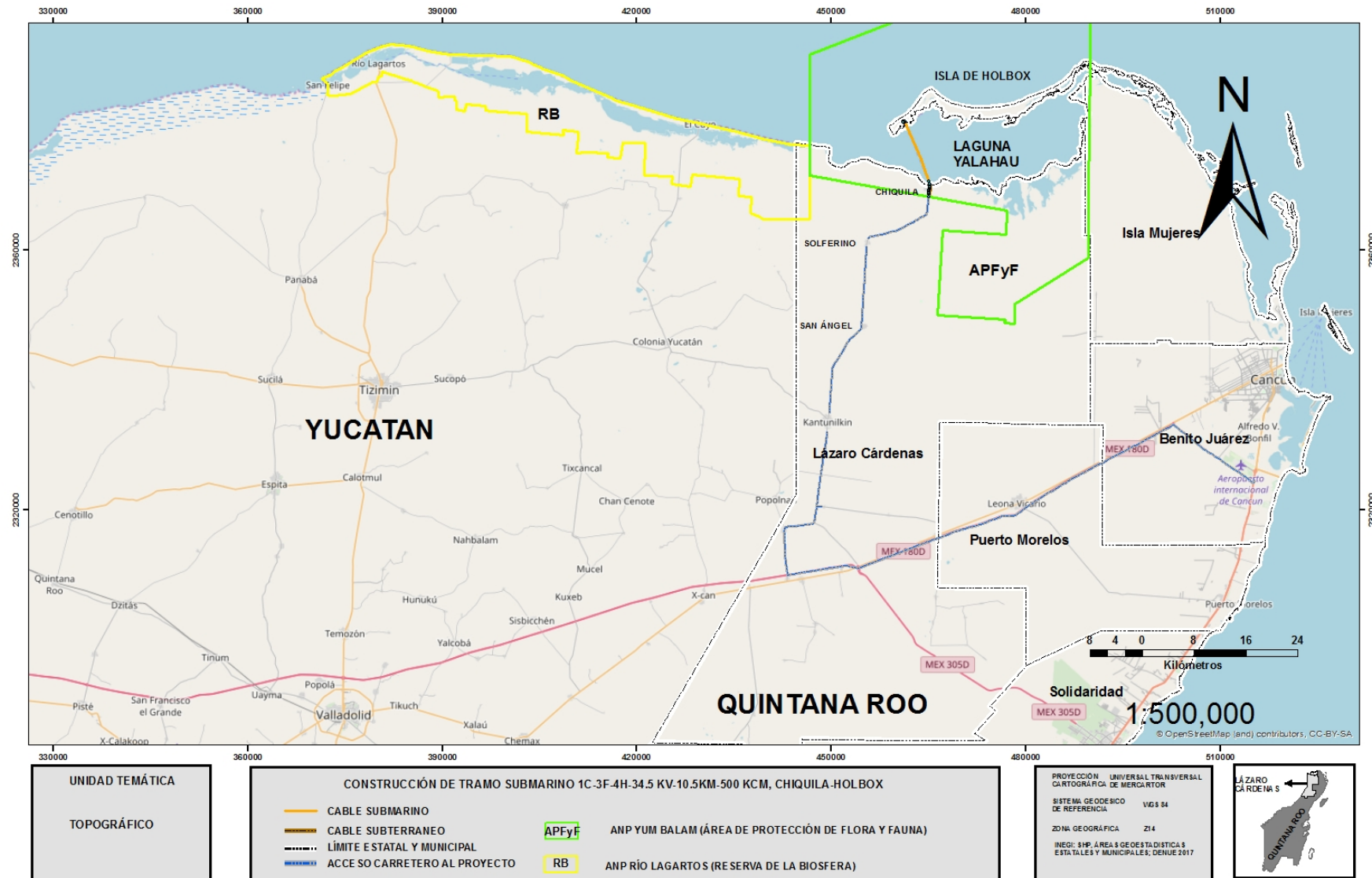
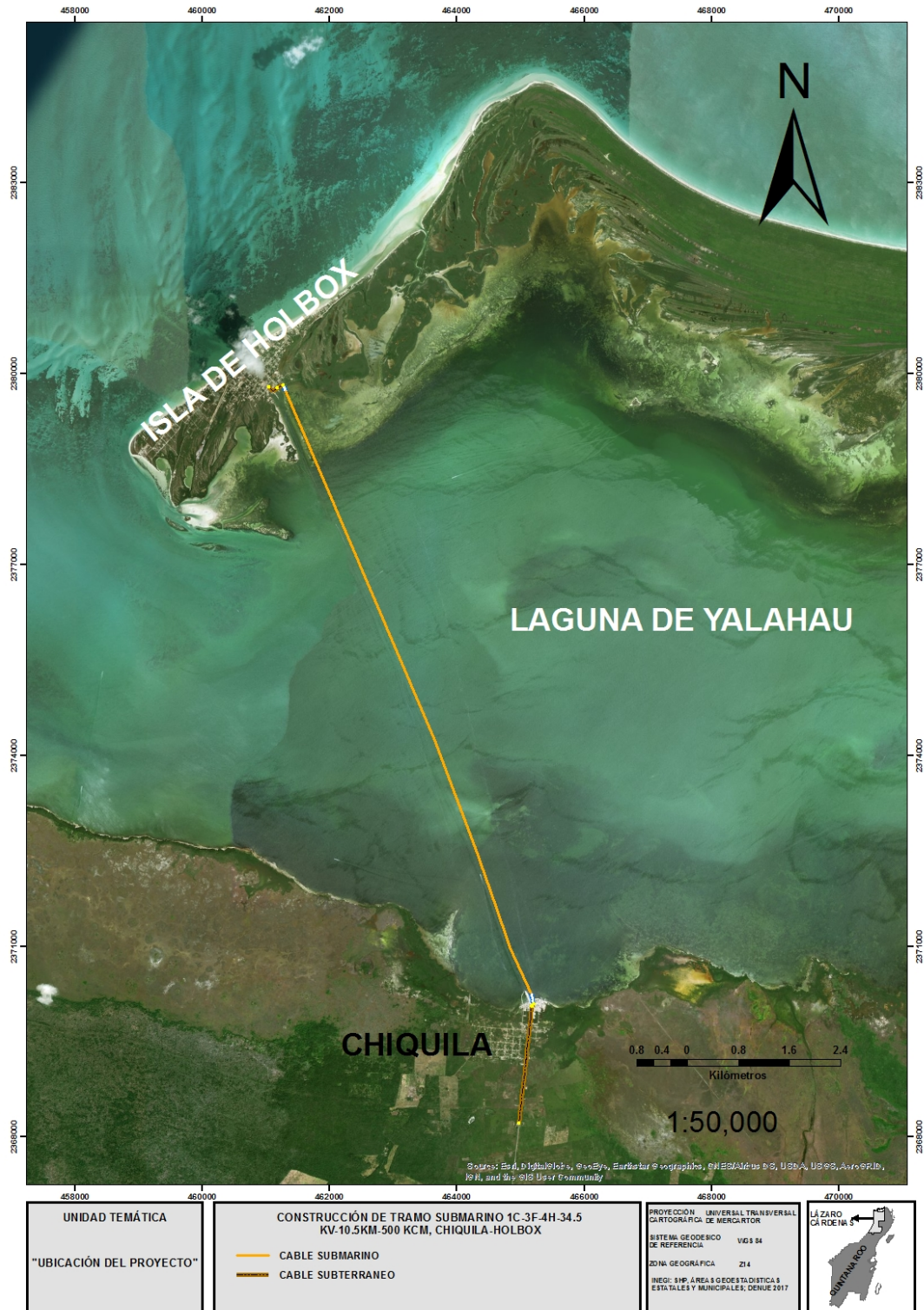


Figura I.1.2-1. Ubicación de Proyecto en el municipio de Lázaro Cárdenas, Q. Roo.



Fuente: Elaboración propia. Imagen de Google earth

**Figura I.1.2-2. Ubicación general de los componentes del Proyecto en las localidades Chiquilá y Holbox, municipio de Lázaro Cárdenas, Q. Roo.**

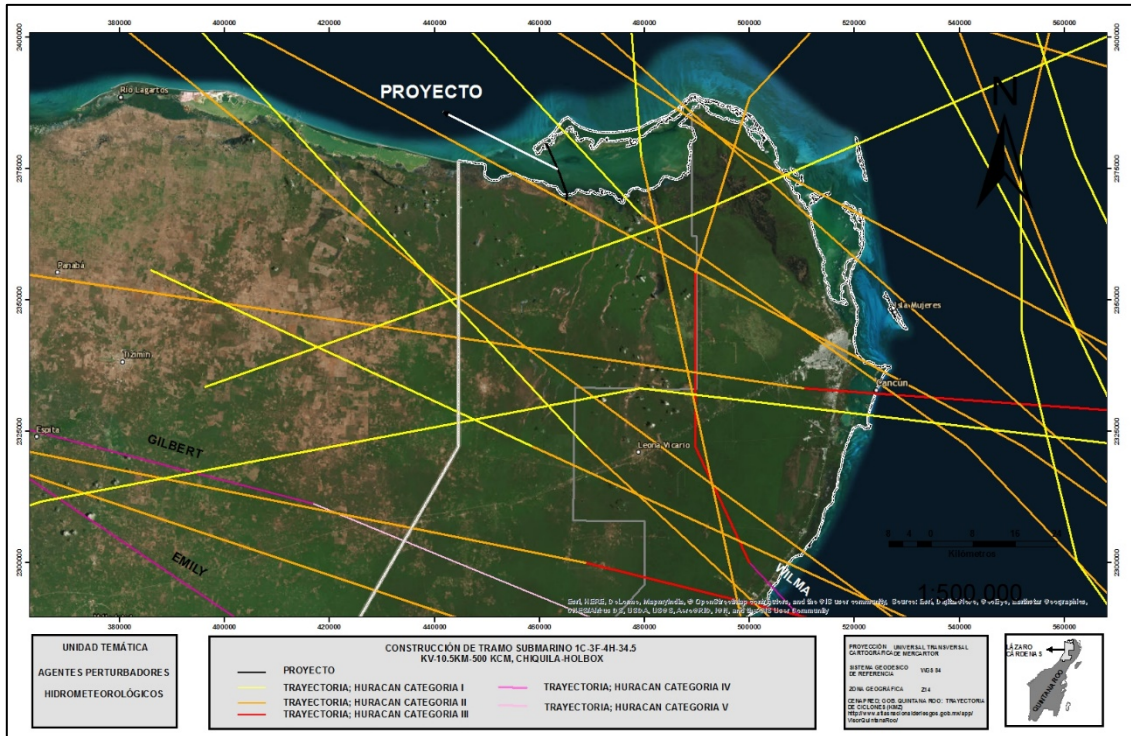
En la Tabla I.1.1-1 se muestra el número de declaratorias de emergencia para cada municipio del estado. Como se observa, el municipio de Lázaro Cárdenas cuenta con un total de 16 declaratorias, seis por desastres hidrometeorológicos y 10 por emergencias hidrometeorológicas; también, es uno de los tres municipios del estado más vulnerables a los efectos del cambio climático.

**Tabla I.1.1-1. Declaratorias e instrumentos por municipio, estado de Quintana Roo Protección Civil, Gob. del Edo. de Q. Roo.**

	Felipe Carrillo Puerto	Isla Mujeres	Benito Juárez	Lázaro Cárdenas	Solidaridad	Cozumel	Othon P. Blanco	Bacalar	José María Morelos	Tulum
Atlas Municipal de Riesgo	Si	Si	Si	No	Si	Si	Si	No	No	Si
Programa	HABITAT (2010)	PRAH (2011)	HABITAT (2010)	En proceso	HABITAT (2010)	PRAH (2010)	PRAH (2011)	En Proceso	En Proceso	PRAH (2014)
Contingencias climatológicas hidrometeorológicas	2	0	0	0	0	0	1	1	1	0
Desastres geológicos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Desastres hidrometeorológicos	7	9	10	6	9	10	10	4	2	3
Desastres químicos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Emergencias geológicas	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Emergencias hidrometeorológicas	9	11	12	10	11	11	11	2	6	4
Emergencias químicas	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Emergencias sanitarias	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Total de declaratorias</b>	<b>18</b>	<b>20</b>	<b>22</b>	<b>16</b>	<b>20</b>	<b>21</b>	<b>22</b>	<b>7</b>	<b>9</b>	<b>7</b>

Nota: 1) El municipio de Puerto Morelos se decretó en 2015, por lo que en su caso los datos se incluyen en las estadísticas del municipio Benito Juárez. 2) PRAH, Programa de Prevención de Riesgos en los Asentamientos Humanos.

De acuerdo con el Atlas de Riesgos del estado de Quintana Roo, elaborado por el CENAPRED, la zona en la que se ubica el Proyecto está sujeta principalmente a huracanes que van de categoría I a V. En la Figura I.1.2-3 se ilustra la trayectoria que han tenido estos huracanes.



Fuente: Elaboración propia, con información del CENAPRED.

**Figura I.1.2-3. Huracanes que han incidido en el estado de Quintana Roo.**

Según los escenarios planteados en el Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe, se prevé que los eventos extremos del clima (sequías, lluvias abundantes, mayor incidencia de huracanes y depresiones tropicales) tiendan a acentuarse, afectando principalmente las zonas costeras; entre ellas, la mayor parte de la zona costera de Quintana Roo, siendo susceptibles a inundaciones, modificaciones de la interfase mar-tierra, lo que afectaría arrecifes de coral, vegetación ribereña y ocasionando el desplazamiento de la fauna silvestre.

De acuerdo con el citado Programa, en promedio, se calcula un aumento del nivel del Golfo de México, en su parte mexicana, del orden de los 13 cm durante los 40 años comprendidos entre 1950 y 1990. Una proyección lineal indica que el alza del mar lograría 36 cm más hacia el 2100 poniendo en riesgo, por los efectos de la marea de tormenta, porciones considerables de los estados con perfiles costeros más bajos como Tabasco, sur de Veracruz y Quintana Roo.

### I.1.3. Duración del Proyecto

Para el desarrollo del Proyecto, en sus etapas de preparación del sitio y construcción, se tiene contemplada una duración total de 18 meses, que comprenden desde los procesos de gestión y licitación hasta la puesta en servicio.

Una vez en operación, el tiempo de vida útil de un cable submarino se estima en 30 años; aunque su utilidad podría ser mayor, dependiendo de sus condiciones físicas.



## I.2. Datos generales del promovente

### I.2.1. Nombre o razón social

CFE Distribución

### I.2.2. Registro Federal de Contribuyentes

CDI160330RC9

### I.2.3. Nombre y cargo del representante legal

M. en C. Jorge Armando Solís Dávila  
Subgerente de Planeación Construcción  
Gerencia Divisional de Distribución Peninsular  
CFE Distribución

### I.2.4. Dirección para recibir u oír notificaciones

Calle 19 No. 454. Fraccionamiento Montejo, C.P. 97127, Mérida, Yucatán, México.  
Correo electrónico: [jorge.solisd@cfe.mx](mailto:jorge.solisd@cfe.mx)  
Teléfono: (999) 942 1603-942 1602 ext. 10003-10002

### Otra persona autorizada para oír y recibir notificaciones:

Ing. Federico López de Alba  
Encargado de la Gerencia de Protección Ambiental  
Dirección Corporativa de Ingeniería y Proyectos de Infraestructura  
Comisión Federal de Electricidad  
Av. Adolfo Ruiz Cortines No. 4156, 5° piso. Col. Jardines del Pedregal, Del. Álvaro Obregón, C.P. 01900, CDMX  
Correo: [federico.lopez@cfe.mx](mailto:federico.lopez@cfe.mx)  
Teléfono (01) 55 52294400 ext. 44001

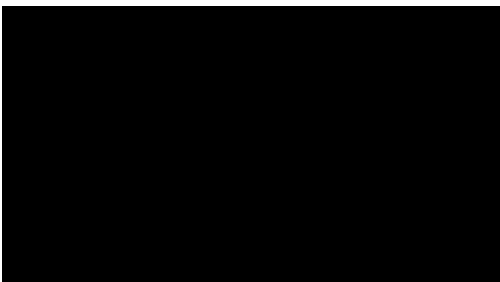
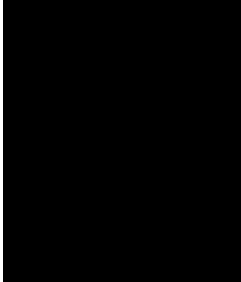
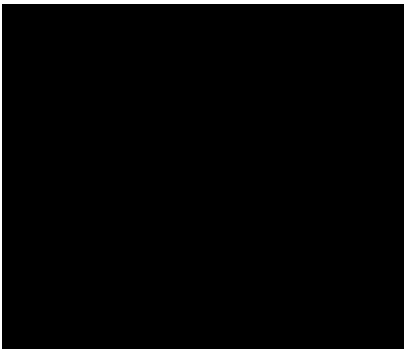

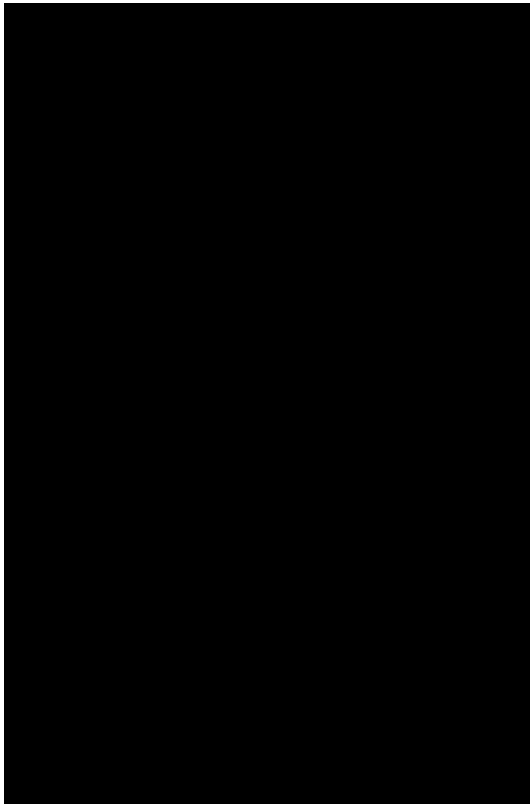

### I.2.5. Nombre del responsable técnico del estudio

Biól. Francisco Javier Barba Mojica  
Cédula profesional No. 1708504

### I.2.6. Nombre del responsable de la Supervisión Ambiental Autónoma

Dr. Alberto Pereira Corona  
Universidad de Quintana Roo

**I.2.7. Participantes en la elaboración del estudio**

Nombre	Titulo	Cédula
<b>División de Distribución Peninsular</b>		
	Licenciatura en Ingeniería Industrial	
	Licenciatura en Ingeniería Civil	
	Licenciatura en Ingeniería Civil	
	Licenciatura en Biología	
	Licenciatura en Biología	
<b>Gerencia de Protección Ambiental</b>		
	Licenciatura en Biología	
	Licenciatura en Biología	
	Licenciatura como Ingeniero Agrónomo	
	Licenciatura en Biología	
	Licenciatura como Ingeniero Topógrafo y Fotogrametrista	
	Pasante de Biología	
<b>Gerencias de Estudios de Ingeniería Civil</b>		
	Licenciatura en Ingeniería Forestal	
	Licenciatura en Arquitectura	
	Licenciatura como Biólogo	
	Licenciatura como Biólogo	
	Maestría en Ingeniería	
	Licenciatura en Biología	
	Licenciatura en Ingeniería Ambiental	
	Licenciatura en Biología	
	Licenciatura en Biología	
	Licenciatura en Biología	
	Maestría en Ciencias del Mar y Limnología	
	Licenciatura como Biólogo	
	Licenciatura como Ingeniero Geofísico	
Licenciatura como Ingeniero Geofísico		

Ingeniero Geofísico  
Licenciatura en Ingeniería Civil  
Maestría en Ingeniería  
Maestría en Ingeniería  
Doctorado en Ingeniería  
Ingeniero Mecánico Eléctrico

**Universidad Autónoma de Quintana Roo**

Maestría en Planeación  
Doctorado en Geografía  
Maestría en Economía del Sector Público  
Doctorado en Ciencias  
Maestría en Estudios del Caribe con  
Especialidad en Manejo de Recursos  
Tropicales

## **CAPÍTULO II**

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

## CONTENIDO

<b>II. DATOS GENERALES DEL PROYECTO, DEL PROMOVENTE Y DEL RESPONSABLE DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL.....</b>	<b>4</b>
II.1. Información general del Proyecto .....	4
II.1.1 Naturaleza del Proyecto .....	4
II.1.2. Justificación .....	5
II.1.2.1. Justificación económica y social .....	5
II.1.2.2 Justificación jurídico ambiental .....	7
II.1.3. Ubicación física y dimensiones del Proyecto.....	8
II.1.3.1. Descripción de la ubicación de los tramos del Proyecto .....	11
II.1.3.2. Dimensiones del Proyecto .....	15
II.1.3.3. Superficies requeridas para para el Proyecto .....	15
II.1.3.3.1. Afectación permanente.....	15
II.1.3.3.2. Afectación temporal.....	16
II.1.3.4. Superficie por intervenir en área de cubierta vegetal.....	17
II.1.3.4.1. Vegetación terrestre .....	17
II.1.3.4.2. Pastos marinos.....	21
II.1.3.5. Inversión requerida .....	21
II.2. Características particulares del Proyecto, plan o programa.....	21
II.2.1. Programa de trabajo.....	21
II.2.2. Representación gráfica regional .....	23
II.2.3. Representación gráfica local .....	25
II.2.4. Actividades previas a la construcción.....	30
II.2.5. Preparación del Sitio y Construcción (Proceso Constructivo) .....	33
II.2.5.1. Construcción de la línea eléctrica en sus tramos Subterráneos y en el tramo Submarino .....	33
II.2.5.1.1. Descripción de las actividades constructivas de la línea eléctrica en sus tramos Subterráneos .....	38
II.2.5.1.1.1. Obra civil.....	38
II.2.5.1.1.2. Obra electromecánica.....	42
II.2.5.1.2. Descripción de las actividades constructivas de la línea eléctrica en su tramo Submarino .....	43

II.2.5.1.2.1. Obra civil.....	43
II.2.5.1.2.2. Obra electromecánica.....	48
II.2.5.2. Modernización de la SE Holbox.....	56
II.2.5.2.1. Descripción de las actividades constructivas para la modernización de la SE Holbox.....	59
II.2.5.2.1.1. Obra civil.....	59
II.2.5.2.1.2. Obra electromecánica.....	61
II.3. Obras asociadas .....	62
II.4. Requerimientos de Mano de Obra .....	62
II.5 Operación y mantenimiento. ....	63
II.6. Desmantelamiento y abandono de las instalaciones .....	63
II.7. Explosivos.....	63
II.8. Residuos .....	63
II.9. Generación de gases efecto invernadero .....	65

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

### II.1. Información general del Proyecto

En las siguientes secciones se presentan las características del Proyecto desde el punto de vista descriptivo y cuantitativo en cuanto a dimensiones y elementos que lo componen.

#### II.1.1 Naturaleza del Proyecto

El Proyecto consiste en el tendido de un cable submarino entre las localidades de Chiquilá y la isla Holbox, en el municipio de Lázaro Cárdenas, Quintana Roo, y dos tramos de línea eléctrica subterráneos, con una longitud total de 12.71 km.

El Proyecto incluye la instalación de una Subestación Eléctrica dentro del predio de la Central Diésel (CD) Holbox. El Proyecto no forma parte de ningún plan de desarrollo urbano, pero coadyuva a cubrir las necesidades de servicios básicos indicadas en varios instrumentos de desarrollo regional aplicables a la región, tal como se detalla en el Capítulo III de esta MIA-R.

Una vez que el Proyecto entre en operación, la CD Holbox se mantendrá en reserva para generar energía sólo ante eventuales fallas en el suministro del cable; de tal manera que al energizar a través de un circuito que proviene del Sistema Interconectado, la calidad del servicio se verá favorecida y se evitará la emisión de contaminantes por uso de diésel para generar energía. Para lo anterior, se tiene contemplado instalar una subestación de tipo compacto. La subestación se instalará en el predio de la actual CD Holbox, dentro del edificio que actualmente ocupa el almacén de dicha Central; por lo cual, se requerirá la adecuación de este edificio.

De acuerdo con la clasificación de actividades económicas del INEGI (2012), el Proyecto se inserta dentro de las actividades del sector secundario, específicamente de la industria eléctrica. Por el giro industrial al que pertenece, y por su ubicación en una laguna costera y sus zonas federales, así como dentro de un área natural protegida de competencia federal, el Proyecto se ajusta a las fracciones II, X y XI del artículo 28 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) y artículo 5, Incisos K), fracciones II y III, R) fracción I y S), del Reglamento de la LGEEPA en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental.

Según lo indicado en el Capítulo I, la región en donde se ubicará el Proyecto es vulnerable a los efectos del cambio climático, principalmente por fenómenos hidrometeorológicos extremos. La vulnerabilidad está definida como el grado de susceptibilidad o de incapacidad de un sistema para afrontar los efectos adversos del cambio climático y, en particular, la variabilidad del clima y los fenómenos extremos, de tal manera que el cambio climático se relaciona con cambios del comportamiento de la precipitación, temperatura, y de eventos extremos (INECC, 2016).

En este sentido, es importante mencionar que el Proyecto se considera poco susceptible a este tipo de fenómenos, debido a su ubicación al interior de la Laguna, que a su vez está protegida por la barra arenosa que conforma la isla Holbox, y debido también a que se proyecta en forma subterránea y submarina, enterrado a una profundidad de 50 cm

en el sedimento marino. No obstante, en el tramo submarino se harán las obras necesarias para asegurar la sujeción del cable al lecho de la laguna y prevenir que pueda resultar dañado por efecto del oleaje. Con el adecuado anclaje del cable se evitará que, por efecto de alguna condición climatológica extrema (huracán o tormenta tropical), se mueva en el fondo marino ocasionando un efecto de barrido sobre los pastos marinos y la fauna bentónica asociada.

La descripción de las características específicas del Proyecto y técnicas de anclaje del cable al fondo submarino, se detalla en el *Apartado II.2 Características particulares del Proyecto*.

### **II.1.2. Justificación**

La Comisión Federal de Electricidad propone el presente Proyecto para interconectar la isla Holbox con el Sistema Eléctrico de Distribución, con lo cual se logrará proporcionar un servicio de calidad, sustentabilidad y continuidad.

Actualmente, Holbox se abastece de energía eléctrica a través de la CD Holbox, la cual cuenta con cuatro unidades de generación de 800 kW, de combustión interna, que usan diésel, con una capacidad instalada total 3 200 kW, las cuales alimentan una red de distribución aérea de 2.4 kV. Toda esta infraestructura resulta obsoleta e insuficiente.

Con la entrada en operación del Proyecto quedarán fuera de servicio estas unidades con lo cual se dejarán de emitir gases de efecto invernadero y se mejorará la calidad del aire en la isla. Dichas unidades quedarán como respaldo y sólo se usarán en caso de emergencia. Con el Proyecto, también se podrá realizar la interconexión al Sistema Eléctrico de Distribución, lo que brindará confiabilidad, continuidad y calidad al servicio de energía eléctrica que se brinda a los usuarios.

#### **II.1.2.1. Justificación económica y social**

Con la entrada en operación del Proyecto se reforzará el suministro de energía eléctrica de la isla Holbox para apoyar las necesidades básicas y productivas de la población, ya que el servicio actual es insuficiente para garantizar un abasto confiable y continuo.

Mediante el Proyecto se modernizará y optimizará la infraestructura instalada para atender al poblado de manera confiable, ya que la interconexión al Sistema Interconectado de Distribución será más confiable en una relación de 10:1 con respecto al actual sistema de generación con diésel.

En cuanto a la rentabilidad, se estima que el Proyecto representará ahorros de 45% con respecto a los costos de generación con diésel. Además, se eliminarán emisiones de gases de efecto invernadero, los riesgos asociado por el transporte de diésel hasta la isla y costos de operación y mantenimiento de las plantas de generación de Holbox. En suma, los principales beneficios del Proyecto serán los siguientes:

- Interconexión al Sistema Eléctrico de Distribución de la División Peninsular.
- Mejora sustancial de la confiabilidad, continuidad y calidad del servicio eléctrico en la zona.



- Se dejarán de emitir gases de efecto invernadero, del orden anual de 10 500 ton de CO<sub>2</sub>, 3 ton de SO<sub>2</sub>, 53 tton de CO y 200 ton de NO<sub>x</sub>, considerando los datos de emisión del 2017 para la CD Holbox (Tabla II.1.2.1-1 y Figura II.1.2.1-1).

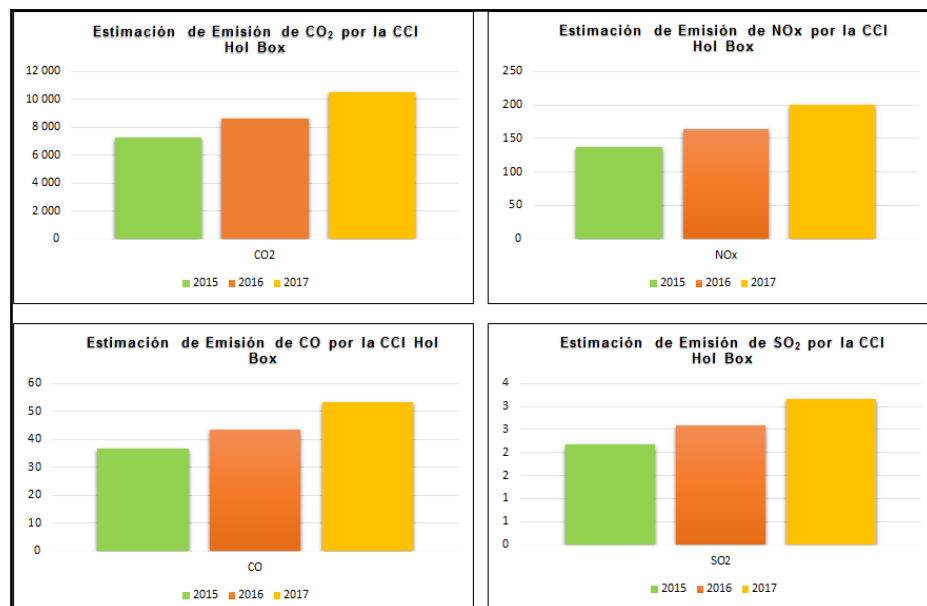
**Tabla II.1.2.1-1. Emisiones anuales de la CD Holbox (2015-2017).**

Consumo de combustible	
	Diésel (m <sup>3</sup> )
2015	2 577.61
2016	3 076.39
2017	3 752.14

Nombre del Compuesto	2015	2016	2017
	Emisión anual (t)		
Bióxido de azufre (SO <sub>2</sub> )	2.17	2.59	3.16
Metano (CH <sub>4</sub> )	0.00	0.00	0.00
Monóxido de carbono (CO)	36.55	43.62	53.20
Óxidos de nitrógeno (NO <sub>x</sub> )	137.57	164.19	200.25
Bióxido de nitrógeno	0.00	0.00	0.00
Compuestos Orgánicos Totales No Metano (NMTOC)	0.00	0.00	0.00
Compuestos Orgánicos Totales (TOC)	0.00	0.00	0.00
Compuestos Orgánicos Volátiles (VOC)	0.00	0.00	0.00
Bióxido de carbono (CO <sub>2</sub> )	7 239.62	8 640.52	10 538.47
Partículas Suspensas Totales (PST)	0.00	0.00	0.00
Partículas menores a 10 micras (PM-10)	0.00	0.00	0.00

Fuente: Estimación realizada por CFE con base en la guía "CFE-SPA-055 Guía para elaborar el inventario de emisiones de gases por la operación de centrales de generación, que consumen combustibles fósiles". Acorde con la metodología de la guía, los factores de emisión se obtienen de la "Compilation of Air Pollutant Emission Factors (AP-42), Office of Air Quality Planning and Standards, Environment Protection Agency (EPA), Fifth Edition, USA".



Fuente: CFE, 2018.

**Figura II.1.2.1-1. Emisiones anuales de la CD Holbox (2015-2017).**

### II.1.2.2 Justificación jurídico ambiental

Por lo que se refiere a la selección de la trayectoria del Proyecto, desde el punto de vista ambiental, se tomó en cuenta lo siguiente:

- De manera preliminar, se realizó un análisis de factibilidad jurídica ambiental para determinar la compatibilidad del Proyecto con las disposiciones jurídicas aplicables en la región del Proyecto, lo cual proporcionó elementos de juicio para la toma de decisiones en la selección del trazo del Proyecto y su diseño. De esta forma, se identificó que el mismo está dentro del área natural protegida con categoría de Área de Protección de Flora y Fauna Yum Balam, en la cual se distribuye un buen número de especies de flora y fauna en riesgo, entre ellas manglar; así como también le son aplicables disposiciones del Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional Golfo de México y Mar Caribe, entre otras disposiciones jurídicas.
- Se llevaron a cabo estudios previos de geofísica, topografía, batimetría y corrientes para apoyar la definición del trazo del Proyecto, tanto en la parte marina como en la terrestre.
- Por lo que se refiere al tramo submarino, se buscó el punto más cercano entre la costa de Chiquilá y la costa de Holbox y se identificó la presencia de infraestructura que pudiera interferir con el cable y viceversa. En primera instancia, se tenía considerado instalar un cable submarino conformado por cuatro hilos separados 4 m uno del otro. Esto se consideró como una medida de seguridad para la instalación eléctrica ya que, en caso de falla de un hilo, estarían disponibles los demás. No obstante, este arreglo, además de encarecer el Proyecto, implicaba multiplicar por cuatro el área de impacto al lecho marino.
- Dada la importancia de los pastos marinos en el ecosistema, se decidió tender los cuatro hilos juntos ocupando una sola zanja en el lecho marino, con lo cual se redujo considerablemente la superficie de impacto.

El Proyecto preliminar se presentó a la Dirección Regional de la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas en la Península de Yucatán y a la Dirección del Área Natural Protegida Yum Balam. Ambas autoridades emitieron recomendaciones para el desarrollo del Proyecto, entre ellas:

- Para disminuir el impacto visual y cualquier otra afectación por este tipo de obras se decidió que los tramos en la parte terrestre de las localidades de Chiquilá y Holbox, además de ocupar el derecho de vía de la carretera existente, fueran subterráneos.
- Evitar la afectación del manglar y la infraestructura existente (muelles de arribo de embarcaciones, canal de navegación, atracaderos de lanchas de pescadores y la tubería que surte de agua potable a la isla Holbox) tanto en las costas de Chiquilá como de Holbox.

- Evitar la afectación de los ecosistemas de pastos marinos.

Con sustento en lo anterior, el trazo del cable submarino quedó comprendido entre el canal de navegación que une a Chiquilá y Holbox y la tubería de agua potable. Para la salida del cable submarino, en ambas costas, se utilizará la técnica de barrenación horizontal para evitar afectar al manglar y a la infraestructura existente.

Por lo que se refiere a pastos marinos, se modificó el diseño original del tramo submarino que contemplaba el tendido de cuatro hilos separados 4 m entre sí, para finalmente decidir tenderlos juntos en una sola zanja, con lo cual se minimizó la superficie a ocupar en el lecho marino.

### **II.1.3. Ubicación física y dimensiones del Proyecto**

Como se mencionó en el Capítulo I, el Proyecto se encuentra ubicado en el municipio de Lázaro Cárdenas, estado de Quintana Roo, específicamente entre las localidades de Chiquilá y la isla Holbox, comprende el cruce marítimo de la Laguna Yalahau (Figura II.1.3-1). Todo el Proyecto queda comprendido dentro del polígono del área natural protegida Área de Protección de Flora y Fauna Yum Balam. El plano del arreglo detallado del Proyecto se puede consultar en las Cartas A, A-1 y A-2.

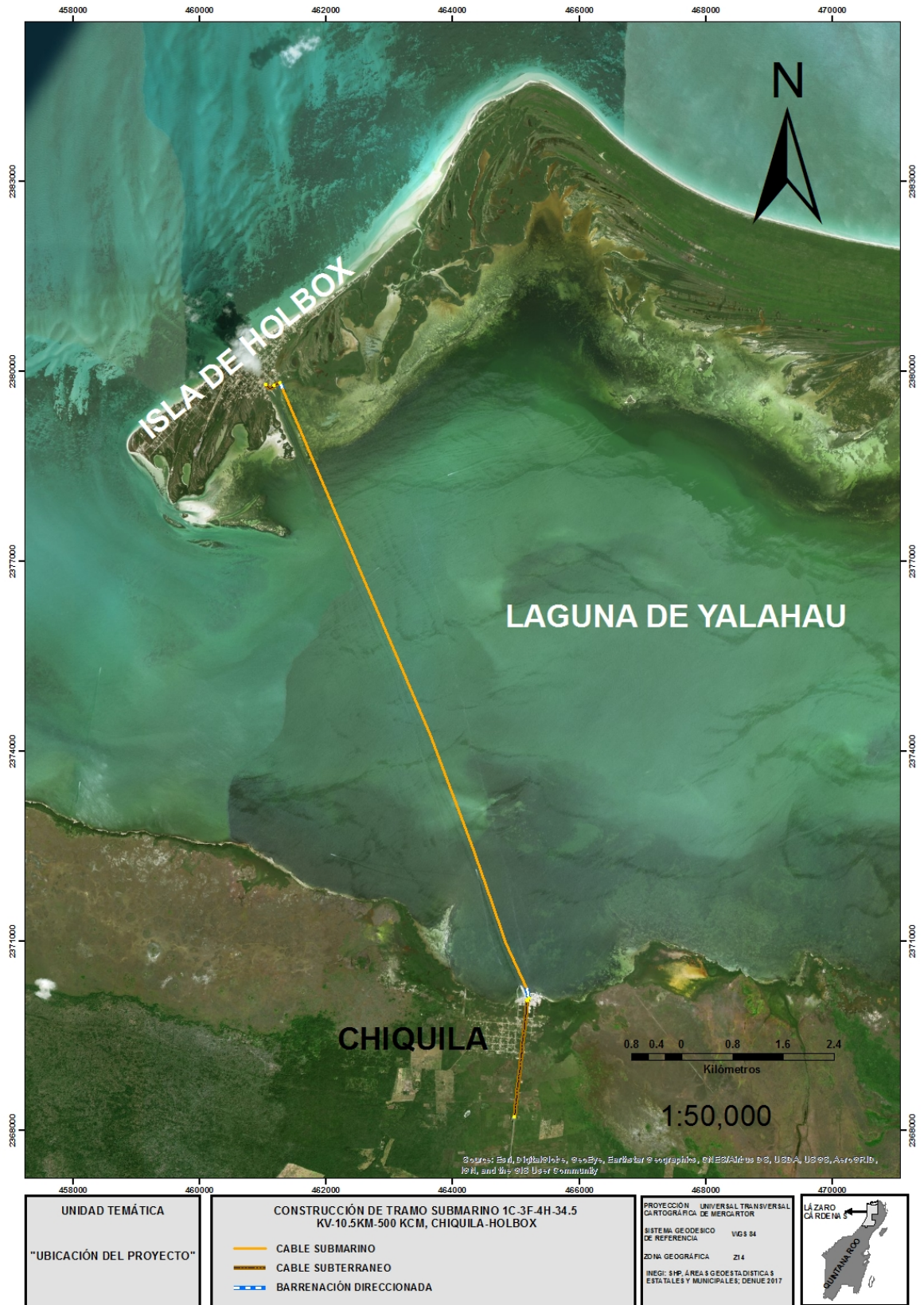


Figura II.1.3-1. Ubicación del Proyecto.

En la Tabla II.1.3-1 se detalla la ubicación con coordenadas geográficas de los componentes del Proyecto.

**Tabla II.1.3-1. Coordenadas geográficas de la ubicación del Proyecto.**

Punto	Coordenadas		Observaciones	Distancia (m)
	X	Y		
<b>Cable subterráneo Chiquilá</b>				
1	464974	2368219	Inicia Transición (Aérea-subterránea-Poste)	1904
2	464974	2368223	Registro de media tensión tipo 4 tapa y Aro Fundido	
3	464978	2368227	Pozo de visita tipo X tapa y Aro Fundido	
6	465029	2368690	Pozo de visita tipo P tapa y Aro Fundido	
11	465081	2369151	Pozo de visita tipo P tapa y Aro Fundido	
19	465132	2369607	Pozo de visita tipo P tapa y Aro Fundido	
24	465159	2369857	Pozo de visita tipo P tapa y Aro Fundido	
27	465181	2370061	Pozo de visita tipo X tapa y Aro Fundido	
29	465203	2370072	Pozo de visita tipo X tapa y Aro Fundido	
30	465208	2370095	Registro de atraque	
<b>Perforación direccionada subterránea (Chiquilá)</b>				
30	465208	2370095	Llegada	65
31	465159	2370158	Salida	
<b>Perforación direccionada marina (Chiquilá)</b>				
31	465159	2370158	Llegada	107
32	465159	2370261	Salida	
<b>Encofrado Chiquilá</b>				
32	465159	2370261	Llegada	50
32 <sup>a</sup>	465139	2370306	Salida	
<b>Tapete Chiquilá</b>				
32 <sup>a</sup>	465139	2370306	Llegada	150
33	465077	2370443	Salida	
<b>Cable submarino</b>				
33	465077	2370443	Llegada	8992
34	464996	2370622	Inflexión	
34 <sup>a</sup>	461700	2378777	Salida	
<b>Tapete Holbox</b>				
34 <sup>a</sup>	461700	2378777	Llegada	828
34b	461392	2379537	Salida	
<b>Encofrado Holbox</b>				
34b	461392	2379537	Llegada	202
35	461314	2379732	Salida	
<b>Perforación direccionada marina (Holbox)</b>				
35	461314	2379732	Llegada	88
36	461280	2379814	Salida	
<b>Perforación direccionada subterránea (Holbox)</b>				
36	461280	2379814	Llegada	14

Punto	Coordenadas		Observaciones	Distancia (m)
	X	Y		
37	461274	2379826	Salida	
<b>Cable subterráneo Holbox</b>				
37	461274	2379826	Registro de atraque	307
38	461208	2379792	Pozo de visita tipo X tapa y Aro Fundido	
39	461184	2379785	Pozo de visita tipo X tapa y Aro Fundido	
40	461110	2379725	Pozo de visita tipo X tapa y Aro Fundido	
41	461042	2379800	Pozo de visita tipo X tapa y Aro Fundido	
<b>Total</b>				12708

**Nota:** 1) Zona 16, UTM, WGS 84. 2) La longitud total del Proyecto es de 12 708 m, mismos que en lo sucesivo, en el cuerpo del texto, serán referidos como 12.71 km.

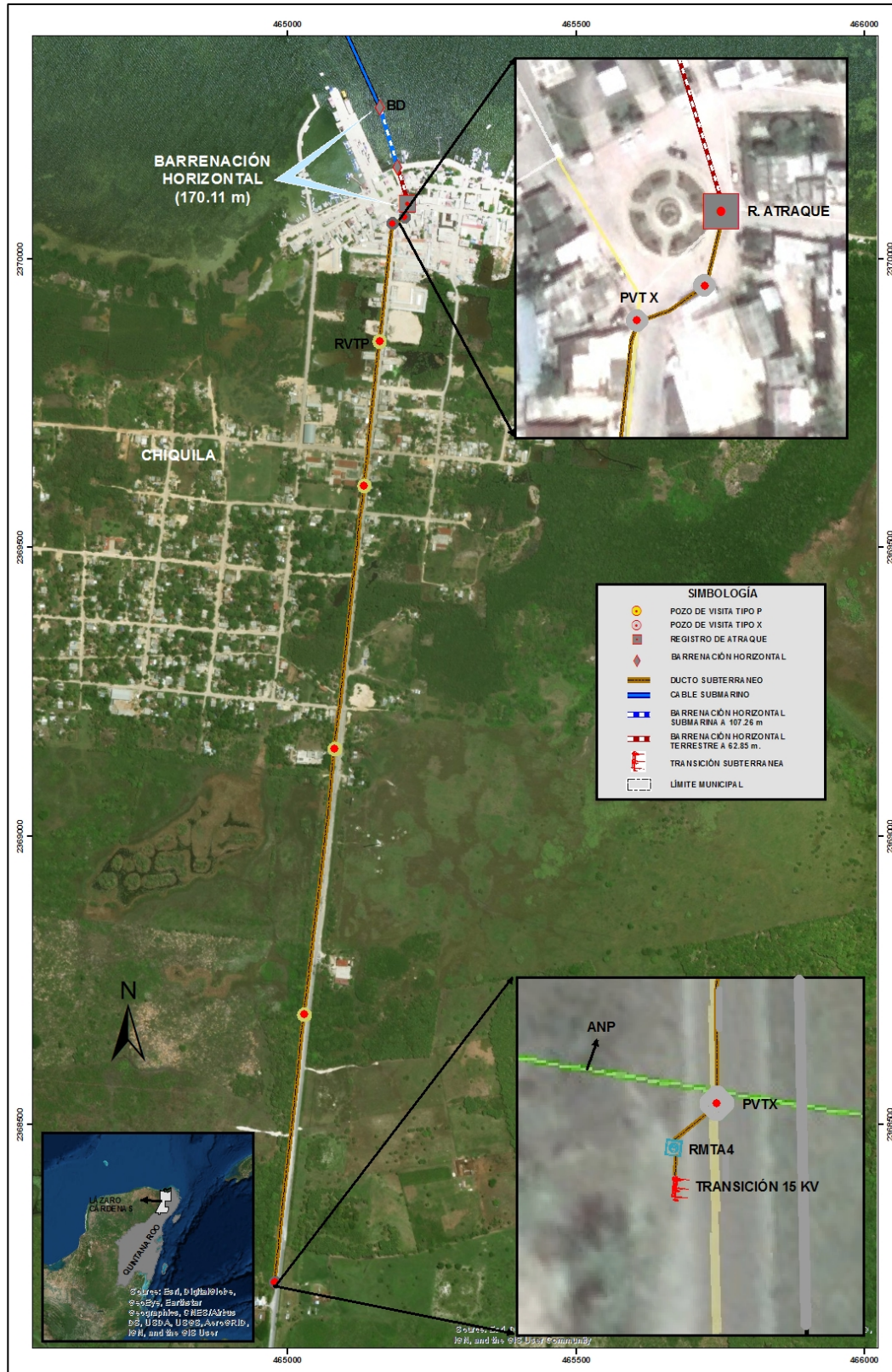
### II.1.3.1. Descripción de la ubicación de los tramos del Proyecto

El tramo subterráneo inicia en la transición del tramo aéreo de una línea existente, en las afueras de la localidad de Chiquilá y justo en el límite del polígono del ANP Yum Balam. De ahí se proyecta hacia el norte en forma subterránea por la carretera federal que comunica al poblado de Kantunilkin con el de Chiquilá, hasta llegar a la plaza principal de Chiquilá en donde rodea la glorieta y continúa hacia el norte para concluir 60 m antes de llegar a la orilla de la Laguna Yalahau, punto en el cual inicia la perforación direccionada y concluye por debajo del lecho marino de la laguna, sitio en donde ocurre la transición del cable subterráneo terrestre a cable submarino. La perforación direccionada se hará en parte debido a la poca profundidad de la laguna en este tramo con el objeto de llegar a una profundidad donde ya son posibles las actividades de la embarcación que tenderá el cable submarino, y para evitar la interferencia con la infraestructura existente (Figura II.1.3.1-1).

La trayectoria del cable submarino se ubica a aproximadamente a 50 m al oeste de la tubería que abastece de agua potable a la isla Holbox y se dirige en dirección norte en forma paralela al canal de navegación, hasta alcanzar la costa de la localidad de Holbox (Figura II.1.3.1-2). Antes de alcanzar la costa de Holbox, nuevamente se utiliza la perforación direccionada en la parte marina y terrestre, en parte por la baja profundidad de la Laguna en este punto y también para evitar la afectación a la infraestructura existente.

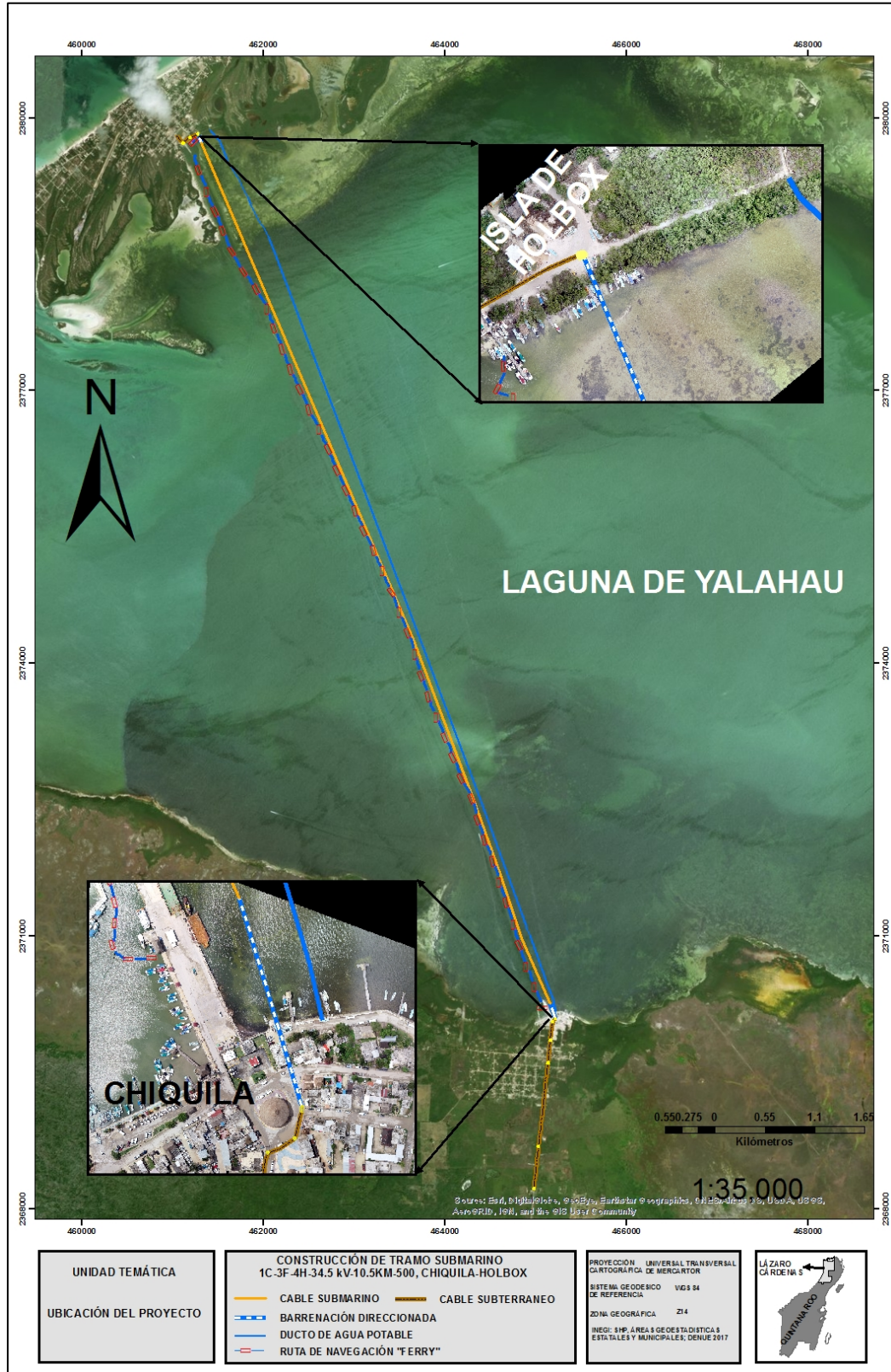
De igual forma, con la perforación direccionada tanto en Chiquilá como en Holbox, se evita el impacto a los pastos marinos en esas secciones y a los individuos de manglar que se encuentran en la orilla de la laguna.

En el lado de Holbox, una vez fuera de la laguna, el trazo continúa en forma terrestre y subterránea por la avenida Caleta en dirección oeste y después dobla a la derecha en dirección norte por la avenida Tiburón Ballena, hasta llegar a las instalaciones de la actual CD Holbox, en donde se conectará a la subestación Holbox (Figura II.1.3.1-3).



Fuente: Elaboración propia. Imagen de Google earth

**Figura II.1.3.1-1. Ubicación del Proyecto en su tramo subterráneo en Chiquilá.**



**Figura II.1.3.1-2. Ubicación del cable submarino con respecto al canal de navegación y tubería de agua potable.**



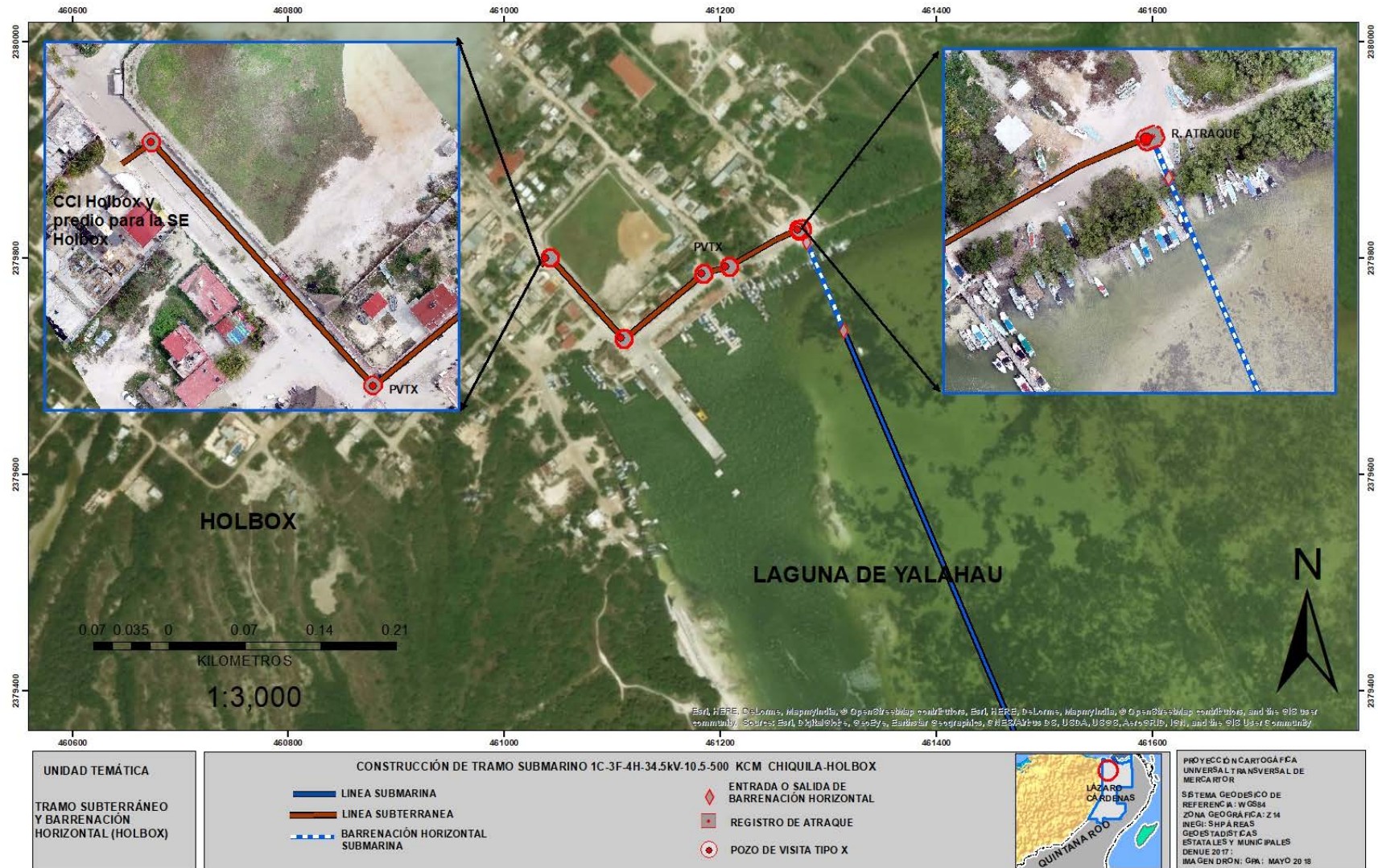


Figura II.1.3.1-3. Trazo del tramo subterráneo en la localidad de Holbox.

### II.1.3.2. Dimensiones del Proyecto

El Proyecto consta de tres tramos de línea eléctrica (Tabla II. 1.3.2-1), dos de los cuales se ubican en parte terrestre y otro en el medio acuático (cable submarino) de la laguna Yalahau, así como de la instalación de una subestación eléctrica.

#### II.1.3.2-1. Longitud de los tramos de tendido eléctrico.

Tramos de Línea Eléctrica	Obra y/o Actividad	Longitud (m)
Chiquilá	Cable subterráneo	1904
	Perforación direccionada subterránea	65
	Perforación direccionada marina	107
	Encofrado	50
	Tapete	150
Laguna Yalahau	Cable submarino	8992
Isla Holbox	Tapete	828
	Encofrado	202
	Perforación direccionada marina	88
	Perforación direccionada subterránea	14
	Cable subterráneo	307
<b>Total</b>		<b>12.71 km</b>

Asimismo, el Proyecto a lo largo de los 12.71 km tendrá los siguientes componentes:

- 11 pozos de visita.
- Dos registros de atraque.
- Un registro de media tensión.
- Un poste que tendrá la función de conectar el tramo aéreo existente con el tramo subterráneo, en la localidad de Chiquilá.
- Dos tramos de perforación direccionada, uno en el sitio de inicio del cable submarino en la costa de Chiquilá y otro a su llegada a la costa de Holbox.
- Una subestación eléctrica.

### II.1.3.3. Superficies requeridas para para el Proyecto

#### II.1.3.3.1. Afectación permanente

Con base en las características y dimensiones de los distintos tramos de la Línea Eléctrica, la superficie de afectación permanente es de 3156.70 m<sup>2</sup>, es decir, 0.32 ha. El desglose de la superficie para cada tramo se presenta en la Tabla II.1.3.3.1-1.

**Tabla II.1.3.3.1-1. Superficie de afectación permanente requerida para la Línea Eléctrica.**

Tramo	Cadenamiento (m)		Longitud (m)	Ancho (m)	Superficie	
	Del	Al			m <sup>2</sup>	ha
<b>Chiquilá</b>						
Subterráneo	00+000	01+904	1904	0.33	628.18	0.06

Tramo	Cadenamiento (m)		Longitud (m)	Ancho (m)	Superficie	
	Del	Al			m <sup>2</sup>	ha
Perforación direccionada terrestre	01+904	01+969	65	NA	NA	NA
<b>Laguna Yalahau</b>						
Perforación direccionada Marina Chiquilá	01+969	02+076	107	NA	NA	NA
Encofrado Chiquilá	02+076	02+126	50	0.90	45.00	0.00
Tapete Chiquilá	02+126	02+276	150	2.25	337.50	0.03
Zanjeado con Jetting	02+276	11+269	8992	0.50	NA	NA
Tapete Holbox	11+269	12+097	828	2.25	1863.00	0.19
Encofrado Holbox	12+097	12+299	202	0.90	181.80	0.02
Perforación direccionada Marina Holbox	12+299	12+387	88	NA	NA	NA
<b>Holbox</b>						
Perforación direccionada Terrestre	12+387	12+401	14	NA	NA	NA
Subterráneo	12+401	12+708	307	0.33	101.21	0.01
<b>Total</b>			<b>12708</b>	<b>-</b>	<b>3156.70</b>	<b>0.32</b>

### II.1.3.3.2. Afectación temporal

Con base en las características y dimensiones de los distintos tramos de la Línea Eléctrica, así como de los requerimientos del proceso constructivo, la superficie de afectación temporal es de 109 959.60 m<sup>2</sup>, es decir, 11.00 ha. El desglose de la superficie para cada tramo se presenta en la Tabla II.1.3.3.2-1.

**Tabla II.1.3.3.2-1. Superficie de afectación temporal requerida para la Línea Eléctrica.**

Tramo	Cadenamiento (m)		Longitud (m)	Ancho (m)	Superficie	
	Del	Al			m <sup>2</sup>	ha
<b>Chiquilá</b>						
Subterráneo	00+000	01+904	1904	3.50	6 662.57	0.67
Perforación direccionada terrestre	01+904	01+969	65	NA	NA	NA
<b>Laguna Yalahau</b>						
Perforación direccionada Marina Chiquilá	01+969	02+076	107	NA	NA	NA
Encofrado Chiquilá	02+076	02+126	50	10.00	500.00	0.05
Tapete Chiquilá	02+126	02+276	150	10.00	1 500.00	0.15
Zanjeado con Jetting	02+276	11+269	8992	10.00	89 923.58	8.99
Tapete Holbox	11+269	12+097	828	10.00	8 280.00	0.83
Encofrado Holbox	12+097	12+299	202	10.00	2 020.00	0.20
Perforación direccionada Marina Holbox	12+299	12+387	88	NA	NA	NA
<b>Holbox</b>						
Perforación direccionada Terrestre	12+387	12+401	14	NA	NA	NA
Subterráneo	12+401	12+708	307	3.50	1 073.45	0.11
<b>Total</b>			<b>12708</b>	<b>-</b>	<b>109 959.60</b>	<b>11.00</b>

De manera particular, debido a la relevancia en la precisión de las áreas de afectación para la porción lagunar, en la Figura II.1.3.3.2-1 se presenta el detalle de la distribución correspondiente a las áreas de afectación en la Laguna Yalahau, tanto temporal como permanente. Lo cual corresponde a la sección del Proyecto que se localiza posterior a la salida de la perforación direccionada en Chiquilá y al inicio de ésta en el lado de Holbox.

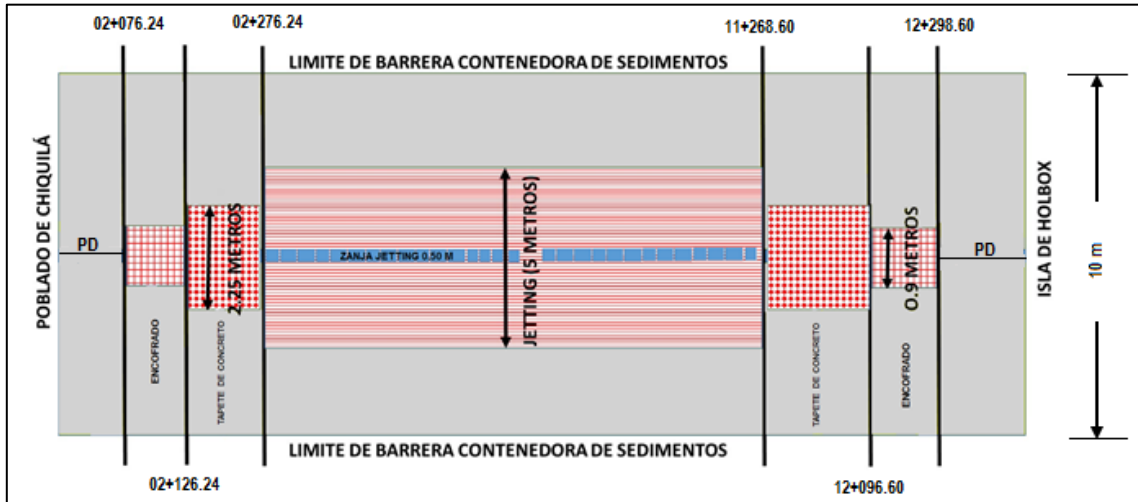


Figura II.1.3.3.2-1. Esquema de áreas de afectación temporal y permanente en la Laguna Yalahau, fuera de las perforaciones direccionadas.

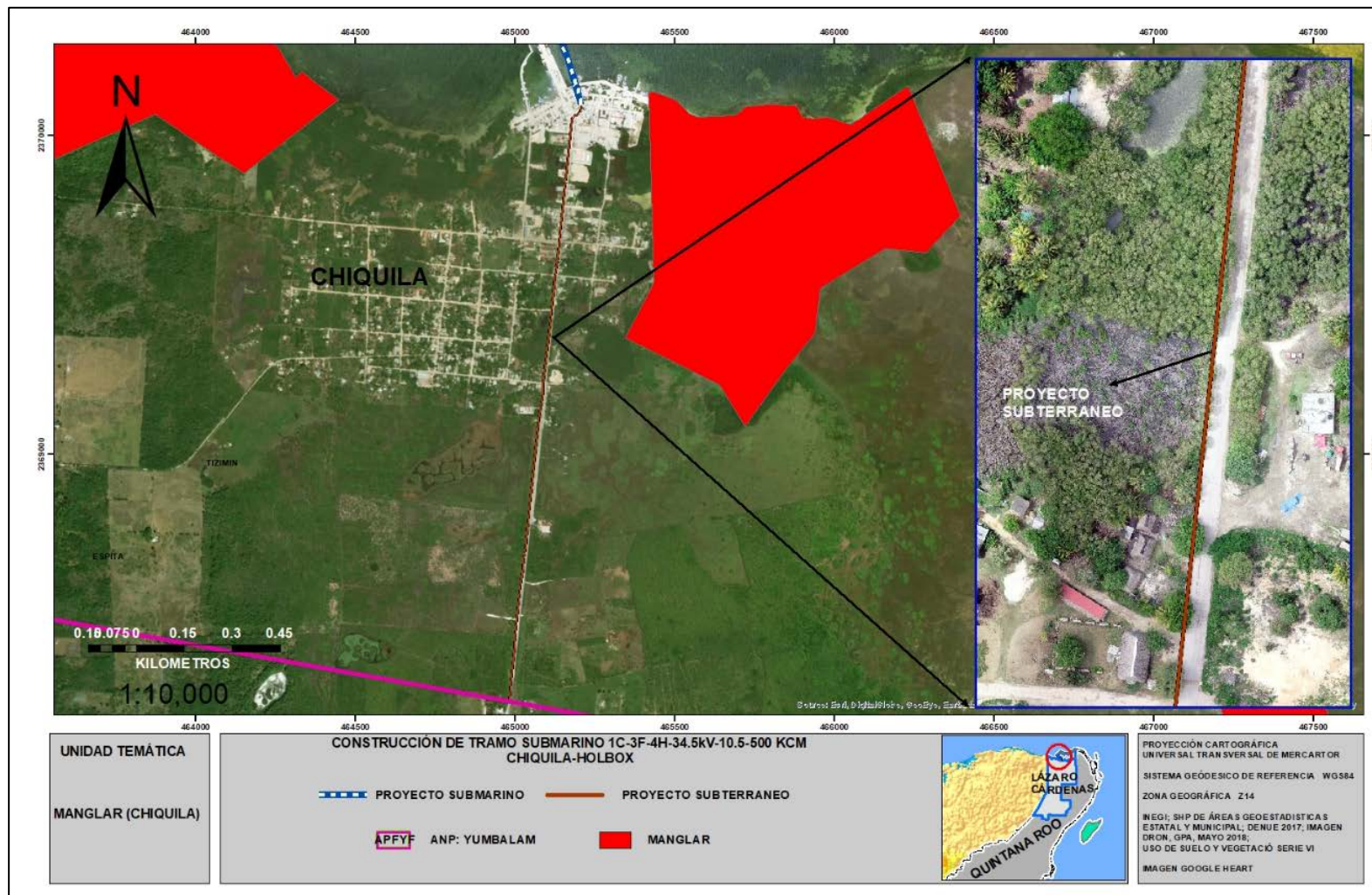
#### II.1.3.4. Superficie por intervenir en área de cubierta vegetal

##### II.1.3.4.1. Vegetación terrestre

Debido a que la trayectoria de la Línea Eléctrica en su porción terrestre se alojará en el área urbana y sobre el arroyo vehicular, no se removerá vegetación terrestre, como se puede apreciar en la Figuras II.1.3.4.1-1 y II.1.3.4.1-2.



Figura II.1.3.4.1-1. Trayectoria subterránea sobre la carretera a Chiquilá.



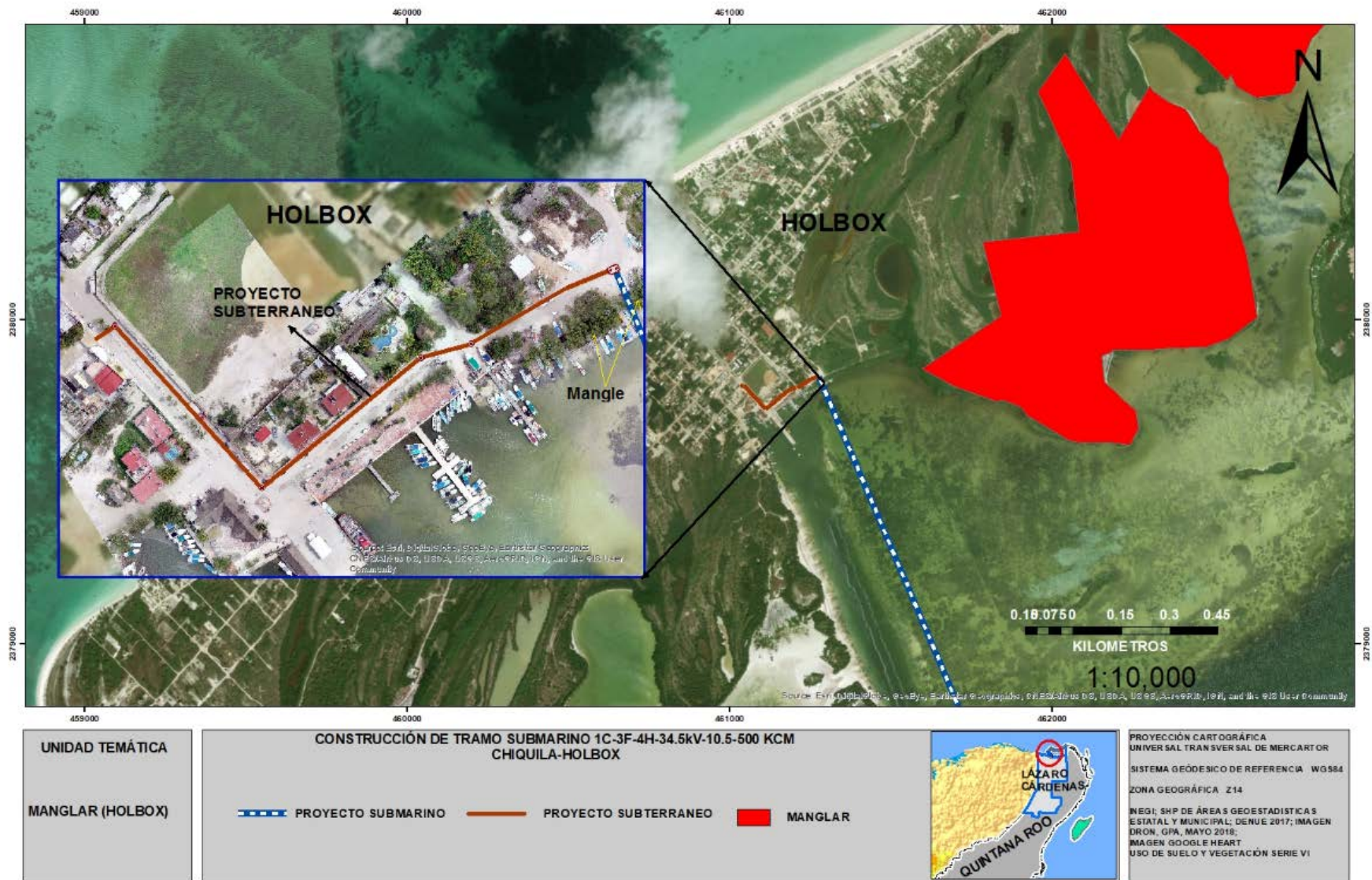
Fuente: Elaboración propia con información de CONABIO. Imagen de Google Earth.

**Figura II.1.3.4.1-2. Distribución actual de la vegetación en la trayectoria de la Línea Eléctrica en Chiquilá.**

Por lo que se refiere al manglar que se distribuye en la orilla de la laguna en la isla Holbox, debido a que el atraque se realizará mediante perforación direccionada y el cable se proyecta en forma subterránea, no se ocasionará ninguna afectación a éste, como se aprecia en la Figura II.1.3.4.1-3 y II.1.3.4.1-4.



**Figura II.1.3.4.1-3. Espacio en el cual se implementará la perforación direccionada en Holbox.**



Fuente: Elaboración propia. Imagen de Google Earth.

**Figura II.1.3.4.1-4. Ubicación del tramo subterráneo con perforación direccionada en Holbox.**

#### **II.1.3.4.2. Pastos marinos**

En la Laguna Yalahau se distribuyen cinco especies de pastos marinos, mismos que están presentes desde la costa de Chiquilá hasta la costa de Holbox. De acuerdo con los estudios realizados en el Capítulo IV<sup>1</sup> de la presente MIA-R, los pastos marinos se distribuyen prácticamente en toda la Laguna Yalahau.

No obstante, la afectación permanente a los pastos marinos se dará en una superficie de 0.24 ha, que corresponde al 0.0008 % de la cobertura de los pastos en la laguna. Esto ocurrirá por la colocación de los tapetes y el encofrado.

#### **II.1.3.5. Inversión requerida**

Considerando el costo de las actividades previas a la construcción del Proyecto (autorizaciones ambientales, arqueológicas, etc.) así como el monto de inversión física, el costo estimado para su realización asciende a \$ **199 380 000.00** (ciento noventa y nueve millones trescientos ochenta mil pesos 00/100 M.N).

De acuerdo con la paridad establecida por el Banco de México, para el día 19 de julio de 2018 el precio promedio del dólar es de \$19.25 pesos mexicanos, por lo que el precio del Proyecto en esta moneda es de USD 10,357,402.59 (diez millones trescientos cincuenta y siete mil cuatrocientos dos con cincuenta y nueve centavos).

Dada su ubicación en áreas urbanas carentes de vegetación y de hábitats para la fauna terrestre donde no se esperan impactos ambientales significativos y debido a que los principales impactos se darán en forma puntual en el medio marino en una superficie muy reducida, se estimó un costo de las medidas de prevención, mitigación y compensación de impactos en \$ 3 000 000.00 (Tres millones de pesos 00/100 M.N).

### **II.2. Características particulares del Proyecto, plan o programa**

#### **II.2.1. Programa de trabajo**

En la Tabla II.2.1-1 se presenta el programa de trabajo con los conceptos generales del Proyecto.

De acuerdo con el programa, las actividades de preparación del sitio y construcción requieren un plazo mínimo de 18 meses. Por lo que se refiere a la etapa de operación y mantenimiento, la futura instalación se considera de utilidad permanente pues puede ser sujeta a mantenimiento por tiempo indefinido manteniendo su operatividad. Por lo anterior, se solicita que la autorización considere un plazo mínimo de al menos 30 años, que es la vida útil que se estima para el cable submarino, pudiendo ser reemplazado con el tiempo.

<sup>1</sup> Ver Apartado IV.2.2.3.6 del Capítulo IV, así como la Carta J y el Apéndice 9 de la presente MIA-R.



**Tabla II.2.1-1. Programa general de trabajo.**

No.	Actividades	Meses																	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1	GESTIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL, SOCIAL Y ARQUEOLOGICO																		
1.1	Gestión	■	■	■															
2	PROCESO DE LICITACIÓN																		
2.1	Licitación	■	■	■															
3	CONSTRUCCION EN EL POBLADO DE CHIQUILÁ E ISLA HOLBOX																		
	OBRA CIVIL																		
3.1	Trazo				■														
3.2	Remoción de pavimento asfalto				■														
3.3	Excavación a cielo abierto				■														
3.4	Elaboración de banco de ductos					■													
3.5	Relleno y compactado					■													
3.6	Reposición de pavimento asfáltico					■													
3.7	Instalación de pozo de visita y registro						■												
3.8	Fabricación de murete de transición							■											
4	OBRA ELECTROMECÁNICA																		
4.1	Instalación de cable de potencia								■										
4.2	Elaboración de empalmes								■										
4.3	Elaboración de terminales termocontractiles								■										
4.4	Instalación de neutro corrido y sistema de tierra								■										
4.5	Pruebas de baja frecuencia								■										
5	CONSTRUCCIÓN TRAMO SUBMARINO																		
5.1	Perforación horizontal dirigida									■	■								
5.2	Instalación de cable submarino										■	■	■	■	■	■	■	■	■
6	MODERNIZACIÓN SE HOLBOX																		
6.1	Levantamiento de condiciones estructurales				■														
6.2	Demolición de muros y remoción de pisos					■													
6.3	Limpieza de terreno					■													
6.4	Construcción de nueva caseta para SE Holbox								■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	Operación y mantenimiento	En la etapa de operación y mantenimiento, la futura instalación se considera de utilidad permanente, por lo que se solicita que la autorización considere un plazo de al menos 30 años.																	

### **II.2.2. Representación gráfica regional**

A nivel regional, el Proyecto se ubica en la región fisiográfica Península de Yucatán. El terreno en esta península es predominantemente plano. Su altitud promedio es menor a 50 msnm y sólo en el centro-sur pueden encontrarse elevaciones hasta 350 msnm.

La península es una gran plataforma de rocas calcáreas marinas y es la provincia más joven de México. Abarca la totalidad del estado de Yucatán y Quintana Roo y la mayor parte de Campeche. Predominan las selvas tropicales y el manglar, así como un clima cálido subhúmedo (Figura II.2.2-1).

De acuerdo con la carta de usos del suelo y vegetación del INEGI (Serie VI), en la región del Proyecto se distribuye vegetación de manglar, dunas costeras y principalmente selvas tropicales en diferentes estadios sucesionales.

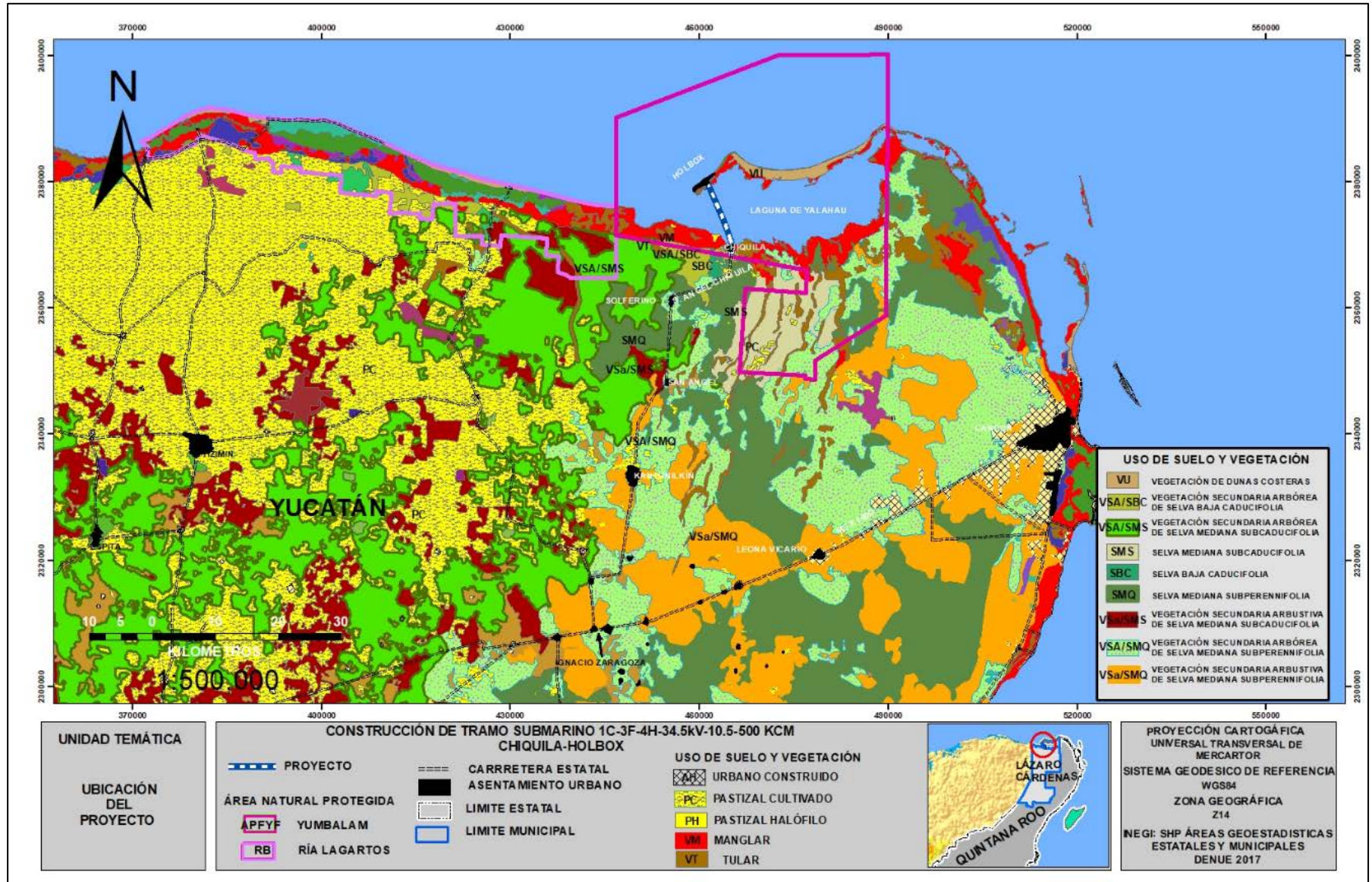


Figura II.2.2-1. Contexto regional del Proyecto.

### II.2.3. Representación gráfica local

En sus porciones terrestres, el Proyecto se ubica en su totalidad en áreas urbanas de las localidades de Chiquilá y Holbox. Los tramos subterráneos, así como la mayoría de los pozos y registros se ubicarán dentro de vialidades existentes.

En la Figura II.2.3-1 se representa gráficamente a una escala de mayor detalle la ubicación de los componentes principales del Proyecto en el lado de Chiquilá.

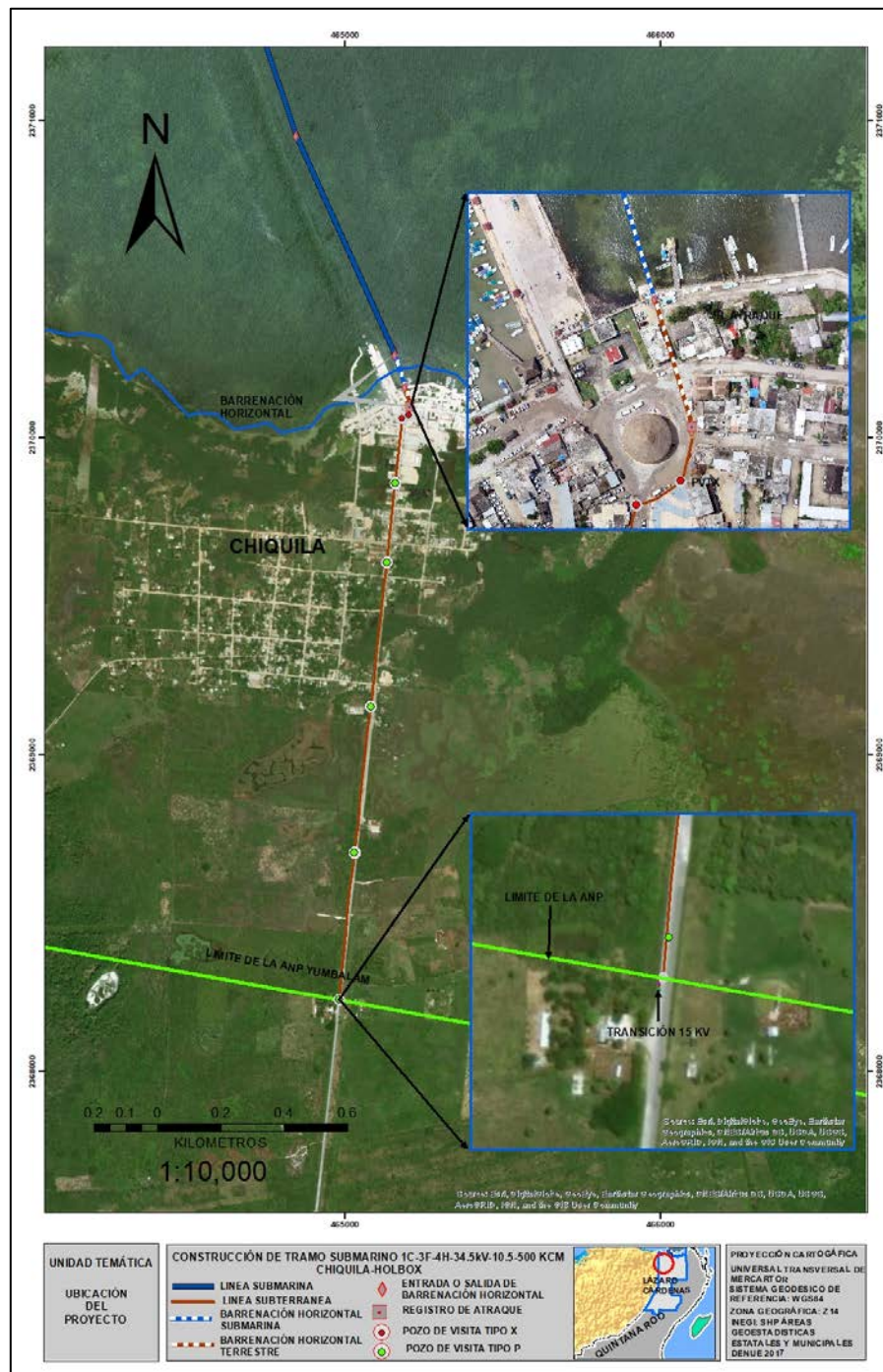


Figura II.2.3-1. Detalle de ubicación de componentes del Proyecto en Chiquilá.

En la siguiente secuencia de imágenes se resaltan las condiciones del trazo terrestre en la localidad de Chiquilá a través de la carretera estatal de acceso a esta población (Figura II.2.3-2, II.2.3-3 y II.2.3-4).



**Figura II.2.3-2. Inicio del trazo subterráneo en el límite del ANP y punto de transición. A la orilla de la carretera se presenta vegetación ruderal herbácea.**



**Figura II.2.3-3. Entrada al pueblo de Chiquilá.**



**Figura II.2.3-4. Llegada a la plaza principal de Chiquilá y a la Laguna Yalahau.**

Una vez que el cable submarino cruza la Laguna Yalahau, el Proyecto llega en forma subterránea a la calle Caleta en la localidad de Holbox (Figura II.2.3-5).

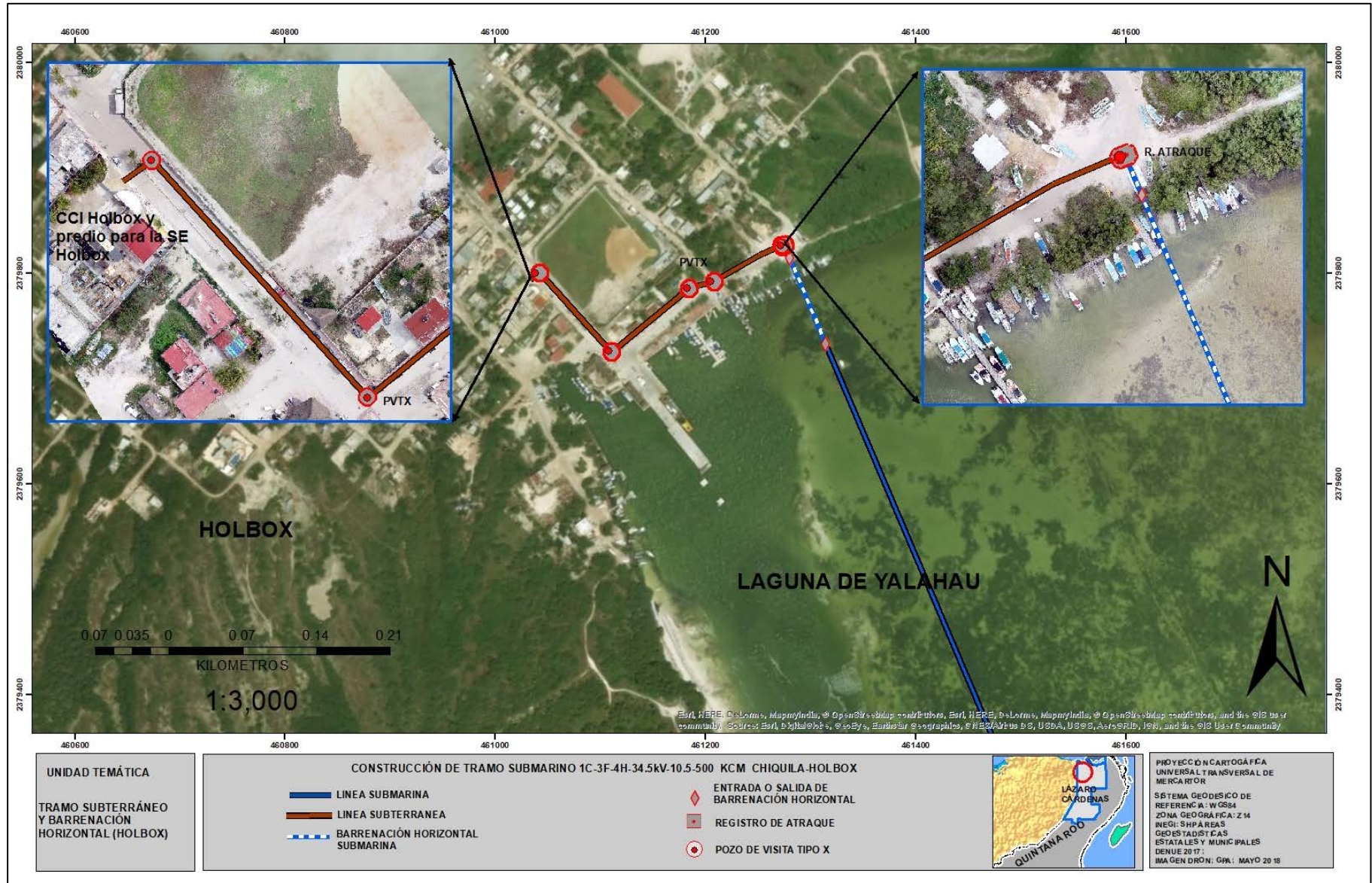


Figura II.2.3-5. Detalle de la ubicación de los componentes del Proyecto en Holbox.

En la siguiente secuencia se ilustran las condiciones por las cuales transita el Proyecto (Figura II.2.3-6 y II.2.3-7).



**Figura II.2.3-6. A su salida de la Laguna llega a la calle Caleta en forma subterránea y así continúa en dirección suroeste hasta entroncar con la calle Tiburón.**



**Figura II.2.3-7. En la calle Tiburón dobla al noroeste hasta su llegada a la SE Holbox, en la CD Holbox.**



## II.2.4. Actividades previas a la construcción

Las actividades previas a la construcción fueron los estudios para levantamiento topográfico, levantamiento batimétrico, que se realizaron para generar la información necesaria para la selección del trazo de los tramos subterráneos y del cable en el medio acuático.

El levantamiento topográfico terrestre consistió en los trabajos de ubicación y localización de elementos existentes en el sitio de Proyecto, con la finalidad de proyectar y seleccionar la mejor ubicación de trayectorias y/o colocación de equipos, por medio de un equipo de precisión (estación total).

Para el trazo marino, los estudios geofísicos revelaron la estructura del subsuelo marino en la laguna Yalahau. La técnica de dispersión de ondas superficiales y la reflexión sísmica somera a lo largo de la línea del cable submarino, permitieron obtener una imagen del subsuelo, identificándose tres unidades geofísicas, Figura II.2.4-1, Tabla II.2.4-1.

**Tabla II.2.4-1 Unidades geofísicas.**

	Unidad	Rango de velocidad Vs (m/s)	Espesor (m)	Clasificación del material
	U1	<100	0 -2	Lodo calcáreo
	U2	100 – 180	2-6	Arena y grava calcárea
	U3	180 – 250	indeterminado	Roca calcárea alterada con fracturamiento

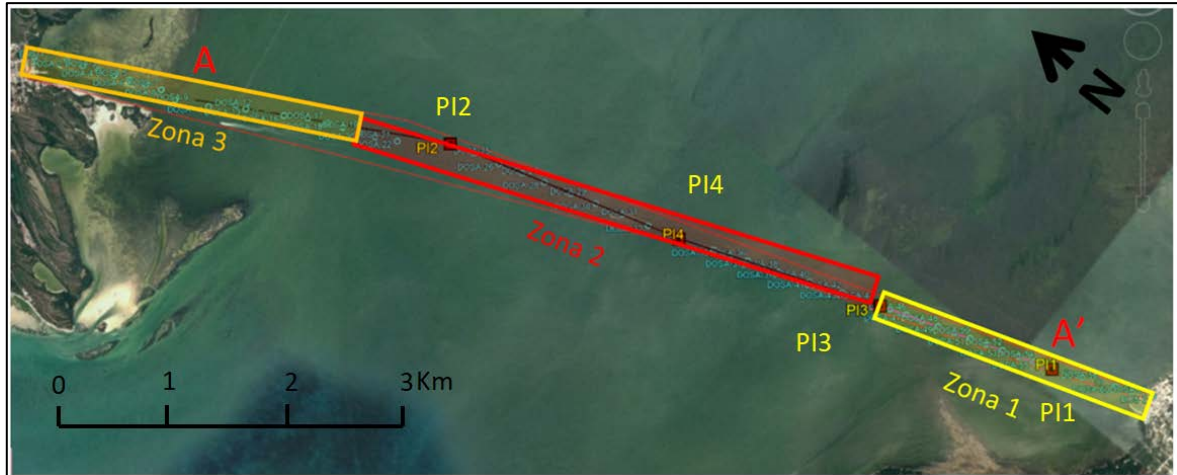
Para la interpretación de estas unidades, se definieron tres zonas a lo largo del trazo del cable submarino, Figura II.2.4-2:

- Zona 1, que corresponde al tramo del muelle de Chiquilá
- Zona 2 que corresponde al final de la zona 1, abarcando la parte central de la laguna, hasta el principio de la zona 3
- Zona 3 corresponde al tramo del muelle de Holbox

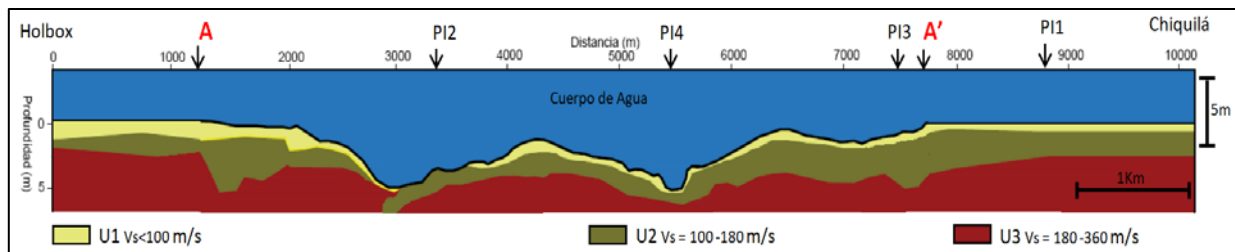
De acuerdo a esta definición de zonas, las unidades geofísicas, se distribuyen de la siguiente forma:

- La U1 se encuentra a lo largo de la mayor parte del trazo de la línea, excepto en la Zona 2 que corresponde a la parte central de la laguna y en la Zona 1 cerca al muelle de Chiquilá. En la Zona 3 es donde presenta su mayor espesor, y se correlaciona a lodo calcáreo el cual puede ser removido con facilidad por medios mecánicos.
- La U2 aflora principalmente en las zonas 1 y 3, en el resto del trazo se observó que subyace a la unidad U1. Esta unidad se asocia con arena y grava fina calcárea, estos materiales dada su baja compacidad pueden ser también removidos sin dificultad por medios mecánicos.

- Finalmente, la U3 se encuentra subyaciendo a la U2 en todo el trazo de la línea, se trata de un material de mayor compacidad respecto a U1 y U2, se correlaciona a roca calcárea alterada y/o fracturada, lo cual debe tomarse en cuenta para el procedimiento de remoción en su caso.



**Figura II.2.4-1. Ubicación de las zonas para la descripción del modelo geofísico integrado.**



**Figura II.2.4-2. Perfil esquemático obtenido con la exploración geofísica.**

### Levantamiento topográfico terrestre

Consiste en los trabajos de ubicación y localización de elementos existentes en el sitio de Proyecto, con la finalidad de proyectar y seleccionar la mejor ubicación de trayectorias y/o colocación de equipos, por medio de un equipo de precisión (estación total).

### Levantamiento batimétrico en medio submarino

Los estudios de batimetría (figura II.2.4-3) consistieron en el levantamiento del relieve marino por medio de sonares con la finalidad de ubicar la trayectoria menos accidentada de acuerdo con la naturaleza del fondo marino y se obtuvieron las curvas batimétricas que van de la cota de 0.0 a la -6 m sobre el nivel medio del mar, que se aborda a mayor detalle en el capítulo IV.2.1.8.2 y en el apéndice uno.

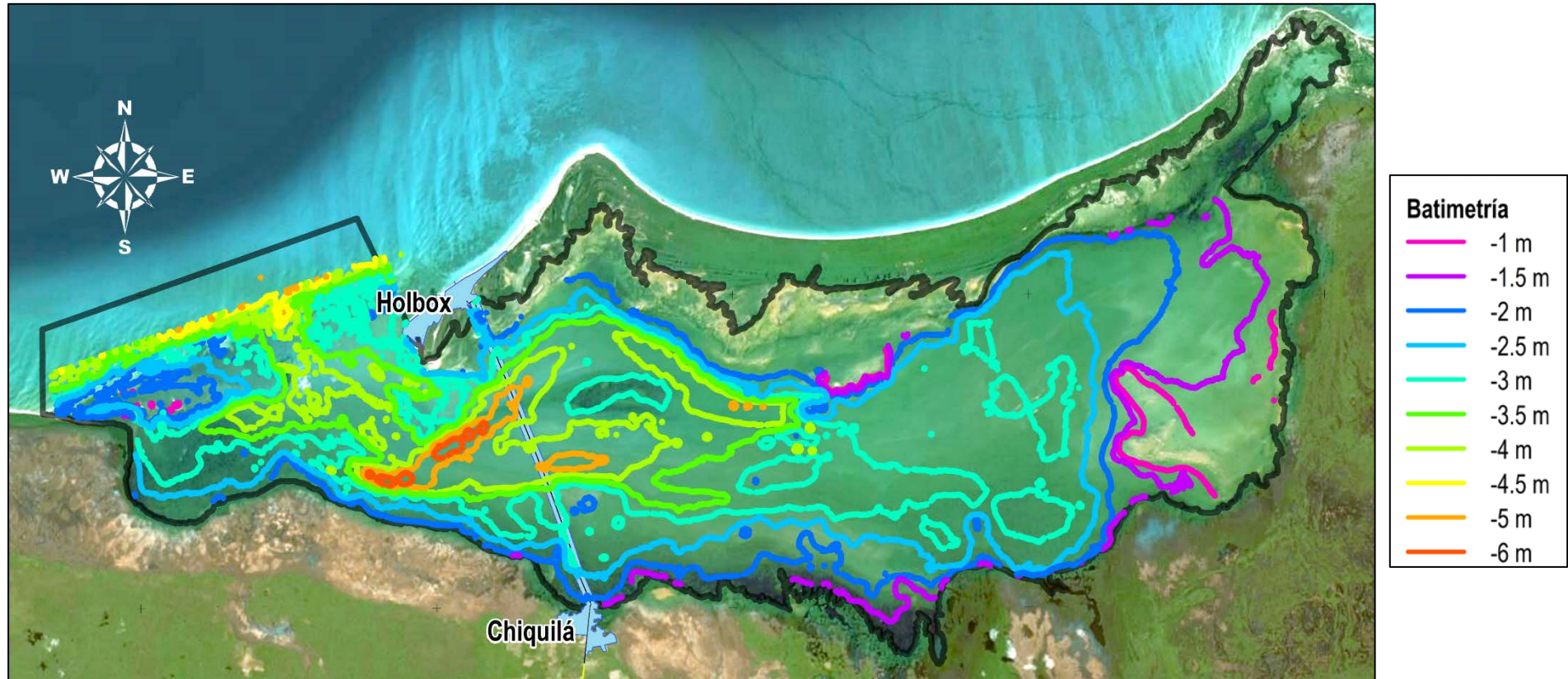


Figura II.2.4-3. Batimetría de la Laguna Yalahau.

## **II.2.5. Preparación del Sitio y Construcción (Proceso Constructivo)**

Para el desarrollo constructivo del Proyecto se consideró dividirlo en dos obras, las cuales involucran por un lado la construcción de la línea eléctrica en sus tramos subterráneos y el tramo submarino; y en como obra independiente, las actividades que involucran la modernización de la SE Holbox. Por lo tanto, ambos procesos serán explicados en el presente documento de manera independiente.

### **II.2.5.1. Construcción de la línea eléctrica en sus tramos Subterráneos y en el tramo Submarino**

Para una mejor comprensión de las actividades constructivas que se desarrollarán durante la implementación del Proyecto; la Tabla II.2.5.1-1, resume las características de la línea eléctrica dividida en sus tres tramos (Subterráneo Chiquilá, Submarino Laguna Yalahá y Subterráneo Holbox). Dicha Tabla incluye datos sobre el cadenamiento de cada uno de los tramos, así como el tipo de obra al que pertenecen, las diferentes actividades constructivas que se desarrollarán a lo largo del proceso, incluyendo la lista generalizadas de materiales y maquinaria que serán utilizados. Esta información se complementa con el periodo estimado de tiempo en el cual se deberán de realizar las actividades mencionadas.

Cabe menciona que la información del periodo de construcción está estimada con base al Programa General de Trabajo diseñado para 18 meses.

**Tabla II.2.5.1-1 Características constructivas de los tramos de Línea Eléctrica Subterránea y Submarina.**

Tramo	Ubicación	Del	Al	Tipo de obra	Actividad constructiva	Materiales	Maquinaria y vehículos	Duración estimada de la actividad (Semanas)
Transición de Línea Eléctrica de Aérea (existente) a Subterránea	Chiquilá	00+000.00	01+903.59	Civil	Fabricación de murete de transición	Concreto, varilla, cimbra prefabricada, fierro estructural, alambre recocido	Vehículos de traslado de materiales y personal, Planta de soldar, vibrocompactadora	4
Línea Subterránea	Chiquilá	00+000.00	01+903.59	Civil	Remoción de pavimento asfáltico	Agua	Vehículos de traslado de materiales y personal, cortadora de disco para concreto y asfalto	4
					Excavación a cielo abierto	Picos, palas y barretas	Vehículos de traslado a cielo abierto y material, retroexcavadora y camión de volteo	4
					Elaboración de banco de ductos	Tubo de polietileno de alta densidad	Equipo de termofusión	4
					Instalación de pozos de visita y registros	3 Registros Tipo X, 4 Registros Tipo P, 1 Registro de ataque, concreto	Vehículos de traslado de materiales y personal, grúa hiap 30 ton	4
					Relleno y compactado	Material Sascab (mortero de caliza, cal)	Vehículos de traslado de materiales y personal, retroexcavadora, vibrocompactadora	4
					Reposición de pavimento asfáltico	Asfalto	Vehículos de traslado de materiales y personal, palas y rastrillo jardinero, vibrocompactadora	4
				Electromecánica	Instalación de cables de potencia	Cable de acero y cable conductor	Portacarrete, traccionadora eléctrica, grúa hiap 8 ton	4

Tramo	Ubicación	Del	Al	Tipo de obra	Actividad constructiva	Materiales	Maquinaria y vehículos	Duración estimada de la actividad (Semanas)
					Elaboración de empalmes	Cable conductor	Cortadora y empalmadora mecánica	4
					Elaboración de terminales termo contráctiles	Cable conductor, zapatas de terminales eléctricas	Vehículos de traslado personal	4
					Instalación de neutro corrido y sistemas de tierras	Cable de cobre calibre 4/0, varillas copperweld de 1.5 m	Vehículos de traslado de materiales y personal, soldadora exotérmica tipo cadwell	4
Linea Submarina	Laguna Yalahau	01+968.95	12+387.05	Civil	Perforación direccionada	Bentonita sódica minada	Perforadora direccional, vehículos de traslado de materiales y personal	12
					Encofrado	Muertos de concreto prefabricados	Embarcación para traslado de materiales y personal	4
					Colocación de Tapete de concreto	Tapetes de concreto prefabricados	Embarcación para traslado de materiales y personal	4
					Jetting	Lubricantes de base acuosa siliconados	Jetting, embarcación para traslado de materiales y personal	40
					Colocación de Tapete de concreto	Tapetes de concreto prefabricados	Embarcación para traslado de materiales y personal	4
					Encofrado	Muertos de concreto prefabricados	Embarcación para traslado de materiales y personal	4
				Electromecánica	Tendido del cable conductor sobre el lecho marino	Barrera contenedora de sedimentos, boyas de flotación	Embarcación para traslado de materiales y personal, equipo de arrastre	12

Tramo	Ubicación	Del	Al	Tipo de obra	Actividad constructiva	Materiales	Maquinaria y vehículos	Duración estimada de la actividad (Semanas)
Línea Subterránea	Holbox	12+387.05	12+707.59	Civil	Remoción del pavimento asfáltico	Agua	Vehículos de traslado de materiales y personal, cortadora de disco para concreto y asfalto	4
					Excavación a cielo abierto	Picos, palas y barretas	Vehículos de traslado a cielo abierto y material, retroexcavadora y camión de volteo	4
					Elaboración de banco de ductos	Tubo de polietileno de alta densidad,	Equipo de termofusión	4
					Instalación de pozo de visita y registros	3 Registros Tipo X, 4 Registros Tipo P, 1 Registro Tipo 4, 1 Registro de atraque, Concreto	Vehículos de traslado de materiales y personal, grúa hiap 30 ton	4
					Relleno y compactado	Material Sascab (mortero de caliza, cal)	Vehículos de traslado de materiales y personal, Retroexcavadora, vibrocompactadora	4
					Reposición de pavimento asfáltico	Asfalto	Vehículos de traslado de materiales y personal, palas y rastrillo jardinero, vibrocompactadora	4
				Electromecánica	Instalación de cables de potencia	Cable de acero y Cable conductor	Portacarrete, traccionadora eléctrica, grúa hiap 8 ton	4
					Elaboración de empalmes	Cable conductor	Cortadora y empalmadora mecánica	4
					Elaboración de terminales termo contráctiles	Cable conductor, zapatas de terminales eléctricas	Vehículos de traslado personal	4

Tramo	Ubicación	Del	Al	Tipo de obra	Actividad constructiva	Materiales	Maquinaria y vehículos	Duración estimada de la actividad (Semanas)
					Instalación de neutro corrido y sistemas de tierras	Cable de cobre calibre 4/0, varillas copperweld de 1.5 m	Vehículos de traslado de materiales y personal, soldadora exotérmica tipo cadwell	4
Transición de la línea Subterránea a la SE Holbox	Holbox	12+707.59	12+707.59	Civil	Fabricación de murete de transición	Concreto, varilla, cimbra prefabricada, fierro estructural, alambre recocido	Vehículos de traslado de materiales y personal, Planta de soldar, vibrocompactadora	4



La descripción de cada una de las actividades mencionadas en la Tabla II.2.5.1-1, se describen a continuación.

### **II.2.5.1.1. Descripción de las actividades constructivas de la línea eléctrica en sus tramos Subterráneos**

#### **II.2.5.1.1.1. Obra civil**

##### **Fabricación de murete de transición**

La obra civil contempla el colado de un murete de transición de 3 m de altura, a partir de piso terminado, la base tendrá 1.5 m de profundidad con un diámetro de 0.5 m; los 3 metros que están sobre el nivel de piso terminado tendrá un diámetro de 0.3 m., este se ubicará a un costado de la transición aéreo-subterránea.

La excavación de la cepa para la base del murete se realizará de manera manual, el fierro armado se fabricará en el taller o almacén en el cual la contratista tenga previsto almacenar su material. La cimbra será un molde prefabricado cilíndrico el cual una vez utilizado para su fin, será desechado.

El concreto será fabricado en sitio conforme a la especificación con una resistencia de  $f_c' = 200$ . El material de desecho será llevado a los depósitos que indiquen las autoridades municipales y estatales.

Dichos muretes serán instalados en los puntos de transición aéreo subterránea en la entrada a la población de Chiquilá, siendo el punto de partida del Proyecto y en la transición de subterránea a las instalaciones de la SE Holbox.

##### **Remoción de pavimento asfáltico**

Consiste en realizar el corte del pavimento con una maquina cortadora de disco para asfalto, el ancho del corte será de 0.33 m y para los registros y pozos de visita serán las dimensiones indicadas en el plano de Proyecto. La trayectoria subterránea estará separada a 0.5 m de banqueta y del límite del arroyo vehicular, en los casos que aplique. Durante los trabajos de corte se contempla aplicar chorros de agua al disco de corte para evitar que vuele el polvo más de lo normal.

Una vez realizados los cortes requeridos, se procederá a remover las capas de asfalto con herramientas manuales (marros y barretas) dichos residuos serán removidos del sitio inmediatamente y serán trasladados por medio de camiones a los sitios que las autoridades municipales y/o estatales lo indiquen.

##### **Excavación a cielo abierto**

Esta actividad consiste en remover el material de la zona donde se realizaron los cortes, para esta actividad se va requerir el uso de una retroexcavadora y un camión tipo volteo para el retiro del producto de la excavación, la profundidad de la zanja será de 0.77 m. Asimismo, el volumen de material a excavar a lo largo de zanja Tabla II.2.5.1.1.1-1.

**Tabla II.2.5.1.1.1-1. Volumen de material a excavar a lo largo de zanja.**

Ancho (m)	Profundidad (m)	Longitud (m)	Volumen (m <sup>3</sup> )	Ubicación
Chiquilá				
0.33	0.77	2.03	0.51	TRANSICION-RMBT401
0.33	0.77	4.15	0.77	RMTB401-PVMTX 01
0.33	0.77	463.18	117.69	PVMTX01-PVMTP 02
0.33	0.77	460.78	117.08	PVMTP02-PVMTP 03
0.33	0.77	455.76	115.8	PVMTP03-PVMTP 04
0.33	0.77	248.82	63.22	PVMTP04-PVMTP 05
0.33	0.77	202.84	51.54	PVMTP05-PVMTX 06
0.33	0.77	21.88	5.54	PVMTX06-PVMTX 07
0.33	0.77	20.29	5.15	PVMTX07-ATRAQUE 01
<b>Subtotal</b>		<b>1,879.73</b>	<b>477.63</b>	
Holbox				
0.33	0.77	70.83	17.99	ATRAQUE 02-PVMTX 08
0.33	0.77	22.06	5.6	PVMTX 08-PVMTX 09
0.33	0.77	93.16	23.67	PVMTX 09-PVMTX 10
0.33	0.77	99.34	25.24	PVMTX 10- PVMTX 11
0.33	0.77	10.08	2.56	PVMTX 11-LIMITE S.E
<b>Subtotal</b>		<b>295.47</b>	<b>75.06</b>	
<b>Total</b>		<b>2,175.20</b>	<b>552.69</b>	

Para la excavación de los registros el volumen a excavar será de acuerdo a lo que se indica en la Tabla II.2.5.1.1.1-2, considerando 0.33 m por lado de sobre excavación para que permita el sembrado del pozo de visita y registros.

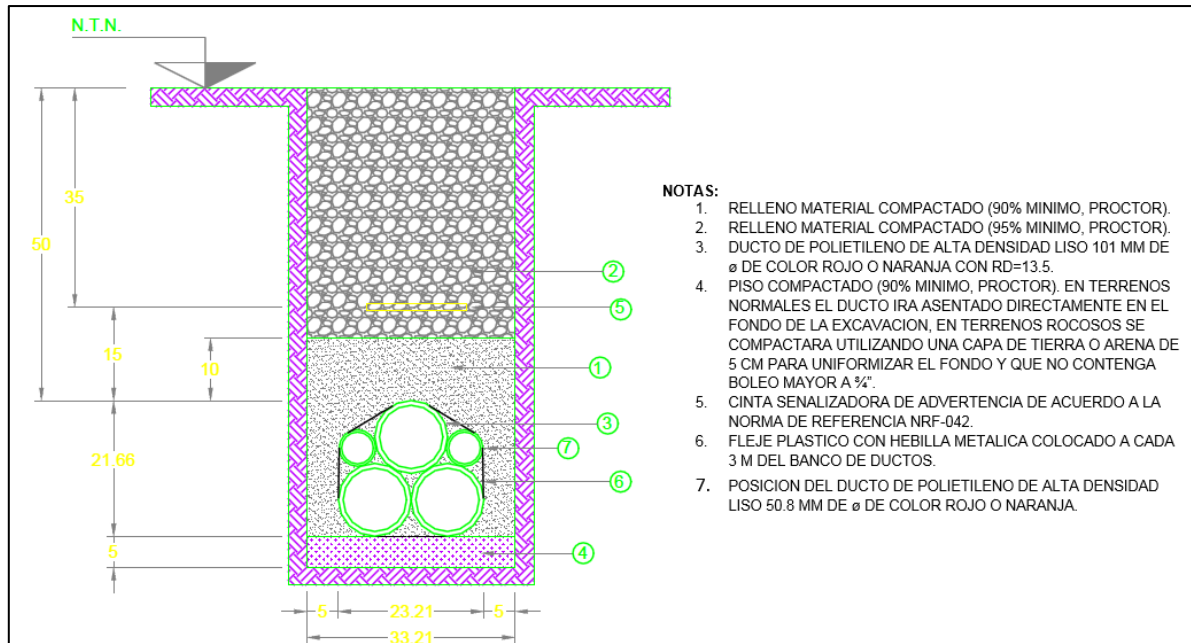
**Tabla II.2.5.1.1.1-2. Volúmenes de excavación en registros.**

Registro	Volumen Unitario (m <sup>3</sup> )	Piezas	Total (m <sup>3</sup> )
Chiquilá			
Registro tipo X	7.35	3	22.05
Registro tipo P	9.22	4	36.88
Registro tipo 4	2.5	1	2.50
Registro de atraque	38.49	1	38.49
<b>Subtotal</b>		<b>9</b>	<b>99.92</b>
Holbox			
Registro tipo X	7.35	4	29.40
Registro de atraque	38.49	1	38.49
<b>Subtotal</b>		<b>5</b>	<b>67.89</b>
<b>Total</b>			<b>167.81</b>

Durante el proceso de excavación se utilizarán placas de acero para no interferir con la vialidad, así mismo se delimitarán las áreas de excavación con cintas de prevención.

### **Elaboración de banco de ductos**

Una vez que se hayan terminado las zanjas a cielo abierto en las superficies terrestres con las dimensiones del Proyecto se procederá a desenrollar las tuberías de polietileno de alta densidad de 4" y de 2" para la elaboración del paquete de tubos, este deberá ir flejado a cada 20 m para que pueda ser depositado en la zanja (Figura II.2.5.1.1.1-1).



**Figura II.2.5.1.1.1-1. Banco de ductos de 1 Cto. con 3 ductos de 4" y 2 ductos de 2" de Pad o PEAD liso, naranja rd = 13.5, cotas en cm. Esc. 1:10.**

Por lo general, los rollos de tubos los fabrican por tramos de 100 m, por lo que para empalmarlos con un nuevo tramo se utilizará un equipo de termofusión que garantice el sellado hermético entre ellos. La pedacería de tubería de polietileno será retirada del sitio inmediatamente y será depositada en el sitio indicado por las autoridades municipales y/o estatales.

### **Relleno y compactado**

Una vez depositados los bancos de ductos en las zanjas se procederá al relleno de las mismas, por lo que se requerirá el traslado de material "sascab" al sitio de los trabajos desde bancos de material autorizados por medio de camiones. Una vez se tenga el material de relleno en sitio se procederá inmediatamente al relleno de zanjas, las zanjas se rellenará por medio de maquinaria (retroexcavadora) hasta la mitad de la zanja para proceder al compactado por medio de vibro compactadora.

Se efectuarán pruebas proctor hasta tener resultados del 90% de compactación como mínimo, habiendo tenido el resultado deseado se procederá a rellenar el resto de la zanja en el cual se repite el mismo proceso del paso anterior de compactado y pruebas proctor. Habiendo concluido la actividad de relleno y compactado se realizará la limpieza del sitio

de los trabajos, el material de desecho será llevado a los depósitos que indiquen las autoridades municipales y estatales. En la Tabla II.2.5.1.1.1-3. se detallan los volúmenes de relleno por tipo de instalación.

**Tabla II.2.5.1.1.1-3. Volúmenes totales de relleno en registros.**

Registro	Volumen unitario (m <sup>3</sup> )	Piezas	Total (m <sup>3</sup> )
Pozo tipo X	5.62	7	39.34
Pozo tipo P	4.67	4	18.68
Registro tipo 4	1.00	1	1.00
Registro atraque	27.00	2	54.00
<b>Total</b>			<b>113.02</b>

El volumen de material de relleno en los bancos de ductos queda como se indica en la Tabla II.2.5.1.1.1-4.

**Tabla II.2.5.1.1.1-4. Volúmenes totales de relleno en banco de ductos.**

Ancho (m)	Profundidad (m)	Área de banco de ductos (m <sup>2</sup> )	Área a rellenar (m <sup>2</sup> )	Longitud (m)	Volumen (m <sup>3</sup> )	Ubicación
0.33	0.77	0.03	0.23	1878.91	424.82	Chiquilá
0.33	0.77	0.03	0.23	295.47	66.80	Holbox
<b>Total</b>					<b>491.62</b>	

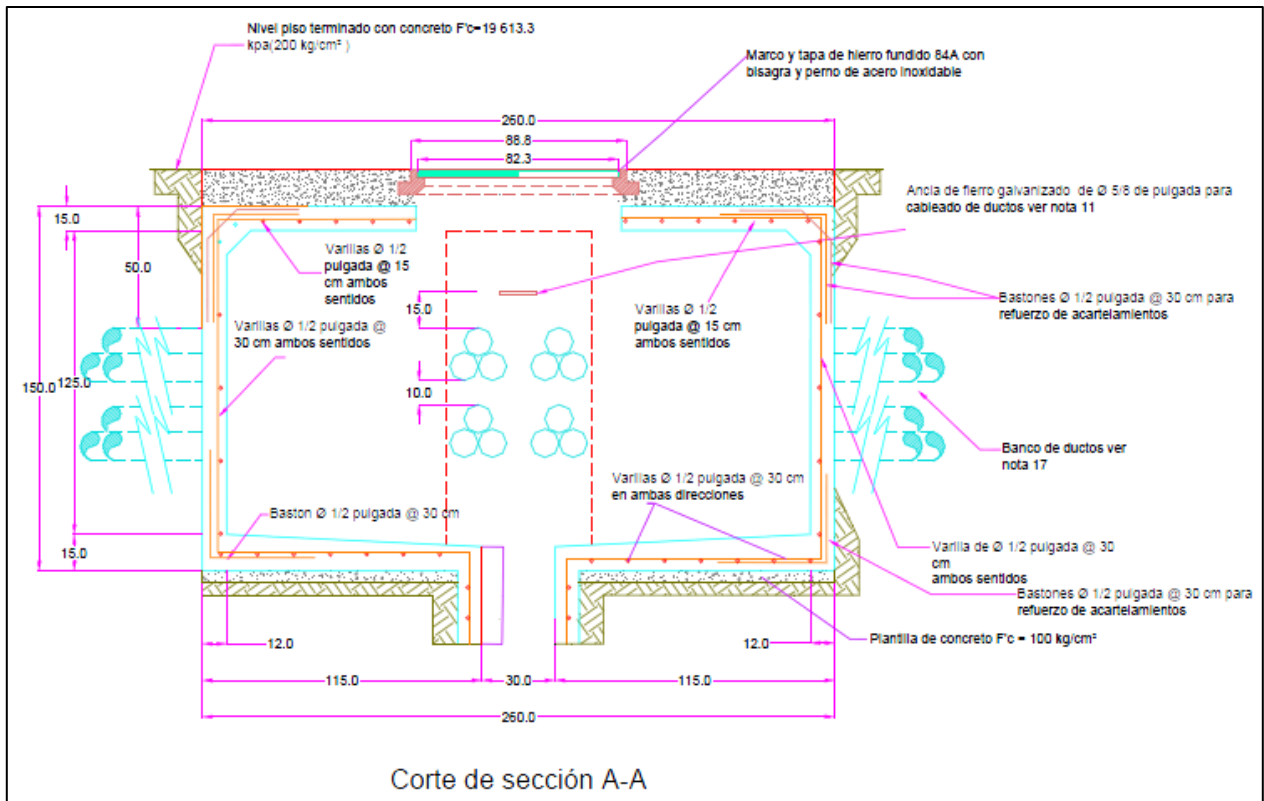
### **Reposición de pavimento asfáltico**

Teniendo la zanja rellenada y compactada se procederá al tendido de asfalto en caliente, este será trasladado en camiones y su instalación se hará de manera manual, se esparcirá a lo largo de la zanja y en sitios en donde se halla removido el asfalto existente, se procederá al compactado por medio de vibro compactadoras.

Se verificará el alineamiento así como que la ondulación de la superficie acabada sea de 5 mm. El material de desecho será llevado a los depósitos que indiquen las autoridades municipales y estatales.

### **Instalación de pozo de visita y registros**

Previo al sembrado se deberá colar una plantilla de concreto pobre (mortero) para que el registro quede nivelado. El sembrado del registro se hará por medio de un camión con brazo hidráulico de 30 ton, la llegada a sitio de los registros se hará el mismo día del sembrado. Una vez sembrado el registro se procede a colar en sitio el aro y la tapa (Figura II.2.5.1.1.1-2.). El material de desecho será llevado a los depósitos que indiquen las autoridades municipales y estatales.



**Figura II.2.5.1.1.1-2. Esquema de pozo de visita.**

A lo largo de la trayectoria subterránea se instalará un registro tipo RMBT 4, que se ubicará al pie de la transición aérea-subterránea, cuatro registros tipo P de media tensión, los cuales albergarán los empalmes del cable de potencia XLP, y tres registros tipo X de media tensión, por las deflexiones propias de la trayectoria. En la Tabla II.2.5.1.1.1-2 se presenta el volumen de material a excavar.

### **II.2.5.1.1.2. Obra electromecánica**

#### **Instalación de cable de potencia**

Se refiere a la actividad de instalar los cables de potencia en los bancos de ductos, dicha actividad se llevará a cabo utilizando un porta carretes para el carrete del cable, rodillos para evitar que el cable roce la superficie asfáltica, el halado de cable se realizará por medio maquina traccionadora con hilo de acero que estará ubicado en el registro posterior de la ubicación del carrete.

Los carretes vienen por tramos de 500 m y la instalación al portacarretes se hace por medio de una grúa tipo Hiab de 8 toneladas. El material de desecho será llevado a los depósitos que indiquen las autoridades municipales y estatales.

#### **Elaboración de empalmes**

Se refiere a la conexión eléctrica entre dos tramos de cables diferentes por medio de elementos de unión de fabricación especial. Los empalmes estarán ubicados en los

registros tipo P de acuerdo al Proyecto. El material de aislado que se retire de la punta de los conductores será recolectado y depositado en el lugar que indiquen las autoridades municipales y estatales.

### **Elaboración de terminales termocontráctiles**

Se refiere a elaborar las puntas del cable subterráneo para poder conectarlo físicamente por medio de zapatas y elementos de sujeción mecánica a un dispositivo eléctrico.

### **Instalación de neutro corrido y sistemas de tierra**

La instalación del neutro corrido consiste en la colocación de un cable de cobre desnudo Cal 4/0 a lo largo de toda la trayectoria, este cable va enterrado directamente en la zanja del banco de ductos y estará conectado directamente al sistema de tierras físicas, el cual consistirá en enterrar una varilla cooperweld de 1.5 m de largo, la unión física entre estos elementos se hará por soldadura exotérmica tipo cadwell.

### **Pruebas de baja frecuencia (VLF)**

Estos trabajos consisten realizar pruebas de aislamiento del cable sin causar daños en este, esta actividad se realiza con un equipo especial, se acordona la zona del equipo para evitar algún tipo de descarga a personal ajeno al equipo técnico.

## ***II.2.5.1.2. Descripción de las actividades constructivas de la línea eléctrica en su tramo Submarino***

### ***II.2.5.1.2.1. Obra civil***

#### **Perforación horizontal dirigida**

La perforación horizontal dirigida es una técnica que permite la instalación de tuberías subterráneas mediante la realización de un túnel, sin abrir zanjas y con un control absoluto de la trayectoria de perforación. Este control permite librar obstáculos naturales o artificiales sin afectar al terreno, con lo cual disminuye el impacto ambiental en la zona superficial por donde se realiza la actividad.

La intención de esta actividad es perforar una cavidad o túnel que alojará a lo largo de la trayectoria de línea 4 tubos de polietileno de alta densidad de 4" y 2 de 2". El área de la sección transversal, de esta cavidad generada por medio de la barrenación direccional dirigida, será de 0.036 m<sup>2</sup>.

La trayectoria de la perforación se realizará a partir de arcos de circunferencia y tramos rectos. El radio mínimo de curvatura está condicionado por la flexibilidad del tubo y es de 250 m., en el cual el cabezal está dotado de una sonda de manera que mediante un receptor se puede conocer la posición exacta del mismo.

La perforación piloto se deberá realizar a la profundidad apropiada para evitar derrumbamientos o situaciones donde los fluidos utilizados para que puedan avanzar los

barrenos salgan a la superficie. La trayectoria de la perforación puede variar debido a la aparición de obstáculos en la trayectoria original o proyectada.

Una vez hecha la perforación piloto se desmonta el cabezal de perforación y en su lugar se montan cabezales escariadores para aumentar el diámetro del túnel. Se hacen tantas pasadas como sea necesario aumentando sucesivamente las dimensiones de los conos escariadores, y así el diámetro del túnel.

Finalmente se une la tubería, previamente soldada por termo fusión en toda su longitud, a un cabezal escariador-ensanchador mediante una pieza de giro libre de modo que va quedando instalada en el túnel fabricado, para esta maniobra los rollos de tubería de polietileno de alta densidad se encontraran tendidos por medios de flotadores sobre la laguna dejando las puntas sobre un barco de bajo calado con la finalidad de unirlos con la punta del ensanchador para la instalación dentro del túnel. El tubo utilizado para esta actividad será de polietileno de alta densidad, liso de RD 13.5 4 tubos de 4" y 2 de 2", en el interior de cada tubo se instalará una cuerda de nylon de 10 mm de diámetro.

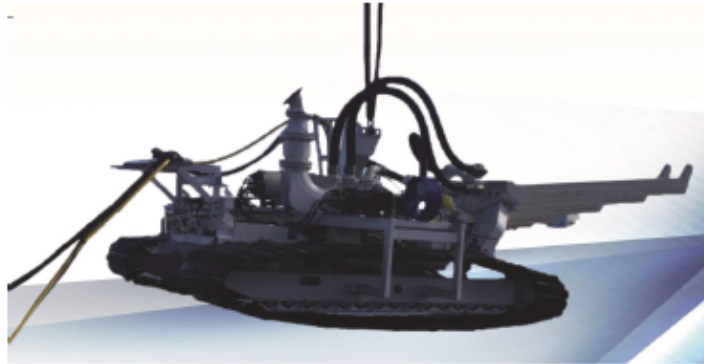
Durante el proceso de perforación horizontal dirigida se utiliza bentonita para fines de lubricación y para insertar la tubería. Durante este proceso se prevé se derrame este compuesto por el subsuelo y lecho marino; no obstante, es factible recuperar parte del lodo excedente, dicha recuperación se llevará acabo con achiques para lodos y será depositado en camiones o pipas con capacidad de 30,000 litros.

Debido a que la punta del taladro saldrá en el lado marino el compuesto de bentonita que sobresalga en la punta de salida del barreno será contenido por medio de una barrera contenedora de sedimentos, colocada en el punto de salida del taladro.

La barrera contenedora de sedimentos evitará que se propague la mezcla betónica hacia las orillas de la laguna, posteriormente y por medio de la una bomba de achique para lodos se absorberá la mayor cantidad de material con lodos por medio de una manguera que estará conectada a un camión o pipa. Se contempla la recuperación del lodo de bentonita en un 95 % del lado de tierra y de hasta un 50 % al interior de la laguna.

### **Jetting**

El método proyectado de soterramiento de los cables en el fondo se denomina "Jetting" y se realizará posterior al tendido. El procedimiento contempla utilizar un barco que maneja remotamente a un vehículo submarino (ROV) que descenderá hasta colocarse sobre el cable rodeado por una malla que evitará la dispersión de sedimentos (Figura II.2.5.1.2.1-1).



**DESCRIPTION**

The Otter is a remotely operated vehicle designed for the burial of subsea cables in shallow water environment. The vehicle is usually powered and operated from the surface support vessel and can work in water depths up to 50m. The control system allows the system to be positioned at any convenient position on the host vessel. The umbilical system comprises an electrical control umbilical and three hydraulic hoses

*All performance figures quoted are nominal, actual performance is dependent on environmental conditions prevailing at the time of operations.*



**KEY FEATURES**

- Self-propelled tracked vehicle
- Surface fed water jetting system
- Full Surveillance Suite
- Capabilities to handle full survey spread
- TSS Dual Track 350 & 440 Cable Detection and Tracking System



**PERFORMANCES**

- Jetting power: surface supplied water jetting system, capabilities up to 3000 m<sup>3</sup>/h @ 15 bar depending on pumps system
- Forward Speed (tracked mode): 0 to 30 m/min



**CABLE DETECTION SYSTEM**

- Tone Detection: Teledyne TSS 350
- Pulse detection: Teledyne TSS 440
- Other: TSS 440 frame hydraulically operated

GENERAL	
Depth Rating	50 m
Dimensions (LxWxH)	7.7 m x 4.2 m x 2.1 m
Weight in air	12 tons
Submerged Weight	11 tons

ANCILLARY SYSTEMS	
Thruster	Fixed 380mm positioning hydraulic thruster for orientation control during landing
Seabed Landing Sonar	2 x Tritech Gemini Sonar for landing purposes
Seabed Mapping	2 x Dual Head Res MBES compatible

SUBSEA JETTING SYSTEM	
Main Jet Tool	Twin jet swords with downward, inner facing and backwash nozzles. Nozzles layout interchangeable according to water pump configuration
Operating pressure	5 to 15 bar (depending on surface supply system)
Water Flow	Depending to surface supply system
Trench Depth	0 to 2.4 m standard 0 to 3.0 m with extended swords
Jet Tool width	Up to 1000 mm

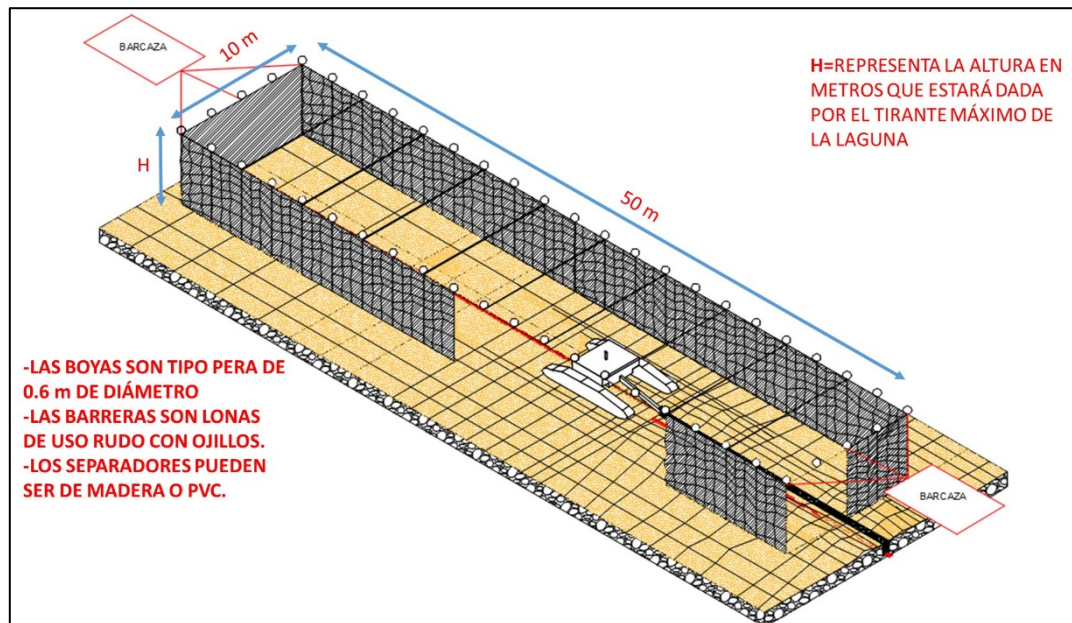
SUBSEA ELECTRONICS	
Cameras	Up to 5 video channels (3 x colour CCD zoom, 1 x monochrome SIT, 1 x spare channel)
Lamps	8 x 250W dimmable 2 x DSP&L SeaLite Sphere LED
Gyro	iXBlue Octans MKIII
Sonar	OAS 1 x Tritech Super SeaKing / 1 x BlueView Sonar
Bathy / Altimeter	Tritech SK704 / Tritech PA500
Electronics Pod	1 atmosphere pressure vessel

**Figura II.2.5.1.2.1-1. Vehículo operado a control remoto (ROV).  
Las características pueden variar de un modelo a otro.**



El ROV posee un mecanismo de chorros de agua a alta presión y excavación mecánica, que licuará y removerá el terreno bajo y alrededor del cable, generando una zanja en la cual se ubicarán los cables.

Cuando la máquina se haya desplazado suficientemente para que la presión del agua en la zanja sea la normal, los sedimentos en suspensión se asentarán en el fondo, rellenando por sí mismo la zanja. Este método es válido para las áreas con sedimentos arenosos blandos. (Figura II.2.5.1.2.1-2.)



**Figura II.2.5.1.2.1-2. Representación esquemática del proceso de Jetting.**

En el Proyecto, de manera específica el Jetting deberá seguir la trayectoria trazada del cadenamamiento 02+276.24 al 11+268.60; en donde se contempla la aplicación de esta técnica. El ROV se deberá posicionar sobre los cables ya tendidos dentro de la barrera contenedora de sedimentos. Una vez lista la zona de trabajos y estando todas las embarcaciones (lanchas y barcasas) en su posición, se procede a la implementación de la técnica.

Se deberán colocar las barreras contenedoras de sedimentos antes, durante y posterior a los trabajos de Jetting, esto con el fin de evitar que los sedimentos se esparzan por la laguna. Estas barreras de contención no están limitadas para el uso del Jetting sino también para trabajos como la perforación horizontal dirigida y el mismo tendido del cable.

Se contará con 2 piezas de las barreras antes mencionadas, para que cuando termine un tramo de 50 metros se deje una barrera por espacio de 1 hora o el tiempo que sea necesario, con la intención de que se deposite la mayor cantidad de sedimentos, mientras que la segunda barrera se instalará para que el equipo pueda seguir con los trabajos.

La profundidad de enterramiento del cable se ajusta de acuerdo a las características del equipo; sin embargo, para este Proyecto en particular se ajustará a la profundidad de 0.8 m. El ROV deberá seguir la trayectoria de los cables en el fondo.

Antes y después de cada P.I. estarán instalados los tapetes de concreto, los cuales servirán como un punto de fijación aunado a la colocación de muertos de concreto, la ubicación de estos tapetes será de acuerdo con lo indicado el *Apartado II.1.3.3.1. Afectación permanente*.

Cabe señalar que en todo momento deberán estar los P.I.'s señalizados con las boyas, ya que particularmente se deberá tener extrema precaución en los P.I. 3 y P.I.4 pues en estos puntos el límite máximo del canal de navegación quedará a escasos 30 m.

Al finalizar las jornadas de trabajo se deberán retirar todas las embarcaciones de la zona de los trabajos y alojarse en sus respectivos puertos, ya sea en Chiquilá o Holbox; así mismo las barreras contenedoras de sedimentos se deberán retirar del sitio.

Respecto al equipo del Jetting este podrá permanecer si es conveniente en el sitio donde se quedó laborando, verificando que está área se encuentre desprovista de pastos marinos (Arenales).

El sitio donde permanezca el equipo ROV al término de la jornada laboral, deberá quedar señalizado con boyas para su fácil ubicación y así evitar que embarcaciones ajenas a los trabajos se aproximen.

Se deberá verificar que en todo el trazo se encuentren los muertos de anclaje y tapetes de concreto indicados el *Apartado II.1.3.3.1. Afectación permanente*, por ningún motivo se permitirá el uso de algún elemento de anclaje y/o secciones de cable submarino que queden expuestas en la superficie. No se realizarán obras diferentes a las descritas en este estudio de MIA-R.

### **Tapetes de concreto**

El tapete de concreto se utilizará en las zonas de llegada y puntos de inflexión sobre el lecho marino y a lo largo de la trayectoria (Figura II.2.5.1.2.1-3).



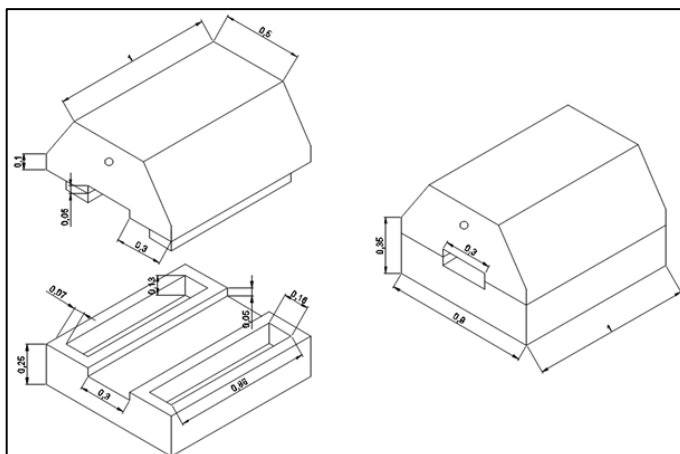
**Figura II.2.5.1.2.1-3. Ejemplo de colocación de tapete de concreto.**

Se colocarán tapetes de concreto en los puntos en donde inicie y finalice el tramo de *Jetting* e inicie la barrenación horizontal dirigida y en los puntos de inflexión (P.I.) y en la trayectoria en donde no se requiera el *Jetting*.

### **Muertos de concreto**

Los muertos de concreto estarán fabricados por dos elementos que se podrán embonar entre si dejando al centro el suficiente espacio para que se puedan alojar los cables en el lecho submarino.

Se colocará un muerto de concreto en cada punto de inflexión (P.I.) y en las zonas de llegada a superficie terrestre tanto en la población de Chiquilá como en la población de Holbox, para tres propósitos: señal para ubicar el P.I. desde la superficie; así como para la protección y fijación de los cables al lecho marino. La Figura II.2.5.1.2.1-4, ilustra de manera estructural los detalles de los muertos de concreto antes mencionados.



**Figura II.2.5.1.2.1-4. Detalle de muerto de anclaje.**

### ***II.2.5.1.2.2. Obra electromecánica***

#### **Tendido del cable conductor sobre el lecho marino**

La trayectoria del tendido del cable submarino será paralela a la salida del acueducto de agua potable existente en Chiquilá, el cual provee de agua a la isla. La distancia de separación entre el cable y el tubo no será menor a 50 m; con excepción de la salida del lado continental, cuya distancia será del orden de los 35 m.

A partir de este punto, la distancia de separación entre la tubería y el cable irá en aumento hasta llegar a la isla, en donde se promedia una distancia cercana a los 140 m.

Para tender el cable submarino en el lecho de la Laguna Yalahau, se requiere tener previamente instalados los registros de atraque en ambos lados (Chiquilá y Holbox). El cable submarino irá alojado en el lecho de la laguna bajo el terreno arenoso.

#### **Instalación del cable submarino**

El tendido del cable submarino se realizará por medio de una barcaza o barco de bajo calado, debido a que la profundidad máxima en la laguna de Holbox es de 6 m. El barco

o barcaza estará equipado con sistemas de posicionamiento GPS dinámicos que seguirán trayectorias precargadas; estos sistemas mantendrán el rumbo de la barcaza aún y cuando sea necesario suspender durante horas los trabajos de tendido.

Previo al tendido de los cables se deberá ubicar y colocar un muerto de concreto en cada P.I. (Punto de inflexión), los P.I.'s deberán estar señalizados por medio de boyas.

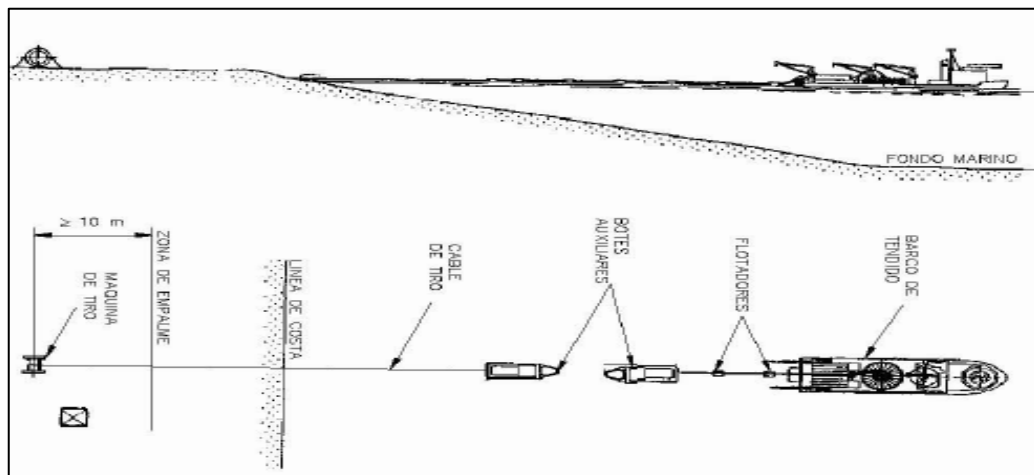
Para la correcta identificación del P.I. se deberá de posicionar en la coordenada geográfica, la parte inferior del muerto de concreto; posteriormente se deberá adecuar una boya de señalización provisional, para que el barco de tendido del cable pueda seguir la trayectoria de la línea. En dichas zonas, adicional al encofrado se deberá colocar el tapete de concreto encima del encoframiento como lo indica el plano del Proyecto.

Para la instalación de los muertos y tapetes de concreto se ocuparán barcazas de bajo calado y/o plataformas flotantes, el asentamiento de los muertos de concreto y de los tapetes de concreto se hará por medio de maniobras con malacates y tifors.

**Procedimiento de tendido**

Una vez ubicados y señalizados todos los P.I. se realizará una inspección previa al tendido, en los tramos donde se insertará el cable en la tubería de la perforación direccionada, esto para verificar si el tirante de agua es lo suficientemente elevado para realizar maniobras de zanjeado por medios manuales. Para comenzar las operaciones de tendido el barco se situará lo más cerca posible de la costa, en línea con la dirección de la ruta a seguir por los cables.

Para el tendido de los cables se requerirá la instalación de la barrera contenedora de sedimentos, a fin de contener la re-suspensión de sedimentos durante el tendido. Las Figuras II.2.5.1.2.2-1 a la II.2.5.1.2-12, ilustran de manera esquemática el proceso del tendido del cable submarino.

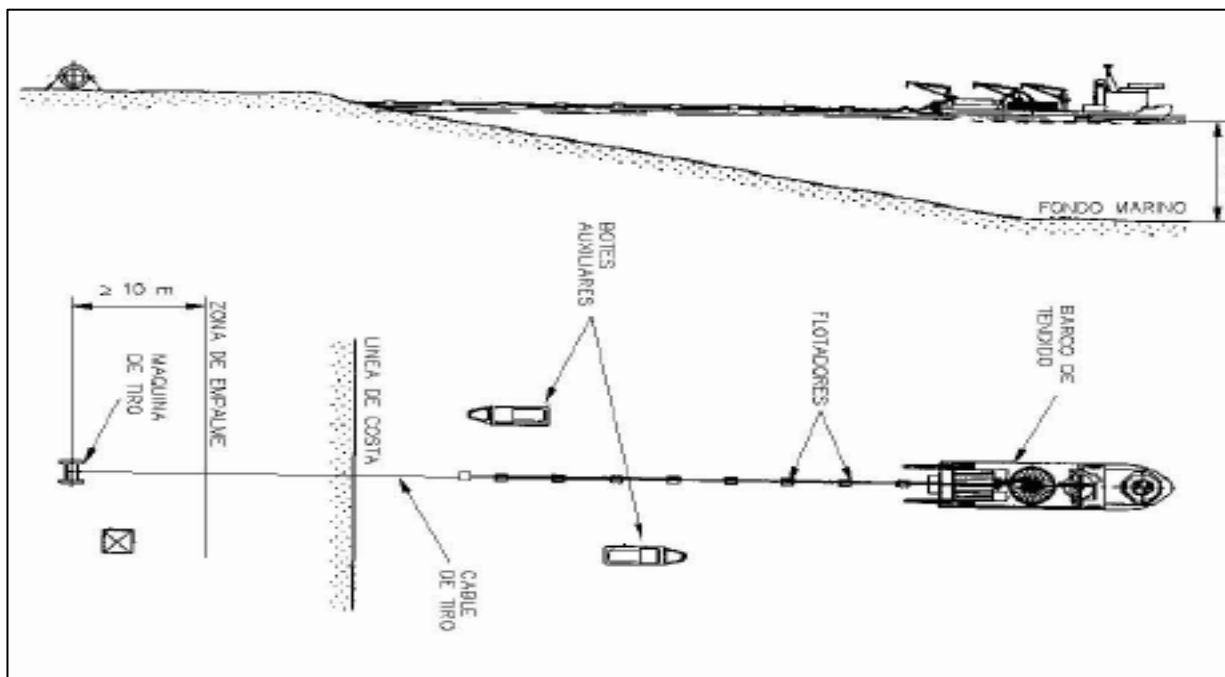


Fuente: Imágenes tomadas de Red Eléctrica de España (2015)

**Figura 2.5.1.2.2-1 inicio de la operación de tendido del cable en la costa inicial.**

Cuando el barco esté situado correctamente, el cable submarino será lentamente cargado desde el barco con una serie de boyas y tendido hacia la costa por medio de botes auxiliares. Del mismo modo, desde la máquina de tiro instalada en tierra, se tenderá un cable piloto de tiro con otro bote auxiliar. El número de botes auxiliares necesario para realizar esta operación dependerá de las condiciones atmosféricas y distancia de flotación necesaria.

Cuando se alcance aproximadamente la profundidad de 1.5-2 m el cable piloto será conectado al extremo o al cabezal del cable submarino. Entonces se empezará a tirar del cable piloto hasta la máquina de tiro situada en tierra detrás del punto de empalme de transición entre el cable submarino y el cable subterráneo, mientras que simultáneamente el barco va entregando más cable en las boyas.

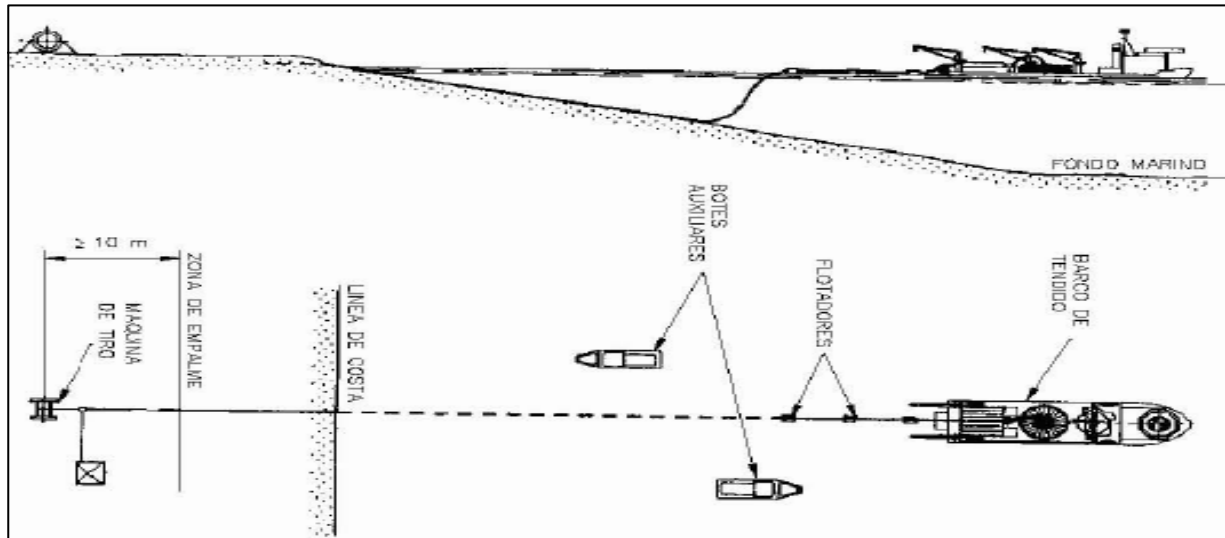


Fuente: Imágenes tomadas de Red Eléctrica de España (2015)

**Figura 2.5.1.2.2-2. Tiro desde la máquina de tiro situada en la costa inicial.**

Una vez finalizada la operación de tendido en la costa, el cable será sumergido en el fondo de la Laguna por buzos que irán retirando las boyas del cable.

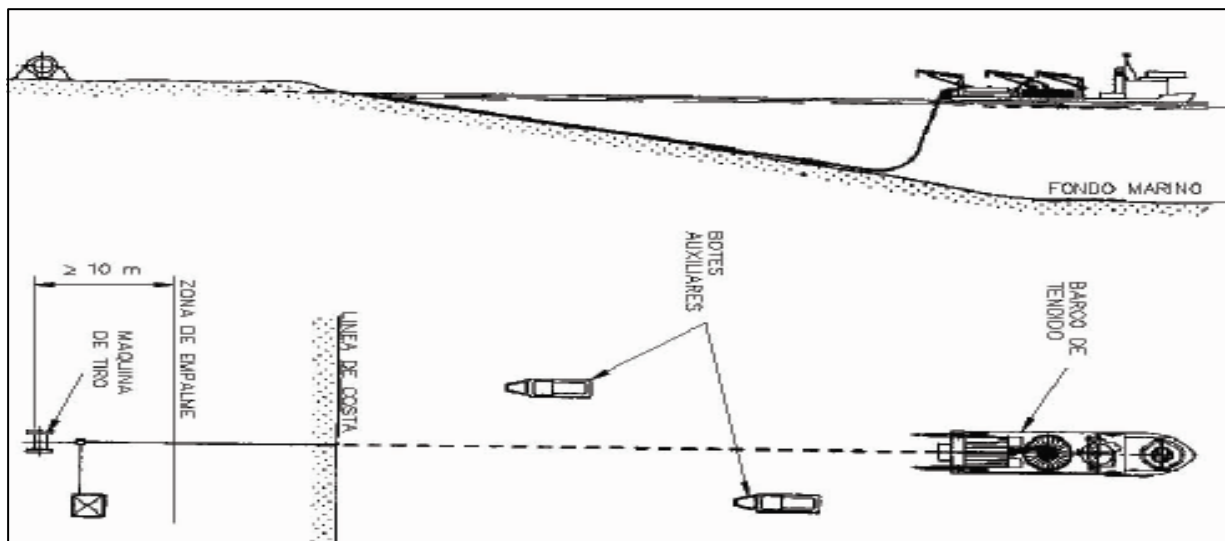
Una vez preparada la salida del cable submarino, el barco procede a recorrer el trazo del cable correspondiente hasta la llegada en la costa. Para el tendido del cable, el barco avanza lentamente siguiendo el trazo del mismo, desenrollando el cable desde los carretes ubicados en la embarcación de forma paulatina y ajustada al avance del mismo.



Fuente: Imágenes tomadas de Red Eléctrica de España (2015)

**Figura 2.5.1.2.2-3. Final de la operación de flotación en la costa inicial.**

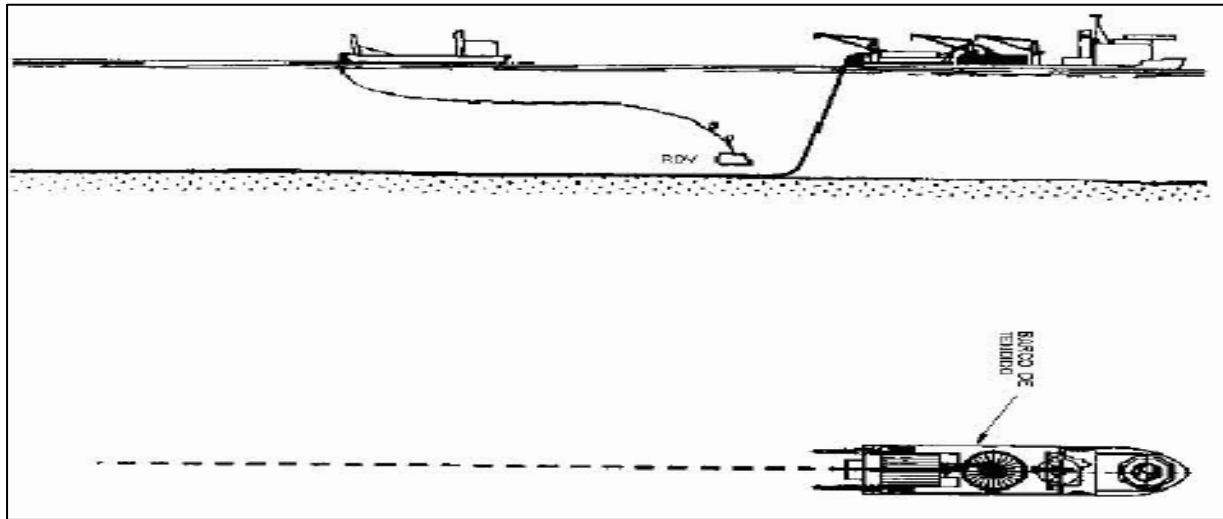
En su avance el barco de tendido va depositando el cable en el fondo, siguiendo en todo momento la trayectoria, utilizando para ello el sistema de posicionamiento dinámico. La navegación estará basada en el uso del GPS.



Fuente: Imágenes tomadas de Red Eléctrica de España (2015)

**Figura 2.5.1.2.2-4. Colación del cable en el fondo marino.**

El tendido del cable estará basado en el perfil del fondo de la Laguna e información obtenida del estudio previo.



Fuente: Imágenes tomadas de Red Eléctrica de España (2015)

#### **Figura 2.5.1.2.2-5 Inicio de tendido.**

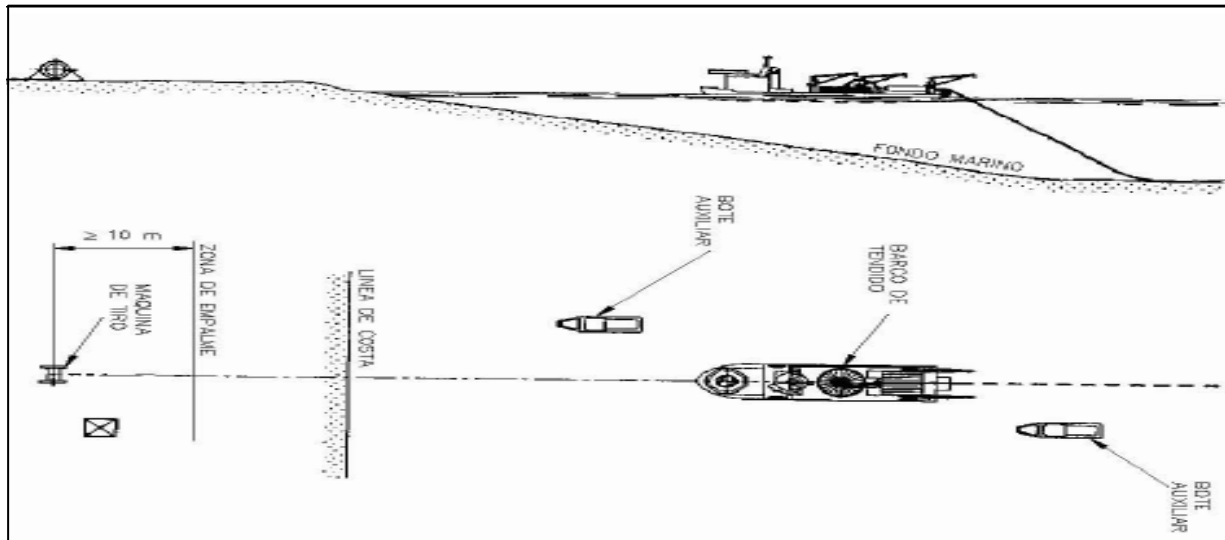
Por lo tanto, para poder comparar los valores pre calculado y asegurar que el cable es tendido adecuadamente sobre el fondo marino según el trazado previsto, será monitoreado desde el barco la siguiente información:

- Posicionamiento del barco de tendido
- Posiciona del vehículo de control remoto
- Velocidad de suministro del cable
- Tensión del cable y ángulo de la bobina de tendido
- Longitud del cable ya tendido
- Profundidad
- Velocidad y dirección del viento.

Durante el tendido se monitoreará el posicionamiento del cable en el lecho lagunar, es decir, se realizará la detección del punto de contacto o posado del cable submarino mediante el ROV para posibilitar pequeños ajustes de trazado con los que evitar apoyar sobre obstáculos aislados y evitar secciones libres de apoyos del cable en irregularidades del fondo.

Cabe resaltar que conforme vaya avanzando el ROV con el Jetting se ira encontrando con los muertos de concretos en los P.I., en estos casos se enterrará el muerto de concreto por medios manuales para guardar una distancia de proporción con la del cable enterrado por el Jetting.

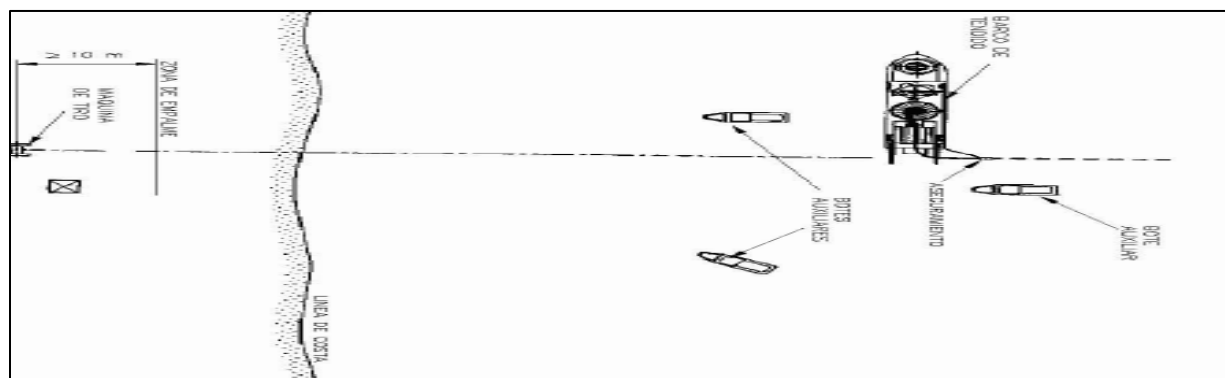
En las proximidades del punto de llegada a tierra ya cerca de Holbox y antes de comenzar las operaciones terrestres, el barco se alejará cuidadosamente de la alineación de la ruta final del cable de forma que deje su popa libre de operaciones de tendido y será situado en su posición final utilizando su sistema de posicionamiento dinámico.



Fuente: Imágenes tomadas de Red Eléctrica de España (2015)

**Figura 2.5.1.2.2-6. Progreso del tendido.**

Cuando el barco esté correctamente asegurado en su posición final, el cable flotará con la ayuda de boyas y buzos hasta que haya una suficiente longitud de cable fuera del barco. Al ser el cable de mayor longitud que la necesaria para su tendido, el mismo será cortado y sellado abordo, procediéndose entonces al tendido del lazo mediante botes auxiliares hacia tierra.

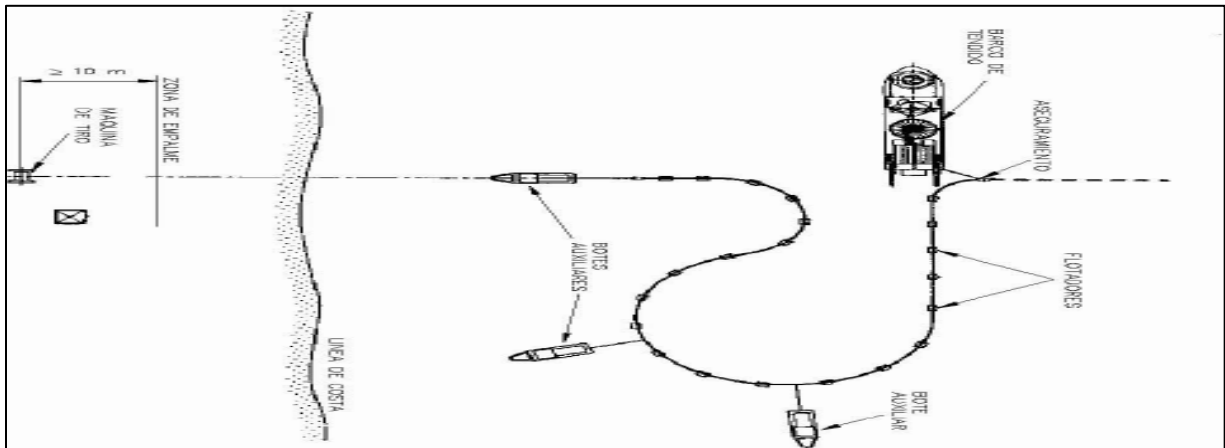


Fuente: Imágenes tomadas de Red Eléctrica de España (2015)

**Figura 2.5.1.2.2-7 Aproximación a la costa final.**

Cuando se alcance aproximadamente la profundidad de 1.5-2 m el cable piloto será conectado al extremo o cabezal submarino. Entonces, se empezará a tirar del cable piloto desde la máquina de tiro situada en tierra detrás del punto de empalme entre el cable submarino y el cable subterráneo.

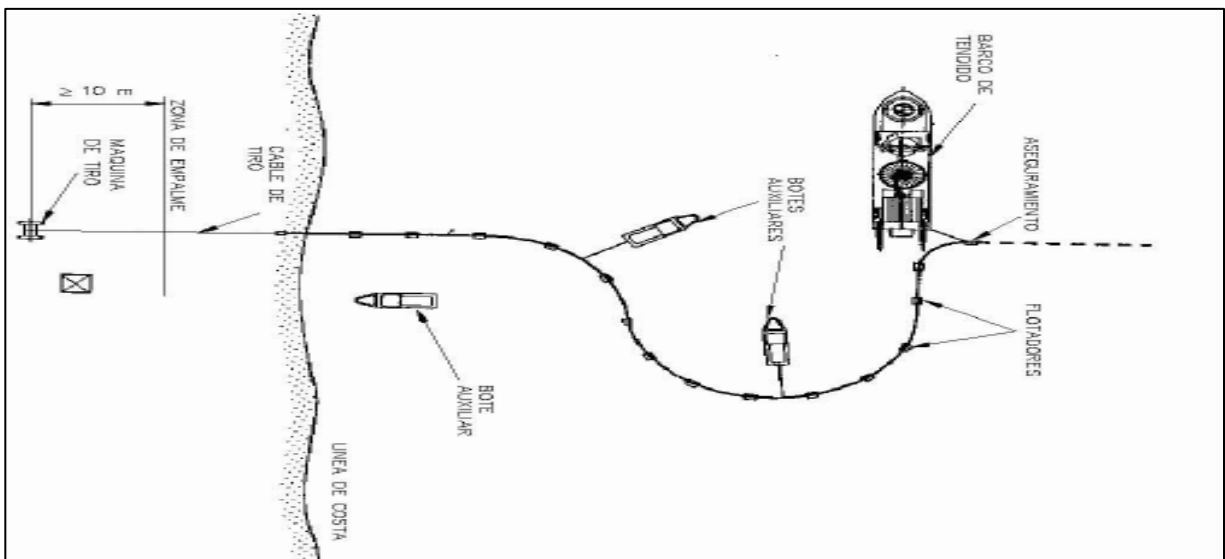




Fuente: Imágenes tomadas de Red Eléctrica de España (2015)

**Figura 2.5.1.2.2-8. Posicionamiento del barco de tendido en la costa final.**

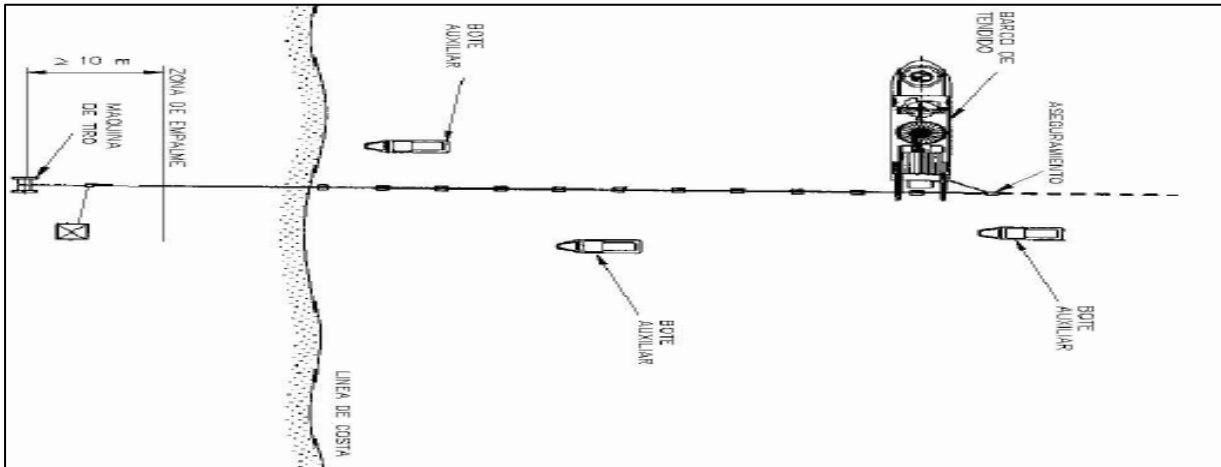
Una vez que se hayan conectado los cabezales del cable piloto con el del cable submarino, este hará llegar el cable submarino hasta la máquina de tiro a través de la tubería que se instaló por medio de la perforación direccionada.



Fuente: Imágenes tomadas de Red Eléctrica de España (2015)

**Figura 2.5.1.2.2-9. Operación de flotación e inicio del tendido hacia la costa final.**

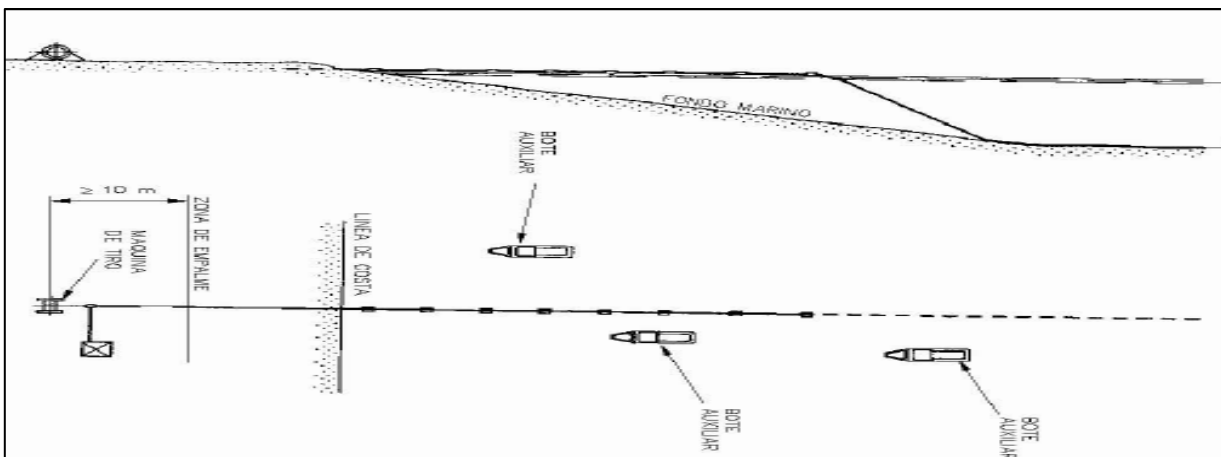
La retirada de las boyas se realizará partiendo desde el barco hacia la costa, permitiendo así que los buzos posicionen el cable en el fondo de la Laguna.



Fuente: Imágenes tomadas de Red Eléctrica de España (2015)

**Figura 2.5.1.2.2-10. Operación de flotación e inicio del tendido hacia la costa final mediante un bote auxiliar.**

Llegado el cable hasta la máquina de tendido se procederá a retirar todas las boyas del cable y al mismo tiempo los buzos irán colocando el cable sobre el lecho.

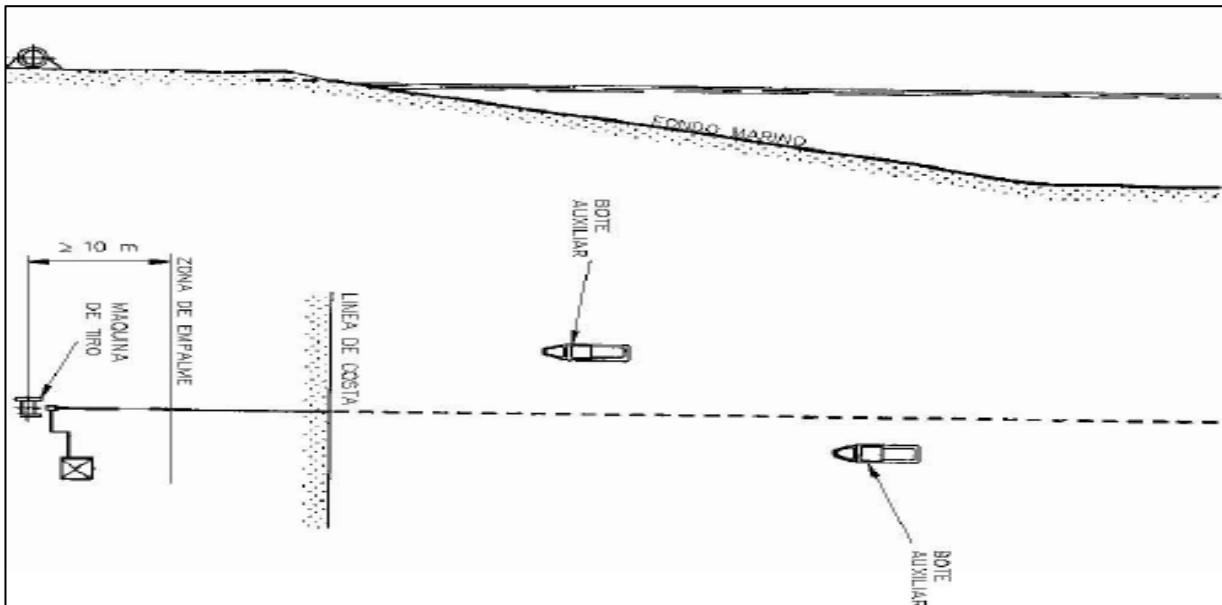


Fuente: Imágenes tomadas de Red Eléctrica de España (2015)

**Figura 2.5.1.2.2-11. Proceso de colocación del cable en el fondo marino y retirada de los flotadores en la costa final.**

Una vez terminado de asentar el cable y habiendo recuperado el cable suficiente para elaborar la conexión eléctrica con el cable subterráneo se cortarán los excedentes para dejar lista la punta para los empalmes.

Teniendo la longitud deseada se deberán proteger las puntas de los cables por medio de tapones de PVC para cables y así evitar que entre humedad en la zona del corte, hasta el día del empalme con el cable subterráneo.



Fuente: Imágenes tomadas de Red Eléctrica de España (2015)

**Figura 2.5.1.2.2-12. Cable tendido en lo fondo marino de la costa final.**

Después de haber asentado el cable al lecho lagunar se deberá colocar el paquete de cables por medio de buzos en el espacio para el confinamiento de los cables del muerto asentado, una vez colocados los cables en la posición deseada, se procederá a colocar la segunda sección del muerto de concreto para “prisionar” los cables conservando las boyas de señalización.

Habiendo ubicado con precisión el punto de inicio del Jetting, se procederá a utilizar este método para el enterramiento del cable, este proceso es similar al tendido del cable, con la diferencia que sobre el cable se colocará una máquina que a base de chorros de agua a presión irá enterrando el cable a una profundidad no menor de 0.8m.

Este modelo presentado es con fines ilustrativos mas no limitativos, esto es debido que en el mercado existen un sin número de modelos, por lo que solo se limitarán a operar equipos que cuenten con un ancho menor a los 5 metros.

Este modelo es más compacto que los modelos del tipo arado, a pesar que ambos diseños son válidos para el enterramiento del cable submarino, para seleccionar el tipo de equipo para el Jetting, se deberá considerar los tirantes máximos en la laguna así como el aprovechamiento de las mareas, dado que entre más alta son las mareas mejor es el desempeño del equipo, así como el ancho del equipo ya que se busca que este se adecue a los 4.2m.

### II.2.5.2. Modernización de la SE Holbox

La modificación de la SE Holbox, se refiere a la ampliación en obra civil y electromecánica de una infraestructura existente. Su alimentación será a través de un cable subterráneo

que partirá del registro de atraque lado Holbox, dicho cable estará empalmado con el cable submarino.

Debido a las condiciones climáticas y geográficas de la Isla, el transformador 34.5/13.8 kV será instalado en una caseta construida a base de elementos de concreto, adecuando los interruptores de las nuevas salidas junto al existente tablero de metal clad. Por ello el espacio a ocupar por el nuevo interruptor será el que actualmente ocupan las bodegas de la central de combustión interna Holbox (Figura II.2.5.2-1).



**Figura II.2.5.2-1. Instalaciones actuales de la CD Holbox.**

Durante la trayectoria a partir del punto de atraque, se instalarán 4 registros tipo X de media tensión en cada deflexión de la trayectoria subterránea hasta la llegada de la subestación; la llegada a la subestación será subterránea directamente a la trinchera de los cables. Todos los materiales de las estructuras de acero serán extra galvanizados con doble inmersión en caliente para zonas de contaminación extra alta.

Se ha realizado un levantamiento de las condiciones estructurales de los cuartos de las bodegas, determinando que no es una estructura factible para alojar el transformador y tableros de servicios propios requeridos a largo plazo, es por eso que se procederá a demoler los cuartos de bodegas (98.26 m<sup>2</sup>).

Posterior a la demolición de muros, pisos, trabes, columnas y losas, se procede a la limpieza del terreno, y determinación de cimentaciones existentes, en caso que existieran algunas que perjudiquen el paso de ductos, o alojamiento de las nuevas cimentaciones, se demolerán también. Se estima generar entre 90 y 100 m<sup>3</sup> de escombro, material producto de la demolición (blocks, varillas de acero doblado, concreto, etc.)

Este material será depositado en los sitios de disposición final más cercanos autorizados, preferentemente en el relleno sanitario de Kantunilkin.

Al tener libre el área, se construirá la nueva caseta donde se alojará el transformador 34.5/13.8 kV, los tableros de metal clad 34.5 kV, tableros de servicios propios y banco de baterías. Las actividades programadas se presentan en la Tabla II.2.5.2-1.

**Tabla II.2.5.2-1 Características constructivas de la modernización para la SE Holbox.**

Ubicación	Cadenamiento		Tipo de obra	Actividad constructiva	Materiales	Maquinaria y vehículos	
Holbox	NA	Civil	Levantamiento de condiciones estructurales	Concreto, rejillas, cable de fibra óptica, registros, estructuras metálicas.	Vehículos de traslado de materiales y personal	4	
			Demolición de muros y remoción de pisos	Cinzel y martillo	Vehículos de traslado de materiales y personal, esmeriles, martillo neumático	4	
			Remoción de escombros	Palas, picos	Vehículos de traslado de materiales y personal, camiones de volteo, retroexcavadora	4	
			Excavación a cielo abierto		Vehículos de traslado de materiales y personal, retroexcavadora	4	
			Cimentaciones y firmes de concreto	Cemento, varilla, cimbra	Vehículos de traslado de materiales y personal	6	
			Muros de block	Block, mortero, arena, cemento	Vehículos de traslado de materiales y personal	4	
			Losa de vigueta y bovedilla	Viguetas de acero, bovedillas de concreto	Vehículos de traslado de materiales y personal	6	
			Colocación de elementos embebidos	Piezas metálicas	Vehículos de traslado de materiales y personal	2	
	Electromecánica			Instalación de equipos primarios	Transformador de potencia, interruptores de potencia, tablero metálico blindado, apartarrayos, cuchillas, tren de contactos, banco de capacitores	Vehículos de traslado de materiales y personal	12
				Tendido y conexiones de cables de control	Cable, ductos conduit, charolas, registros, gabinetes de control, cajas de tablillas	Vehículos de traslado de materiales y personal	1
				Instalación de equipo de telecomunicaciones	Inversores de corriente, equipo convertidor, equipo duplex	Vehículos de traslado de materiales y personal	1

La descripción de cada una de las actividades mencionadas en la Tabla II.2.5.1-1, se describen a continuación.

### **II.2.5.2.1. Descripción de las actividades constructivas para la modernización de la SE Holbox**

#### **II.2.5.2.1.1. Obra civil**

##### **Levantamiento de condiciones estructurales**

Consiste en localizar físicamente en sitio el cual se van a instalar los materiales y equipos de instalación permanente (Ductos eléctricos ocultos y visibles, tendido de fibra óptica registros y estructuras metálicas).

##### **Demolición de Muros y remoción de pisos**

Se refiere a los trabajos que se llevarán a efecto dentro del área de trabajo considerando las líneas, niveles y parámetros que señale el Proyecto, con objeto demoler o desmantelar los elementos que interfieran con la construcción del edificio y en su caso recuperar en buen estado las partes reutilizables.

Previo al inicio de los trabajos, se debe constatar previamente el estado físico que guardan los elementos que serán demolidos o desmantelados y se someterá a revisión y aprobación (en su caso), el procedimiento a seguir. Incluyendo la aplicación de las medidas de seguridad que se requieren para evitar daños a las personas y/o instalaciones circunvecinas.

Se debe considerar en todo el proceso las precauciones necesarias y considerar las protecciones (tapiales, pasarelas etc.), necesarias para evitar daños o accidentes.

En la demolición de losa existente se debe evitar en la medida de lo posible el corte de las varillas horizontales con la finalidad de que sirvan para el traslape de la junta constructiva. Así mismo estos trabajos de corte y demolición se realizarán dejando una inclinación de 45° para permitir una mejor adherencia con el nuevo concreto.

En el caso particular de este Proyecto para las trabes y columnas existente donde se hará la junta constructiva con la trabe en el picado manual y/o mecánico del recubrimiento, se debe evitar lo siguiente: uso de marros y uso de equipos de alta potencia.

Se usará roto martillo eléctrico o picado manual con cincel y martillo. El contratista deberá cumplir en este concepto con la entrega del elemento teniendo un correcto alineamiento de la superficie, evitando la aparición de picos y eliminando los fragmentos agrietados.

Es necesario recalcar que al contratista se le exigirá tener el máximo cuidado para realizar estos trabajos, ya que de presentarse agrietamiento en el núcleo de la trabe (delimitado hacia el interior de los estribos) deberá demoler dicha estructura, para reconstruirla con todos los elementos originales ligados a ella. Al término de la conformación de las bases estas serán empotradas en el piso de la caseta.

En los casos que el piso de caseta este construida, se deberá de tomar la medida exacta de acuerdo con el tipo de tablero y picar el piso para su empotramiento y colocar mortero

expansivo sikagrout o equivalente para su fijación y nivelación, alineado las bases de acuerdo a los ya existentes.

Las bases de los tableros se conformaran con canales antes indicados mismos que servirán para cargar los tableros Metal Clad, en los pisos ya construidos de la caseta se procederá a cortar el piso de concreto armado para colocar las bases de canal.

Para el picado del piso se deberá picar la sección necesaria para el canal evitando picar de más, para esto es necesario picarlo con equipo de corte de concreto con la alineación necesaria de acuerdo a cada base de los tableros para su fijación en el área ya picada será a base de mortero grout cuidando la nivelación, alineación y posición de acuerdo al tipo de tablero a instala.

### **Remoción de escombros**

Se refiere a la actividad del contratista de mantener limpia el área donde se realizan los trabajos, desde su inicio hasta la terminación de la obra tanto civil como electromecánica y puesta a punto.

Todo el material y equipo, deben mantenerse resguardados y ordenados durante la etapa de construcción de tal manera que no interfieran con los procesos de construcción y de montaje o que puedan dañarse durante el transporte, movimiento normal de la obra o por inclemencia del tiempo. Durante el proceso de construcción de obra civil, se debe hacer limpieza al término de cada actividad o trabajo, así como al término de cada jornada, y para lo cual se debe juntar todos los restos y sobrantes de material, así como escombros y desperdicios que se generen durante la jornada y que pueden interferir durante el proceso de construcción o causar algún accidente al personal, así mismo durante las etapas del montaje.

Toda la basura, escombros, desperdicio y los restos de materiales resultantes de los trabajos efectuados se colocarán en sitios adecuados. Los sobrantes o chatarra con posibilidad de reciclaje se ponen por separado para su entrega a la bodega de CFE o recicladoras.

Finalmente, se debe hacer el retiro del escombros, mediante la carga y transporte del mismo hasta el banco de desperdicio que indiquen las autoridades competentes.

### **Excavación a cielo abierto.**

Son las que se efectúan para formar la sección de desplante de las cimentaciones, pozos de visita, registros, trincheras y para construir un banco de ductos en cualquier clase de material.

### **Cimentaciones y firmes de concreto.**

Se refiere a los trabajos necesarios para la construcción de una cimentación con la finalidad de proporcionar el anclaje y soporte en forma segura y eficiente (para la colocación de equipos menores) de tal manera que se garantice su operación en condiciones de seguridad y eficiencia.

Acero de refuerzo: Son varillas y mallas electrosoldadas de acero ahogadas en concreto, que sirven para absorber los esfuerzos a que son sometidas las cimentaciones y estructuras.

Cimbra: conjunto de obra falsa y molde, para el colado o formación de los elementos de concreto (zapatas, dados, muros, losas, trabes, contratrabes, dalas, castillos, columnas, y otros de naturaleza análoga), de acuerdo con lo descrito en las Normas Técnicas Complementarias para Diseño y Construcción de Estructuras de Concreto.

### **Muros de Block**

Es aquel que se construye con bloques vibrocomprimidos huecos con las características indicadas en el diseño y sirve para separar o delimitar una zona de otra impidiendo el tránsito y la visibilidad y que sirve para sostener los elementos de concreto formando parte del cuerpo estructural de la casta.

### **Losa de Vigueta y Bovedilla**

Corresponde al elemento estructural plano, de posición horizontal, de espesor pequeño en comparación con sus otras dimensiones que tiene por objeto disminuir la carga muerta, acortar el tiempo de ejecución y/o proporcionar aislamiento térmico y acústico.

### **Suministro y colocación de elemento embebidos.**

Corresponde a las piezas o elementos metálicos que de acuerdo al diseño, deben quedar ahogados en el elemento de concreto para el anclaje de las estructuras o elementos que requieren sujeción según sean las condiciones de servicio.

## ***II.2.5.2.1.2. Obra electromecánica***

### **Equipos Primarios**

Se refiere a aquellos equipos (transformador de potencia, interruptor de potencia, tablero metálico blindado, apartarrayos, cuchillas, tren de contactos y banco de capacitores) que se instalen en la Subestaciones de Distribución, y que deberán ser debidamente trasladados, armados y probados correctamente para su puesta a punto.

También se consideran las actividades necesarias para la instalación de los sistemas de puesta a tierra en Equipos menores, Registros o Transiciones. Estos deben incluir trabajos con materiales y accesorios necesarios, incluye la instalación de estructuras metálicas.

Incluye los trabajos de conexión de bus de carga, instalación de los herrajes, accesorios, conectores, cables conductores, tubos conductores, que conformen los buses, barras colectoras de las distintas áreas de tensión de la subestación y los puentes entre ellos.

Incluye el tendido de cables de control, conforme a la lista de cables, a través de ductos, conduit, charolas, registros o trincheras desde los gabinetes de control de equipos, cajas de tablillas secundarias o terminales de aparatos hasta los tableros en la caseta de control o entre los mismos equipos así como su conexión a los mismos.

### **Trabajos en Equipos de Comunicaciones.**

Se refiere a los trabajos que se realizarán con el objeto de cumplir con las características y requerimientos que deben cumplir los accesorios para los equipos de radiocomunicación, voz y datos, inversor de corriente, equipo convertidor, equipo duplexer dentro de la caseta.



### II.3. Obras asociadas

Por su ubicación en zona urbana y dado que la promovente cuenta con instalaciones en las localidades de interés, el Proyecto no requiere de obras provisionales como campamentos, oficinas, apertura de brechas, caminos, cortes ni rellenos. Por la misma razón, no se afectará vegetación ni fauna silvestre. En caso de que se requiera almacenar algún material o vehículos, se solicitará al contratista que realice la renta de algún predio o casa en zona urbana, que no requiera de eliminar vegetación.

Los trabajadores que laboren en la obra podrán satisfacer sus necesidades al hacer uso de los servicios con los que cuentan las localidades de Chiquilá y Holbox.

### II.4. Requerimientos de Mano de Obra

Para la ejecución del Proyecto del tendido del cable submarino, mismo que incluye tramos subterráneos en las poblaciones de Chiquilá y la isla Holbox, se estima la contratación de 70 personas en total, con base en la estimación de la ejecución de obras subterráneas similares celebradas por la CFE y a las recomendaciones de las empresas instaladoras de cable submarino.

El personal para las obras terrestres será de 20 personas y para las obras del tendido del cable submarino 50 personas. Concluidos los tramos subterráneos sólo permanecerá el personal que participará en el tendido del cable submarino (Tabla II.4-1).

**Tabla II.4-1. Personal requerido para el Proyecto.**

Procedencia	Personal	Cantidad
Foráneo	<b>Requerido para la instalación del cable submarino</b>	
	Superintendente de Obra	1
	Capitán de Barcaza	2
	Buzos	3
	Técnicos	4
Local	Buzos	18
	Capitán de lancha	4
	Ayudante General	18
Foráneo	<b>Requerido para la instalación del cable subterráneo</b>	
	Superintendente de Obra	1
	Residente de Obra	1
	Sobrestante	1
	Operadores de Maquinaria	3
	Chofer	1
	Linieros	2
	Oficial Albañil	1
	Oficial Fierro	1
Oficial Carpintero	1	
Local	Ayudante General	8
<b>Total</b>		<b>70</b>

## **II.5 Operación y mantenimiento.**

En relación con este rubro, una vez que se encuentre operando el cable submarino solo se realizarán inspecciones visuales para verificar que no se presenten situaciones o factores que pongan en riesgo la operación de la línea eléctrica; dichas supervisiones las realizará personal capacitado en buceo en periodos mínimos de 5 años.

En el caso de presentarse una falla, se procederá a llevar a la superficie la sección dañada por medio de barcazas y personal especializado, reparará la sección dañada con empalmes especiales, posteriormente se colocará sobre el lecho marino dejándolo fijo conforme al tipo de anclaje que corresponda.

El tiempo de vida útil del cable es de aproximadamente 30 años; al tratarse de una zona en la que no se ha detectado presencia de formaciones coralinas y/o especies similares que pudieran alojarse en la cubierta del cable, se contempla que cumpla sin problema su vida útil.

## **II.6. Desmantelamiento y abandono de las instalaciones**

No se contempla el abandono de la instalación.

Cuando el cable cumpla su vida útil, se evaluará lo siguiente para tomar una decisión al respecto:

- Si es factible continuar su operación normal,
- Si debe renovarse o sustituirse conforme a la tecnología disponible en ese momento
- Si debe desmantelarse o abandonarse.

Cualquiera que sea la decisión al finalizar el tiempo de vida útil del Proyecto, ésta se hará del conocimiento de las autoridades ambientales para que se determine lo conducente.

## **II.7. Explosivos**

El Proyecto no contempla el uso de explosivos.

## **II.8. Residuos**

El manejo adecuado de los residuos tiene como objetivo final, además de proteger la salud de la población, reducir lesiones, accidentes, molestias y enfermedades causadas por el contacto con los mismos, evitar el impacto potencial que podrían ocasionar sobre los ecosistemas. Sin embargo, en las áreas cercanas al Proyecto es relativamente común que los residuos se depositen en espacios cercanos a las vías de comunicación o en depresiones naturales del terreno generalmente causadas por uso y una mala costumbre de los pobladores locales.

Uno de los principales problemas ambientales existentes en el área de influencia del Proyecto se relaciona con el manejo deficiente de los residuos y sitios insuficientes para

su disposición final. Es por ello que se aplicarán todas las medidas necesarias para que los residuos que genere el Proyecto se manejen conforme a la normativa aplicable.

La generación de residuos ocurrirá principalmente durante la etapa de construcción pues es en esta etapa dónde se prevé el mayor número y duración de las actividades del Proyecto, así como presencia de trabajadores.

En este sentido, se generarán principalmente residuos sólidos urbanos, provenientes de las actividades del personal que laborará en la obra y que se estima del orden de 70 trabajadores.

Tomando como referencia datos del INEGI, aproximadamente se recolectan 0.86 kg de residuos sólidos urbanos por persona al día en México, se estima que la generación diaria de este tipo de residuos en el Proyecto sea del orden de los 60.2 kg/día.

Con base en lo anterior, se habilitarán contenedores en el frente de obra para la correcta disposición de los residuos de tipo doméstico y se entregarán al servicio de limpia municipal para su disposición final.

Otro tipo de residuos que se espera se generen durante esta etapa son aquellos denominados de manejo especial. El principal volumen de este tipo de residuos se generará por los trabajos de modernización de la SE Holbox que requerirá la restructuración de los edificios actuales, así como por el corte de carpeta asfáltica y de concreto para la zanja que alojará el cableado subterráneo, previendo que se generen alrededor de 150 m<sup>3</sup> de residuos de construcción. Este tipo de residuos, junto con los restos de mezcla de concreto, se acopiarán y se enviarán al sitio de disposición final de Kantunilkin, previa autorización del municipio.

Los tambos, padecería de cable de aluminio, cable de acero, varillas, alambón, se reintegrarán a los almacenes de la CFE Distribución para su posterior utilización o enajenación.

En cuanto a los residuos peligrosos, su generación durante el proceso constructivo será mínima y se limitarán a la generación de restos de pintura, estopas impregnadas de pintura y solvente; sin embargo, independientemente del volumen en que se genere, su manejo se realizará cumpliendo con la normatividad aplicable en la materia.

En este sentido, los residuos peligrosos se almacenarán temporalmente en los almacenes de residuos de CFE. Otra fuente eventual de este tipo de residuos, pueden ser los derrames accidentales de combustibles y lubricantes. En su caso, el suelo contaminado se manejará como un residuo peligroso y se enviará al almacén temporal para su posterior disposición según la normatividad aplicable.

En la etapa de operación sólo se generarán residuos por actividades de mantenimiento; principalmente, residuos sólidos urbanos del personal que labore en estas actividades y de manejo especial en caso de que requiera la reapertura de cepas que pueden implicar

la generación de residuos de construcción y pedacería de cable. No obstante, se trata de una actividad esporádica que sólo se daría cuando se realicen estas actividades de mantenimiento que se estima ocurran cada 5 años.

Para el servicio de las necesidades fisiológicas de los trabajadores se utilizarán instalaciones provisionales (letrinas portátiles) que se distribuirán en los frentes de trabajo, a las cuales se dará mantenimiento bajo una compañía autorizada con capacidad para manejar las aguas residuales sanitarias.

En lo referente a la emisión de gases, éstos estarán representados únicamente por los que generen los vehículos y maquinaria utilizados; los cuales a través de mantenimiento preventivo se prevé cumplir la Norma Oficial Mexicana NOM-041-SEMARNAT/2006, que establece los límites máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación que utilizan gasolina como combustible, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 06 de marzo de 2007.

Así mismo, las emisiones de ruido consistirán en las que generen los mismos vehículos y la maquinaria, por lo cual se requerirá al licitante ganador un programa de mantenimiento preventivo a fin de asegurar que operen en condiciones óptimas y se ajusten en lo posible a la Norma Oficial Mexicana NOM-080-SEMARNAT-1994, que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido proveniente del escape de los vehículos automotores, motocicletas y triciclos motorizados en circulación y su método de medición, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 13 de enero de 1995.

## **II.9. Generación de gases efecto invernadero**

Las únicas emisiones del Proyecto se darán durante la etapa de preparación del sitio y construcción y se deberán al uso de maquinaria, vehículos y equipos que utilicen combustibles. Se solicitará al contratista que presente un programa de mantenimiento preventivo de todos sus vehículos para asegurar que funcionen en condiciones óptimas.

En su etapa de operación el Proyecto no generará gases de efecto invernadero. Por el contrario, con la entrada en operación del cable submarino saldrán de operación las plantas móviles a base de diésel con lo cual se dejarán de emitir gases de efecto invernadero, entre otros, 10 538.47 ton de CO<sub>2</sub>, 3.16 ton de SO<sub>2</sub>, 53.2 ton de CO y 200.25 ton de NO<sub>x</sub> anuales.

## **CAPÍTULO III**

### **VINCULACIÓN CON LOS INSTRUMENTOS DE PLANEACIÓN Y ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES**

# CONTENIDO

<b>III. VINCULACIÓN CON LOS INSTRUMENTOS DE PLANEACIÓN Y LOS ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES EN MATERIA.....</b>	<b>3</b>
<b>III.1. Instrumentos de planeación nacional .....</b>	<b>3</b>
III.1.1. Plan Nacional de Desarrollo 2013-2018.....	3
III.1.2. Programa Sectorial de Energía 2013-2018.....	4
III.1.3. Programa de Desarrollo del Sistema Eléctrico Nacional 2018-2032.....	4
III.1.4. Estrategia Nacional de Cambio Climático .....	5
<b>III.2. Instrumentos de planeación estatal y municipal .....</b>	<b>6</b>
III.2.1. Plan Estatal de Desarrollo de Quintana Roo 2016-2022.....	6
III.2.2. Programa Estatal de Desarrollo Urbano de Quintana Roo (PEDU-QR).....	8
<b>III.3. Programas de ordenamiento territorial y ecológico.....</b>	<b>9</b>
III.3.1. Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (POEGT).....	9
III.3.2 Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe (POEMyRGMMyMC). .....	13
<b>III.4. Decretos y Programas de Manejo de Áreas Naturales Protegidas y otros documentos normativos.....</b>	<b>23</b>
III.4.1. Áreas Naturales Protegidas .....	23
III.4.2. Convención RAMSAR.....	27
<b>III.5. Instrumentos jurídicos ambientales aplicables al Proyecto.....</b>	<b>29</b>
III.5.1. Leyes y Reglamentos.....	29
III.5.2. Normas Oficiales Mexicanas.....	36

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

Para el desarrollo de este capítulo se revisaron planes y programas federales y del estado de Quintana Roo; asimismo, se identificaron los instrumentos jurídicos y de planeación que regulan el uso del suelo y el aprovechamiento de los recursos naturales.

#### III.1. Instrumentos de planeación nacional

##### III.1.1. Plan Nacional de Desarrollo (PND), 2013-2018.

El Plan Nacional Desarrollo en México es el documento rector del Ejecutivo Federal en el que precisan los objetivos nacionales, estrategias y prioridades del desarrollo integral y sustentable del país. Está estructurado en cinco metas nacionales, y el presente Proyecto se relaciona con los objetivos, estrategias y líneas de acción establecidos en la Meta IV. *México Próspero*.

En el diagnóstico de la meta IV. México Próspero se indica que el uso y suministro de energía son esenciales para las actividades productivas de la sociedad. Su escasez derivaría en un obstáculo para el desarrollo de cualquier economía.

Por ello, es imperativo satisfacer las necesidades energéticas del país, identificando de manera anticipada los requerimientos asociados al crecimiento económico y extendiéndolos a todos los mexicanos, además de los beneficios que derivan del acceso y consumo de la energía.

Respecto a la cobertura de electricidad, el servicio se ha expandido y cubre alrededor del 98% de la población. Si hoy en día existe capacidad suficiente respecto al consumo nacional de electricidad, hacia el futuro la mayor incorporación de usuarios y un mejor acceso al suministro de energía, significarán un reto para satisfacer las necesidades de energía de la población y de la planta productiva del país.

En el informe *Doing Business 2013*, elaborado por el Banco Mundial, en México se reportan dificultades de las empresas para obtener electricidad, rubro en el que el país ocupa la posición 130. En este contexto, el plan establece el fortalecimiento y el abastecimiento racional de la energía eléctrica.

La construcción del Proyecto, se vincula con la meta IV del PND 2013-2018, ya que coadyuvará a homologar las condiciones de suministro de energía eléctrica en la Isla Holbox. En la Tabla III.1.1-1 se destacan algunos objetivos, metas, estrategias y lineamientos que guardan relación con el desarrollo del Proyecto.

**Tabla III.1.1-1. Objetivos del Plan Nacional de Desarrollo.**

Meta IV. México Próspero	Proyecto
<p><b>Objetivo 4.4.</b> Impulsar y orientar un crecimiento verde incluyente y facilitador que preserve nuestro patrimonio natural al mismo tiempo que genere riqueza, competitividad y empleo.</p> <p><b>Estrategia 4.4.1.</b> Implementar una política integral de desarrollo que vincule la sustentabilidad ambiental con costos y beneficios para la sociedad.</p> <p><b>Líneas de acción</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Alinear y coordinar programas federales, e inducir a los estatales y municipales para facilitar un crecimiento verde incluyente con un enfoque transversal.</li> <li>• 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.</li> </ul>	<p>El Proyecto se vincula con los programas federales, estatales y municipales, así como con las acciones establecidas en la legislación ambiental vigente.</p> <p>En este capítulo, se analizan los diferentes instrumentos de planeación que ordenan la zona de estudio donde se ubicará el Proyecto, a fin de establecer su correspondencia con los instrumentos aplicables y demostrar que con el desarrollo no se contravienen los lineamientos y disposiciones ambientales.</p>
<p><b>Objetivo 4.6.</b> Abastecer de energía al país con precios competitivos, calidad y</p>	<p>El Proyecto, se vincula con las líneas de</p>

Meta IV. México Próspero	Proyecto
<p>eficiencia lo largo de la cadena productiva.</p> <p><b>Estrategia</b></p> <p>4.6.2. Asegurar el abastecimiento racional de energía eléctrica a lo largo del país</p> <p><b>Líneas de acción</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Homologar las condiciones de suministro de energía eléctrica en el país.</li> <li>• Modernizar la red de transmisión y distribución de electricidad.</li> </ul>	<p>acción de la estrategia 4.6.2, ya que tiene como objetivo modernizar y reforzar el suministro eléctrico de la población de la Isla Holbox. El cual actualmente es insuficiente para atender la demanda de los habitantes y el sostenimiento de sus actividades productivas.</p>

### III.1.2. Programa Sectorial de Energía (PSE), 2013-2018.

Este Programa se deriva del Plan Nacional de Desarrollo y en consecuencia ajusta sus políticas, metas y objetivos a los de dicho Plan Nacional. Del programa sectorial de energía se destacan las siguientes estrategias y líneas de acción que guardan relación con el Proyecto.

- *Estrategia 2.2: Disponer de infraestructura eléctrica en las mejores condiciones para proveer el servicio con estándares de seguridad, calidad y eficiencia*
- *Línea de acción 2.2.1: Mantener, modernizar y rehabilitar la infraestructura eléctrica para optimizar la operación del sistema.*
- *Línea de acción 2.2.2: Establecer programas que incrementen la eficiencia energética de los procesos de generación, transmisión y distribución de energía eléctrica.*

Estas líneas de acción se vinculan con el Proyecto ya que se contribuye a la mejora, modernización e incremento de la eficiencia en los procesos de transmisión y distribución de energía eléctrica; por lo que las actividades están acorde al PSE 2013-2018.

### III.1.3. Programa de Desarrollo del Sistema Eléctrico Nacional 2018-2032

El Programa de Desarrollo del Sistema Eléctrico Nacional, PRODESEN, es un documento que contiene la planeación del Sistema Eléctrico Nacional y reúne los elementos relevantes del PIIRCE (Programa Indicativo para la Instalación y Retiro de Centrales Eléctricas), así como de otros programas, como lo son los de ampliación y modernización de la Red Nacional de Transmisión (PAMRNT) y de las Redes Generales de Distribución (PAMRGD). Dichos documentos, son la base fundamental para definir que Proyectos se llevarán a cabo previa instrucción de la SENER.

Los programas serán elaborados anualmente y tendrán una proyección de quince años.

El PRODESEN, incluye al Programa de Ampliación y Modernización de las Redes Generales de Distribución (PAM-RGD), este contiene los datos del crecimiento ordenado y armónico de las RGD. Es el resultado de analizar el comportamiento del sistema de distribución y de los estudios de planeación, para satisfacer la creciente demanda, mejorar la eficiencia, calidad y confiabilidad del suministro de energía eléctrica, e identificar aquellas comunidades rurales y zonas urbanas marginadas que no cuentan con este servicio.

En este sentido, el PAM-RGD contempla objetivos, de los que se derivan líneas de acción y los Proyectos, que se llevarán a cabo en el periodo 2018-2022.

Estos objetivos tienen una fuerte interrelación, de tal forma que los Proyectos y obras que se realicen contribuyen a la mejora del sistema eléctrico; tal como las obras de ampliación que, en muchos de los casos, permitirán atender la creciente demanda, mejorar los indicadores de confiabilidad y reducir pérdidas.



Con fundamento en lo anterior el Objetivo 1. Satisfacer la oferta y demanda de energía eléctrica en las RGD se relaciona con los Proyectos de la línea de acción 1.1, al considerar la interconexión de la isla Holbox como una de las principales prioridades. Como lo presenta la Tabla III.1.3-1. En tal sentido, el PRODESEN indica que este Proyecto debe llevarse a cabo en el periodo 2018-2019.

**Tabla III.1.3-1. Líneas de acción PRODESEN 2018-2032.**

Línea de acción 1.1	Atender la demanda de usuarios actuales y nuevos usuarios
Proyectos	Instalación de acometidas y medidores <b>Interconectar la Isla Holbox</b>
Línea de acción 1.2	Garantizar el acceso abierto a la generación distribuida
Proyectos	Capacidad de alojamiento de GD de las RGD
Línea de acción 1.3	Electrificación de comunidades rurales y zonas urbanas marginadas
Proyectos	Fondo de Servicio Universal Eléctrico

### III.1.4. Estrategia Nacional de Cambio Climático

La Estrategia Nacional de Cambio Climático es el instrumento rector de la política nacional en el mediano y largo plazo para enfrentar los efectos del cambio climático y transitar hacia una economía competitiva, sustentable y de bajas emisiones de carbono.

Al ser el instrumento rector, éste describe los ejes estratégicos y líneas de acción a seguir con base en la información disponible del entorno presente y futuro, para así orientar las políticas de los tres órdenes de gobierno, al mismo tiempo que fomenta la corresponsabilidad con los diversos sectores de la sociedad. Esto con el objetivo de atender las prioridades nacionales y alcanzar el horizonte deseable para el país en el largo plazo.

A nivel federal, los Programas Estatales de Cambio Climático (PECC) definirán los objetivos sexenales y acciones específicas de mitigación y adaptación cada seis años, al mismo tiempo, asigna entidades responsables y metas.

A un nivel local, serán los estados y municipios en sus respectivos ámbitos de competencia, los encargados de vigilar e implementar los programas en materia de cambio climático. En este sentido, el Programa Estatal de Acción ante el Cambio Climático de Quintana Roo (PEACCQR), tiene por objeto establecer estrategias y líneas de acción en corto, mediano y largo plazo; lo anterior con la intención de prevenir y mitigar los efectos adversos del Cambio Climático en Quintana Roo; así mismo articula, coordina y orienta las acciones y medidas de mitigación y adaptación al cambio climático entre sector gubernamental, académico, iniciativa privada, sociedad civil y organizaciones no gubernamentales (SEMA, 2017).

El Proyecto consiste de una línea distribución de energía eléctrica, la cual será energizada a través de su conexión a un circuito eléctrico ya existente, por lo que no genera emisiones de gases de efecto invernadero.

De acuerdo con los resultados del Inventario de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero 2011, donde se integra un listado de emisiones y sus fuentes, las actividades que conllevan la transmisión de energía eléctrica, no se consideraron dentro de las seis categorías preponderantes.

Con el desarrollo del Proyecto se promoverá que dejen de operar las unidades de generación de combustión interna a base de diésel, dejando de emitirse gases de efecto

invernadero del orden anual de 10,538.47 ton de CO<sub>2</sub>, 3.16 ton de SO<sub>2</sub>, 53.2 ton de CO y 200.25 ton de NO<sub>x</sub>.

Actualmente las unidades proporcionan la energía eléctrica para la isla Holbox; no obstante con la implementación del Proyecto únicamente quedaran para el respaldo en caso de situaciones emergentes.

### III.2. Instrumentos de planeación estatal y municipal

#### III.2.1. Plan Estatal de Desarrollo de Quintana Roo 2016-2022.

El Plan Estatal de Desarrollo (PED) 2016-2022, establece un orden de acción pública del gobierno en el corto, mediano y largo plazo; en su estructura se mantiene una relación estratégica entre ciudadanos 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 sus respectivos programas estratégicos, estos a su vez poseen líneas de acción, además de metas específicas por programa estratégico.

Dado que las acciones a través de las cuales se pretende dar cumplimiento a metas y objetivos del plan son responsabilidad de las instancias del gobierno de Quintana Roo, resulta difícil establecer una vinculación clara y objetiva entre las disposiciones de dicho plan y los objetivos del Proyecto.

No obstante, en las estrategias y lineamientos se establecen disposiciones relacionadas con el medio ambiente, competitividad e inversión. Para el caso del eje rector 1 las líneas de acción se detallan en la Tabla III.2.1-1.

**Tabla III.2.1-1. Estrategias y líneas de acción del PED-QR y su vinculación con el Proyecto.**

<b>Eje rector 1. Desarrollo y diversificación económica con oportunidad para todos</b>	
<b>Estrategias y líneas de acción</b>	<b>Vinculación con el Proyecto</b>
<p><b>Programa 3 Competitividad e inversión</b></p> <p>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 a sus vocaciones productivas y elevan su competitividad.</p> <p>Líneas de acción</p> <p>5. Promover el portafolio de inversión de Quintana Roo que integre las ventajas competitivas de las regiones del estado y que propicie la inversión directa y Proyectos detonadores en zonas estratégicas del estado.</p> <p>16. integrar, con el apoyo del sector empresarial y, poner en coordinación con la Secretaría de Infraestructura y Transporte, el programa integral para la modernización de la infraestructura económica de la entidad.</p>	<p>La inversión en infraestructura física es un factor muy importante para el desarrollo económico.</p> <p>El hecho de no contar con un sistema de distribución eficiente que pueda abastecer los requerimientos de energía eléctrica, evita que la industria se desarrolle en los municipios donde se carece de ella.</p> <p>El impulso por dotar de energía eléctrica es fundamental para la atracción de inversiones, con lo cual se favorece la creación de empleos y la mejora de la calidad de vida de los habitantes.</p> <p>El plan de desarrollo del estado de Quintana Roo , contempla dotar, fomentar y promover el crecimiento en las áreas donde los inversionistas tanto nacionales como extranjeros hayan creado diversas industrias, las cuales traerán como resultado una mayor fluidez económica para el estado, así como la creación de empleos, con los cuales se verán favorecidos los habitantes de las poblaciones aledañas y empresas de la zona generando valor económico y rentabilidad sostenible, por lo tanto la CFE requiere la modernización y fortalecimiento de la</p>

<b>Eje rector 1. Desarrollo y diversificación económica con oportunidad para todos</b>	
	<p>infraestructura eléctrica, que garantice la confiabilidad, sustentabilidad, continuidad, seguridad y calidad de la energía eléctrica.</p> <p>El Proyecto tiene por objeto reforzar el suministro de energía eléctrica de la isla Holbox para apoyar a las necesidades básicas y productivas de la población de la isla, ya que el servicio actual es insuficiente para garantizar un abasto confiable y continuo.</p>

En los ejes rectores 4 y 5 destacan el fomento a la inversión de Proyectos detonadores, que garantice seguridad y certeza jurídica, así como el establecimiento de programas de incentivos que permitan diversificar las inversiones regionales de acuerdo a sus vocaciones productivas y elevan su competitividad. Así como establecer y desarrollar las políticas de planeación y ordenamiento sustentable, territorial, urbano y metropolitano en un trabajo coordinado entre los tres niveles de gobierno, el sector empresarial, social y académico (Tabla III.2.1-2).

**Tabla III.2.1-2. Estrategias y líneas de acción del PED-QR y su vinculación con el Proyecto (Continuación).**

<b>Eje rector 4. Desarrollo social y combate a la desigualdad</b>	
<p><b>Programa 21 Combate a la pobreza</b></p> <p>Estrategia: Generar condiciones de igualdad de oportunidad para todos los quintanarroenses mediante la atención de las necesidades más apremiantes de las zonas de alta marginación y pobreza.</p> <p>Líneas de acción</p> <p>26. Coadyuvar con los gobiernos municipales en la ampliación de la cobertura del alumbrado público.</p>	<p>Con el desarrollo del Proyecto se beneficiarán a 1412 servicios unifamiliares, 23 servicios en media tensión y 10 servicios en baja tensión para alumbrado público; para prestar el servicio aproximadamente a 2000 habitantes, así como apuntalar las actividades turísticas de la zona. Entre los beneficios destacan:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Atención de la demanda normal proyectada al año 2023 de 3060 MW.</li> <li>• Confiabilidad, continuidad y calidad en el servicio de energía eléctrica a la Isla.</li> <li>• Interconexión al Sistema Eléctrico de Distribución de la DDP.</li> <li>• Dejar fuera de operación a las unidades móviles de generación que actualmente surten la energía a la Isla, dejándose de emitir gases de efecto invernadero.</li> </ul>
<b>Eje rector 5. Crecimiento ordenado con sustentabilidad ambiental</b>	
<p><b>Programa 27 Desarrollo urbano sostenible y ordenamiento territorial con visión regional y metropolitana.</b></p> <p>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, el sector empresarial, social y académico.</p> <p>Línea de acción:</p> <p>16. Elaborar el Programa Estatal de Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano de Quintana Roo.</p>	<p>El establecimiento de políticas de planeación y ordenamiento sustentable, así como la elaboración y promulgación de los instrumentos correspondientes es una responsabilidad del Gobierno del estado de Quintana Roo.</p> <p>Al momento de la elaboración de la MIA del Proyecto, no se ha expedido el Programa Estatal de Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano de Quintana Roo. No obstante, en este capítulo se realiza la vinculación del Proyecto con los ordenamientos y demás instrumentos de planeación vigentes que aplican en el área de estudio.</p>
<p><b>Programa 28 Medio ambiente y sustentabilidad</b></p> <p>Estrategia: Desarrollar instrumentos, mecanismos y programas orientados a concientizar, regular, cumplir y vigilar la normativa ambiental aplicable en los Proyectos, actividades, desarrollos</p>	<p>El Proyecto es de competencia federal y como tal, con la presentación de la MIA, cumple con la legislación ambiental aplicable, garantizando la evaluación de los impactos que pudiera ocasionar y la aplicación de las medidas de mitigación correspondientes, con lo se coadyuva a cumplir</p>

<p>existentes y futuros, en corresponsabilidad con los sectores público, privado y social.</p> <p>Línea de acción:</p> <p>2. Fortalecer, en coordinación con los gobiernos federal y municipal, la gestión integral de los residuos sólidos en el estado.</p> <p>11. Elaborar y publicar los programas de manejo para las ANP de competencia estatal.</p> <p>31. Implementar acciones de seguimiento del mangle y otros ecosistemas degradados.</p> <p>50. Vigilar y aplicar el cumplimiento de la legislación en materia ambiental de posibles infracciones y delitos contra el equilibrio ecológico.</p> <p>56. Incorporar variables ambientales en el diseño de Proyectos, actividades y políticas públicas.</p>	<p>con esta estrategia.</p> <p>Los residuos sólidos que pueda generar el Proyecto se clasificarán y manejarán conforme a la normativa aplica. El municipio de Lázaro Cárdenas, cuya cabecera municipal es Kantunilkin, cuenta con un relleno sanitario. Se solicitará la autorización del municipio.</p> <p>El Proyecto se ubica dentro del polígono del ANP Yum Balam. En la sección de áreas naturales protegidas de este capítulo, se presenta la vinculación del Proyecto con las disposiciones establecidas en el decreto del ANP Yum Balam, de competencia federal, debido a que el programa de manejo aún no se ha expedido y publicado. El Proyecto no afectará zonas de manglar.</p>
<p><b>32 Servicio público de calidad</b></p> <p>Estrategia: Incrementar y fomentar en coordinación con los municipios, la inversión pública y privada en materia de servicios públicos, optimizando y transparentando la inversión.</p> <p>Línea de acción</p> <p>13. Promover, en coordinación con los municipios, la concesión del alumbrado, para ofrecer un mejor servicio.</p>	<p>El Proyecto tiene por objeto reforzar el suministro de energía eléctrica de la isla Holbox para apoyar a las necesidades básicas y productivas de la población de la isla, ya que el servicio actual es insuficiente para garantizar un abasto confiable y continuo.</p> <p>Con el reforzamiento del servicio habrá suficiente oferta de energía eléctrica para mejorar el alumbrado público en las localidades involucradas por el Proyecto.</p>
<p><b>Programa 33. Desarrollo insular del estado</b></p> <p>Estrategia: Coordinar acciones específicas para la planeación, promoción y gestión del territorio insular del estado de acuerdo con la Estrategia Nacional de Islas.</p> <p>4. Realizar un Programa de Desarrollo de los Territorios Insulares de Quintana Roo, acorde a un plan estratégico estatal de sustentabilidad en materia de desarrollo urbano, turismo y medio ambiente.</p> <p>9. Apoyar y fortalecer a la administración y operación de áreas naturales protegidas para su conservación y en su caso el aprovechamiento sustentable.</p>	<p>El establecimiento de estas acciones corresponde al Gobierno del estado de Quintana Roo.</p> <p>Al momento de la elaboración de la MIA del Proyecto, no se ha expedido el Programa de Desarrollo de los Territorios Insulares de Quintana Roo, en este capítulo se vincula el Proyecto con los ordenamientos y demás instrumentos de planeación vigentes que apliquen en el área de estudio.</p>

### III.2.2. Programa Estatal de Desarrollo Urbano de Quintana Roo (PEDU-QR)

El municipio como entidad de gobierno ocupa un lugar importante en la estrategia de desarrollo urbano. En la fracción V del artículo 115 constitucional se sientan las bases para que los municipios formulen, aprueben y administren la zonificación y sus planes de desarrollo urbano, con el fin de prever las necesidades futuras de crecimiento ordenado de las localidades municipales, para hacer frente al desmedido crecimiento de las poblaciones y la irregularidad en la tenencia de los municipios.

El PEDU-QR establece políticas, estrategias (Criterios), y programas que contiene las obras y acciones que es necesario realizar, para logra el ordenamiento del estado, así como los usos del suelo en el territorio, que permita un desarrollo equilibrado de las regiones que lo integran, en donde aún no se han expedido dichos instrumentos de regulación.

Los planes y programas de desarrollo urbano para los centros de población vigentes, así como los demás estudios relacionados con el desarrollo urbano del estado son acogidos

por el PEDU-QR, a fin de coordinar los objetivos, estrategias y programas contenidos en ellos con los propios del plan.

Los programas de ordenamiento ecológico y territorial que sugiere el plan en el área de interés son:

- II Programa ordenamiento ecológico y recursos naturales, punto II.2 Proyecto RN.1.2, considera la elaboración del Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial, en el municipio Lázaro Cárdenas (Porción no incluida en el ANP de YUM-BALAM), con nivel de prioridad media.
- III Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano, Proyecto PT 1.4 Elaboración y adecuación de la normatividad, Programa de Desarrollo Urbano del centro de población de Holbox.

De acuerdo con la información presentada en la página del gobierno del estado de Quintana Roo, no se han expedido los instrumentos programados en el PEDU-QR para el municipio de Lázaro Cárdenas y el centro de población de Holbox, por lo que en el presente estudio no se analizan ni se presenta la vinculación con los mismos.

### **III.3. Programas de ordenamiento territorial y ecológico**

De conformidad con la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA), el ordenamiento ecológico se define 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 medio ambiente 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 los mismos.

Existen dos tipos de ordenamiento, los territoriales que se derivan de la Ley General de Asentamientos Humanos y los ecológicos del territorio que emanan de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA).

Al momento de la elaboración de la presente manifestación de impacto ambiental, el estado de Quintana Roo no cuenta con ordenamiento ecológico territorial, por lo que en el área de estudio del Proyecto son aplicables las disposiciones establecidas en el Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio, así como del Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe, cuya vinculación con el Proyecto se describe a continuación.

#### **III.3.1. Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (POEGT)**

Publicado en el Diario Oficial de la Federación del 7 de septiembre de 2012. El POEGT actúa sobre todo el territorio nacional en su porción terrestre; incluyendo a las islas sobre las que la nación ejerce su soberanía y jurisdicción como parte integral del territorio mexicano, por su escala y alcance, el POEGT es inductivo y no tiene como objeto regular el uso del suelo.

Cada sector tiene sus prioridades y metas, sin embargo, en su formulación e instrumentación, los sectores adquieren el compromiso de orientar sus programas, Proyectos y acciones de tal forma que contribuyan al desarrollo sustentable de cada región, en congruencia con las prioridades establecidas en este Programa y sin menoscabo del cumplimiento de programas de ordenamiento ecológico locales o regionales vigentes.

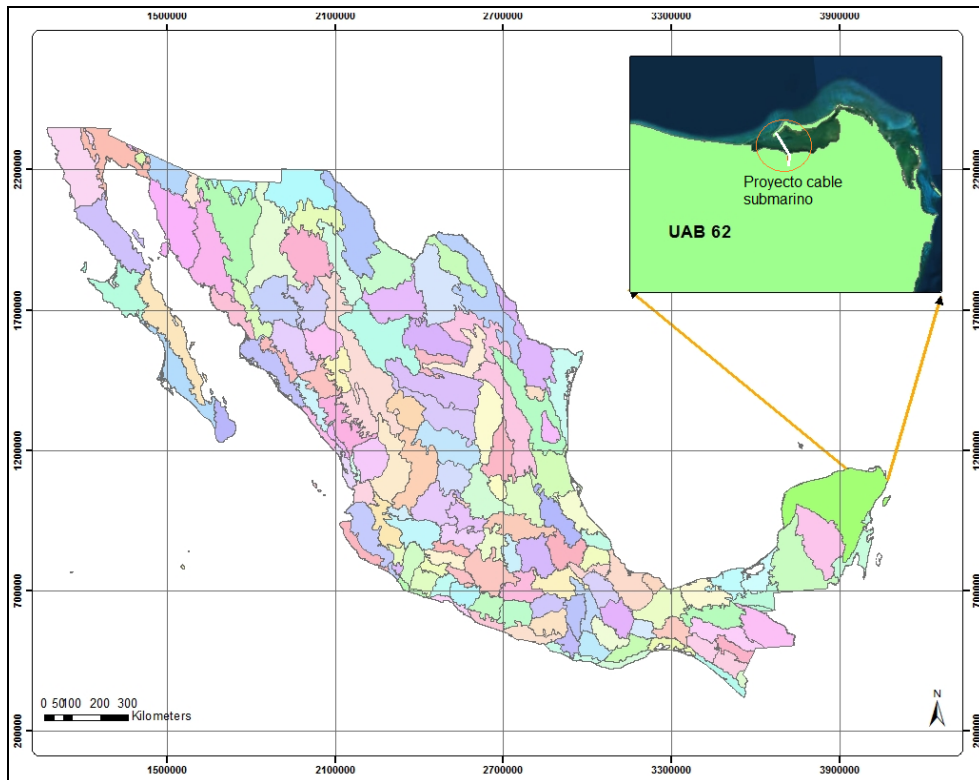
El POEGT se constituye por 80 regiones ecológicas dentro de las cuales se distribuyen 145 Unidades Ambientales Biofísicas (UAB), representadas a escala 1: 2000000 a las

cuales les fueron asignados lineamientos y estrategias ecológicas específicas (Figura III.3.1-1).



**Figura III.3.1-1. Unidades Ambientales Biofísicas (UAB) que componen el POEGT.**

El Proyecto, se localiza al norte de Quintana Roo, en la Región Ecológica 17.33, dentro de la Unidad Ambiental Biofísica (UAB) 62 denominada Karst de Yucatán y Quintana Roo (Figura III.3.1-2.)



Fuente: POEGT/SEMARNAT

**Figura III.3.1-2. Ubicación del Proyecto en la UGA 62 del POEGT.**

En la UAB 62 aplican políticas de restauración, protección y aprovechamiento sustentable. Como ejes rectores del desarrollo se identifican: la preservación de flora, fauna y el

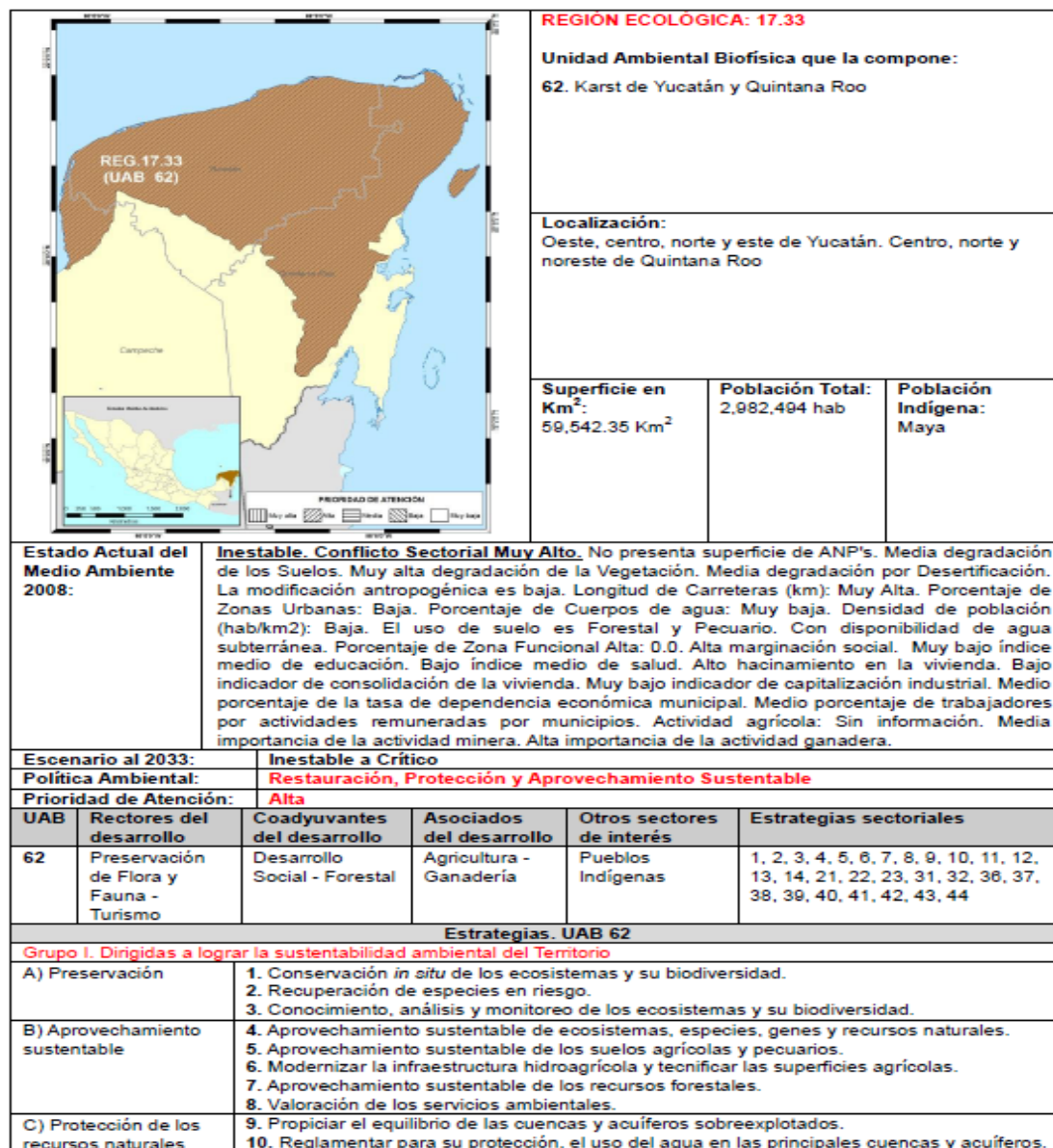
turismo; como coadyuvantes se impulsa el desarrollo social y el forestal, mientras que como ejes asociados se manifiesta la ganadería y la agricultura, además existe presencia de pueblos indígenas. Lo anterior se resume en la Tabla III.3.1-1.

**Tabla III.3.1-1. Tabla del Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (modificada).**

CLAVE REGION	UAB	NOMBRE DE LA UAB	RECTORES DEL DESARROLLO	COADYUVANTES DEL DESARROLLO	ASOCIADOS DEL DESARROLLO	OTROS SECTORES DE INTERES	POLITICA AMBIENTAL	NIVEL DE ATENCION PRIORITARIA	ESTRATEGIAS
17.33	62	KARST DE YUCATAN Y QUINTANA ROO	PRESERVACION DE FLORA Y FAUNA TURISMO	DESARROLLO SOCIAL FORESTAL	AGRICULTURA GANADERIA	PUEBLOS INDIGENAS	RESTAURACION, PROTECCION Y APROVECHAMIENTO SUSTENTABLE	ALTA	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: POEGT/SEMARNAT

Como se aprecia en la ficha técnica (Figura III.3.1-3 a y b), el estado del medio ambiente para el año 2008 indica que es una zona inestable con conflicto sectorial muy amplio. Media degradación de los suelos por desertificación y muy alta degradación de la vegetación. El uso de suelo es forestal y pecuario, con disponibilidad de agua subterránea; la densidad de población es baja, y se presenta alta marginación social.



Fuente: Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio, SEMARNAT 2012.

**Figura III.3.1-3a. Ficha técnica Región Ecológica 17.33 y UAB 62 Karst de Yucatán y Quintana Roo.**

	<p>11. Mantener en condiciones adecuadas de funcionamiento las presas administradas por CONAGUA.</p> <p>12. Protección de los ecosistemas.</p> <p>13. Racionalizar el uso de agroquímicos y promover el uso de biofertilizantes.</p>
D) Restauración	14. Restauración de los ecosistemas forestales y suelos agrícolas.
E) Aprovechamiento sustentable de recursos naturales no renovables y actividades económicas de producción y servicios	<p>21. Rediseñar los instrumentos de política hacia el fomento productivo del turismo.</p> <p>22. Orientar la política turística del territorio hacia el desarrollo regional.</p> <p>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).</p>
<b>Grupo II. Dirigidas al mejoramiento del sistema social e infraestructura urbana</b>	
D) Infraestructura y equipamiento urbano y regional	<p>31. Generar e impulsar las condiciones necesarias para el desarrollo de ciudades y zonas metropolitanas seguras, competitivas, sustentables, bien estructuradas y menos costosas.</p> <p>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 las mismas para impulsar el desarrollo regional.</p>
E) Desarrollo Social	<p>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.</p> <p>37. Integrar a mujeres indígenas y grupos vulnerables al sector económico-productivo en núcleos agrarios y localidades rurales vinculadas.</p> <p>38. Fomentar el desarrollo de capacidades básicas de las personas en condición de pobreza.</p> <p>39. Incentivar el uso de los servicios de salud, especialmente de las mujeres y los niños de las familias en pobreza.</p> <p>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.</p>
<b>Grupo III. Dirigidas al Fortalecimiento de la gestión y la coordinación institucional</b>	
A) Marco Jurídico	42. Asegurar la definición y el respeto a los derechos de propiedad rural.
B) Planeación del Ordenamiento Territorial	<p>43. Integrar, modernizar y mejorar el acceso al catastro rural y la información agraria para impulsar proyectos productivos.</p> <p>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.</p>

Fuente: Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio, SEMARNAT 2012.

**Figura III.3.1-3b. Ficha técnica Región Ecológica 17.33 y UAB 62  
Karst de Yucatán y Quintana Roo.**

El Acuerdo mediante el cual se publicó el POEGT establece que:

*“Por su escala y alcance, el POEGT no tiene como objeto autorizar o prohibir el uso del suelo para el desarrollo de las actividades sectoriales. Cada sector tiene sus prioridades y metas, sin embargo, en su formulación e instrumentación, los sectores adquieren el compromiso de orientar sus programas, Proyectos y acciones de tal forma que contribuyan al desarrollo sustentable de cada región, en congruencia con las prioridades establecidas en este Programa y sin menoscabo del cumplimiento de programas de ordenamiento ecológico locales o regionales vigentes”.*

Asimismo, cabe aclarar que la ejecución de este Programa es independiente del cumplimiento de la normatividad aplicable a otros instrumentos de política ambiental, entre los que se encuentran: las Áreas Naturales Protegidas y las Normas Oficiales Mexicanas.

En este sentido es importante resaltar que CFE tendrá a bien observar las directrices definidas en el ordenamiento para las 145 UGB del POEGT, en sus programas, Proyectos y acciones, que contribuyan al desarrollo sustentable de cada región. Así mismo atenderá y dará cumplimiento a todas y cada una de las disposiciones establecidas en dicho sentido por otras instancias de la Administración Pública Federal, estatal y municipal.

En la Ficha técnica Región Ecológica 17.33 y UAB 62 la estrategia 31 tiene como principal línea de acción:



“Generar e impulsar las condiciones necesarias para el desarrollo de ciudades y zonas metropolitanas seguras, competitivas, sustentables, bien estructuradas y menos costosas”.

Y dentro de sus acciones se menciona las siguientes prioridades:

“Atender las zonas marginadas con alta concentración de pobreza, mediante el mejoramiento de la infraestructura básica y equipamiento urbano, así como con la entrega de servicios sociales y acciones de desarrollo comunitario”.

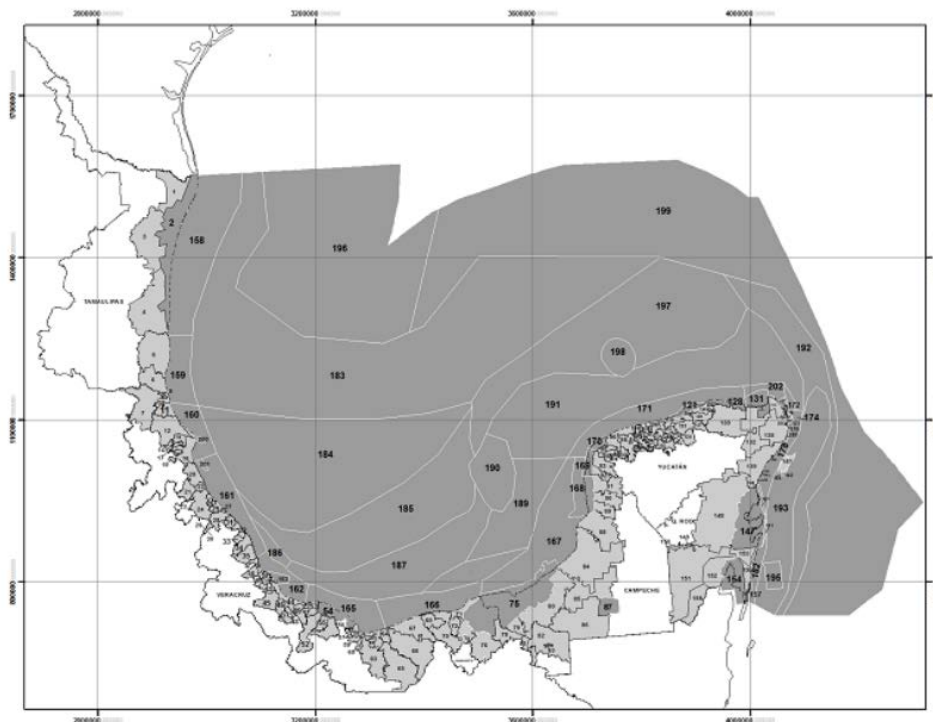
Lo anterior, debido a que el Proyecto es una obra de infraestructura básica que reforzará el suministro eléctrico de la isla Holbox, actualmente insuficiente para cubrir las necesidades básicas y sostener las actividades productivas de la población que la habita.

### III.3.2 Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe (POEMyRGMMyMC).

El *POEMyRGMMyMC*, publicado el 24 de noviembre de 2012 en el Diario Oficial de la Federación, el Área Sujeta a Ordenamiento (ASO) está integrada por dos componentes: el área marina que incluye las zonas federales adyacentes del Golfo de México y Mar Caribe y Regional que comprende 142 municipios con influencia costera de los estados de Quintana Roo, Yucatán, Campeche, Tabasco, Veracruz y Tamaulipas.

Este instrumento es de carácter inductivo, que identifica orienta y enlaza las políticas, programas, Proyectos y acciones de la administración pública que contribuyan a lograr las metas regionales que en él se plantean y optimizar el uso de los recursos públicos de acuerdo con la aptitud del territorio.

El modelo de ordenamiento considera dentro de su ámbito de aplicación 202 Unidades de Gestión Ambiental (UGA), 54 comprenden las áreas ubicadas en zonas marinas, que incluyen 26 Áreas Naturales Protegidas (ANP) de competencia Federal y 149 áreas regionales que también incorpora 3 ANP Federales que no tienen contacto directo con el mar, así como 14 ANP Estatales (Figura III.3.2-1).



Fuente: *POEMyRGMMyMC*/SEMARNAT

**Figura III.3.2-1. Unidades de Gestión Ambiental del *POEMyRGMMyMC*.**

De acuerdo con la regionalización del Programa, el área de estudio se ubica en las UGAs 132 (Lázaro Cárdenas) y en la 131 (Área de Protección de Flora y Fauna Yum Balam) (Figura III.3.2-2.).

Tipo de UGA	Marina (ANP – Federal)	
Nombre:	Area de Protección de Flora y Fauna Yum Balam	
Municipio:	Lázaro Cárdenas	
Estado:	Quintana Roo	
Población:	2,483 Habitantes	
Superficie:	152,583.258 Ha.	
Subregión:		
Islas:	Presentes: Aplicar criterios para Islas	
Puerto Turístico	Presente	
Puerto Comercial		
Puerto Pesquero	Presente	
Nota:	Aplicar Decreto y Programa de Manejo del ANP	

**Figura III.3.2-2. Ubicación del Proyecto en la UGA 131.**

Las características generales se resumen en la Tabla III.3.2-1. Cabe aclarar que el Proyecto y su área de influencia directa se ubican sólo en la UGA 131, por lo que la UGA 132 sólo se menciona con fines indicativos pero sus disposiciones no son aplicables al Proyecto.

**Tabla III.3.2-1. Características generales de las UGAs que involucra el área de estudio del Proyecto.**

Área	UGA	Nombre	Municipio/estado	Criterios de aplicación
Regional	132	Lázaro Cárdenas	Lázaro Cárdenas/ Quintana Roo	Acciones generales y específicas
Marina	131	ANP Federal Área de Protección de Flora y Fauna Yum Balam	Lázaro Cárdenas/ Quintana Roo	Criterios para islas Decreto y Programa de Manejo Acciones generales y específicas

Fuente: POEMyRGMMyMC 2012.

En la UGA 131 aplican acciones generales (Tabla III.3.2-2). Y las específicas (Tabla III.3.2-3), que serán implementadas por los sectores participantes en el proceso de ordenamiento ecológico de acuerdo a sus atribuciones. Cabe señalar que el anexo 6 del Programa de Ordenamiento determina la responsabilidad que cada sector tendrá en la aplicación de las acciones generales y específicas. En este sentido, en la tabla III.5 se indican las acciones generales y específicas en las cuales CFE tiene alguna responsabilidad ya sea en forma directa o indirecta.

**Tabla III.3.2-2. Acciones generales aplicables en las UGA 131.**

Clave	Acción General	Responsable	Vinculación
G027	Promover el uso de combustibles de no origen fósil.	SENER, CFE, Estados, Municipios	Con la Reforma Energética, las atribuciones de CFE fueron modificadas, atribuyéndose a la SENER la responsabilidad de la implementación de políticas, planes y programas en materia de uso de combustibles, eficiencia energética,
G028	Promover el uso de energías renovables.	SENER, CFE, Estados, Municipios.	

Clave	Acción General	Responsable	Vinculación
G029	Promover un aprovechamiento sustentable de la energía.	SENER, CFE, Estados, Municipios.	promoción de fuentes de energías renovables, entre otras atribuciones.
G030	Fomentar la producción y uso de equipos energéticamente más eficientes.	SENER, CFE, Estados, Municipios.	Ley de la Industria Eléctrica, establece que la Secretaría de Energía está facultada para: Capítulo II De las Autoridades
G031	Promover la sustitución de combustibles, en los casos en que sea posible, por otros que emitan menos contaminantes que contribuyan al calentamiento global.	SENER, CFE, Estados, Municipios.	Artículo 11.- I. Establecer, conducir y coordinar la política energética del país en materia de energía eléctrica; III. Dirigir el proceso de planeación y la elaboración del Programa de Desarrollo del Sistema Eléctrico Nacional;
G032	Promover la generación y uso de energía a partir de hidrógeno.	SENER, CFE, Estados, Municipios.	Determinar, con la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, otras tecnologías que se consideran Energías Limpias.
G033	Promover la investigación y desarrollo en tecnologías limpias.	SENER, CFE, Estados, Municipios	En este caso, CFE promueve un Proyecto específico de una línea de distribución que tiene por objeto reforzar el suministro de energía que demanda actualmente la población de la Isla Holbox.
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 la energía solar pasiva.	SEDESOL, SECTUR, SENER, CFE, Estados, Municipios.	No obstante, de manera indirecta, con el desarrollo del Proyecto CFE contribuye con algunas de las acciones generales que persigue el Programa de Ordenamiento ya que dejarán de operar las unidades móviles a base de diésel que actualmente generan la energía que requiere la Isla. Con ello dejarán de emitirse gases de efecto invernadero y se mejorará la calidad del aire en la Isla.
G035	Establecer medidas que incrementen la eficiencia energética de las instalaciones domésticas existentes.	SEDESOL, SENER, CFE, Estados, Municipios.	
G036	Establecer medidas que incrementen la eficiencia energética de las instalaciones industriales existentes.	SENER, CFE, Estados, Municipios.	
Clave	Acciones Específicas	Principales Responsables	Vinculación
A033	Fomentar el aprovechamiento de la energía eólica excepto cuando su infraestructura pueda afectar corredores de especies migratorias.	SENER, CFE.	Con la Reforma Energética, las atribuciones de CFE fueron modificadas, atribuyéndose a la SENER la responsabilidad de la implementación de políticas, planes y programas en materia de uso de combustibles, eficiencia energética, promoción de fuentes de energías renovables, entre otras atribuciones.
A034	Promover mecanismos de generación de energía eléctrica usando la fuerza mareomotriz.	SENER, CFE, Estados, Municipios.	Ley de la Industria Eléctrica, establece que la Secretaría de Energía está facultada para: Capítulo II De las Autoridades
A035	Promover la generación energética por medio de tecnologías mini hidráulicas.	SENER, CFE, Estados, Municipios.	Artículo 11.- I. Establecer, conducir y coordinar la política energética del país en materia de energía eléctrica;
A036	Promover el aprovechamiento de la energía geotérmica.	SENER, CFE, Estados, Municipios.	III. Dirigir el proceso de planeación y la elaboración del Programa de Desarrollo del
A037	Promover la generación energética por medio de	SENER, CFE, Estados, Municipios.	

Clave	Acción General	Responsable	Vinculación
	energía solar.		Sistema Eléctrico Nacional;
A038	Impulsar el uso de los residuos agrícolas para la generación de energía y reducir los riesgos de incendios forestales en las regiones más secas.	SENER, CFE, Estados, Municipios.	<p>Determinar, con la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, otras tecnologías que se consideran Energías Limpias.</p> <p>En este caso, CFE promueve un Proyecto específico de una línea de distribución que tiene por objeto reforzar el suministro de energía que demanda actualmente la población de la Isla Holbox.</p> <p>No obstante, de manera indirecta, CFE contribuye con algunas de las acciones generales que persigue el Programa de Ordenamiento ya que con el desarrollo del Proyecto dejarán de operar las unidades de combustión interna a base de diésel que actualmente generan la energía que requiere la Isla. Con ello dejarán de emitirse gases de efecto invernadero y se mejorará la calidad del aire en la Isla.</p>

**Tabla III.3.2-3. Acciones específicas aplicables en las UGA 131.**

Acciones Específicas							
Acción	Aplicación	Acción	Aplicación	Acción	Aplicación	Acción	Aplicación
A-001	APLICA	A-027	APLICA	A-053	APLICA	A-079	APLICA
A-002	APLICA	A-028	APLICA	A-054	APLICA	A-080	NA
A-003	APLICA	A-029	APLICA	A-055	APLICA	A-081	NA
A-004	NA	A-030	APLICA	A-056	APLICA	A-082	NA
A-005	APLICA	A-031	APLICA	A-057	APLICA	A-083	NA
A-006	APLICA	A-032	APLICA	A-058	APLICA	A-084	NA
A-007	APLICA	A-033	APLICA	A-059	APLICA	A-085	NA
A-008	APLICA	A-034	APLICA	A-060	APLICA	A-086	NA
A-009	APLICA	A-035	NA	A-061	APLICA	A-087	NA
A-010	APLICA	A-036	NA	A-062	APLICA	A-088	NA
A-011	APLICA	A-037	APLICA	A-063	APLICA	A-089	NA
A-012	APLICA	A-038	APLICA	A-064	APLICA	A-090	NA
A-013	APLICA	A-039	APLICA	A-065	APLICA	A-091	NA
A-014	APLICA	A-040	APLICA	A-066	APLICA	A-092	NA
A-015	APLICA	A-041	APLICA	A-067	APLICA	A-093	NA
A-016	APLICA	A-042	APLICA	A-068	APLICA	A-094	NA
A-017	APLICA	A-043	APLICA	A-069	APLICA	A-095	NA
A-018	APLICA	A-044	APLICA	A-070	APLICA	A-096	NA
A-019	APLICA	A-045	APLICA	A-071	APLICA	A-097	NA
A-020	APLICA	A-046	APLICA	A-072	APLICA	A-098	NA
A-021	APLICA	A-047	APLICA	A-073	NA	A-099	NA
A-022	APLICA	A-048	APLICA	A-074	APLICA	A-100	NA
A-023	APLICA	A-049	APLICA	A-075	NA		
A-024	APLICA	A-050	APLICA	A-076	NA		
A-025	APLICA	A-051	APLICA	A-077	NA		
A-026	APLICA	A-052	APLICA	A-078	APLICA		

NA = NO APLICA

De acuerdo con la ficha descriptiva de UGA 131 (III.3.2-2.), además de las acciones generales y específicas, también aplican los criterios de regulación ecológica para islas que dispone el POE, así como las disposiciones establecidas en el decreto y programa de manejo del ANP Yum Balam, cuyo análisis y vinculación con el Proyecto se retomará en la sección III.4 de este capítulo.

En la Tabla III.3.2-4. Se presentan los criterios de regulación ecológica para islas, que por su relevancia para la conservación de los recursos naturales se vinculan con el Proyecto, haciendo hincapié en que no existe afectación a formaciones coralinas y zonas de anidación con las actividades constructivas del Proyecto.

**Tabla III.3.2-4 Criterios de regulación ecológica para islas y su vinculación con las actividades del Proyecto.**

Clave	Criterio de Regulación Ecológica	Vinculación
IS -04	La construcción de marinas y muelles de gran tamaño y de servicio público o particular, deberá evitar los efectos negativos sobre la estructura y función de los ecosistemas costeros.	El Proyecto no tiene por objeto la construcción de marinas o muelles
IS -05	Inducir la reglamentación y mecanismos de control, vigilancia y monitoreo sobre el uso de productos químicos, así como inducir a la supervisión y control de los depósitos de combustible incluyendo a la transportación marítima y terrestre.	Es responsabilidad de la autoridad competente establecer la reglamentación y mecanismos de control, vigilancia y supervisión que señala este criterio. El Proyecto no guarda relación con el uso de productos químicos ni depósitos de combustibles
IS - 06	En los arrecifes tanto naturales como artificiales no se deberá arrojar o verter ningún tipo de desecho sólido o líquido y, en su caso, el aprovechamiento extractivo de organismos vivos, muertos o materiales naturales o culturales sólo se realizará bajo los supuestos que señala la Ley General de Vida Silvestre y demás disposiciones jurídicas aplicables.	El Proyecto no se ubica en zona de arrecifes ni requiere ningún tipo de aprovechamiento de organismos vivos, muertos o materiales naturales o culturales. Los residuos que se generen se clasificarán y manejarán conforme a la normativa aplicable y disponiéndolos en los sitios con que cuenta el municipio, previa autorización.
IS -07	Los prestadores de servicios acuáticos deben respetar los reglamentos que la autoridad establezca para fomentar el cuidado y preservación de la flora y fauna marinas.	Este criterio debe ser observado por los prestadores de servicios acuáticos.
IS -08	Las actividades de buceo autónomo y buceo libre deben sujetarse a los reglamentos vigentes para dicha actividad en la zona en cuanto a: profundidad de buceo, distancia para video y fotografía submarina, zonas de ascenso y descenso, pruebas de flotabilidad, equipos de seguridad, número de usuarios por guía, zonas de buceo diurno y nocturno, medidas para el anclaje, respeto a las señalizaciones y a la normatividad de uso de la Zona Federal Marítimo Terrestre.	Para el tendido del cable se atenderán los reglamentos existentes para actividades de buceo que se requieran.
IS -09	El anclaje de embarcaciones sólo se permitirá en zonas arenosas libres de corales y/u otras comunidades vegetales o animales, mediante anclas para arena.	Este criterio está dirigido a establecer las zonas en las cuales se deberá realizar el anclaje de las embarcaciones que requieren del uso constante de una superficie para dicho fin, tal es el caso de atracaderos para las embarcaciones que se utilizan para la pesca, muelles de arribo y sitios de recreación para turistas, que requieren de áreas permanentes para su anclaje.  Si bien la construcción del Proyecto requerirá el anclaje de las embarcaciones que se utilicen durante el tendido del cable, esta actividad será puntual y temporal, por lo que no es el objeto establecer zonas de anclaje permanente. En el área del Proyecto no existen zonas de corales aunque sí se distribuyen pastos marinos en distintas densidades. Por lo cual, al final de la jornada, se solicitará al contratista que ancle sus embarcaciones en las zonas destinadas para ello dentro de la zona portuaria de la Laguna de Yalahau, o bien, se anclen en zonas cercanas a la trayectoria que estén libres de pastos marinos.
IS - 10	En las colonias reproductivas de aves costeras o marinas de las islas, se deberá evitar el desarrollo	El Proyecto comprende un tramo submarino y dos tramos terrestres que se construirán de

Clave	Criterio de Regulación Ecológica	Vinculación
	de actividades o infraestructura que alteren las condiciones necesarias para mantener la viabilidad ecológica y/o la restauración de dichas colonias de anidación.	manera subterránea en las urbanas de Chiquila y Holbox, por tal motivo, no se prevén afectaciones a ninguna colonia de aves, además de que en los puntos de inicio y llegada del cable submarino y en los tramos terrestres no se identificaron sitios de reproducción de aves.
IS -11	Las construcción u operación de obras o desarrollo de actividades que requieran llevar a cabo el vertimiento de desechos u otros materiales en aguas marinas mexicanas, deberán contar con los permisos que para el efecto otorga la Secretaría de Marina y en su caso, las demás autoridades competentes.	El Proyecto no tendrá vertimiento de desechos al cuerpo de agua. No obstante, dependiendo de las necesidades de fijación del cable al fondo submarino, es probable que se deban colocar muertos de concreto o terraplenes que fijen el cable al fondo marino. En su momento, se tramitará el permiso correspondiente con la SEMAR, pues para ello se requiere contar con la autorización de impacto ambiental de manera previa.
IS-12	Se deberá evitar la introducción de especies no nativas de la isla y procurar la erradicación de aquellas que ya han sido introducidas.	El Proyecto no contempla la introducción de ningún tipo de especie vegetal o animal.
IS-13	Se deberá mantener la cobertura vegetal nativa de la isla al menos en un 60%	La mayor parte del Proyecto será submarina. Los tramos terrestres se ubican en las zonas urbanas de las localidades de Chiquila y Holbox, por lo tanto el Proyecto no requiere de cambio de uso de suelo de selvas, bosques o vegetación de manglar.
IS-14	En Islas con población residente menor a 50 habitantes sólo se autorizarán obras destinadas a señalización por parte de la SEMAR y la SCT así como obras destinadas a investigación debidamente concertadas con la SEMARNAT, la SCT y la SEMAR.	La Isla Holbox cuenta con una población cerca a los 2000 habitantes.
IS - 15	Toda actividad que se vaya a llevar a cabo en islas que se encuentren dentro de un ANP deberá llevarse a cabo conforme a la normatividad aplicable, así como contar con consentimiento por escrito de la Dirección del ANP y la SEMAR.	Con la presentación de esta MIA se cumple parte de la normativa aplicable para el desarrollo de obras y actividades dentro del ANP. Durante el proceso de evaluación del impacto ambiental, la Dirección del ANP Yum Balam podrá emitir su opinión con respecto al Proyecto. Para la realización de los estudios de la caracterización del medio físico y biótico, se informó de manera previa a la Dirección del ANP Yum Balam. En el punto III.4 de este capítulo se analiza la vinculación del Proyecto con el Decreto de creación del ANP Yum Balam. Se tramitarán las autorizaciones necesarias con la SEMAR, mismas que se detallan en los apartados III.5.3 y III.5.4 de este capítulo
IS-16	Se recomienda que las instituciones gubernamentales y académicas apoyen la actualización de los estudios poblacionales que permitan definir las especies, volúmenes de captura y artes permitidas para la actividad pesquera tanto deportiva como comercial, así como las temporadas de veda.	El Proyecto no tiene relación alguna con actividades de pesca comercial o deportiva. No obstante, para la elaboración de la manifestación de impacto ambiental se realizarán estudios del medio marino en el área de influencia del Proyecto. Dichos estudios estarán a disposición pública como parte del proceso de evaluación del impacto ambiental.

Fuente: POEMyRGMMyMC 2012

El POEMyRGMMyMC indica que: *“Por lo que se refiere a Criterios de Regulación Ecológica para las Zonas Costeras Inmediatas, considerando que la franja de aguas marinas con*

*corrientes alineadas a la costa es un espacio que presenta una intensidad de uso mucho mayor que el resto de la corriente costera, se ha optado por definir para fines del presente ordenamiento la Zona Costera Inmediata, como: la franja de aguas marinas acotada por el nivel de pleamar en su porción costera y la isobata de los 60 metros en su porción marina”.*

El 23 de abril de 2018 se publicó en el diario Oficial de la Federación la reforma a la LGEEPA que adiciona al Artículo 3° la fracción XIII Bis Ecosistema costero, para quedar como sigue:

*XIII Bis.- Ecosistemas costeros: Las playas, las dunas costeras, los acantilados, franjas intermareales; los humedales costeros tales como las lagunas interdunarias, las lagunas costeras, los esteros, las marismas, los pantanos, las ciénegas, los manglares, los petenes, los oasis, los cenotes, los pastizales, los palmares y las selvas inundables; los arrecifes de coral; los ecosistemas formados por comunidades de macroalgas y de pastos marinos, fondos marinos o bentos y las costas rocosas. Estos se caracterizan porque se localizan en la zona costera pudiendo comprender porciones marinas, acuáticas y/o terrestres; que abarcan en el mar a partir de una profundidad de menos de 200 metros, hasta 100 km tierra adentro o 50 m de elevación. La Secretaría, en colaboración con las entidades federativas y los municipios, determinará la zona costera nacional tomando en consideración las interacciones fisiográficas y biológicas particulares de la zona que se trate y la publicará en el Diario Oficial de la Federación mediante Acuerdo.*

De acuerdo con esta nueva definición, el Proyecto quedaría comprendido dentro de un ecosistema costero, por lo que a continuación se establece la vinculación del Proyecto con criterios de la zona marina costera (ZMC) del citado ordenamiento.

**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.*

Vinculación: El Proyecto no se ubica en zona de arrecifes

**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.*

Vinculación: Este criterio no establece una prohibición en términos categóricos o absolutos, pero sí condiciona la realización de actividades o Proyectos. En tal sentido, el criterio exige que la *evaluación del impacto ambiental correspondiente debe realizarse conforme a lo dispuesto en la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA), así como a las demás disposiciones jurídicas que resulten aplicables*, lo cual corresponde, justamente, al análisis de vinculación que conforma el presente capítulo III.

Es importante resaltar, que la referida condición implica que, en el caso de realizar alguna actividad o Proyecto, el bien jurídico que se debe evitar afectar y perder son los ecosistemas de pastos marinos. Al respecto, tal como se demuestra en los capítulos V y VI de esta MIA, el Proyecto que nos ocupa no afectará estos ecosistemas, ya que su impacto sobre los pastos marinos resultará temporal y de baja significancia, considerando que se aplicarán medidas de mitigación objetivas y viables, y que la extensión del impacto será mínima comparada con la extensa cobertura de los pastos en la laguna Yalahau.

Para mayor entendimiento de lo anterior, se expone lo siguiente:

El Artículo 28 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) define la evaluación del impacto ambiental como 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.

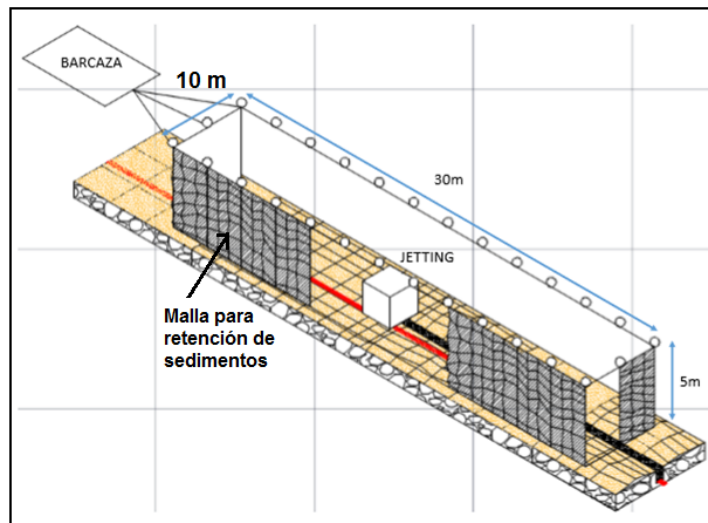
En este contexto el fin último de la evaluación del impacto ambiental no es sólo evitar que ocurra un determinado impacto sino también que sus efectos se puedan minimizar a través de las condiciones que fije la Secretaría, así como con la aplicación de las medidas ambientales propuestas en la manifestación de impacto ambiental.

Como resultado de la evaluación del impacto ambiental, se determinaron medidas preventivas y de mitigación del impacto sobre los pastos marinos (Ver capítulo VI de esta MIA).

Entre estas medidas están aquellas que tiene que ver con buenas prácticas de ingeniería, destacando la significativa reducción de la superficie de fondo marino a intervenir y el uso de las técnicas menos invasivas para el tendido del cable.

Como medida de mitigación del impacto sobre el fondo marino, y después de un amplio análisis entre los ingenieros del Proyecto y los responsables de esta MIA, se decidió tender los 4 hilos que conforman el cable submarino en una sola zanja de apenas 50 cm de ancho, con lo cual se logró disminuir la superficie de intervención del fondo de la laguna de Yalahau, de 20.85 ha a 5.21 ha (estas superficies consideran el ancho del vehículo que se utilizará para el tendido del cable, como se explica en el capítulo II). En consecuencia, la superficie a intervenir en áreas ocupadas por pastos marinos también se redujo de 19.06 ha a 4.76 ha. Esta superficie representa el 0.015% de las 31,729.37 ha de cobertura total de pastos marinos, sin embargo esta área solo será una afectación temporal siendo solo el 0.0008% de afectación permanente.

En las longitudes de la trayectoria del cable en donde sea indispensable el uso del *jetting* (técnica descrita en el capítulo II), se utilizará una malla para evitar la dispersión de sedimentos que se puedan generar por las actividades relacionadas con el tendido del cable en la zona de pastos marinos, disminuyendo con ello el impacto en el área de influencia directa del Proyecto (Figura III.3.2-3.).



**Figura III.3.2-3. Esquema que muestra el dispositivo para disminuir la dispersión de sedimentos.**



En el mismo sentido, y en función de los resultados del estudio de geofísica, se limitó el uso del *jetting* de tal forma que en las zonas en donde exista una capa profunda de sedimento blando se evitará su uso y se hundirá el cable con pesos de concreto (muertos de concreto), procurando que los puntos para la colocación de estos pesos se realicen en claros libres de pastos o con muy bajas densidades. Con esta medida disminuye la superficie de impacto del *jetting* y la resuspensión de sedimentos.

Cabe resaltar, que la no ejecución del Proyecto tendría serias consecuencias socioeconómicas, pues el servicio actual de energía eléctrica es ya insuficiente, lo que pone en riesgo a las actividades productivas y del quehacer cotidiano de los habitantes de la isla. Además el suministro de energía se continuaría realizando con la operación de unidades de combustión interna que representan una de las principales fuentes de contaminación atmosférica.

Por otra parte en la zona; representa una fuente de riesgo, tanto para el ecosistema marino como para la población, dado que se mantendría el trasiego de combustible diésel a través de la laguna, cuyo consumo promedio mensual es de aproximadamente 300 m<sup>3</sup> (3600 m<sup>3</sup> al año promedio). Por lo anterior, se considera que el costo-beneficio del Proyecto tanto en lo social como en lo ambiental es mayor en comparación con el impacto ambiental a los pastos marinos que tendrá un efecto temporal y en una superficie muy reducida.

Dado lo anterior, se concluye que el Proyecto se ajusta al criterio ZMC-002, pues se implementarán las medidas necesarias para reducir el efecto por el tendido del cable, considerando además que se trata de un impacto puntual y temporal sobre una mínima superficie de pastos marinos, por lo que se evita afectar al ecosistema en su conjunto, lo cual es el objeto o bien jurídico de protección de este criterio. Así mismo, se considera que la superficie afectada temporalmente podrá recuperarse en el mediano y largo plazos, ya que el cable quedará enterrado a 80 cm en el sedimento marino y, por lo tanto, no constituye un impedimento para que la superficie vuelva a ser colonizada nuevamente por organismos bentónicos.

**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*

Vinculación: Por recomendación de Dirección de ANP Yum Balam, el muestreo de fauna marina dentro de esta ANP se realizó mediante métodos indirectos y consulta bibliográfica por lo que no se llevó a cabo captura alguna de mamíferos marinos, reptiles ni aves.

Con el oficio No. SPC/0025/2018, del 22 de enero de 2018, se informó a la Dirección del ANP Yum Balam sobre los estudios a realizar dentro de esta área protegida (Anexo A).

**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.*

Vinculación: El Proyecto no se ubica en zonas coralinas.

**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.*

Vinculación: El Proyecto no se ubica en áreas arrecifales ni tiene por objeto la recolección, remoción o trasplante de organismos vivos o muertos. En caso de que sea necesario

implementar un programa de reubicación de especies de fauna bentónica se atenderán las disposiciones de dicha Ley.

**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.*

Vinculación: El Proyecto no tiene por objeto la construcción de estructuras promotoras de playas

**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*

Vinculación: El Proyecto no tiene por objeto verter hidrocarburos o productos químicos en la laguna de Yalahau.

Si bien se tiene contemplado utilizar bentonita sódica durante el proceso de perforación horizontal, no es el objeto verter este compuesto a la laguna sino utilizarlo únicamente para el fin previsto. Se trata de un material inerte del cual se recuperará la mayor cantidad posible al terminar el proceso de perforación horizontal en la interface tierra-agua, por lo que una vez que la punta se encuentre próxima a salir a fondo marino se dejará de inyectar lodo de bentonita y se recuperará el mayor volumen posible por medio de una bomba de extracción, para que al salir la punta al lecho marino lo que llegue de este compuesto al medio acuático sea mínimo.

**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.*

Vinculación: El Proyecto no se ubica sobre zonas de playa.

**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 los mismos.*

Vinculación: El Proyecto no se ubica en zonas arrecifales

**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.*

Vinculación: Durante la construcción del cable se acatarán todas las disposiciones aplicables a las actividades náuticas. Se obtendrán los permisos correspondientes con la Secretaría de Marina.

**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.

Vinculación: El Proyecto no es una obra de canalización o dragado, pero requiere la apertura de una zanja de 30 cm en el fondo marino. Para disminuir la resuspensión y contener la probable dispersión de sedimentos se utilizará una malla de polietileno tal como se muestra en la Figura III.3.2-3.

**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.*

Vinculación: El Proyecto no tiene por objeto la construcción de muelles

**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.*

Vinculación: El Proyecto no tiene fines de pesca comercial o recreativa.

**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.*

Vinculación: Este criterio deberá ser observado por las dependencias de los tres órdenes de gobierno con autoridad para generar las políticas, estrategias y control de uso de suelo a través de la expedición de ordenamientos ecológicos, áreas naturales protegidas o cualquier otro instrumento de regulación y aprovechamiento de los recursos naturales.

De acuerdo con lo anterior, se concluye que el Proyecto no contraviene disposiciones del POERMGMyc.

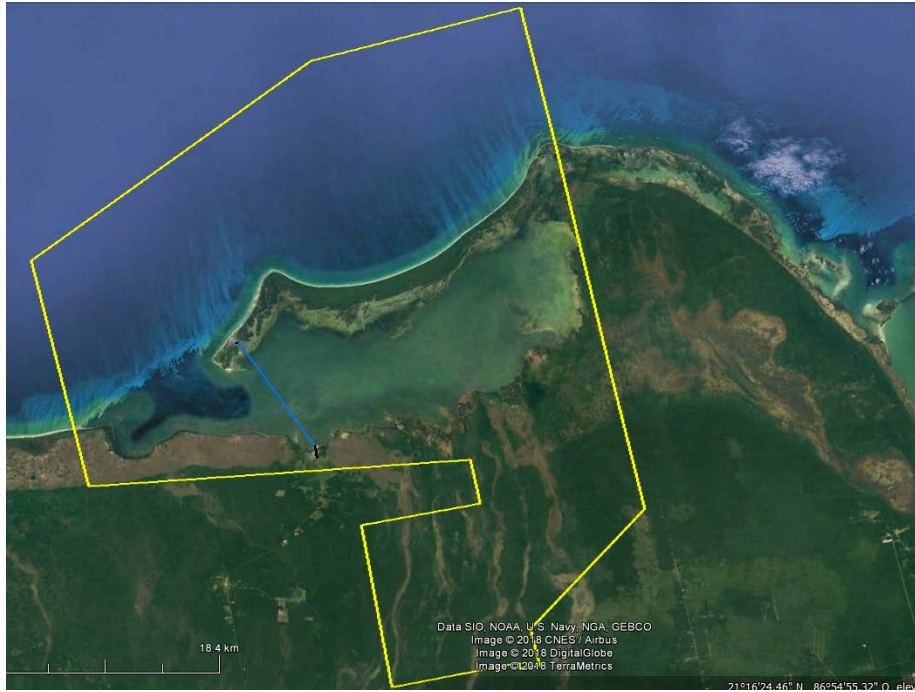
### **III.4. Decretos y Programas de Manejo de Áreas Naturales Protegidas y otros documentos normativos**

#### **III.4.1. Áreas Naturales Protegidas**

En el estado de Quintana Roo, de acuerdo con información de la página del gobierno del estado, se han decretado 27 Áreas Naturales Protegidas (ANP), 17 de ellas son de competencia federal con categoría de Áreas de Protección de Flora y Fauna (6), Parques Nacionales (6), Reserva de la Biósfera (4) y Santuario (1); diez de competencia estatal con categoría de Parques Estatales (4) y Zonas Sujetas a Conservación Ecológica (6).

En el municipio de Lázaro Cárdenas se localiza el ANP Otoch Ma'ax Yetel Kooh y Yum Balam, ambas con categoría de Área de Protección de Flora Fauna.

Como se puede ver en la Figura III.4.1-1, el Proyecto se ubica dentro del polígono de aplicación del ANP Yum Balam, decretada y publicada en el Diario Oficial de la Federación el 6 de junio de 1994, que está integrada por aguas de jurisdicción federal, terrenos nacionales, ejidales y de propiedad privada.



Fuente: Con información de CONABIO. Imagen de Google earth

**Figura III.4.1-1. Ubicación del Proyecto dentro del ANP Yum Balam**

De acuerdo a lo establecido en el Artículo Sexto del decreto, las obras y actividades que se realicen en el ANP deberán sujetarse a los lineamientos establecidos en el programa de manejo del área y a las disposiciones jurídicas aplicables.

Actualmente el Programa de Manejo no se ha decretado, por lo que no se cuenta con este instrumento normativo; no obstante, a continuación, se realiza la vinculación con los Artículos que determinan el desarrollo de Proyectos que establece el decreto del ANP (Tabla III.4.1-1.).

**Tabla III.4.1-1. Vinculación del Proyecto con los lineamientos establecidos en el decreto del APFF Yum Balam.**

Artículo	Especificaciones	Vinculación
<b>Artículo sexto</b>	Las obras y actividades que se realicen en el APFF "Yum Balam", deberán sujetarse a los lineamientos establecidos en el programa de manejo del área y a las disposiciones jurídicas aplicables.	A la fecha de elaboración de la presente MIA, el programa de manejo del ANP Yum Balam no se ha decretado.
	Todo Proyecto de obra pública o privada que se pretenda realizar dentro del Área de Protección, deberá contar previamente a su ejecución, con la autorización de impacto ambiental correspondiente, en los términos de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente y su Reglamento en materia de Impacto Ambiental.	Se presenta la Manifestación de Impacto Ambiental en los términos de Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente y su Reglamento en materia de Impacto Ambiental a efecto de obtener la autorización en materia de impacto ambiental del Proyecto.
<b>Artículo séptimo</b>	En el Área de Protección no se autoriza la creación de nuevos centros de población.	El Proyecto no tiene por objeto promover el establecimiento de asentamientos humano o creación de nuevos centros de población, por lo que el mismo no contraviene los criterios

Artículo	Especificaciones	Vinculación
		establecidos en este rubro.
<b>Artículo octavo</b>	La realización de actividades de preservación de los ecosistemas y sus elementos, de investigación científica y de educación ecológica, en el APFF "Yum Balam" requerirá autorización de la Secretaría de Desarrollo Social.	El Proyecto es de naturaleza diferente a la preservación e investigación. Para llevar a cabo los estudios de caracterización del medio biótico dentro del ANP Yum Balam se informó previamente a la CONANP (Anexo A).
<b>Artículo noveno</b>	La Secretaría de Desarrollo Social promoverá ante las Secretarías de Agricultura y Recursos Hidráulicos y de Pesca, el establecimiento de vedas de flora y fauna silvestres y acuáticas y de vedas de aprovechamiento forestal en el área de Protección.	Este criterio debe ser observado por las dependencias del gobiernos federal con facultades para el establecimiento de vedas para el aprovechamiento de los recursos forestales.
<b>Artículo décimo</b>	La Secretaría de Pesca realizará los estudios necesarios para determinar las épocas y zonas de veda para la pesca, dentro de las porciones acuáticas comprendidas en el Área de Protección.	Corresponde a la Secretaría de pesca determinar las zonas de veda para la pesca en el área de protección, no es objeto del Proyecto.
<b>Artículo décimo primero</b>	El aprovechamiento de flora y fauna silvestre dentro del Área de Protección, deberá realizarse atendiendo a las restricciones ecológicas contenidas en el programa de manejo, a las normas oficiales mexicanas, al calendario cinegético y demás disposiciones jurídicas aplicables.	Las actividades del Proyecto no implican el aprovechamiento de flora y fauna, por lo que el mismo no contraviene los lineamientos establecidos en este rubro.
<b>Artículo décimo segundo</b>	<p>El uso, explotación y aprovechamiento de las aguas nacionales ubicadas en el Área de Protección, se regularán por las disposiciones jurídicas aplicables en la materia y se sujetarán a:</p> <p><b>I</b> Las normas oficiales mexicanas para la conservación y aprovechamiento de la flora y fauna acuática y de su hábitat, así como las destinadas a evitar la contaminación de las aguas:</p> <p><b>II</b> Las políticas y restricciones para la protección de las especies acuáticas que se establezcan en el programa de manejo del Área de Protección, y</p> <p><b>III</b> Los convenios de concertación de acciones de protección de los ecosistemas acuáticos que se celebren con los sectores productivos, las comunidades de la región e instituciones académicas y de investigación.</p>	Dentro de las actividades del Proyecto no se contempla el uso o explotación de las aguas nacionales.
<b>Artículo décimo tercero</b>	Dentro del Área de Protección, queda prohibido modificar las condiciones naturales de los acuíferos, cuencas hidrológicas, cauces naturales de corrientes, manantiales, riberas y vasos existentes, salvo que sea necesario para el cumplimiento del presente decreto; verter o descargar contaminantes en el suelo, subsuelo y en cualquier clase de corriente o depósitos de agua, y desarrollar actividades contaminantes.	<p>El Proyecto no contempla actividades que puedan afectar acuíferos, cuencas hidrológicas, cauces naturales de corrientes, manantiales, riberas y vasos existentes</p> <p>Los residuos que se generen se manejarán conforme a la normativa aplicable y se dispondrán en los lugares que autorice el municipio.</p> <p>En cuanto a las aguas residuales el Proyecto no</p>

Artículo	Especificaciones	Vinculación
		contempla la descarga en aguas y bienes nacionales, por lo que no se contrapone con este lineamiento
<b>Artículo décimo cuarto</b>	Las dependencias competentes solamente otorgarán permisos, licencias, concesiones y autorizaciones para la explotación, exploración, extracción o aprovechamiento de los recursos naturales en el Área de Protección, de acuerdo a lo dispuesto en la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, este decreto , el programa de manejo del Área de Protección y demás disposiciones jurídicas aplicables.	El presente Proyecto no incluye la explotación, extracción o aprovechamiento de recursos naturales, por lo que no se contraviene con este lineamiento. Se obtendrán todas las autorizaciones necesarias para el desarrollo del Proyecto.
<b>Artículo décimo quinto</b>	Quedan a disposición de la Secretaría de Desarrollo Social, los terrenos nacionales comprendidos en el Área de Protección, no pudiendo dárseles otro destino que el de su utilización en los fines del presente decreto.	<p>El Proyecto se ubica en vías públicas y en el medio marino de la Laguna Yalahau. De acuerdo con la Ley Agraria, son nacionales:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Los terrenos baldíos deslindados y medidos en los términos de este Título; y</li> <li>• Los terrenos que recobre la Nación por virtud de nulidad de los títulos que respecto de ellos se hubieren otorgado.</li> </ul> <p>Por lo tanto, el Proyecto no ocupa terrenos nacionales del ANP.</p>
<b>Artículo décimo sexto</b>	Los ejidatarios, propietarios y poseedores de predios ubicados en el Área de Protección, están obligados a la conservación del área, conforme a la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, la Ley Agraria, este decreto, el programa de manejo y demás disposiciones jurídicas aplicables.	Durante el desarrollo del Proyecto, se respetará lo establecido en el presente Decreto y demás disposiciones jurídicas aplicables establecidas para la conservación del área.
<b>Artículo décimo séptimo</b>	Los notarios y otros fedatarios públicos que intervengan en los actos, convenios, contratos y cualquier otro relativo a la propiedad y posesión o cualquier otro derecho relacionado con bienes inmuebles ubicados en el Área de Protección, deberán hacer referencia a la presente declaratoria y a sus datos de inscripción en los registros públicos de la propiedad que correspondan.	Este lineamiento no es aplicable al Proyecto. El promovente no tiene la función de notario o fedatario público.
<b>Artículo décimo octavo</b>	Las infracciones a lo dispuesto por el presente decreto, serán sancionadas administrativamente por las autoridades competentes en los términos de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, Ley Forestal, Ley de Pesca, Ley de Aguas Nacionales, Ley Agraria y demás disposiciones jurídicas aplicables.	Durante las etapas del Proyecto se acatarán cada una de las disposiciones establecidas en este decreto y demás normativa aplicable al Proyecto.

Fuente: Elaborada con información del Decreto del ANP Yum Balam

### III.4.2. Convención RAMSAR

La Convención de RAMSAR, aprobada en 1971, es el primer acuerdo multilateral sobre el medio ambiente (AMMA) que se firmó a escala mundial. La red de sitios RAMSAR constituye la mayor red de áreas de importancia internacional reconocidas oficialmente.

Esta red de humedales, que al 8 de junio de 2015 estaba compuesta por 2 208 sitios que abarcaban 210.73 millones de hectáreas, constituye el eje principal de una red mundial de humedales que mantienen funciones vitales y prestan servicios de los ecosistemas tanto para las personas como para la naturaleza.

La identificación y el manejo de dichos humedales en pro de su conservación y uso sostenible es uno de los objetivos centrales de la Convención, y es esencial para la obtención de beneficios a largo plazo para la diversidad biológica y las personas teniendo en cuenta distintos enfoques y visiones (Cuarto Plan Estratégico para 2016-2024).

México es signatario de este Convenio y al 1 de agosto de 2016 el país lleva declarados un total de 142 sitios RAMSAR que protegen un total de 8 643 581,51 ha.

Bajo este esquema el estado de Quintana Roo cuenta con 12 sitios inscritos en el Convenio de RAMSAR (Tabla III.4.2-1), en el municipio de Lázaro Cárdenas, se ubica el humedal Área de Protección de Flora y Fauna Yum Balam (APFFYB), con fecha de designación del 2 de febrero de 2004. Por sus atributos y funciones representa una zona de ecosistemas estratégicos y de gran importancia para la conservación de la biodiversidad y el bienestar de las comunidades humanas, por lo que es necesario llevar a cabo acciones que aseguren el mantenimiento de sus características ecológicas.

**Tabla III.4.2-1. Sitios RAMSAR del estado de Quintana Roo.**

Nombre	Municipio	Superficie (ha)	Fecha de designación
Parque Nacional Isla Contoy	Isla Mujeres	5 126	27/11/03
Parque Nacional Arrecifes de Xcalak	Othón P. Blanco	17 949	27/11/03
Slan Ka'an	Felipe Carrillo Puerto, Solidaridad	652 193	27/11/03
Parque Nacional Arrecife de Puerto Morelos	Benito Juárez	9 066	02/02/04
Bala'an K'aax	José María Morelos, Otón P. Blanco	131 610	02/02/04
Reserva de la Biósfera Banco Chinchorro	Othón P. Blanco	144 360	02/02/04
<b>Área de Protección de Flora y Fauna Yum Balam</b>	<b>Lázaro Cárdenas</b>	<b>154 052</b>	<b>02/02/04</b>
Playa Tortuguera X'cachel-X'cachelito	Solidaridad	362.10	02/02/04
Laguna de Chichankanab	José María Morelos	1 998.9	02/02/04
Parque Nacional Arrecife de Cozumel	Cozumel	11 987	02/02/05
Manglares de Nichupté	Benito Juárez	4 257	02/02/08
Manglares y Humedales del Norte de Isla Cozumel	Cozumel	32 786	02/02/09

Fuente: Humedales de México, CONANP, <http://RAMSAR.conanp.gob.mx/lsr.php>

De acuerdo a la ficha técnica de los humedales RAMSAR CONANP, el APFFYB colinda en su parte oeste con la Reserva de la Biosfera de Ría Lagartos (Sitio RAMSAR desde 1988), por lo que da continuidad al sistema de humedales del norte de la Península de Yucatán, esta zona presenta características geológicas, biológicas, hidrológicas y geomorfológicas poco comunes en México y conserva las selvas tropicales más norteñas existentes para un área natural protegida (ANP) de nuestro país.

El APFFYB incluye la isla Holbox, un área de mar, la Laguna Yalahau, así como un gran sistema de humedales y un mosaico de selvas bajas y medianas. El área protege alrededor del 90 % de las aves endémicas de la Península, quedando incluidas algunas como el pavo ocelado (*Agriocharis ocelata*), la codorniz yucateca (*Colinus nigrogularis*), el loro yucateco (*Amazona xantolora*), el carpintero de vientre rojo (*Melanerpes pygmaeus*) y la calandria naranja (*Icterus auratus*), entre otras.

El APFFYB, junto con el Área de Protección de Flora y Fauna Laguna de Términos, son las únicas áreas protegidas en el sureste del país que cuentan con delfines en sus sistemas lagunares. En la zona se captura aproximadamente el 31% de la producción estatal de pescado.

Dentro del polígono del ANP, se registran dos núcleos de población, cuyo uso actual del suelo es habitacional y de aprovechamiento turístico, pesquero y de conservación. Su principal problemática es causada por el impacto de las actividades humanas (Turismo, aprovechamiento forestal, agricultura, ganadería, pesca deportiva y comercial).

El polígono de este sitio RAMSAR se encuentra inmerso en su mayor parte dentro del polígono del área natural protegida con categoría de Área de Protección de Flora y Fauna de competencia de la federación Yum Balam (ficha técnica de los humedales de RAMSAR CONANP), decretada como tal el día 5 de junio de 1994 y publicada en el Diario Oficial de la Federación el mismo día (Figura III.4.2-1), por lo que en el sitio RAMSAR son aplicables las disposiciones establecidas en dicho decreto y cuya vinculación con el Proyecto se presenta en el apartado III.4 de este capítulo.



Fuente: CONABIO. Imagen de Google earth

**Figura III.4.2-1. Ubicación del Proyecto en el sitio RAMSAR Yum Balam**

Con la elaboración de la presente MIA-R se cumple con el requisito establecido en la LGEEPA, de someter la obra o actividad de manera previa a su ejecución al procedimiento de evaluación del impacto ambiental, a fin de identificar y evaluar los impactos que este Proyecto puede producir en el humedal; bajo este criterio se proponen las mejores prácticas de ingeniería, así como el planteamiento de medidas ambientales que permitan minimizar el impacto a la biodiversidad de este ecosistema.



### III.5. Instrumentos jurídicos ambientales aplicables al Proyecto

#### III.5.1. Leyes y Reglamentos

##### III.5.1.1. Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) y su Reglamento en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental.

Por su naturaleza, el Proyecto está regulado por el Artículo 28, Fracción II, de LGEEPA y por el Artículo 5, Inciso K) fracciones II y III, del Reglamento de la LGEEPA en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental (REIA).

Por su ubicación, al Proyecto le son aplicables las siguientes fracciones del Artículo 28 de la LGEEPA:

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

*XI.- Obras y actividades en áreas naturales protegidas de competencia de la Federación;*

Por lo que respecta al REIA, por su ubicación al Proyecto le son aplicables los incisos y fracciones del Artículo 5 del Reglamento, siguientes:

*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*

*S) Obras en áreas naturales protegidas:*

*I.- Cualquier tipo de obra o instalación dentro de las áreas naturales protegidas de competencia de la Federación*

Por lo anterior, con fundamento en el Artículo 28 de la LGEEPA el Proyecto requiere de autorización de impacto ambiental, para lo cual, conforme al Artículo 30 de la citada Ley, se presenta la MIA del Proyecto en su modalidad regional conforme al Artículo 11 fracción III del REIA.

##### III.5.1.2. Ley General de Vida Silvestre

Publicada en el DOF el 3 de julio de 2000, última reforma publicada DOF 19-12-2016, tiene por objeto establecer la concurrencia del gobierno federal, de los gobiernos de los Estados y de los Municipios en el ámbito de sus respectivas competencias, con relación a la conservación y aprovechamiento sustentable de la vida silvestre y su hábitat en el territorio de la República Mexicana.

El aprovechamiento sustentable de los recursos forestales maderables y no maderables y de las especies cuyo medio de vida total sea el agua, será regulado por las leyes de pesca y forestal, salvo que se trate de especies o poblaciones en riesgo. En este sentido, la Ley establece severas restricciones para actividades que pretendan desarrollarse en zonas de manglar.

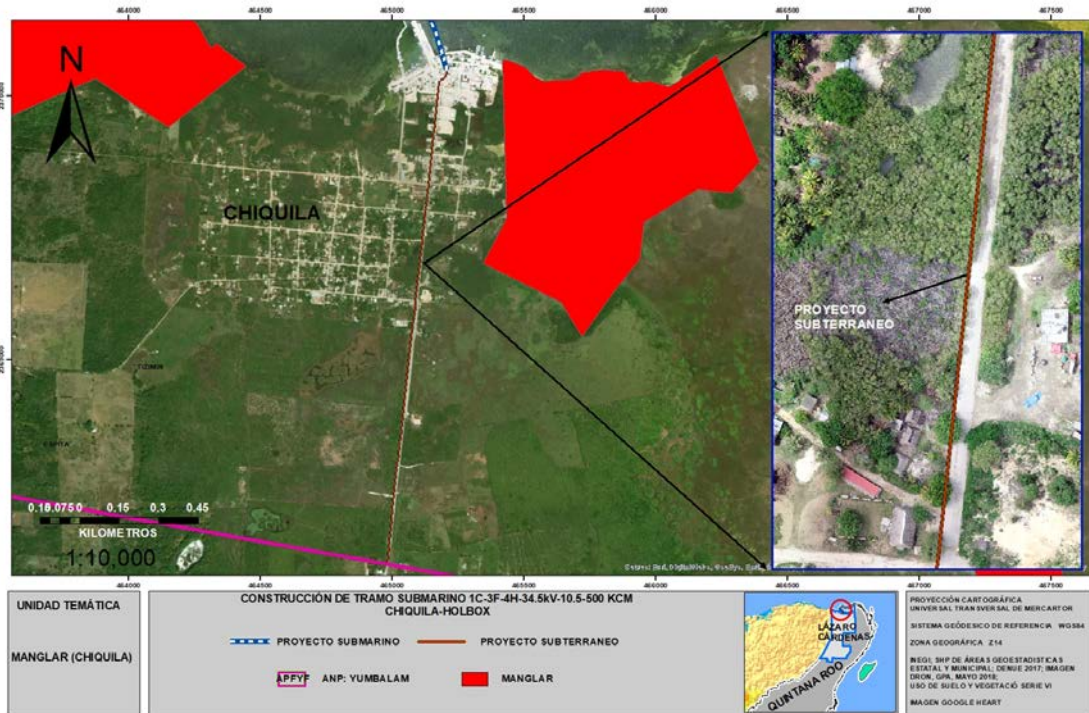
De acuerdo con el Artículo 60 Ter.- *“Queda prohibida la remoción, relleno, transplante, poda, o cualquier obra o actividad que afecte la integralidad del flujo hidrológico del manglar; del ecosistema y su zona de influencia; de su productividad natural; de la capacidad de carga natural del ecosistema 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”.

Cabe señalar que en el área de estudio del Proyecto se distribuye manglar; sin embargo, no se ocasionará ningún daño a este tipo de comunidad vegetal pues en la parte terrestre que ocupará el Proyecto se construirá de manera subterránea utilizando las calles de los centros de población de Chiquilá e Isla Holbox.

Por lo que se refiere a la zona de transición de la zona marina a la zona terrestre de la Isla Holbox, se utilizará la técnica de perforación direccionada para evitar cualquier daño al manglar que se ubica a la orilla de la laguna Yalahau. Por tal motivo, el Proyecto se ajusta a las disposiciones del citado Artículo pues no requiere de la poda, remoción, relleno o trasplante de manglar; tampoco representa una barrera que afecte la integralidad del flujo hidrológico de esta comunidad vegetal o el libre flujo de sedimentos.

De acuerdo con la serie VI del INEGI sobre usos de suelo y vegetación, en el área del Proyecto no existe manglar (Figura III.5.1.2-1.) No obstante, durante el recorrido del sitio se identificó que, en una parte del trazo subterráneo del Proyecto que se ubica a la entrada del poblado de Chiquilá, aún persiste un remanente de manglar el cual quedó dividido con la construcción de la carretera de acceso al poblado.



**Figura III.5.1.2-1. Se muestra el cruce del Proyecto por áreas anteriormente ocupadas por manglar.**

Dado que el cruce del Proyecto por la localidad de Chiquilá será subterráneo y sobre el derecho de vía de la carretera mencionada, se dictaminó que no habrá ninguna afectación al manglar, en la Figura III.5.1.2-2, se ilustra la dirección del trazo que seguirá la línea eléctrica subterránea sobre la carpeta asfáltica de la carretera.



**Figura III.5.1.2-2. Detalle del trazo que seguirá la línea subterránea en la zona urbana de Chiquilá.**

En las Figuras III.5.1.2-3, se ilustra la condición del manglar en el tramo de transición marino a terrestre en la isla Holbox.



**Figura III.5.1.2-3. Condición del manglar en el punto de arribo del cable submarino a la isla Holbox.**

De acuerdo con información del INEGI, en el área del Proyecto no existe una comunidad de manglar como tal, no obstante, en la orilla de la laguna aún quedan algunos ejemplares aislados de este tipo de vegetación.

En el punto de arribo del cable submarino a Holbox existen claros libres por donde puede llegar el cable submarino e incorporarse a tierra firme en forma subterránea hasta el sitio donde se construirá el registro. A partir de este punto el cable se proyectará en forma subterránea por las calles de Holbox hasta su llegada a la SE Holbox, ubicada dentro de las instalaciones de la central de generación (Figura III.5.1.2-4). En el punto de llegada del cable a la isla se utilizará la técnica de perforación direccionada para evitar el daño a los pocos individuos de mangle registrados.

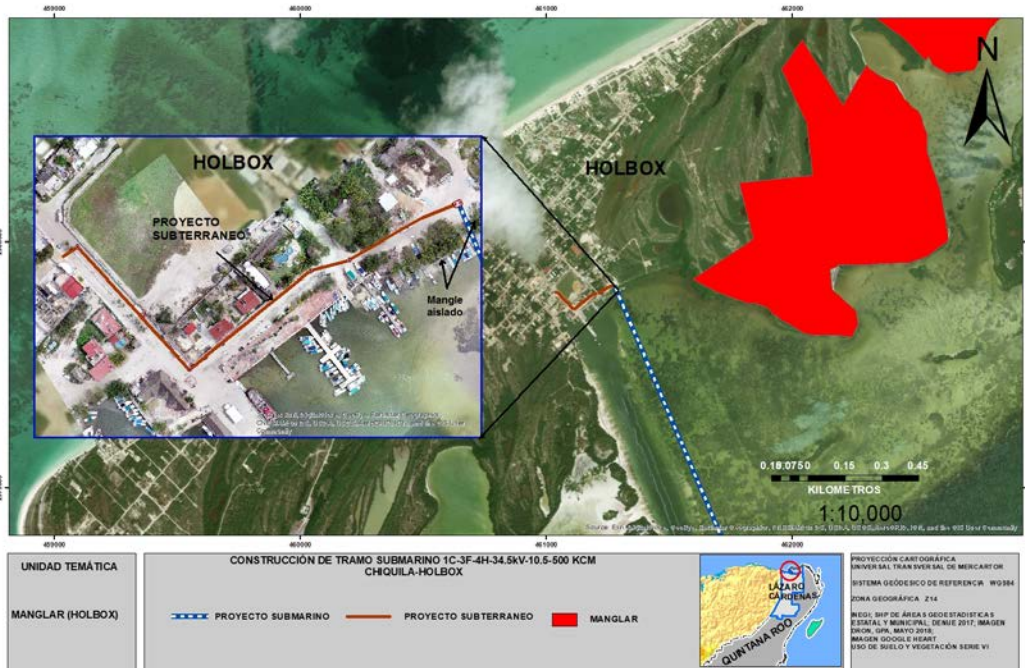


Figura III.5.1.2-4, Trazo subterráneo de la línea en la Isla Holbox sobre la zona urbana

### III.5.1.3. Ley Federal del Mar (Publicada en el Diario Oficial de la Federación el 8 de enero de 1986).

La presente Ley es de jurisdicción federal, rige en las zonas marinas que forman parte del territorio nacional y, en lo aplicable, más allá de éste en las zonas marinas donde la Nación ejerce derechos de soberanía, jurisdicciones y otros derechos. La Ley reconoce las siguientes zonas marinas:

- a) El Mar Territorial
- b) Las Aguas Marinas Interiores
- c) La Zona Contigua
- d) La Zona Económica Exclusiva
- e) La Plataforma Continental y las Plataformas Insulares y
- f) Cualquier otra permitida por el derecho internacional.

En estas zonas la Nación ejercerá los poderes, derechos, jurisdicciones y competencias que esta misma Ley establece, de conformidad con la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos y con el derecho internacional, por lo que las actividades que se realicen en dichas zonas se observarán bajo las disposiciones que para cada una de ellas establece la presente Ley, con los derechos y obligaciones consecuentes.

La Ley define a las aguas marinas interiores como aquellas comprendidas entre la costa y las líneas de base, normales o rectas, a partir de las cuales se mide el Mar Territorial, entre éstas se incluyen las de las desembocaduras o deltas de los ríos, lagunas y estuarios comunicados permanente o intermitentemente con el mar. De acuerdo con esto, el Proyecto se ubica en aguas marinas interiores, específicamente en la Laguna Yalahau.

En el Artículo 6 se detallan las actividades a las que son aplicables las disposiciones de esta Ley, ellas se mencionan dos que pueden tener alguna relación con las actividades del Proyecto:

*V.- La protección y preservación del medio marino, inclusive la prevención de su contaminación; y VI.- La realización de actividades de investigación científica marina.*

La forma en la que se aplican estas disposiciones se detallan en el Capítulo IV de la Ley.

#### Capitulo IV.

De la Protección y Preservación del Medio Marino y de la Investigación Científica Marina

Artículo 21.- En el ejercicio de los poderes, derechos, jurisdicciones y competencias de la Nación dentro de las zonas marinas mexicanas, se aplicarán la Ley Federal de Protección al Ambiente, la Ley General de Salud, y sus respectivos Reglamentos, la Ley Federal de Aguas y demás leyes y reglamentos aplicables vigentes o que se adopten, incluidos la presente Ley, su reglamento y las normas pertinentes del derecho internacional para prevenir, reducir y controlar la contaminación del medio marino.

Artículo 22.- En la realización de actividades de investigación científica en las zonas marinas mexicanas, se aplicarán los siguientes principios:

I.- Se realizarán exclusivamente con fines pacíficos.

II.- Se realizarán con métodos y medios científicos adecuados, compatibles con la presente Ley y demás leyes aplicables y con el derecho internacional.

III.- No interferirán injustificadamente con otros usos legítimos del mar compatibles con esta Ley y con el derecho internacional.

IV.- Se respetarán todas las leyes y reglamentos pertinentes a la protección y preservación del medio marino.

V.- No constituirán fundamento jurídico para ninguna reivindicación sobre parte alguna del medio marino o sus recursos.

VI.- Cuando conforme a la presente Ley sean permitidos para su realización por extranjeros se asegurará el mayor grado posible de participación nacional, y

VII.- En el caso de la fracción anterior, la nación se asegurará que se le proporcionen los resultados de la investigación y, si así lo solicita, la asistencia necesaria para su interpretación y evaluación.

Al respecto, el Proyecto cumplirá con todas las disposiciones jurídicas aplicables y se aplicarán medidas de prevención y mitigación de impactos con el objeto de prevenir y mitigar cualquier contaminación al cuerpo de agua derivada de las actividades del Proyecto.

Si bien el Proyecto no tiene fines científicos, la elaboración de la presente MIA requiere de generar de información del medio físico y biótico para responder a los requerimientos de la guía para elaborar la citada MIA. En este sentido, se respetarán todas las disposiciones mencionadas en el Artículo 22 de la Ley.

En su momento, se tramitarán las autorizaciones necesarias ante las dependencias competentes de Secretaría de Marina, para lo cual se requiere contar de manera previa con la autorización de impacto ambiental del Proyecto.

#### **III.5.1.4. Ley de Vertimientos en las Zonas Marinas Mexicanas Diario Oficial de la Federación el 17 de enero de 2014.**

Tiene por objeto el control y la prevención de la contaminación o alteración del mar por vertimientos en las zonas marinas mexicanas.

De acuerdo con el Artículo 3 de esta Ley, se consideran vertimientos los siguientes:

*I. Toda evacuación, eliminación, introducción o liberación en las zonas marinas mexicanas, deliberada o accidental, de desechos u otras materias incluyendo aguas de lastre alóctonas, provenientes de buques, aeronaves, plataformas u otras construcciones;*

*II. El hundimiento deliberado de buques, aeronaves, plataformas u otras construcciones, así como las que se deriven de éste;*

*III. El almacenamiento de desechos u otras materias en el lecho del mar o en el subsuelo de éste desde buques, aeronaves, plataformas u otras construcciones;*

*IV. El abandono de buques, aeronaves, plataformas u otras construcciones, u otros objetos, incluyendo las artes de pesca, con el único objeto de deshacerse deliberadamente de ellas;*

*V. La descarga de cualquier tipo de materia orgánica como atrayente de especies biológicas, cuyo fin no sea su pesca;*

*VI. La colocación de materiales u objetos de cualquier naturaleza, con el objeto de crear arrecifes artificiales, muelles, espigones, escolleras, o cualquier otra estructura, y*

*VII. La resuspensión de sedimento, consistente en el regreso del sedimento depositado, a un estado de suspensión en el cuerpo de agua, por cualquier método o procedimiento, que traiga como consecuencia su sedimentación.*

El Proyecto no tiene por objeto el vertimiento de desechos o cualquier sustancia contaminante a la Laguna Yalahau, pero consiste en instalar un cable en aguas de la laguna. Dicho cable será fijado al fondo mediante soterramiento utilizando muertos de concreto en los Puntos de Inflexión.

Por otro lado, la instalación del cable puede generar la resuspensión de sedimento, aunque esto ocurrirá en un espacio muy limitado a la superficie que ocupará el cable marino y será de efecto temporal, pues una vez colocado el cable el sedimento tenderá nuevamente a depositarse en el fondo marino.

Atendiendo a lo indicado en las fracciones I, VI y VII del Artículo 3 de esta Ley, se solicitará la opinión de la Secretaría de Marina y en su caso se obtendrá el permiso correspondiente, conforme a lo indicado en los Artículos 18 y 19 de esta Ley. Al respecto, cabe señalar que la fracción II del Artículo 19 de la Ley establece como requisito para iniciar el trámite ante la SEMAR la presentación de la autorización de impacto ambiental correspondiente, por lo que una vez que el Proyecto obtenga la autorización de impacto ambiental, se realizará el trámite siempre y cuando la SEMAR considere que las actividades a realizar requieren de su permiso.

**III.5.1.5. Ley General de Bienes Nacionales y su Reglamento (20 de mayo de 2004, Última reforma publicada DOF 19-01-2018).**

Tiene por objeto establecer:

*“Los bienes que constituyen el patrimonio de la Nación; el régimen de dominio público de los bienes de la Federación y de los inmuebles de los organismos descentralizados de carácter federal; La distribución de competencias entre las dependencias administradoras de inmuebles; Las bases para la integración y operación del Sistema de Administración Inmobiliaria Federal y Paraestatal y del Sistema de Información Inmobiliaria Federal y Paraestatal, incluyendo la operación del Registro Público de la Propiedad Federal; Las normas para la adquisición, titulación, administración, control, vigilancia y enajenación de los inmuebles federales y los de propiedad de las entidades, con excepción de aquéllos regulados por leyes especiales; Las bases para la regulación de los bienes muebles propiedad de las entidades, y la normatividad para regular la realización de avalúos sobre bienes nacionales”.*

Dentro las materias que esta Ley regula se encuentra el uso de la zona federal marítimo terrestre. En la fracción III, del Artículo 119 se establece que:

*“III.- En el caso de lagos, lagunas, esteros o depósitos naturales de agua marina que se comuniquen directa o indirectamente con el mar, la faja de veinte metros de zona federal marítimo terrestre se contará a partir del punto a donde llegue el mayor embalse anual o límite de la pleamar, en los términos que determine el reglamento”.*

El Proyecto al inicio del cable submarino en Chiquilá y a su llegada a la isla Holbox, se ubican dentro de esta franja de 20 m de la zona federal marítimo terrestre de la Laguna de Yalahau. Por lo anterior, se tramitará la autorización correspondiente ante la Dirección General de Zona Federal Marítimo Terrestre y Ambientes Costeros. Para llevar a cabo este trámite se requiere de obtener primero la autorización de impacto ambiental del Proyecto.

**III.5.1.6. Ley de Aguas Nacionales y su Reglamento. (Publicada en el DOF el 1 de diciembre de 1992, última reforma publicada DOF del 7 de junio de 2013)**

El objeto de la presente Ley es el siguiente:

*“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”.*

El Proyecto no requiere de aprovechamiento de aguas nacionales superficiales o subterráneas, no contempla la descarga de aguas residuales a cuerpos receptores ni utilizará la zona federal para tal fin, por lo que no es aplicable a las condiciones bajo las cuales pretende construirse.

**III.5.1.7. Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos y su Reglamento, publicada en el DOF del 8 de octubre de 2003, última reforma publicada DOF 22 de mayo 2015**

El objeto de la presente Ley es el siguiente:

*“Prevención de la generación, la 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”.*

Artículo 2.- El derecho de toda persona a vivir en un medio ambiente adecuado para su desarrollo y bienestar;

IV. Corresponde a quien genere residuos, la asunción de los costos derivados del manejo integral de los mismos y, en su caso, de la reparación de los daños;

Artículos 16, 18 y 19 de la clasificación de los residuos: peligrosos, sólidos urbanos y manejo especial.

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.

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.

El Proyecto, por su naturaleza, no generará residuos considerados peligrosos. Sólo en caso accidental, se pudieran generar materiales impregnados con grasas y aceites lubricantes gastados producto de fallas o averías en vehículos o equipos, de ser el caso, se aplicarán las medidas correctivas necesarias para la limpieza del sitio y los residuos que se generen se enviarán al almacén temporal de la División Peninsular o se solicitará al contratista lo traslade a un sitio autorizado.

Los residuos a generar serán principalmente sólidos urbanos y de manejo especial. Se hará la identificación y clasificación de los residuos. Con base en esto, se dará el manejo apropiado a cada residuo de conformidad con la Ley y su Reglamento. Se capacitará a los trabajadores para la adecuada disposición de los residuos que se generen. Las medidas de mitigación por la generación de residuos sólidos se detallan en el capítulo VI de esta MIA.

### III.5.2. Normas Oficiales Mexicanas

En la Tabla III.5.2-1, se resume la vinculación del Proyecto con las Normas Oficiales Mexicanas ambientales aplicables.

**Tabla III.5.2-1. Vinculación con Normas Oficiales Mexicanas**

Mención de Responsabilidad	Vinculación
<b>NOM-041-SEMARNAT-2015 y NOM-045-SEMARNAT-2017</b>	
Que establecen los límites máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación que usan gasolina y diésel como combustibles.	En el estado no existe programa de verificación vehicular. Para el control de las emisiones a la atmósfera por el uso de vehículos automotores, CFE establecerá al contratista el compromiso de mantener en buen estado sus vehículos y maquinaria, por lo que deberá presentar evidencias del mantenimiento vehicular.
<b>NOM-022-SEMARNAT-2003</b>	
Que establece las especificaciones para la preservación, conservación, aprovechamiento sustentable y restauración de los humedales costeros en zonas de manglar. <b>Se indican sólo aquellas especificaciones que pueden tener alguna relación con el Proyecto.</b>	El proyecto no contempla el aprovechamiento sustentable de los humedales.
1.0 Objeto y campo de aplicación El campo de aplicación de la presente Norma es obligatoria para todo usuario en la cuenca hidrológica, dentro del marco del plan global de manejo de la cuenca hidrológica. 1.3 Las disposiciones de la presente Norma Oficial	Con la presentación de esta manifestación de impacto ambiental y de las medidas de mitigación de impactos que el Proyecto pueda ocasionar, se da cumplimiento en lo general al objeto de esta norma.



Mención de Responsabilidad	Vinculación
<p>Mexicana son de observancia obligatoria para los responsables de la realización de obras o actividades que se pretendan ubicar en humedales costeros o que por sus características, puedan influir negativamente en éstos.</p>	
<p>4.0 Especificaciones            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 del mismo, para ello se contemplarán los siguientes puntos: - 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 status, entre otros).</p>	<p>Esta especificación tiene por objeto la protección de la comunidad del manglar en su conjunto por acciones humanas de alto impacto como pueden ser: los cambios de uso de suelo y los aprovechamientos de la vida silvestre, entre otras acciones relevantes.</p> <p>Como se menciona en este capítulo y en anteriores, el Proyecto no afectará a la comunidad de manglar, no requiere de cambio de uso de suelo ni contempla el aprovechamiento de la vida silvestre. Ningún individuo de manglar será podado y menos derribado. Los escasos individuos de mangle (2 árboles) que se ubican en la costa de Holbox en el punto de arribo del cable submarino no serán derribados pues en este tramo se utilizará barrenación horizontal.</p> <p>El cable quedará enterrado en el sedimento de la laguna a una profundidad mínima de 80 cm, no constituye una barrera para el libre flujo hidrológico ni de sedimentos del humedal ni sus tramos terrestres modificarán la escorrentía superficial pues se proyectan en forma subterránea sobre vialidades existentes. Los impactos que esta acción pueda ocasionar en el fondo de la laguna son puntuales y temporales, es decir, cesarán una vez que se concluya la instalación del cable.</p> <p>Por lo tanto, el Proyecto no causará afectaciones a la comunidad de manglar y se ajusta a lo requerido por esta especificación.</p> <p>Como parte de los estudios de esta MIA se realiza la caracterización del sistema ambiental regional en su conjunto.</p>
<p>4.1 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 Proyecto no es una obra de canalización y por sus características no interrumpe el flujo u ocasiona el desvío de agua superficial por lo cual no se pone en riesgo la dinámica ni la integridad ecológica del humedal costero.</p> <p>El Proyecto consiste en el tendido de un cable submarino de 4 hilos, cada uno de ellos tiene un diámetro de 6 cm, se deposita en el fondo y no constituye ninguna barrera para el libre flujo del agua y de sedimentos, por lo tanto cumple con esta disposición.</p>
<p>4.2 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>El Proyecto no considera la apertura de un canal y tampoco afectará a ningún individuo de mangle.</p>
<p>4.3 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</p>	<p>El Proyecto no considera la apertura ni requiere de un canal.</p>

Mención de Responsabilidad	Vinculación
hidrológico.	
4.4 El establecimiento de infraestructura marina fija (diques, rompeolas, muelles, marinas y bordos) o cualquier otra obra que gane terreno a la unidad hidrológica en zonas de manglar queda prohibida excepto cuando tenga por objeto el mantenimiento o restauración de ésta.	El Proyecto no es una obra de infraestructura marina como diques, rompeolas, muelles, marinas o bordos.
4.5 Cualquier bordo colindante con el manglar deberá evitar bloquear el flujo natural del agua hacia el humedal costero.	El Proyecto no requiere de la construcción de bordos. El material de excavación será retirado y el terreno se nivelará conforme a la topografía natural del sitio de construcción.
4.6 Se debe evitar la degradación de los humedales costeros por contaminación y asolvamiento.	El Proyecto no considera la ejecución de actividades que generen contaminación del humedal, ni su asolvamiento. Todos los residuos que genere el Proyecto se clasificarán y manejarán conforme a la normativa aplicable. Para su disposición final se prevé utilizar el relleno sanitario de Kantunilkin, previa autorización del municipio.
4.7 La persona física o moral que utilice o vierta agua proveniente de la cuenca que alimenta a los humedales costeros, deberá restituirla al cuerpo de agua y asegurarse de que el volumen, pH, salinidad, oxígeno disuelto, temperatura y la calidad del agua que llega al humedal costero garanticen la viabilidad del mismo.	El Proyecto no tiene por objeto utilizar o verter el agua proveniente de la cuenca.
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.	El Proyecto no tiene por objeto el vertimiento de agua que pueda alterar las condiciones físico-químicas del cuerpo lagunar.
4.9 El permiso de vertimiento de aguas residuales a la unidad hidrológica debe ser solicitado directamente a la autoridad competente, quien le fijará las condiciones de calidad de la descarga y el monitoreo que deberá realizar.	El Proyecto no contempla el vertimiento de aguas residuales en la unidad hidrológica.
4.10 La extracción de agua subterránea por bombeo en áreas colindantes a un manglar debe de garantizar el balance hidrológico en el cuerpo de agua y la vegetación, evitando la intrusión de la cuña salina en el acuífero.	El Proyecto no contempla la extracción de agua subterránea.
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.	El Proyecto no tiene por objeto la introducción de especies en el SAR objeto de estudio.

Mención de Responsabilidad	Vinculación
<p>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.</p>	<p>El Proyecto no influye en los aportes hídricos ni los altera. No obstante, se cumplió con la guía para elaborar la MIA en su modalidad regional, llevándose a cabo la caracterización del medio físico que incluyó estudios oceanografía, batimetría, geofísica y físico química del agua de la Laguna Yalahau, así como la descripción de la hidrología a nivel regional (Apéndices I y II).</p>
<p>4.13 En caso de que sea necesario trazar una vía de comunicación en tramos cortos de un humedal o sobre un humedal, se deberá garantizar que la vía de comunicación es trazada sobre pilotes que permitirán el libre flujo hidráulico dentro del ecosistema, así como garantizar el libre paso de la fauna silvestre. Durante el proceso constructivo se utilizarán métodos de construcción en fase (por sobre posición continua de la obra) que no dañen el suelo del humedal, no generen depósito de material de construcción ni genere residuos sólidos en el área.</p>	<p>El Proyecto no contempla la construcción de una vía de comunicación.</p>
<p>4.14 La construcción de vías de comunicación aledañas, colindantes o paralelas al flujo del humedal costero, deberá incluir drenes y alcantarillas que permitan el libre flujo del agua y de luz. Se deberá dejar una franja de protección de 100 m (cien metros) como mínimo la cual se medirá a partir del límite del derecho de vía al límite de la comunidad vegetal, y los taludes recubiertos con vegetación nativa que garanticen su estabilidad.</p>	<p>El Proyecto no requiere de la construcción de vías de comunicación.</p>
<p>4.15 Cualquier servicio que utilice postes, ductos, torres y líneas, deberá ser dispuesto sobre el derecho de vía. En caso de no existir alguna vía de comunicación se deberá buscar en lo posible bordear la comunidad de manglar, o en el caso de cruzar el manglar procurar el menor impacto posible.</p>	<p>El tendido terrestre se hará de forma subterránea sobre el derecho de vía de calles existentes, por lo que el Proyecto se ajusta a este requerimiento. En el arribo del cable submarino a la costa de Holbox se utilizará barrenación horizontal para evitar cualquier daño al manglar.</p>
<p>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.</p>	<p>Si bien el Proyecto se considera una obra que forma parte de la infraestructura urbana, no es por sí misma una actividad productiva pues sólo conduce un fluido eléctrico haciendo uso pasivo de la superficie que ocupa, que en este caso es subterránea y submarina; por lo que no fomenta la proliferación de actividades productivas a menos de 100 m de la vegetación del humedal ni queda bajo la responsabilidad del promovente el permitir que este tipo de actividades se desarrolle. Cabe señalar que el destino final del fluido eléctrico es la Subestación Eléctrica Holbox de donde se distribuirá la energía eléctrica a la localidad, siendo ésta la actividad productiva, la cual se ubica aproximadamente a 300 m del punto en el cual el cable cruza en forma subterránea el manglar (Ver imagen).</p>

Mención de Responsabilidad	Vinculación
	 <p><b>Imagen. Distancia de la SE Holbox al punto de arribo del cable submarino y del mangle en ese punto, aproximadamente 300 m</b></p> <p>No obstante, dada la ambigüedad de esta especificación, y a fin de cumplir con la misma, el Proyecto se podrá apegar al ACUERDO que adiciona la especificación 4.43 a 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, el cual indica en su numeral 4.43, lo siguiente:</p> <p>"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.</p> <p>En su caso, para cumplir con lo anterior, se acordará con la Dirección del ANP Yum Balam la aplicación de obras o acciones necesarias en beneficio del humedal, mismas que se describen en el capítulo VI.</p>
<p>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.</p>	<p>En caso de que se requiera de material para el relleno de las zanjas que alojarán los ductos subterráneos, estos serán adquiridos en bancos de material autorizados.</p>
<p>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.</p>	<p>El Proyecto se ubica en áreas urbanas y en ambiente acuático, por lo cual no afecta vegetación y en consecuencia no requiere de cambio de uso del suelo.</p>

Mención de Responsabilidad	Vinculación
<p>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.</p>	<p>El Proyecto no generará material dragado. Cualquier material producto de la construcción se enviará a sitios autorizados por las autoridades locales y siempre fuera de zonas de manglar. En primera instancia, se considera el uso del relleno sanitario de Kantunilkin para la disposición de los residuos que genere el Proyecto, previa autorización del municipio de Lázaro Cárdenas.</p>
<p>4.20 Queda prohibida la disposición de residuos sólidos en humedales costeros.</p>	<p>Los residuos que genere el Proyecto se clasificarán y manejarán conforme a la normativa aplicable y su disposición será en sitios autorizados. En primera instancia, se considera el uso del relleno sanitario de Kantunilkin para la disposición de los residuos que genere el Proyecto, previa autorización del municipio de Lázaro Cárdenas.</p>
<p>4.21 Queda prohibida la instalación de granjas camaronícolas industriales intensivas o semintensivas en zonas de manglar y lagunas costeras, y queda limitado a zonas de marismas y a terrenos más elevados sin vegetación primaria en los que la superficie del Proyecto no exceda el equivalente de 10% de la superficie de la laguna costera receptora de sus efluentes en lo que se determina la capacidad de carga de la unidad hidrológica. Esta medida responde a la afectación que tienen las aguas residuales de las granjas camaronícolas en la calidad del agua, así como su tiempo de residencia en el humedal costero y el ecosistema.</p>	<p>El Proyecto no tiene relación alguna con este tipo de actividades.</p>
<p>4.22 No se permite la construcción de infraestructura acuícola en áreas cubiertas de vegetación de manglar, a excepción de canales de toma y descarga, los cuales deberán contar previamente con autorización en materia de impacto ambiental y de cambio de utilización de terrenos forestales.</p>	<p>El Proyecto no tiene relación alguna con este tipo de actividades.</p>
<p>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.</p>	<p>El Proyecto no requiere de la construcción de canalizaciones.</p>
<p>4.24 Se favorecerán los Proyectos de unidades de producción acuícola que utilicen tecnología de toma descarga de agua, diferente a la canalización.</p>	<p>El Proyecto no tiene relación alguna con este tipo de actividades.</p>
<p>4.25 La actividad acuícola deberá contemplar preferentemente post-larvas de especies nativas producidas en laboratorio.</p>	<p>El Proyecto no tiene relación alguna con este tipo de actividades.</p>
<p>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.</p>	<p>El Proyecto no tiene por objeto la construcción de canales ni la extracción de agua.</p>

Mención de Responsabilidad	Vinculación
<p>4.27 Las obras o actividades extractivas relacionadas con la producción de sal, sólo podrán ubicarse en salitrales naturales; los bordos no deberán exceder el límite natural del salitral, ni obstruir el flujo natural de agua en el ecosistema.</p>	<p>El Proyecto no tiene relación alguna con este tipo de actividades</p>
<p>4.28 La infraestructura turística ubicada dentro de un humedal costero debe ser de bajo impacto, con materiales locales, de preferencia en palafitos que no alteren el flujo superficial del agua, cuya conexión sea a través de veredas flotantes, en áreas lejanas de sitios de anidación y percha de aves acuáticas, y requiere de zonificación, monitoreo y el informe preventivo.</p>	<p>El Proyecto no es una obra de infraestructura turística.</p>
<p>4.29 Las actividades de turismo náutico en los humedales costeros en zonas de manglar deben llevarse a acabo de tal forma que se evite cualquier daño al entorno ecológico, así como a las especies de fauna silvestre que en ellos se encuentran. Para ello, se establecerán zonas de embarque y desembarque, áreas específicas de restricción y áreas donde se reporte la presencia de especies en riesgo.</p>	<p>El Proyecto no tiene relación alguna con este tipo de actividades.</p>
<p>4.30 En áreas restringidas los motores fuera de borda deberán ser operados con precaución, navegando a velocidades bajas (no mayor de 8 nudos), y evitando zonas donde haya especies en riesgo como el manatí.</p>	<p>Para el tendido del cable submarino y para los estudios ambientales de esta MIA se utilizarán varias embarcaciones. Aunque el Proyecto no se ubica en un área restringida pues se ubica en forma paralela al canal de navegación que presenta un tráfico marítimo intenso, se atenderá esta recomendación como medida precautoria. El tendido de un cable submarino es un proceso sumamente lento debido a la precisión que se requiere para ubicar el cable en el trazo definido. Esto hace prácticamente imposible que puedan ocurrir accidentes con la fauna marina. Cabe mencionar que la trayectoria del cable submarino corre paralela al canal de navegación que comunica a Chiquila con Holbox, por lo que el intenso tráfico marítimo mantiene alejada a la fauna marina. No obstante, se contará con supervisión ambiental durante el tendido para avistamiento de posibles mamíferos y reptiles marinos y tomar las precauciones necesarias.</p>
<p>4.31 El turismo educativo, ecoturismo y observación de aves en el humedal costero deberán llevarse a cabo a través de veredas flotantes, evitando la compactación del sustrato y el potencial de riesgo de disturbio a zonas de anidación de aves, tortugas y otras especies.</p>	<p>El Proyecto no tiene relación alguna con este tipo de actividades.</p>
<p>4.32 Deberá de evitarse la fragmentación del humedal costero mediante la reducción del número de caminos de acceso a la playa en centros turísticos y otros. Un humedal costero menor a 5 km de longitud del eje mayor, deberá tener un solo acceso a la playa y éste deberá ser ubicado en su periferia. Los accesos que crucen humedales costeros mayores a 5 km de longitud con respecto al eje mayor, deben estar ubicados como mínimo a una</p>	<p>El Proyecto no contempla la apertura de caminos de acceso.</p>

Mención de Responsabilidad	Vinculación
distancia de 30 km uno de otro.	
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 Proyecto no considera la apertura de canales.
4.34 Se debe evitar la compactación del sedimento en marismas y humedales costeros como resultado del paso de ganado, personas, vehículos y otros factores antropogénicos.	En la parte terrestre, el Proyecto se ubica sobre vialidades existentes ya compactadas. El Proyecto no utilizará superficies fuera de las que se indican en el apartado II de esta MIA.
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 Proyecto no es una actividad de restauración del manglar ni tampoco ocasionará daños a esta comunidad vegetal.
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.	El Proyecto cruza por dos puntos con presencia de manglar pero no se afectará a ningún individuo. En su cruce por la zona urbana de Chiquila, el Proyecto se construirá en forma subterránea utilizando la vialidad existente. En su llegada a la costa de Holbox, se utilizará la técnica de perforación direccionada con lo cual se evita dañar a dos árboles de mangle que se ubican en el área de llegada del cable.
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 Proyecto no incide en la dinámica hidrológica ni en los flujos hídricos continentales. No habrá vertimientos de aguas residuales.
4.38 Los programas Proyectos de restauración de manglares deberán estar fundamentados científica y técnicamente y aprobados en la resolución de impacto 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.	El Proyecto no es un programa de restauración de manglar.
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 Proyecto no es un programa de restauración de humedales.
4.40 Queda estrictamente prohibido introducir especies exóticas para las actividades de restauración de los humedales costeros.	El Proyecto no contempla la introducción de especies exóticas en el humedal costero donde se ubica.

Mención de Responsabilidad	Vinculación								
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.	El Proyecto no es un programa de restauración de humedales.								
4.42 Los estudios de impacto ambiental y ordenamiento deberán considerar un estudio integral de la unidad hidrológica donde se ubican los humedales costeros.	Como parte de la MIA, se llevaron a cabo estudios de oceanografía, batimetría, geofísica y caracterización físico química en el cuerpo de agua. Los resultados de estos estudios se presentan en el Apéndices I y II.								
<b>NOM-059-SEMARNAT-2010</b>									
Que establece las especificaciones de 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.	Esta Norma Oficial Mexicana tiene por objeto identificar las especies o poblaciones de flora y fauna silvestres en riesgo en la República Mexicana, mediante la integración de las listas correspondientes, así como establecer los criterios de inclusión, exclusión o cambio de categoría de riesgo para las especies o poblaciones, mediante un método de evaluación de su riesgo de extinción y es de observancia obligatoria en todo el Territorio Nacional, para las personas físicas o morales que promuevan la inclusión, exclusión o cambio de las especies o poblaciones silvestres en alguna de las categorías de riesgo, establecidas por esta Norma. El Proyecto no tiene por objeto promover la exclusión o inclusión de alguna especie en este listado. No obstante, con base en el listado de esta norma se identificó la presencia de especies en riesgo en el área de estudio y área del Proyecto, con lo cual se adoptaron las medidas tendientes a su protección (ver capítulo VI). En el área de estudio se distribuye manglar pero no se verá afectado por las actividades del Proyecto, como se explicó anteriormente. Por su ubicación en zonas urbanas, el Proyecto no afectará especies en riesgo de flora. Por la misma razón, la afectación fauna silvestre se considera poco probable pero de implementarán medidas para su protección.								
<b>NOM-080-SEMARNAT-1994</b>									
Que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido de vehículos automotores, motocicletas y triciclos motorizados en circulación y su método de medición	<p>Durante las distintas etapas del Proyecto, se tiene previsto que se generen emisiones de ruido; sin embargo, los niveles de generación se estima que no serán superiores a los límites máximos permisibles. Los límites máximos permisibles por la presente norma:</p> <table border="1" data-bbox="810 1608 1385 1711"> <thead> <tr> <th>Peso bruto (Vehicular (kg))</th> <th>Límites máximos permisibles db (a)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Hasta 3,000</td> <td>86</td> </tr> <tr> <td>Más de 3,000 y hasta 10,000</td> <td>92</td> </tr> <tr> <td>Más de 10,000</td> <td>99</td> </tr> </tbody> </table> <p>La empresa contratista deberá dar mantenimiento a los vehículos que usen en las diferentes etapas del Proyecto para garantizar que operan en óptimas condiciones, además se deberá laborar en horarios diurnos.</p>	Peso bruto (Vehicular (kg))	Límites máximos permisibles db (a)	Hasta 3,000	86	Más de 3,000 y hasta 10,000	92	Más de 10,000	99
Peso bruto (Vehicular (kg))	Límites máximos permisibles db (a)								
Hasta 3,000	86								
Más de 3,000 y hasta 10,000	92								
Más de 10,000	99								



## **CAPÍTULO IV**

### **DESCRIPCION DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL Y SEÑALAMIENTO DEL DESARROLLO Y DETERIORO EN LA REGIÓN**

## CONTENIDO

IV. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL Y SEÑALAMIENTO DE TENDENCIAS DE DESARROLLO Y DETERIORO EN LA REGIÓN.....	4
IV.1. Definición del Sistema Ambiental Regional.....	4
IV.1.1. Delimitación del Sistema Ambiental Regional (SAR).....	5
IV.1.2. Área de Influencia Directa (AID) .....	6
IV.1.3. Sitio de Proyecto (SP).....	7
IV.2.1. Elementos abióticos.....	8
IV.2.1.1. Clima .....	8
IV.2.1.1.1. Tipos de clima.....	9
IV.2.1.1.2. Temperatura y precipitación .....	9
IV.2.1.1.3. Vientos.....	11
IV.2.1.1.4. Eventos Climáticos Extremos (Huracanes).....	12
IV.2.1.1.5. Fenómenos especiales .....	13
IV.2.1.2. Geología.....	14
IV.2.1.2.1. Formación Carrillo Puerto .....	14
IV.2.1.2.2. Formación Caliza de Moluscos.....	15
IV.2.1.3. Geomorfología.....	16
IV.2.1.4. Fisiografía.....	16
IV.2.1.5. Topografía.....	17
IV.2.1.6. Edafología .....	18
IV.2.1.7. Hidrología .....	23
IV.2.1.7.1. Superficial .....	23
IV.2.1.7.2. Subterránea .....	23
IV.2.1.8. Oceanografía física .....	25
IV.2.1.8.1. Descripción general de los trabajos .....	25
IV.2.1.8.2. Configuración del fondo marino .....	26
IV.2.1.8.3. Caracterización hidrodinámica.....	27
IV.2.1.8.3.1 Oleaje.....	27
IV.2.1.8.3.2 Corrientes.....	28
IV.2.1.8.3.3 Marea .....	29

IV.2.1.8.3.4 Temperatura.....	30
IV.2.1.8.4. Caracterización fisicoquímica del agua.....	32
IV.2.2. Elementos bióticos.....	34
IV.2.2.1. Vegetación .....	34
IV.2.2.2. Fauna terrestre.....	37
IV.2.2.3. Biota marina .....	39
IV.2.2.3.1. Plancton.....	39
IV.2.2.3.2. Necton .....	40
IV.2.2.3.3. Bentos.....	41
IV.2.2.3.4. Mamíferos marinos .....	41
IV.2.2.3.5. Reptiles marinos .....	42
IV.2.2.3.6. Pastos marinos .....	42
IV.2.2.3.7. Pesquerías.....	43
IV.2.2.3.8. Conclusiones generales.....	44
IV.2.4. Paisaje .....	45
IV.2.4.1. Visibilidad .....	47
IV.2.4.2. Calidad Visual del Paisaje .....	48
IV.2.4.3. Fragilidad Visual.....	50
IV.2.5. Medio socioeconómico .....	53
IV.2.5.1. Contexto estatal .....	53
IV.2.5.2. Economía.....	54
IV.2.5.3. Pobreza y marginación .....	55
IV.2.5.4. Población económicamente activa .....	55
IV.2.5.5. Dinámica poblacional.....	55
IV.2.5.6. Presencia Indígena .....	56
IV.2.6. Diagnóstico ambiental.....	58

## IV. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL Y SEÑALAMIENTO DE TENDENCIAS DE DESARROLLO Y DETERIORO EN LA REGIÓN

### IV.1. Definición del Sistema Ambiental Regional

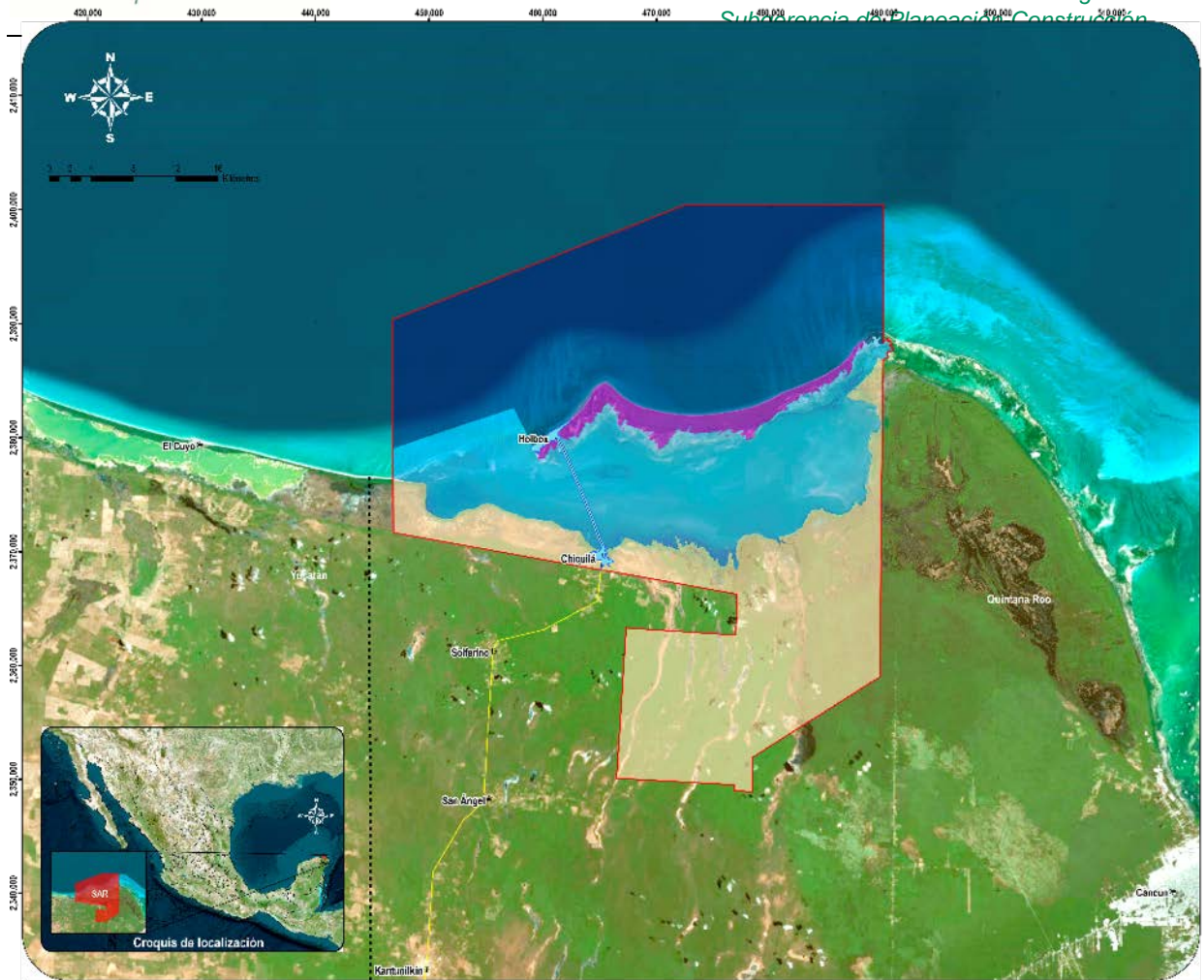
Con la finalidad de describir el Sistema Ambiental Regional (SAR) así como las distintas escalas espaciales que involucren las áreas que, dada la naturaleza del Proyecto se pudieran ver intervenidas de manera directa o indirecta durante el desarrollo del mismo, se han definido al interior del SAR dos unidades espaciales más para la descripción y análisis ambiental, quedando de la siguiente manera:

- Sistema Ambiental Regional (SAR)
- Área de Influencia Directa (AID)
- Sitio de Proyecto (SP)



**Figura IV.1-1. Representación de escalas espaciales dentro del SAR**

En los siguientes apartados se presenta la definición de estas unidades. Asimismo, en la Carta A.0, Carta A.1 y Figura IV.1-2 se muestra la ubicación espacial de cada una de éstas.



**Figura IV.1-2. Sistema Ambiental Regional**

#### **IV.1.1. Delimitación del Sistema Ambiental Regional (SAR)**

La delimitación del SAR para el Proyecto que nos ocupa se toma con base en la definición del polígono del Área de Protección de Flora y Fauna Yum-Balam (APFF Yum-Balam), la cual comparte elementos importantes en cuanto a la historia natural, ecológica y socioeconómica relacionados éstos con las actividades del Proyecto, de manera particular en el AID y SP, mismos que se definirán en apartados posteriores.

En lo que a las consideraciones para usar la delimitación del APFF Yum-Balam se refiere, se pueden destacar las siguientes:

- La dimensión y naturaleza del Proyecto
- El conjunto y tipo de obras a desarrollar
- La ubicación y características de las actividades asociadas y provisionales
- Factores sociodemográficos

Cobra especial atención que el SAR cubre de manera exclusiva una porción del municipio de Lázaro Cárdenas y que las localidades con actividad socioeconómica más importantes son la de Chiquilá y Holbox. Por otro lado, el SAR se compone de cuatro ámbitos geográficos, a saber; la porción continental, la parte lagunar, la Isla

Holbox y el frente marino, éste último considerado como referencia espacial, dado que las actividades inherentes al Proyecto se desarrollarán de manera preponderante en la parte lagunar.

En la Tabla IV.1.1-1 se presenta la superficie que ocupará el Proyecto de acuerdo con cada una de las unidades descritas.

**Tabla IV.1.1-1. Superficie que ocupara el SAR para el Proyecto**

Porción del SAR	Superficie (ha)	Observaciones
Continental	47 295.11	Se localiza en la localidad de Chiquilá y se ocupará para la construcción de la Línea Eléctrica subterránea, la cual irá en la porción marginal a la calle principal, hasta llegar al arribo localizado en la Laguna Yalahau.
Lagunar	38 859.63	Se ocupará por la Línea Eléctrica submarina, la cual tendrá un espacio entre el actual canal de navegación que comunica a Chiquilá con la Isla Holbox y el acueducto que alimenta de agua potable a la Isla.
Insular	4 828.97	Se ocupará por la Línea Eléctrica subterránea, la cual ocupará el espacio marginal a la calle principal, desde el arribo localizado en la Laguna Yalahau hasta la actual Central Termoeléctrica, en donde se construirá una Subestación Eléctrica.
Frente marino	63 162.55	El frente marino se localiza en la parte norte del SAR y éste se considera como referencia espacial, dado que por la naturaleza del Proyecto no se prevé incidir en ésta porción, esto con base en el estudio batimétrico y de hidrodinámica realizado de manera expreso para la Laguna Yalahau.
<b>Total</b>	<b>154 146.26</b>	

Con base en lo anterior, el Proyecto se encuentra inmerso en un SAR que tiene una superficie de 154 146.26 hectáreas, de las cuales la porción continental representa el 30.62 %, la superficie lagunar 25.19 %, la insular el 3.16 % y el frente marino el 41.06%.

#### **IV.1.2. Área de Influencia Directa (AID)**

El AID corresponde a la superficie territorial donde potencialmente se prevé la manifestación de los impactos que deriven del Proyecto, sea sobre la totalidad de los componentes ambientales o sobre alguno de ellos. De manera particular, el AID de acuerdo con la naturaleza del Proyecto se define con base en lo que se indica en la Tabla IV.1.2-1.

**Tabla IV.1.2-1. Superficie que ocupará el AID para el Proyecto**

AID	Descripción de la delimitación
Continental	<p>El AID en su porción continental (Chiquilá) físicamente corresponde el derecho de vía de la carretera estatal No. 5 Kantunilkin-Chiquilá y el acceso principal a la población de Chiquilá, el cual corresponde a una calle con un ancho de aproximadamente 8 m, incluyendo área de rodaje y aceras. Además, se incluye la traza urbana de la comunidad de Chiquilá. La longitud del trazo en el AID es de 1.93 km., dando una superficie total 60.48 ha (Carta A.1).</p> <p>Asimismo, se incluye la porción de la traza urbana de la población de Chiquilá, área que se prevé sea el centro de operaciones del Proyecto (instalación de almacenes, campamentos, zona hospedaje, alimentos y otros abastecimientos).</p>
Lagunar	<p>El AID en su porción lagunar considera una longitud de 10.22 km y un buffer de 300 m a partir del eje de la trayectoria del cable, arrojando una superficie de 306.7 ha. Lo cual supone un margen para el anclaje de embarcaciones en áreas sin vegetación, así como el tránsito fortuito de alguna embarcación que pudiera perder el rumbo del eje durante la localización del trazo debido a deriva por corrientes y/o el error de los equipos de geolocalización.</p> <p>Asimismo, desde el punto de vista ambiental se toma en cuenta que los impactos durante las distintas etapas del Proyecto no irán más allá del AID. Por lo tanto, se considera que con esta AID se tiene un espacio que permite la ejecución segura de las obras y/o actividades relacionadas con el Proyecto que nos ocupa, contribuyendo al desarrollo normal de la obra.</p>
Insular	<p>El AID en su porción Insular (Holbox) físicamente corresponde a las calles que conducen desde el arribo de la laguna a la Isla Holbox hasta la actual Central Eléctrica. Las calles tienen un ancho aproximado de 8 m, incluyendo área de rodaje y aceras (Carta A.2). La superficie del AID es de 146.51 ha.</p> <p>En dicha superficie se incluye la porción de la traza urbana de la población de Holbox, área en la cual se prevé pudieran contratarse servicios de hospedaje y suministro de alimentos, principalmente.</p>

### IV.1.3. Sitio de Proyecto (SP)

El Sitio de Proyecto corresponde al espacio donde potencialmente se prevé se manifiesten los posibles impactos del Proyecto de manera directa, sea sobre la totalidad de los componentes ambientales o sobre alguno de ellos.

Es el área de ocupación de la Línea Eléctrica y su magnitud en superficie se obtiene por su longitud total y los anchos de las áreas de maniobra (Área de Afectación Temporal), así como las de ocupación permanente por la infraestructura eléctrica (Área de Afectación Permanente).

Es en el SP en donde pueden manifestarse directamente los efectos del Proyecto sobre los componentes ambientales debidos a la preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento de la infraestructura eléctrica objeto de la presente MIA-R. IV.2. Caracterización y análisis del SAR.

Con la finalidad de realizar la caracterización del SAR, en los siguientes apartados se presentan las características de los elementos del medio abiótico, biótico,

sociales y del paisaje, para finalmente con base en éstos realizar el diagnóstico ambiental.

Derivado de la importancia de los componentes del medio biótico, en el cuerpo de éste Capítulo se presentará un análisis sucinto de la biota marina y aspectos fisicoquímicos del agua en la Laguna Yalahau. El análisis de manera amplia se encontrará en los distintos apéndices que en su momento serán referidos en el apartado correspondiente.

Por otro lado, cuando es necesario realizar la representación espacial de algún componente del medio físico o biológico, como anexos se presenta la Cartografía Ambiental respectiva.

#### **IV.2.1. Elementos abióticos**

##### **IV.2.1.1. Clima**

El clima del SAR en el cual se encontrará inmersa la Línea Eléctrica se determina con base en los datos de temperatura y precipitación media mensual y anual de las estaciones meteorológicas señaladas en la Tabla IV.2.1.1-1.

**Tabla IV.2.1.1-1. Estaciones climatológicas a partir de las cuales se realiza el análisis del Clima en el ámbito del SAR**

Estación		Elevación (msnm)	Periodo	Estatus
Clave	Nombre			
00023023	Solferino	14	1981-2010	Operando
00023009	Isla Holbox	10	1951-2010	Suspendida

Cabe señalar que a pesar de que la estación Solferino no se encuentra dentro del SAR, es considerada en este análisis por ser representativa de uno de los dos climas reportados para el SAR.



#### IV.2.1.1.1. Tipos de clima

El clima que prevalece en el SAR es el cálido húmedo con poca oscilación térmica y el isotermal. Tomando como base la propuesta climatológica de Köppen, modificada por García (2004), en la Tabla IV.2.1.1.1-1 se presentan las fórmulas climáticas correspondientes a cada una de las dos estaciones climatológicas de las cuales se analiza su información.

**Tabla IV.2.1.1-1. Clasificaciones climáticas al interior del SAR**

Estación		Fórmula climática	Descripción	Variable climatológica	Valor -Temp. (°C) y Prec. (mm)-
Clave	Nombre				
23023	Solferino	A w1 (x')	Cálido húmedo con poca oscilación térmica. No es tipo Ganges y presenta canícula	T. Máxima	27.5
				T. Media	24.9
				T. Mínima	21.5
				P. Máxima	198.0
				P. Mínima	35.8
				P. Total	1223.6
				P/T	48.9
				P. Invernal (%)	0.11
				Oscilación térmica	6.0
23009	Isla Holbox	A w0 (x')	Cálido húmedo, isotermal. No es tipo Ganges y presenta canícula	T. Máxima	27.4
				T. Media	26.4
				T. Mínima	24.8
				P. Máxima	119.1
				P. Mínima	28.0
				P. Total	877.7
				P/T	33.3
				P. Invernal (%)	0.1
				Oscilación térmica	2.6

Con relación al SAR, el clima A w1 (x') representa el 40 % de la superficie, mientras que el clima A w0 (x') representa el 60%. Cabe señalar, que de manera especial tanto el AID como el SP se localizan de manera exclusiva en el Clima A w0 (x'). La representación de la distribución de los mismos se puede ver en la Carta B.0.

#### IV.2.1.1.2. Temperatura y precipitación

Las principales características son: variaciones de temperaturas medias anuales entre los 24.0 y 28.0 °C, así como lluvias en verano con precipitaciones medias anuales entre los 700.0 y más de 1 500.0 mm y media ponderada de 1 368.3 mm. A continuación, se describe el comportamiento de la Temperatura y precipitación para las estaciones Solferino y Holbox.

##### **Estación Solferino**

La temperatura máxima normal más elevada ocurre en el mes de mayo y es de 34.2°, la máxima mensual es de 37.2 °C y la máxima diaria de 41.3 °C. Por otro lado, la temperatura media más elevada se presenta en el mes de junio con 27.5°

C y la temperatura mínima normal es de 14.6° C y ocurre en enero. Asimismo, se ha registrado una temperatura mínima diaria de 4° C la cual se presentó en enero de 1987.

La precipitación media anual es de 1 223.60 mm y la época de lluvia se registra entre los meses de abril a noviembre, periodo en el cual precipitan alrededor de 1 039.5 mm. La máxima precipitación diaria se registró en el mes de junio de 1982, con 483.2 mm., y la máxima diaria en julio de 1989, con 309.4 mm.

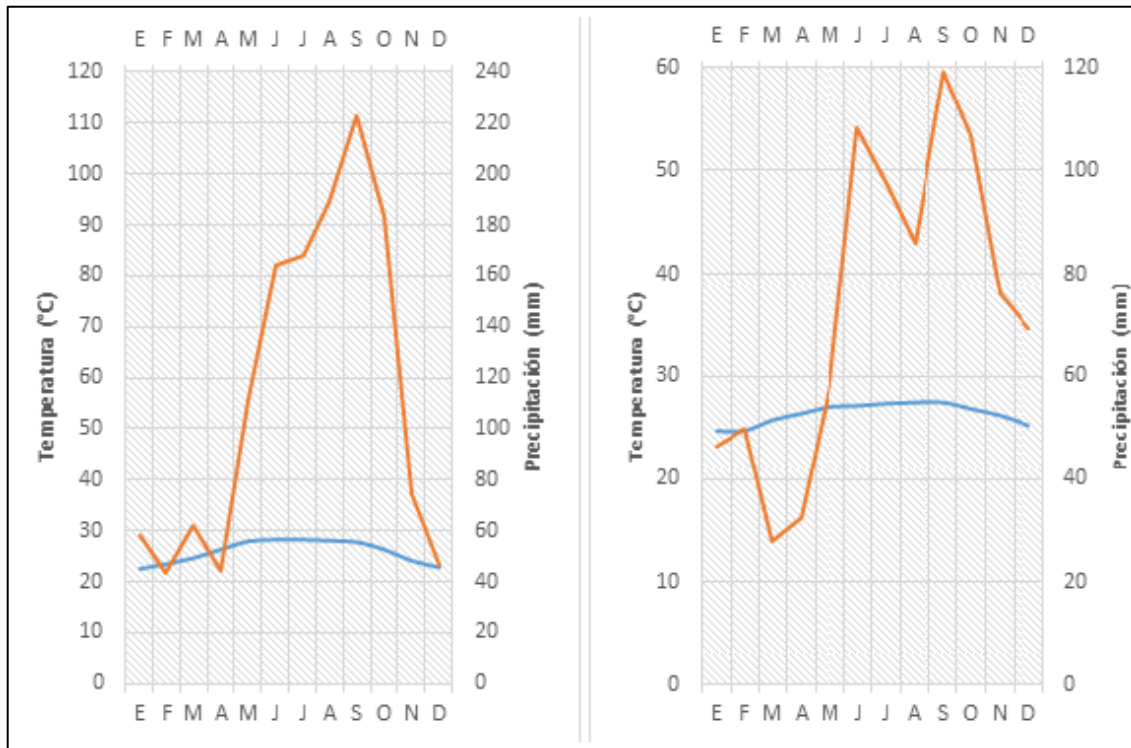
Con base en lo anterior, en la Figura IV.2.1.1.2-1 se presenta el diagrama ombrotérmico correspondiente a la estación Solferino, encontrándose poca oscilación térmica y que la temporada de lluvias se establece alrededor de la segunda mitad del mes de junio y culmina en octubre, alcanzándose la máxima precipitación pluvial en el mes de septiembre. Asimismo, se aprecia de manera incipiente la presencia de canícula en el mes de junio.

### **Estación Holbox**

La temperatura máxima normal más elevada ocurre en el mes de julio y es de 32.1°, la máxima mensual es de 36.8 °C y la máxima diaria de 40.0 °C. Por otro lado, la temperatura media más elevada se presenta en el mes de agosto con 27.4° C y la temperatura mínima normal más baja es de 20.1° C y ocurre en febrero. Asimismo, se ha registrado una temperatura mínima diaria de 10.0 °C la cual se presentó en los meses de junio y julio de 1976 y 1974, respectivamente.

La precipitación media anual es de 877.7 mm y la época de lluvia se registra entre los meses de mayo a diciembre, periodo en el cual precipitan alrededor de 721.0 mm. La máxima precipitación diaria se registró en el mes de septiembre de 1967, con 414.5 mm., y la máxima diaria en septiembre de 1967, con 306.0 mm.

Con base en lo anterior, en la Figura IV.2.1.1.2-1 se presenta el diagrama ombrotérmico correspondiente a la estación Holbox, encontrándose poca oscilación térmica y que la temporada de lluvias se establece alrededor de la segunda mitad del mes de junio y culmina en octubre, alcanzándose la máxima precipitación pluvial en el mes de septiembre. Asimismo, se aprecia de manera importante la presencia de canícula en el mes de agosto.



**Figura IV.2.1.1.2-1. Diagrama ombrotérmico para la estación Solferino (izquierda) y Holbox (derecha)**

### IV.2.1.1.3. Vientos

En la zona el sistema de vientos dominante durante el año tiene dos componentes principales, los cuales son:

- Ciclo primavera-verano: dominan vientos del sureste, con fuerte influencia de vientos del este producto del desplazamiento hacia el norte tanto de la Zona Intertropical de Convergencia como de la Zona Subtropical de Alta Presión. Estos causan lluvias en verano y en parte del otoño. Es cuando se presenta la influencia ciclónica.

Este sistema de vientos es el más importante en la zona de Kantunilkin, Lázaro Cárdenas 2017 (INIFAP).

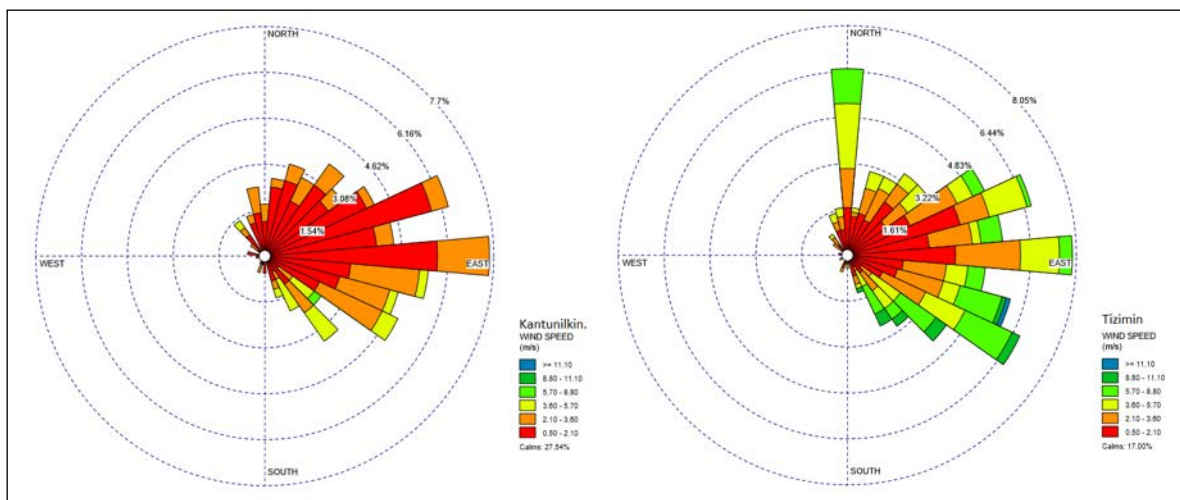
- A fines del otoño y principios del invierno el componente principal de los vientos se invierte y tienen influencia las masas de aire frío del norte o nortes. Los vientos del sureste predominan en primavera-verano, registrando velocidades medias más altas y los del este con velocidades medias. Los vientos del noreste predominan en parte del otoño y todo el invierno.

Este sistema de vientos es el más importante en la zona. Sitio Experimental Tizimin 2015 (INIFAP), Cabe destacar que esta estación se encuentra fuera del SAR, sin embargo, se toman los datos de viento por considerar que describe el comportamiento de los vientos de la porción del SAR que está más próxima a la Laguna Yalahua y de la Isla Holbox.

Derivado de que dentro del SAR no existen registros de viento, como referencia se analizan los datos de dos de las estaciones más cercanas al SAR estaciones

Kantunilkin y del Sitio experimental Tizimin (INIFAP, 2018), mismos que tienen representatividad para el SAR, AID y por tanto SP.

Del análisis de la información referida se encontró que en la zona los vientos proceden principalmente del este y del noreste, con velocidad moderada, sin embargo, vientos con mayor velocidad se registran de la dirección sureste. Los vientos provenientes del noroeste y del suroeste son prácticamente irrelevantes. Asimismo, para la estación Tizimin, los vientos dominantes provienen del este y del norte, alcanzando éstos últimos mayor velocidad. Los vientos provenientes del noroeste y del suroeste son prácticamente irrelevantes. En la región los vientos predominantes proceden del sureste.



**Figura IV.2.1.1.3-1. Rosa de vientos para las estaciones Kantunilkin y del Sitio experimental Tizimin (INIFAP)**

**IV.2.1.1.4. Eventos Climáticos Extremos (Huracanes)**

El SAR se encuentra inmerso en una zona susceptible a los huracanes y tormentas tropicales que se extiende desde junio hasta noviembre, cuyas intensidades de acuerdo con los registros hidrometeorológicos son importantes.

Los efectos adversos se reflejan en la acumulación de agua en un tiempo muy corto, que exceden la capacidad natural de drenaje, provocando inundaciones en las partes bajas y planas del SAR. Asimismo, es común el daño a infraestructura urbana, carretera y de manera importante a la eléctrica.

El fenómeno más importante y reciente ocurrido en la zona fue la presencia del huracán Irma (30 de agosto a 15 de septiembre de 2017), mismo que si bien no provocó estragos en la Península y en el SAR, si provocó el aumento en el nivel del mar y por lo tanto el cierre a la navegación de embarcaciones menores a 40 pies. Incluso por seguridad de bañistas en varias playas, incluidas las del municipio de Lázaro Cárdenas se colocaron las banderas rojas.

Como datos históricos, se tiene que los huracanes de mayor impacto en la zona son los siguientes:

- Allen, del 31 de julio al 11 de agosto de 1980. Alcanzó vientos de hasta 305 km/h. Llegaron a categoría 5 en la escala de huracanes de Saffir-Simpson.

- Gilberto, del 3 al 19 de septiembre de 1988. Alcanzó vientos de hasta 295 km/h. Llegaron a categoría 5 en la escala de huracanes de Saffir-Simpson.
- Opal, del 27 de septiembre al 30 de octubre de 1995. Alcanzó vientos de hasta 240 km/h. Llegaron a categoría 5 en la escala de huracanes de Saffir-Simpson.
- Roxanne en 1995, del 7 al 21 de octubre de 1995. Alcanzó vientos de hasta 185 km/h. Llegaron a categoría 3 en la escala de huracanes de Saffir-Simpson.
- Keith, del 28 de septiembre al 6 de octubre de 2000. Alcanzó vientos de hasta 220 km/h. Llegaron a categoría 4 en la escala de huracanes de Saffir-Simpson.
- Isidoro, del 14 al 27 de septiembre de 2002. Alcanzó vientos de hasta 205 km/h. Llegaron a categoría 3 en la escala de huracanes de Saffir-Simpson.
- Wilma 2005, del 16 al 25 de octubre de 2005. Alcanzó vientos de hasta 295 km/h. Llegaron a categoría 5 en la escala de huracanes de Saffir-Simpson.

Asimismo, de la base de datos del CENAPRED (2018) se realizó un depurado para identificar las declaratorias de emergencia y desastre para fenómenos meteorológicos en el estado de Quintana Roo, encontrándose los que se señalan en la Tabla IV.2.1.1.4-1.

**Tabla IV.2.1.1.4-1. Fenómenos hidrometeorológicos más importantes en el SAR para el periodo 2002-2015.**

Tipo de declaratoria	Tipo fenómeno	Nombre del fenómeno	Inicio	Término
Emergencia	Ciclón Tropical	Huracán "Isidore"	20/09/2002	23/09/2002
Desastre	Ciclón Tropical	Huracán "Isidore"	20/09/2002	23/09/2002
Emergencia	Ciclón Tropical	Tormenta Tropical "Claudette"	10/07/2003	10/07/2003
Emergencia	Ciclón Tropical	Huracán "Ivan"	11/09/2004	13/09/2004
Emergencia	Ciclón Tropical	Huracán "Emily"	16/07/2005	16/07/2005
Desastre	Ciclón Tropical	Lluvias Extremas y Oleaje por Huracán "Emily"	17/07/2005	17/07/2005
Emergencia	Ciclón Tropical	Huracán "Wilma"	19/10/2005	19/10/2005
Desastre	Ciclón Tropical	Ciclón Tropical "Wilma"	21/10/2005	22/10/2005
Emergencia	Ciclón Tropical	Huracán Dean	17/08/2007	17/08/2007
Desastre	Ciclón Tropical	Huracán Dean	20/08/2007	21/08/2007
Emergencia	Lluvias	Lluvia severa	03/06/2013	05/06/2013
Desastre	Lluvias	Lluvia severa	01/06/2013	05/06/2013
Emergencia	Lluvias	Luvia severa	14/09/2013	16/09/2013
Desastre	Lluvias	Lluvia severa	22/10/2014	22/10/2014
Emergencia	Lluvias	Lluvia severa	22/10/2014	22/10/2014
Emergencia	Lluvias	Lluvia severa	19/06/2015	20/06/2015

#### **IV.2.1.1.5. Fenómenos especiales**

Tomando como referencia la información de la SEMAR (2018), en el SAR existe una probabilidad del 56 % para que una tormenta tropical o huracán pase a una

distancia igual o menor a 160 km, presentando un aumento de precipitación y vientos fuertes que llegan a limitar las actividades de la población e incluso inducen la evacuación de la Isla Holbox.

Asimismo, son escasos los fenómenos de tormentas eléctricas y granizadas e inexistentes las heladas y tolveneras.

#### **IV.2.1.2. Geología**

La geología subterránea se forma por secuencias de sedimentos calcáreos de origen Terciario Reciente y Neógeno, los sedimentos terciarios se encuentran prácticamente en posición horizontal o con echados suaves. Aproximadamente los primeros 120 m son calizas masivas recristalizadas, cavernosas de buena permeabilidad, las cuales se encuentran cubriendo margas y calizas prácticamente impermeables.

En el SAR la geología superficial se caracteriza por la poca existencia de suelo y se compone de una caliza dura del Cenozoico Terciario y Neógeno, siendo más importante por su distribución ésta última (Carta C.0), formada por la solución y precipitación de carbonato de calcio que cementa granos y fragmentos de conchas cerca de la superficie del terreno (Gonzales *et. al*, 1999).

Tomando como base la caracterización geológica de García (2000), las series de formaciones calcáreas típicas en las cuales se encuentra el SAR y a través de las cuales cruzará el AID y el SP son las que se señalan en los siguientes apartados.

##### **IV.2.1.2.1. Formación Carrillo Puerto**

En la Formación Carrillo Puerto los niveles inferiores corresponden a coquinas de aproximadamente un metro de espesor, cubiertas por calizas duras (Figura IV.2.1.2.1-1). La alteración de estas calizas por el intemperismo origina arcillas lateríticas.

Los niveles superiores están formados por calizas blancas, duras y masivas. Estas rocas mantienen una alta permeabilidad y porosidad, aunque sean secundarias al encontrarse muy fracturadas y con oquedades de disolución.



**Figura IV.2.1.2.1.-1. Características de las coquinas en la Formación Carrillo Puerto.**

#### **IV.2.1.2.2. Formación Caliza de Moluscos**

La Formación Caliza de Moluscos corresponde a calizas conquíferas masivas de color blanco crema. Descansan generalmente sobre las calizas de la formación Felipe Carrillo Puerto. Su espesor alcanza algunas decenas de metros.

Mantienen una gran permeabilidad y porosidad debido a la presencia de fracturas y cavidades de disolución. No obstante, la explotación de aguas subterráneas se encuentra limitada por la poca profundidad de la interface salina, existiendo explotación mediante pozos someros.

En los límites con la línea de costa se pueden observar las siguientes tres unidades litológicas, que recubren a las calizas de moluscos:

- Suelos residuales constituidos por arcillas de color café. Gris, gris o rojizo, producto del intemperismo químico.
- Arcillas y turbas localizadas zonas de esteros y manglares a consecuencia de la formación de cordones litorales
- Arenas de playa (cordones litorales) constituidas por arenas calcáreas y fragmentos de conchas. En la franja de costa se tiene la presencia de un elemento litogénico conocido como acuitado costero, o caliche, producto de las precipitaciones de carbonato de calcio durante las oscilaciones del Pleistoceno y que continúa observándose.

En la Isla Holbox, el SAR se ubica en la unidad geológica denominada Suelo Lacustre. Se caracteriza por presentarse en forma de franjas paralelas al litoral, y

está formada por lodos calcáreos, arcillas y arenas acumuladas. Por su relieve corresponden a planicies inundables.

Cabe señalar que debido a las condiciones del Proyecto, así como su distribución espacial, la Construcción de Tramo Submarino 1C-3F-4H-34.5 KV-10.5 KM-500 KMC, Chiquilá-Holbox, Municipio De Lázaro Cárdenas, Quintana Roo., y la naturaleza del proceso constructivo, el Proyecto se alojará de manera preponderante en la porción del cuerpo lagunar.

#### **IV.2.1.3. Geomorfología**

La geomorfología consiste en una formación sedimentaria de gran que forma la placa de Yucatán (Waytt, 1985). Existen brechas producto de Chicxulub.

Esta gran placa estuvo sumergida hasta el Triásico-Jurásico, periodo en el cual la deposición de carbonatos se debió fundamentalmente a la deposición química natural de los océanos y a la actividad bacteriana y microorgánica de los mismos.

Al inicio del Cretáceo se inicia la deposición de sales evaporíticas, que dan lugar a la formación de grandes masas salinas. A partir del Terciario y hasta el Plioceno-Cuaternario, la Península emerge y toma su forma actual, donde la plataforma sigue desarrollándose por acreción gracias a los crecimientos de los arrecifes coralinos y las formaciones de tipo biostromal.

Sin embargo, la geomorfología fina de la Península de Yucatán refleja la diversidad de eventos geológicos por los cuales ha pasado la formación triásica original para constituirse en lo que hoy es la parte emergida de la Península.

Para el área comprendida por el Estado de Quintana Roo se observan las siguientes unidades geomorfológicas:

- Mesas cársticas con diversos grados de disección fluvial
- Planicies intermontanas o planicies estructurales
- Valles cársticos colmatados
- Valles fluvio carsticos
- Superficies de acumulación temporal
- Superficies de acumulación permanente
- Superficies de acumulación marina o Residuos de erosión diferencial

De manera específica, como se aprecia en la Carta D.0, el SAR se encuentra sobre una superficie de acumulación permanente, seguido de Valles cársticos en la porción terrestre, con elevaciones máximas de 24 msnm, las cuales prevalecen en la porción sureste del mismo.

#### **IV.2.1.4. Fisiografía**

La península de Yucatán se formó por sedimentación calcárea, siendo en principio cubierta por un mar de poca profundidad, que fue emergiendo lentamente a lo largo de los siglos, adquiriendo una forma de relieve plana, con escasa elevación sobre el nivel del mar (menor a 50 m y sólo en el centro-sur pueden encontrarse elevaciones de hasta 350 m) y una ligera inclinación general de sus pendientes y



de sus leves contrastes topográficos (INEGI 2008); llegando a conformar parte de la provincia fisiográfica conocida como Península de Yucatán, que en el estado está dividida en tres subprovincias:

- 63 Carso y Lome ríos de Campeche
- 62 Carso Yucateco y
- 64 Costa Baja de Quintana Roo

El SAR se alberga dentro de la provincia fisiográfica Península de Yucatán. En términos de subprovincias fisiográficas; el área de estudio se localiza en la subprovincia denominada Carso Yucateco que abarca las porciones Centro y Norte del estado (Carta E.0).

La subprovincia Carso Yucateco es una llanura de roca caliza, con la presencia de hondonadas someras al centro de esta subprovincia y en la parte Oeste colindando con Campeche se tiene una zona con llanura costera con ciénagas, y en toda la franja litoral se presentan playas salinas inundables (INE, 1989).

Asimismo, el municipio de Lázaro Cárdenas, en el cual se inserta el SAR se encuentran las siguientes topofomas:

- Llanura rocosa de transición de piso rocoso o cementado
- Llanura rocosa de piso rocoso o cementado y salino
- Llanura rocosa de piso rocoso o cementado
- Playa o barra inundable y salina
- Llanura rocosa con hondonadas someras de piso rocoso o cementado

#### **IV.2.1.5. Topografía**

La superficie del municipio Lázaro Cárdenas es una topografía basada en planicie constituida por rocas calizas con una micro topografía accidentada cuyas elevaciones no sobrepasan los 25 metros sobre el nivel del mar, con una inclinación al Golfo de México y el Mar Caribe (INAFED, 2018).

Asimismo, las características topográficas continentales se extienden hasta la porción territorial definida como el SAR, donde la topografía se caracteriza por la presencia de carsticidad, ligera pendiente descendente hacia el oriente y hacia el norte hasta el nivel del mar; con un relieve ondulado en el que se alternan crestas y depresiones; conformada por elevaciones de muy poca altura en su parte suroeste.

Derivado de la alta solubilidad de las rocas, es común la presencia de dolinas y depresiones en donde se acumulan arcillas de descalcificación, muestran en términos generales una superficie rocosa con ligeras ondulaciones y carecen en casi toda su extensión de un sistema de drenaje superficial (INEGI, 2002).

En Quintana Roo, en su porción litoral son frecuentes las salientes rocosas, caletas, pequeños escarpes, cordones, espolones; así como, lagunas pantanosas intercomunicadas al mar por canales o bocas y extensas zonas de inundación con abundante concentración de manglar (INEGI, 2002). No obstante, en el SAR no se aprecia ninguno de estos rasgos topográficos, esto debido a que en el frente del

SAR se considera una porción joven, de reciente emersión, que ha dado origen a la Isla Holbox, compuesta de sedimentos poco consolidados.

#### IV.2.1.6. Edafología

Desde el punto de vista edáfico dominan suelos someros y pedregosos, de colores que van del rojo al negro, pasando por diversas tonalidades de café. Asimismo, estos suelos presentan fragmentos de roca de 10 y 15 cm de diámetro, tanto en la superficie como en el interior de su perfil, además de que regularmente se ve acompañada afloramientos calcáreos. Asimismo, es común encontrarlos en asociaciones de dos o más tipos de suelos los que corresponden a la combinación de toposformas que configuran el relieve de cada lugar.

En general, los suelos dentro del SAR son poco profundos y de baja fertilidad. Su espesor no pasa de 20 cm. y son pedregosos, por lo que no son favorables para la agricultura en general. El conjunto de suelos está representado por los suelos que se indican en la Tabla IV.2.1.6-1 y cuya distribución espacial se puede observar en la Carta F.0.

La clasificación de los suelos que se presenta a continuación corresponde a INEGI SERIE VI. No obstante, cabe mencionar que los mayas utilizan una nomenclatura que describe con gran precisión cada uno de los subtipos de suelos de la península, por lo que se incluyen los nombres mayas en paréntesis: Litosol (tzেকেles), Litosol (chaltun), Litosol-Rendzina (ek-luum), Litosol-Rendzina (chac-luum), Luvisol crómico (k'ankab), y Gleysol-calcáreo (ak'alche).

**Tabla IV.2.1.6-1. Tipos de suelo presente en el SAR (INEGI serie VI)**

Clave INEGI	Descripción	Porcentaje (%)
Gm	Gleysol Molico	5.37
Gv	Gleysol Vertico	0.14
I (LP)	Litosol (Leptosol)	48.90
Lc	Luvisol Cromico	1.04
Rc	Regosol Calcarico	8.43
E (LP)	Rendzina (Leptosol)	0.72
Zg	Solonchak Gleyico	2.60
Zm	Solonchak Molico	8.43
Zo	Solonchak Ortico	24.38
<b>Total</b>		<b>100.00</b>

Nota: Los porcentajes se toman con base en la superficie del SAR en su porción terrestre Continental (54 869 ha) e Insular (5 613 ha), la cual asciende a 60 482.00 ha.

Las distintas unidades de suelo se describen a continuación:

#### **Gleysol Molico**

Representa el 5.37 % de los suelos del SAR. el material original se forma por materiales no consolidados, principalmente sedimentos de origen fluvial, marino o lacustre del Pleistoceno u Holoceno. La mineralogía puede ser ácida o básica. Se encuentran en áreas deprimidas o zonas bajas del paisaje, con mantos freáticos someros. El perfil es de tipo ABgCr o HBgCr, si bien el horizonte Bg puede no existir.

Es característica la evidencia de procesos de reducción, con o sin segregación de compuestos de hierro dentro de los primeros 50 cm del suelo.

El horizonte molico presenta un contenido de carbono orgánico de al menos el 0.60 %, tras mezclarse todo el horizonte. Cuando se desechan los límites de color por la presencia de caliza, el contenido anterior se puede incrementar a 2.5 %. Si la roca madre es muy oscura y no se cumplen las diferencias de color con el horizonte C, el contenido en carbono orgánico debe al menos de un 0.6 % superior al del referido horizonte. La saturación en bases del horizonte es de mínimo el 50.0 %.

El Gleysol Molico se localiza principalmente en la porción sur y sureste del SAR, en el cual se intercalan los rasgos físicos que son característicos de la Falla de Holbox. Cabe señalar que tanto el AID como el SP no incidirán sobre este tipo de suelo.

### **Gleysol Vertico**

Representa el 0.14 % de los suelos del SAR. El material original es no consolidado y se constituye por sedimentos de origen fluvial, marino o lacustre, del Pleistoceno u Holoceno. La mineralogía puede ser ácida o básica. Se encuentran en áreas deprimidas o zonas bajas del paisaje, con mantos freáticos someros.

El perfil es de tipo ABgCr o HBgCr, si bien el horizonte Bg puede no existir. Es característica la evidencia de procesos de reducción, con o sin segregación de compuestos de hierro dentro de los primeros 50 cm del suelo.

Presenta un horizonte vertico, el cual contiene 30 % o más de arcilla en todo su espesor; y tiene agregados estructurales en forma de cuña con un eje longitudinal inclinado entre 10° y 60° respecto de la horizontal; y tiene slickensides y un espesor de 25 cm o más.

El Gleysol Vertico es el menos representativo y se encuentra de manera exclusiva en la parte este del SAR, tanto el AID como el SP no incidirán sobre éste tipo de suelo.

### **Litsoles (Leptosoles)**

Representa el 47.90 % de los suelos en el SAR, y se distingue por la pedregosidad o afloramiento de la coraza calcárea (Figura IV.2.1.6-2), varían en color de café claro a casi negro, de textura que en algunos casos es de migajón arenoso con apenas 10 % de arcilla y migajón arcilloso con aproximadamente 30 %.

Los Leptosoles incluyen a los Lithosoles del Mapa de Suelos del Mundo (FAO-UNESCO, 1971-1981). Los Leptosols comprenden suelos muy delgados sobre roca continua y suelos que son extremadamente ricos en fragmentos gruesos.

Los litsoles tienen restricciones importantes para ser usados en la agricultura, pues su espesor y pedregosidad afectan el crecimiento de las plantas cultivadas: sin embargo, presentan buen drenaje, que favorece la infiltración.



**Figura IV.2.1.6-2. Características de los litosoles (Leptosoles) dentro del SAR**

El Litosol es el suelo más abundante dentro del SAR y se encuentra principalmente en la porción sur y sureste del SAR, en el cual se intercalan los rasgos físicos que son típicos a la Falla de Holbox, intercalándose con el Gleysol Molico y Solonchak Ortico. Cabe señalar que tanto el AID como el SP no incidirán sobre este tipo de suelo.

#### **Luvisol crómico**

Los luvisol crómico representa el 1.04 % de los suelos del SAR, tienen un horizonte arcilloso que deriva del proceso continuo de lavado de bases, así como un horizonte argílico B con una saturación de bases mayor del 50 %, capacidad de intercambio catiónico es igual o superior a 24 cmol (+) Kg<sup>-1</sup>, la saturación de bases por amonio acetato es del 50 % o más en la totalidad del horizonte B.

Ese suelo tiene un contenido de materia orgánica de 5 a 6 %, presenta textura fina con más de 40 % de arcilla. Asimismo, tienen valores poco alcalinos o ácidos y por lo general presentan buen drenaje. Carecen de horizonte A móllico. Pueden presentar un horizonte calcáreo, plintita, propiedades férricas o hidromorfas.

El Luvisol Crómico se localiza en la porción sur y suroeste del SAR. Cabe señalar que tanto el AID como el SP no incidirán sobre éste tipo de suelo.

#### **Regosol calcárico**

Representan el 8.43 % de los suelos del SAR y de este tipo de suelo aparecen dos variantes, la primera corresponde a los depósitos arenosos de la costa, con profundidades mayores de un metro, de textura gruesa, con más de 90 % de arena, sin estructura y escaso contenido de materia orgánica (menor de 1 %), es relativamente alcalino (Figura IV.2.1.6-3).

Son suelos que a pesar de su cercanía al mar se mantienen libres de sales solubles, aunque no así en el caso del sodio que llegan a ocupar poco más de 20% de la capacidad de intercambio catiónico; pues sus valores por lo regular son muy bajos, menores de 3 meq/100 g de suelo con una saturación de bases del orden de 100%,

destacando el calcio como el elemento más abundante, seguido del magnesio; son poco fértiles y presentan buen drenaje.



**Figura IV.2.1.6-3. Características del suelo Regosol Calcárico en la Isla Holbox**

La segunda variante muestra espesores no mayores de 50 cm y textura franca o de migajón arcilloso; manifiestan ya un ligero desarrollo en su estructura, con un contenido de materia orgánica entre 4.5 y 15.8% en la parte más superficial. Presenta fase lítica, salina y sódica, es denominado como Regosol calcárico, con alto contenido de carbonato de calcio activo en el perfil y con deficiente drenaje.

El Regosol Calcárico aflora en la Isla Holbox y en una porción al suroeste del SAR en asociación con Solonchak de textura gruesa y fase química sódica. Tanto el AID como el SP incidirán sobre este tipo de suelo, de manera particular la porción de línea subterránea y Subestación Eléctrica que se construirá en la Isla.

#### **Rendzina (Leptosoles)**

El suelo Rendzina representa el 0.72 % de los suelos encontrados en el SAR, cuya evolución no depende ni del clima ni de la vegetación y está condicionada por un entorno rico en magnesio o calcio, desarrollado en la roca madre calcárea o dolomítica.

Leptosols sobre rocas calizas pertenecen a las Rendzinas y sobre otras rocas a los Rankers. La roca continúa en la superficie se considera no-suelo en muchos sistemas de clasificación de suelos.

Es un litosuelo de sarrollado sobre un sustrato rocoso de naturaleza calcárea y bajo cualquier tipo de condiciones climáticas. Se les denomina, así como suelos calcimagnésicos humíferos. Su perfil más típico es el AC, con ausencia de sus perfiles del horizonte B, t.

Este tipo de suelo se localiza en la porción sur del SAR. Cabe señalar que tanto el AID como el SP no incidirán sobre este tipo de suelo.

#### **Solonchak Gleyico**

El Solonchak Gleyico representa el 2.60 % de los suelos dentro del SAR, el material original lo constituye, prácticamente, cualquier material no consolidado.

Se considera que un material presenta propiedades gleicas por estar saturado con agua, salvo que esté drenado, por un tiempo suficiente para generar unas

condiciones reductoras. Además de un diseño gleico del color, presenta las siguientes características:

- a) Cumple alguna de estas condiciones: 1) Un régimen de humedad (rH) en la solución del suelo de 19 o menor. 2) Presencia de hierro ferroso.
- b) Un modelo de color que refleja propiedades oximórficas, reductimórficas o ambas.

Este tipo de suelo se localiza en la porción sur del SAR. Cabe señalar que tanto el AID como el SP no incidirán sobre éste tipo de suelo.

### **Solonchak mólico**

El Solonchak mólico representan el 8.43 % de los suelos presentes en el SAR, son alcalinos con alto contenido de sales en alguna capa a menos de 125 cm de profundidad. Presenta acumulación de sales solubles, sin propiedades flúvicas; tienen un horizonte A, un horizonte H hístico, un horizonte B cámbrico, un horizonte cálcico o uno gypsico. En el SAR este tipo de suelo se asocia a terrenos con vegetación halófito o bien a la extensión de mangle que bordea la Laguna Yalahua.

Se le localiza en las inmediaciones de la Laguna Yalahua en la porción sur y suroeste del SAR, tiene un horizonte A mólico; con una capa superficial oscura, gruesa, rica en nutrientes y un buen contenido de materia orgánica; sin propiedades gléicas. Cabe señalar que tanto el AID como el SP no incidirán sobre éste tipo de suelo.

### **Solonchak Ortico**

Son el 24.38 % de los suelos del SAR, siendo después del Litosol el más representativo. Tiene una estructura edáfica estable debido a su alto contenido de sales, si bien no existe una estructura típica que los caracterice o identifique. Especialmente, cuando se presentan arcillas pesadas, las capas superficiales muy salinas pueden aparecer sin que se manifiesten eflorescencia de sales nítidas (**Figura IV.2.1.6-4**) Presenta un horizonte cálcico en el primer metro.



**Figura IV.2.1.6-4. Características de los Solonchak Ortico dentro del SAR**

Se localiza en las inmediaciones de la Laguna Yalahua, bordeando la porción continental e insular. Tiene un horizonte A mólico; con una capa superficial oscura, gruesa, rica en nutrientes y un buen contenido de materia orgánica; sin propiedades

gléicas. Cabe señalar que dada su distribución tanto el AID como el SP no se incidirá sobre éste tipo de suelo.

#### **IV.2.1.7. Hidrología**

Debido a la formación del suelo a base de roca caliza permeable, en el SAR no existen escurrimientos perenes de aguas superficiales. La principal laguna es la de Yalahau y Punta Laguna en el sur; pertenece a la región hidrológica Yucatán Norte (Yucatán), Cuenca Quintana Roo y Yucatán, cuenta con los cuerpos de agua Perennes: Laguna Yalahau, Laguna Punta Laguna, Laguna Chabela, Laguna Luz, Laguna El Recreo y Laguna El Horcón (INEGI 2009).

Por lo tanto, no hay cursos de aguas superficiales permanentes, predominan las aguas subterráneas en grutas, cavernas y sumideros. (Butterlin y Bonet, 1960).

De acuerdo a la estructura hidrológica jerárquica, a la Laguna Yalahau se le ubica de la siguiente manera:

Región hidrológica 32, Yucatán Norte.

Cuenca Quintana Roo.

Cuenca 32 A Quintana Roo.

La cuenca 32 A Quintana Roo está ubicada al norte del estado, cubre el 31 % de la superficie total del estado y limita al norte con el Golfo de México, al este con mar Caribe y al sur con la RH 33, no existen corrientes superficiales en esta porción ni cuerpos de agua de gran importancia; cuenta con las lagunas de la Unión, Chakmachuk, Nichupté, así como la Laguna Yalahau. El principal uso de estas lagunas es recreativo y de pesca.

##### **IV.2.1.7.1. Superficial**

En lo que se refiere a la Hidrología Superficial, el SAR se caracteriza por ausencia de corrientes superficiales perenes. Asimismo, de acuerdo con las cartas superficiales 1:250 000 (INEGI, 2002) el escurrimiento predominante en el estado de Quintana Roo es de 0 a 5 %, distribuido principalmente en las franjas litorales del Gofu de México y norte del mar Caribe.

En la cabecera municipal de Lázaro Cárdenas, presenta un intervalo de escurrimiento de 10 a 20 % en temporada de lluvias, sin embargo, Fausto Martínez y IHL (2015) mencionan que esta descripción se debe a carencia de estudios detallados y proponen que para el SAR existe potencial de agua superficial debido a procesos de inundación ordinarias.

##### **IV.2.1.7.2. Subterránea**

De acuerdo con la carta de hidrología subterránea escala 1:250 000 del INEGI (2002), el SAR presenta un cuerpo de agua perenne y su porción litoral se ubica dentro de una zona que presenta material no consolidado con posibilidades bajas

de funcionar como acuífero, lo que indica que se trata de una zona poco importante para la recarga del acuífero subterráneo.

Las rocas que lo conforman son calizas de origen marino, también se encuentran rocas del terciario superior, en cuanto a estas manifiestan fracturamiento, alta disolución y permeabilidad.

Debido al poco aprovechamiento que se tiene de las aguas superficiales, el subsuelo es la única fuente permanente de agua dulce de la Región XII; de aquí se desprende la importancia del agua subterránea, siendo el recurso que complementa a las aguas meteóricas en la práctica de la agricultura y el que sustenta el desarrollo de los demás sectores.

Debido a la precipitación pluvial de la región y a las características topográficas y geológicas de la zona, el volumen renovable del acuífero es superior a las demandas de agua esperadas a largo plazo; sin embargo, el acuífero es vulnerable y su captación enfrenta restricciones debido al riesgo de provocar su contaminación y salinización por ascenso del agua de mala calidad e intrusión de agua marina. Por lo cual, los principales problemas geohidrológicos están relacionados con la calidad, más que con la cantidad del recurso.

La recarga del acuífero tiene lugar durante los meses de julio a enero y es originada principalmente por las lluvias de mayor intensidad. La recarga por unidad de área es más abundante en la llanura que en el área de lomeríos, porque en aquella es menos densa la cobertura vegetal, más delgada la franja arcillosa y mayor el desarrollo cárstico superficial.

Del total de agua pluvial que recibe actualmente la región ( $176\,785\text{ mm}^3$ ), alrededor del 82 % ( $144\,964\text{ mm}^3$ ) se infiltra a través de las fisuras y oquedades de la losa calcárea, pero sólo una parte de este volumen ingresa al acuífero; el 18 % restante se distribuye entre la intercepción de la cobertura vegetal, el escurrimiento superficial y la captación directa de los cuerpos de agua: áreas de inundación, lagunas y cenotes; se estima que aproximadamente el 77.46 % del agua infiltrada  $111\,292\text{ mm}^3$  es retenida por las rocas que se encuentran arriba de la superficie freática y gradualmente extraída por la transpiración de las plantas, el otro 22.54 % restante ( $32\,672\text{ mm}^3$ ) constituye la recarga efectiva del acuífero de la región.

El acuífero se explota por medio de varios miles de alumbramientos, localizados dentro de las regiones hidrológicas que componen la región administrativa N° XII; los tipos de captación son norias, pozos someros y pozos profundos que se utilizan para diferentes usos como son: el público urbano, el agrícola ganadero, el industrial, el de generación de energía eléctrica, el de acuacultura, así como el de recreación y turismo.

En Chiquilá el aprovechamiento de las aguas subterráneas es por medio de pozos que a través de equipo de bombeo, la depositan en un tanque elevado para el suministro a la población de Chiquilá y de la Isla Holbox a ésta última a través del



acueducto submarino operado por Comisión de Agua Potable y Alcantarillado (Figura IV.2.1.7.2-1).



**Figura IV.2.1.7.2-1. Infraestructura para la distribución de agua potable en la Isla Holbox, desde Chiquilá**

#### **IV.2.1.8. Oceanografía física**

##### **IV.2.1.8.1. Descripción general de los trabajos**

Con la finalidad de conocer el comportamiento batimétrico e hidrodinámico de la Laguna Yalahau, se realizaron trabajos en campo para la obtención de variables de oceanografía física, información de entrada para los modelos hidrodinámicos y de transporte de sedimentos que permiten establecer las condiciones oceanográficas del Proyecto.

Para conocer el comportamiento del oleaje y las corrientes se implementó una campaña de medición de parámetros, mediante la instalación de dos equipos de medición autónoma (S4), los cuales cuentan con sensores de presión, corrientes y temperatura.

El primer equipo (EQ1) se instaló en la parte central de la Laguna y el costado oeste del trazo principal del canal de navegación (a tres metros de profundidad, con coordenadas UTM 16N 463460, 2375688).

- El segundo equipo (EQ2) se instaló cercano a la boca de comunicación de la Laguna con el mar (a tres metros de profundidad, con coordenadas UTM 16N 455157, 2376910).

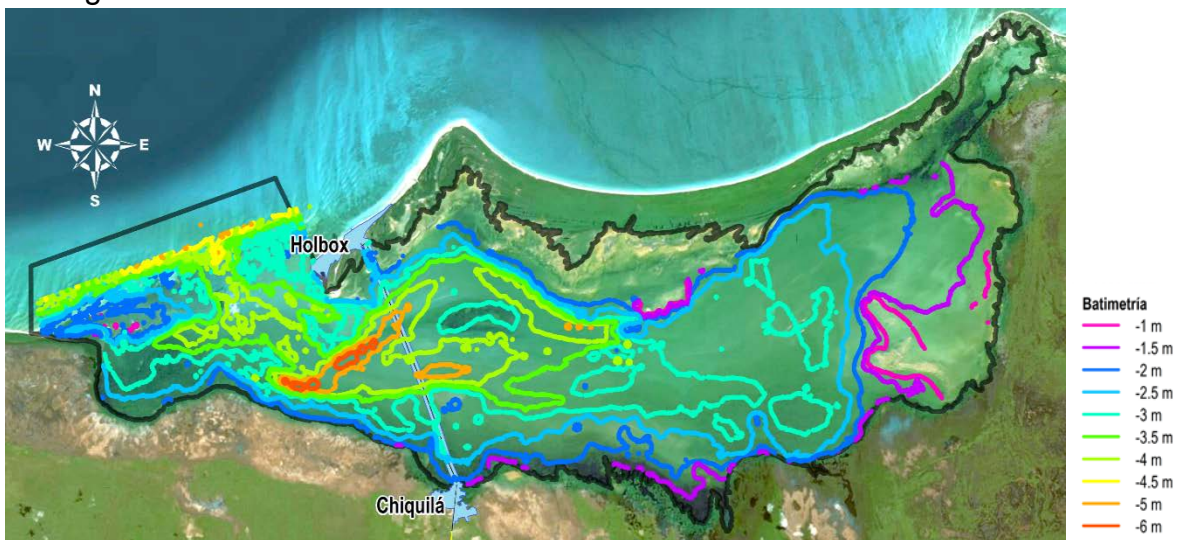
Los equipos que se instalaron corresponden a dos S4 InterOcean, los cuales registraron series de tiempo de corrientes, variaciones del mar provocadas por

marea y oleaje; así como el parámetro de temperatura del agua. La velocidad se estimó a partir del principio de la caja de Faraday, además cuenta con sensores de presión y de temperatura.

#### **IV.2.1.8.2. Configuración del fondo marino**

La configuración del fondo marino se definió con base en el levantamiento batimétrico del sitio, y de la distribución granulométrica del sedimento que lo forma.

Con la configuración batimétrica se obtuvieron las profundidades a lo largo del sistema lagunar mostrado en la Figura IV.2.1.8.2-1, incluyendo la boca lagunar, de aproximadamente 10 km de largo, y el cuerpo lagunar de 10 km de ancho por 38 de largo.

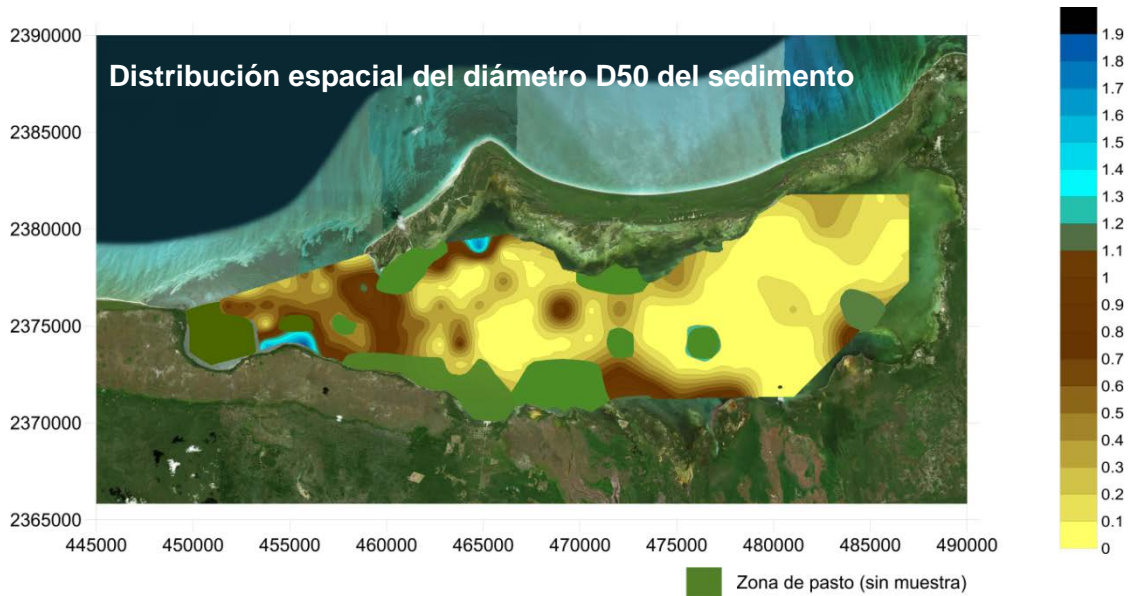


**Figura IV.2.1.8.2-1. Secciones batimétricas levantadas**

Para ampliar la información se describe de manera técnica en el apéndice I. La caracterización batimétrica, la cual se basa en el levantamiento de secciones transversales al eje principal en la Laguna Yalahua, y en la Boca de la misma, con lo cual se cubrió la totalidad del espejo de agua.

Se encontró que en general es un cuerpo de agua somero, con profundidad máxima de -6 m., la cual se localiza en la porción oeste de la laguna, entre el trazo del Proyecto y la bocana. En el perfil del trazo la profundidad máxima es de 5.30 m, localizada a 7.2 km del arranque en Chiquilá (ver Apéndice I).

Para el tamaño de grano Los colores amarillos indican diámetros de sedimentos finos (0.2 y 0.01 mm) y en café los sedimentos mayores, (0.6 a 1.00 mm). Como se muestran en la Figura IV.2.1.8.2-2.



**Figura IV.2.1.8.2-2. Distribución de tamaño de grano en el fondo de la Laguna**

**IV.2.1.8.3. Caracterización hidrodinámica**

A continuación, se presentan las series de tiempo de los parámetros medidos en los dos sitios:

*IV.2.1.8.3.1 Oleaje*

A partir de los registros obtenidos con los instrumentos oceanográficos se realizó la estadística básica de los principales parámetros de oleaje (Hs, Hmax, Tp y Mdir) que se midió durante Marzo-Junio, de lo anterior se obtuvo que el promedio de altura de ola significativa (Hs) es de 0.12 m, con mínimo de 0.03 m y un máximo de 0.76 m, el promedio del periodo pico (Tp) es de 2.84 s y la dirección media del oleaje (MDir) es de 191.5° en el caso del EQ1 (Tabla IV.2.1.8.3.1-1).

**Tabla IV.2.1.8.3.1-1. Estadística básica de los parámetros representativos del oleaje medido en zona de proyecto EQ1.**

	Hs (m)	Hmax (m)	Tp(s)	Mdir (grados)
Promedio	0.12	0.21	2.84	184
Max	0.76	1.31	5.94	359.35
Min	0.03	0.04	2.48	0
Rango	0.73	1.27	3.46	359.35
Dstd	0.11	0.19	0.36	101.67

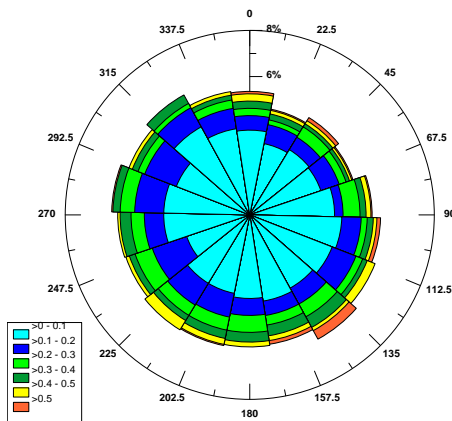
Para el caso del equipo que midió en la parte de la bocana (EQ2) la altura de ola significativa media es (Hs) es de 0.04 m, con mínimo de 0.02 m y un máximo de 0.23 m, el promedio del periodo pico (Tp) es de 3.3 s y de la dirección media del oleaje (MDir) es de 176° (Tabla IV.2.1.8.3.1-2).

**Tabla IV.2.1.8.3.1-2. Estadística básica de los parámetros representativos del oleaje medidos en la boca lagunar, EQ2.**

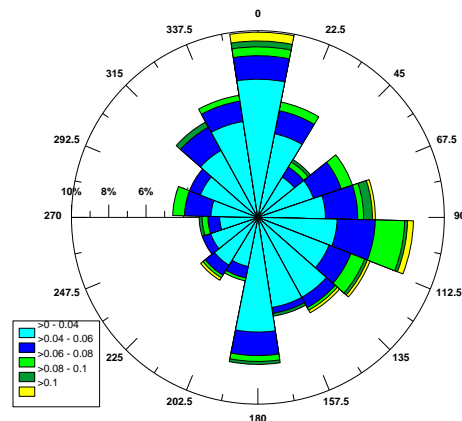
	Hs (m)	Hmax(m)	Tp (s)	Mdir (grados)
Promedio	0.04	0.07	3.88	164.86
Max	0.23	0.39	11.07	359.92
Min	0.02	0.03	2.53	0.1
Rango	0.21	0.36	8.54	359.82
DSTD	0.02	0.03	1.55	108.6

Se obtuvo la rosa de dirección de oleaje, para observar la dirección predominante con la que incide el oleaje durante el periodo de medición (Marzo–Junio 2018), se puede observar en la Figura IV.2.1.8.3.1-1, que, en la zona de proyecto, la dispersión de dirección de incidencia del oleaje es muy variante.

Con respecto a la dirección registrada en la boca lagunar, si se puede observar una dirección predominante, teniendo direcciones del Norte y Sur, dominando en mayor porcentaje las alturas de ola que están entre los 0–0.04 m (Figura IV.2.1.8.3.1-22).



• **Figura IV.2.1.8.3.1-31. Rosa de altura de ola significativa, en zona de proyecto, EQ1.**



• **Figura IV.2.1.8.3.1-42. Rosa de altura de ola significativa, en boca lagunar, EQ2.**

#### IV.2.1.8.3.2 Corrientes

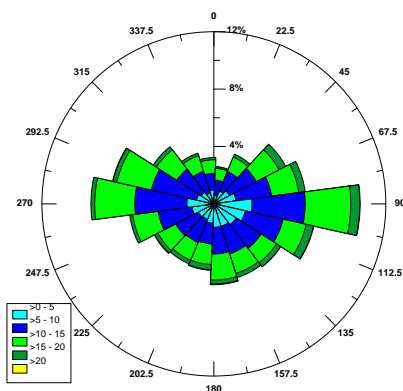
5 La estadística básica de las corrientes medidas en zona de proyecto (EQ1) presentan velocidades que oscilan entre 0 y hasta los 23 cm/seg, y un promedio de 8.26 cm/seg; esto, posiblemente derivado por el tránsito marítimo de la zona, mientras que en la boca lagunar (EQ2), las velocidades son menores presentando un promedio de 7 cm/seg, Tabla IV.2.1.8.3.2-1.

**Tabla IV.2.1.8.3.2-1. Resumen de la estadística básica de las corrientes en la zona de proyecto y boca lagunar (EQ1 y EQ2)**

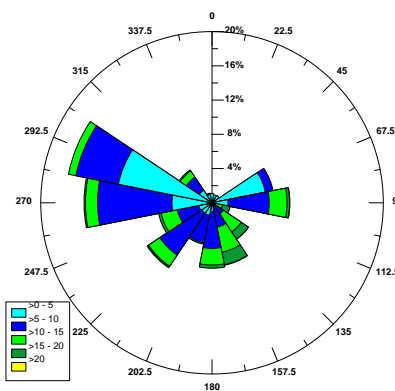
	Zona de proyecto EQ1		Boca lagunar EQ2	
	Velocidad (cm/seg)	Dirección (grados)	Velocidad (cm/seg)	Dirección (grados)
<b>Promedio</b>	8.26	177.7	7	203.8
<b>Max</b>	23	359	22.7	351.9
<b>Min</b>	0	0	0.2	0
<b>Rango</b>	23	359	22.5	351.9
<b>Dstd</b>	4.3	96.8	4.1	84.7

La dirección de la corriente en la zona de Proyecto no presenta una dirección dominante; sin embargo, en la imagen de la Figura IV.2.1.8.3.2-1, se observa que hay un mayor porcentaje de corriente que proviene de la dirección Este-Sureste, teniendo las mayores velocidades entre los 10 a 20 cm/seg.

Con respecto a las direcciones de las corrientes que se registraron en la boca lagunar, se puede observar en la Figura IV.2.1.8.3.2-2, que sí se presenta dos direcciones dominantes Oeste -Oeste-Noroeste (270° a 290°) y Este-Este-Noreste (67.5° - 90°), con el mayor porcentaje de velocidades entre los 5 a 15 cm/seg; en comparación con la rosa de direcciones de corrientes que se obtuvo del sitio de proyecto.



• **Figura IV.2.1.8.3.2-1. Rosas de corrientes (cm/seg), en la zona de proyecto, EQ1.**

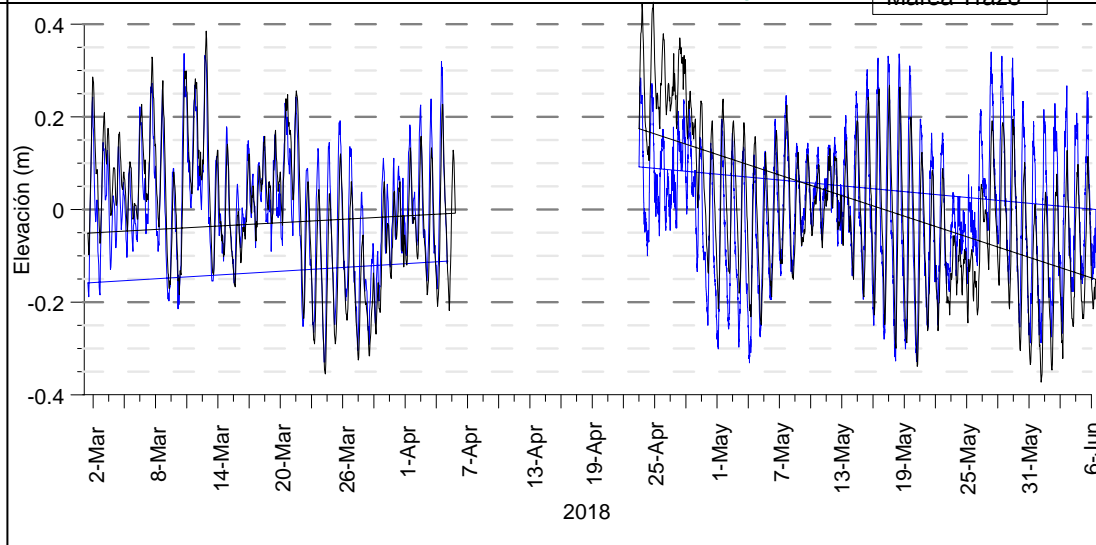


• **Figura IV.2.1.8.3.2-2. Rosas de corrientes (cm/seg), en la boca lagunar, EQ2.**

**IV.2.1.8.3.3 Marea**

Se obtuvieron las gráficas de las señales de marea medidas en cada uno de los puntos donde se colocaron los equipos de medición S4, (Figura IV.2.1.8.3.3-1). En color negro se observa la señal correspondiente al EQ1 que se instaló sobre el trazo de navegación de la laguna y en color azul, se observa la señal correspondiente al EQ2 que se instaló en la parte de la bocana de la laguna.

**Figura IV.2.1.8.3.3-1 6. Variación de superficie libre (m), en la zona EQ1 y EQ2.**



Se puede observar que las señales presentan un ligero y esperado desfase, quedando por delante la señal de la marea de la Bocana, debido a que la onda de marea se presenta primero en la parte de la entrada de la laguna (EQ2 Bocana) y posteriormente en la zona más adentro de la laguna (EQ1 Trazo).

Analizando los parámetros de la marea medida dentro de la Laguna Yalahau, se obtuvo que en el EQ1 el rango de marea máxima durante el periodo de medición es de 0.82 m y, para el EQ2 es de 0.68m (Tabla IV.2.1.8.3.3-1). La diferencia de rango de marea que es de 14 cm entre los dos sitios medidos, se debe a que en el punto EQ1 los efectos meteorológicos tienen mayor influencia sobre la onda de marea, como se muestra en la Figura IV.2.1.8.3.3-1; donde el 02 y 12 de Marzo y el 26 de Abril, se observan unos picos mayores de 0.2 m en la marea residual, que no se observan en la Figura IV.2.1.8.3.3-1, la cual corresponde al punto EQ2, dicho punto se ve dominado principalmente por el flujo y reflujo de la onda periódica de marea y en menor medida por la onda residual.

**IV.2.1.8.3.3-1. Resumen de la estadística básica de Mareas en EQ 1 Y EQ2**

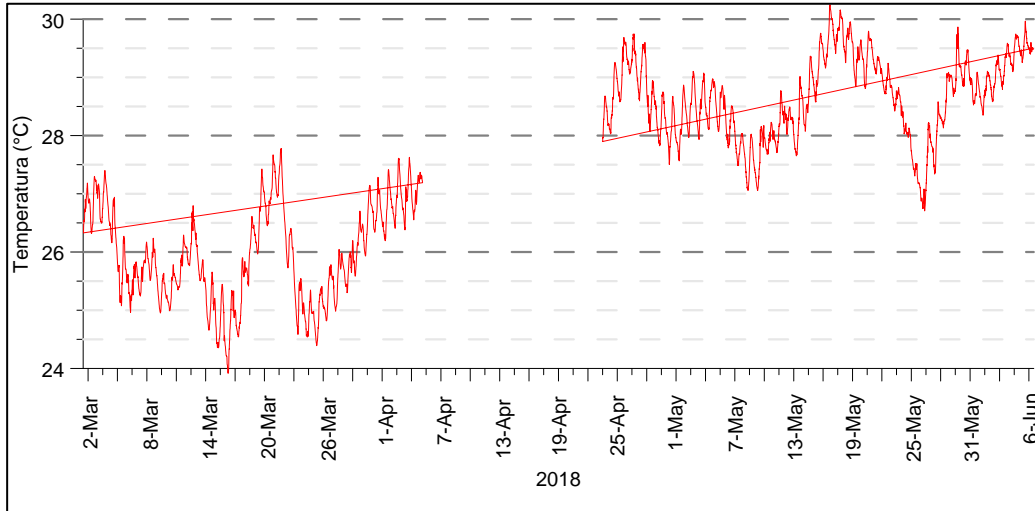
	EQ1	EQ2
<b>Amplitud</b>	0.82m	0.68m
<b>Pleamar</b>	0.44m	0.34m
<b>Bajamar</b>	0.37m	0.34m

*IV.2.1.8.3.4 Temperatura*

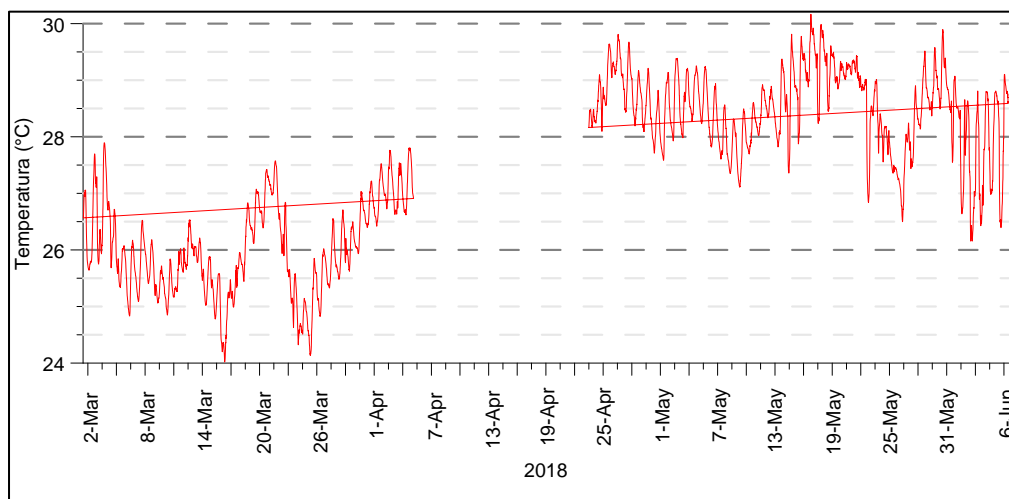
La temperatura promedio que se registró durante el 1er periodo de medición en los dos sitios medidos es de 26 °C, y para el 2º periodo de medición de igual manera para los dos sitios, la temperatura aumento, con un promedio de 28.5°C, las variaciones de temperatura en el tiempo para los dos sitios son similares para el primer periodo de medición, las series presentaron un mínimo de 24 °C durante el 16 de marzo y un pico máximos por arriba de los 27 °C durante el 22 de marzo, (Figura IV.2.1.8.3.4-1. y Figura IV.2.1.8.3.4-2). Para el segundo ciclo de medición las máximas temperaturas > 30°C se registraron durante el día 16 de mayo, por el contrario, las mínimas temperaturas 26.7°C para los dos sitios fue durante el 26 de Mayo.

**Figura IV.2.1.8.3.4-1. Temperatura medida en la zona de proyecto, EQ1.**

**Figura IV.2.1.8.3.4-2 Temperatura medida en la boca lagunar, EQ2.**



Los estadísticos que se presentan en la Tabla IV.2.1.8.3.4-1., de los registros



medidos de temperatura en los dos sitios donde se colocaron los instrumentos oceanográficos nos muestran que los promedios, las fluctuaciones de la temperatura son muy similares, no se observaron diferencias representativas entre los dos sitios medidos.

**Tabla IV.2.1.8.3.4-1. Estadísticos básicos de la Temperatura (°C) en el sistema lagunar.**

	Zona de Proyecto EQ1	Boca lagunar EQ2
<b>Promedio</b>	27.5	27.4
<b>Max</b>	30.2	30.2
<b>Min</b>	23.92	24.02
<b>Rango</b>	6.3	3.147
<b>Dstd</b>	1.5	1.44

#### **IV.2.1.8.4. Caracterización fisicoquímica del agua**

Los parámetros físicos y químicos de la Laguna Yalahau fueron determinados mediante 14 puntos distribuidos dentro de la Laguna (Tabla IV.2.1.8.4-1) con el objetivo de conocer las condiciones fisicoquímicas del agua actuales en la porción lagunar y boca dentro del SAR.

**Tabla IV.2.1.8.4-1. Coordenadas de las Estaciones de Muestreo para la caracterización fisicoquímica del agua**

Estación de Muestreo	Coordenadas UTM (WGS 84)	
	X	Y
1	448535	2376353
2	450011	2375805
3	453178	2378336
4	454361	2374468
5	461533	2378129
6	460976	2374836
7	464150	2371670
8	465599	2370726
9	464695	2380395
10	468452	2373202
11	486202	2382637
12	480208	2371188
13	466675	2375608
14	464981	2373038

El trabajo en campo se desarrolló durante el mes de febrero de 2018 y cada punto fue geolocalizado con un sistema de navegación portátil. Por otro lado, en cada punto con una sonda multiparamétrica se tomaron lecturas *in situ*, de los parámetros: potencial de hidrógeno (pH), temperatura, Sólidos Disueltos Totales (SDT), salinidad, oxígeno disuelto (OD) y turbidez. Asimismo, con el disco de Secchi se determinó la transparencia del agua.

Con la finalidad de complementar los resultados obtenidos *in situ* se tomaron muestras de agua en cada sitio, las cuales fueron preservadas y transportadas a un laboratorio acreditado ante la EMA donde se cuantificaron fósforo (P), fosfatos (PO<sub>4</sub>), demanda bioquímica de oxígeno (DBO), demanda química de oxígeno, así



como (DQO), nitritos, (NO<sub>2</sub>), nitratos (NO<sub>3</sub>), amonio (NH<sub>4</sub>), y solidos suspendidos totales (SST).

Derivado del análisis e integración de los resultados para determinar la calidad del agua tanto de campo como de laboratorio (Apéndice II) se encontró lo que se presenta en la Tabla IV.2.1.8.4-2.

**Tabla IV.2.1.8.4-2. Resumen de los principales parámetros físico-químicos del agua en la Laguna Yalahau**

Parámetro	Unidad	Intervalo	Promedio
Temperatura	°C	25-27	26.5
pH	UpH	8.1-8.3	8.17
Oxígeno disuelto	%	59-112	78.2
Solidos Disueltos Totales	mgL <sup>-1</sup>	25.9-27.7	26.9
Turbidez	NTU	3.26-28.6	13.2
Transparencia	m	0.5-2 m	1.14
Salinidad	UPS	31.8-36.79	35.3
Nitritos	mgL <sup>-1</sup>	<0.002	NA
Nitratos	mgL <sup>-1</sup>	<0.002	NA
Amonio	mgL <sup>-1</sup>	0.02-0.12	0.04
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mgL <sup>-1</sup>	<2-5	2.9
Demanda Química de Oxígeno	mgL <sup>-1</sup>	196-337	269.5
Fosforo	mgL <sup>-1</sup>	0.088-0.151	0.11
Solidos Suspendidos Totales	mgL <sup>-1</sup>	47-9	20.4

Con base en los resultados, se puede interpretar que la Laguna Yalahau es un sistema con pocos efectos antrópicos en cuanto a la modificación de los parámetros analizados. Las bajas concentraciones de nitrógeno en sus formas de Nitritos, Nitratos y Amonio, así como de fósforo están disponibles como nutrientes esenciales para el sustento de los productores primarios.

El sistema presenta un alto dinamismo en la turbidez y transparencia debido a lo expuesto anteriormente, con los vientos del norte y la dinámica en general del sistema presenta puntos de máxima turbidez, así como de una buena transparencia.

Asimismo, derivado de la exposición del SAR y particularmente de la Laguna Yalahau a los fenómenos hidrometeorológicos (Vientos del Norte), así como oceanográficos (Corriente de Lazo), generan en el sistema un alto dinamismo, mismo que se ve reflejado en la relativa heterogeneidad de los parámetros químicos y físicos, de éstos últimos específicamente la turbidez y transparencia.

Para el OD, así como la DBO presenta valores característicos a la dinámica de un cuerpo lagunar normal. Por otro lado, se encuentra que la DQO es el único parámetro con niveles que pudieran representar alguna alteración al sistema lagunar. En general los puntos más cercanos a la boca de la laguna presentan valores más elevados que esto se debe principalmente a la interacción de las aguas continentales con las marinas los cual eleva la DQO, mientras que los valores más

elevados de DBO son los que se encuentran más cercanos a los asentamientos y esto debido al aumento de la materia orgánica.

El efecto más que podría llegar a ser mayor, es el uso de bentonita (aproximadamente 22 500 Kg), el cual podría elevar el pH y llevarlo a una mayor alcalinidad del agua, sin embargo, se prevé la recuperación de la mayor cantidad de bentonita en el proceso constructivo.

#### IV.2.2. Elementos bióticos

El conocimiento de los elementos bióticos es la base para determinar el estado actual en el que se encuentra el ambiente en el que se desarrollan y con ello identificar los impactos que pudieran presentarse con la ejecución del Proyecto en cuestión. De esta manera, dentro del estudio se obtienen elementos de valor con los cuales es posible determinar el impacto y con ello implementar las medidas necesarias para prevenirlos, mitigarlos o compensarlos, utilizando medidas ambientalmente viables.

##### IV.2.2.1. Vegetación

Para corroborar la presencia y distribución de la vegetación en el SAR, se levantaron 15 Sitios de Verificación mediante los cuales se confirmó la presencia de vegetación y su condición actual. En la Tabla IV.2.2.1-1 se presentan las coordenadas y el tipo de vegetación registrado para cada uno de los sitios.

**Tabla IV.2.2.1-1. Localización de los Sitios de Verificación dentro del polígono del SAR**

Sitio de Verificación	Coordenadas UTM, Zona 16Q		Tipo de Vegetación
	X	Y	
1	486126	2386130	Vegetación de Dunas Costeras
2	479435	2382832	Vegetación de Dunas Costeras
3	465479	2384435	Manglar
4	459713	2378242	Vegetación Secundaria Arbórea de Mangle
5	461474	2379884	Vegetación Secundaria Arbórea de Mangle
6	467633	2362447	Selva Mediana Subperennifolia
7	468990	2361331	Selva Mediana Subcaducifolia
8	487463	2363310	Selva Mediana Subperennifolia
9	480027	2359055	Vegetación Secundaria Arbórea de Selva Mediana Subperennifolia
10	483195	2356010	Selva Mediana Subperennifolia
11	488758	2358538	Vegetación Secundaria Arbustiva de Selva Mediana Subcaducifolia
12	474227	2349971	Vegetación Secundaria Arbórea de Selva Mediana Subperennifolia
13	469961	2351918	Pastizal cultivado
14	477540	2351392	Selva Mediana Subperennifolia
15	481065	2354008	Vegetación Secundaria Arbórea de Selva Mediana Subperennifolia

De los 15 sitios de verificación (SV), ocho (1, 2, 3, 6, 7, 8, 10 y 14) presentaron un estado de conservación acorde con una vegetación primaria poco alterada, los otros siete sitios de verificación (4, 5, 9, 11, 12, 13 y 15) son de carácter secundario con diferentes condiciones.

En la Carta H.0. se presenta la distribución geoespacial los sitios verificados dentro del polígono del SAR, así como algunas imágenes que ilustran la condición actual de la vegetación o sus componentes de flora.

De manera general se registraron de acuerdo con INEGI (2016), ocho tipos de vegetación de carácter primario para el SAR, además de cinco variantes de estas comunidades vegetales consistentes en condiciones secundarias derivadas de la alteración y posterior sucesión natural. Los tipos de vegetación primaria registradas dentro del SAR son:

1. Manglar
2. Selva Baja Caducifolia
3. Selva Mediana Subperennifolia
4. Selva Mediana Subcaducifolia
5. Tular
6. Vegetación de Dunas Costeras
7. Pastizal halófilo
8. Pastizal cultivado

De estas formaciones vegetales, ninguna de ellas se verá afectada por la realización de este Proyecto.

Derivado de la alteración y diferente respuesta a la recuperación de las condiciones de los sitios de estas formaciones primarias, se registran en el SAR formaciones secundarias diferenciadas por las condiciones de altura de las especies dominantes, estas pueden ser de carácter arbóreo en las que dominan los elementos mayores a 10 m y arbustiva para aquellas en las que dominan los elementos menores a 5 m.

Dentro de estas formaciones secundarias mencionadas registramos para el SAR las siguientes:

1. Vegetación Secundaria Arbórea de Manglar (VSAM).
2. Vegetación Secundaria Arbórea de Selva Baja Caducifolia (VSASBC).
3. Vegetación Secundaria Arbórea de Selva Mediana Subperennifolia (VSASMSP).
4. Vegetación Secundaria Arbórea de Selva Mediana Subcaducifolia (VSASMSC)
5. Vegetación Secundaria Arbustiva de Selva Mediana Subperennifolia (VSArSMSP)

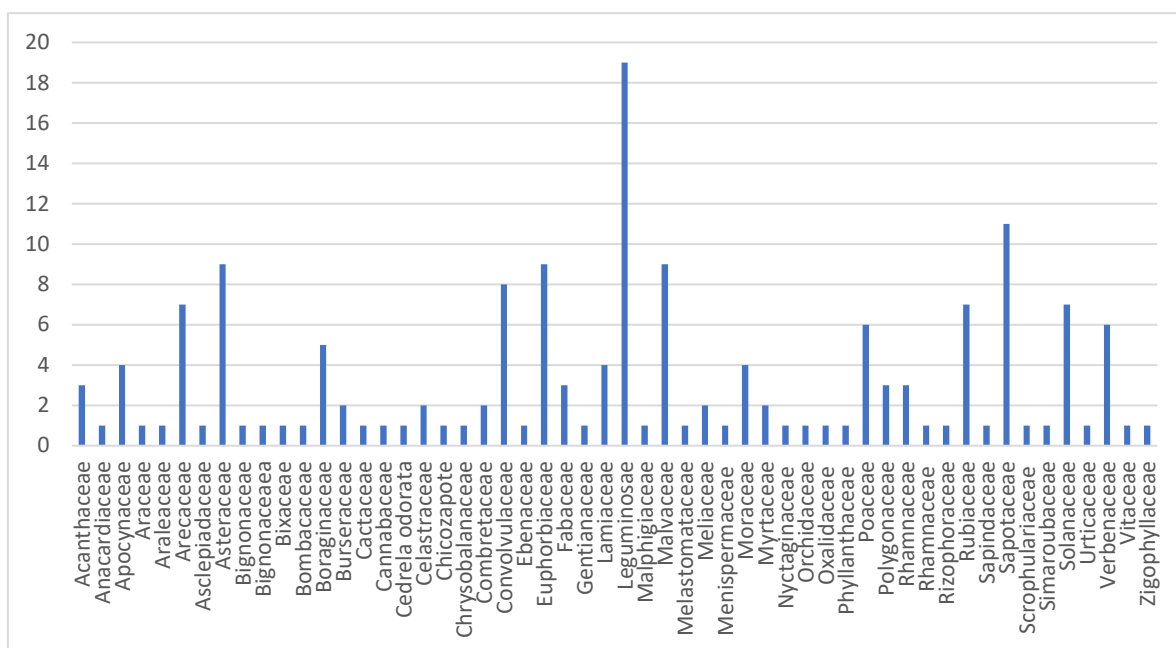
Tomando como referencia el Plan de Manejo del APFF Yum Balam, se registraron e identificaron ocho formaciones vegetales primarias, las cuales son denominadas utilizando connotaciones locales; sin embargo, estas son equivalentes a la nomenclatura utilizada por INEGI de acuerdo a la representación de especies que se mencionan en las descripciones del Inventario Nacional Forestal, serie III.

La Tabla IV.2.2.1-2 muestra las equivalencias en cuanto a la nomenclatura utilizada por INEGI y la mencionada en el Plan de Manejo del APFF Yum Balam de 1994.

**Tabla IV.2.2.1-2. Equivalencias de nombres de los Tipos de Vegetación que se desarrollan en el SAR de acuerdo a INEGI y al de Manejo del APFF Yum Balam.**

Tipo de Vegetación (INEGI, 2016)	Tipo de Vegetación (PMAPFF Yum Balam, 1994)
Manglar	Manglar
Selva Baja Caducifolia	Selva Baja con Cactáceas o Selva Baja Espinosa (Caducifolia).
Selva Mediana Subperennifolia	Selva Mediana Subperennifolia
Selva Mediana Subcaducifolia	Selva Mediana Subcaducifolia
Tular	Tasistal /Pastizal inundable
Vegetación de dunas Costeras	Matorral de Dunas Costeras
Pastizal halófilo	Petén
Pastizal cultivado	Pastizal inundable
<b>Formaciones con condición secundaria</b>	
Vegetación Secundaria Arbórea de Manglar	Vegetación Secundaria
Vegetación Secundaria Arbórea de Selva Baja Caducifolia	
Vegetación Secundaria Arbórea de Selva Mediana Subperennifolia	
Vegetación Secundaria Arbustiva de Selva Mediana Subperennifolia	
Vegetación Secundaria Arbustiva de Selva Mediana Subperennifolia	
Vegetación Secundaria Arbórea de Selva Mediana Subcaducifolia	Selva Baja Inundable (Subcaducifolia)

A continuación, en la Figura IV.2.2.1-1 se presentan las frecuencias de especies para cada una de las familias verificadas en campo dentro del SAR.



**Figura IV.2.2.1-1. Distribución de frecuencias por familia botánica de las especies registradas en el SAR.**

Como se observa, de las 54 familias botánicas registradas, la familia mejor representada es la de las leguminosas. Asimismo, se encontró taxones con una representatividad muy homogénea, en esta condición se registraron 11 familias botánicas, las cuales son: Arecaceae, Asteraceae, Boraginaceae, Convolvulaceae, Euphorbiaceae, Malvaceae, Poaceae, Rubiaceae, Sapotaceae, Solanaceae y Verbenaceae. El resto de ellas (42), están representadas por menos de cuatro especies.

Para la identificación de especies dentro de alguna categoría de protección, se cotejó el listado florístico generado a partir de los trabajos de campo y principalmente en el SAR con los listados de la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010 en su apéndice III, encontrándose especies con estatus de protección, las cuales se mencionan en la Tabla IV.2.2.1-3.

**Tabla IV.2.2.1-3. Especies con estatus de protección oficial identificadas en el SAR y de manera específica dentro del AID.**

Familia	Especie	Nombre común	Estatus (NOM-059-SEMARNAT-2010)
Arecaceae	<i>Sabal gretheriae</i> *	Palma	Sujeta a Protección Especial (Pr)
Combretaceae	<i>Conocarpus erectus</i> **	Botoncillo	Amenazada (A)
Combretaceae	<i>Laguncularia racemosa</i> **	Mangle blanco	Amenazada (A)
Meliaceae	<i>Cedrela odorata</i> **	Cedro	Sujeta a Protección Especial (Pr)
Rizophoraceae	<i>Rhizophora mangle</i> **	Mangle rojo	Amenazada (A)

En el Apéndice III se presenta con más detalle el desarrollo y resultados correspondientes.

#### IV.2.2.2. Fauna terrestre

A continuación, se analiza la riqueza de especies de vertebrados terrestres (anfibios, reptiles, aves y mamíferos) que se han registrado para el Área de Protección de Flora y Fauna Yum Balam. Lo anterior derivado a que el Sistema Ambiental Regional (SAR) se encuentra dentro de los terrenos pertenecientes al área.

El trabajo de campo consistió en el registro de especies de vertebrados terrestres que se distribuyen en el SAR, empleando transectos lineales y puntos de conteo fijos. Se realizó el registro directo de los organismos (observación y registros fotográficos de organismos), así como la identificación de evidencias indirectas (huellas, heces, cadáveres, nidos, cantos, y entrevistas con gente de la región). Para los diferentes grupos taxonómicos se utilizaron técnicas específicas para su estudio.

Asimismo, como complemento a los registros reportados por diversos autores, así como a lo contenido en el Programa de Manejo Área de Protección de Flora y Fauna Yum Balam (2018), en el SAR, del 16 al 25 de marzo se realizaron recorridos dentro del SAR y se levantaron ocho sitios de muestreo donde se registraron 182 especies de vertebrados terrestres.

En dicho periodo se encontró que los anfibios estuvieron representados por cinco especies, los reptiles registraron 23 especies. Asimismo, las aves fueron el grupo

más diverso con un total de 128 especies, y finalmente se registraron 26 especies de mamíferos.

De estas especies de vertebrados registradas, 31 de ellas se encuentran catalogadas bajo algún estatus de conservación de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010; un anfibio, 10 reptiles, 16 aves y 4 mamíferos. En lo referente a la categoría de riesgo asignadas a las diferentes especies de vertebrados, se tiene que 18 especies presentan Protección especial (Pr); 10 presentan la categoría de Amenazadas (A) y 3 presentan la categoría de En Peligro de Extinción (P) (Tabla IV.2.2.2-1).

**Tabla IV.2.2.2-1. Especies con algún estatus de protección**

Nombre científico	Nombre común	NOM-059
<i>Coleonyx elegans</i>	Geco de bandas yucateco	A
<i>Ctenosaura similis</i>	Iguana negra de cola espinosa	A
<i>Boa constrictor</i>	Boa	A
<i>Leptophis mexicanus</i>	Culebra perico mexicana	A
<i>Rhinoclemmys areolata</i>	Tortuga mojina de monte	A
<i>Meleagris ocellata</i>	Guajolote ocelado	A
<i>Phoenicopterus ruber</i>	Flamenco americano	A
<i>Aramides axillaris</i>	Rascon cuello rufo	A
<i>Ramphastos sulfuratus</i>	Tucan pico canoa	A
<i>Coendou mexicanus</i>	Puerco espín	A
<i>Tamandua mexicana</i>	Oso hormiguero	P
<i>Ateles greoffroyi</i>	Mono araña	P
<i>Panthera onca</i>	Jaguar	P
<i>Lithobates berlandieri</i>	Rana leopardo	Pr
<i>Dipsas brevifacies</i>	Culebra caracolera chata	Pr
<i>Micrurus diastema</i>	Coralillo variable	Pr
<i>Agkistrodon russeolus</i>	Cantil yucateco	Pr
<i>Trachemys scripta</i>	Tortuga pinta	Pr
<i>Crocodylus moreletii</i>	Cocodrilo de pantano	Pr
<i>Crypturellus cinnamomeus</i>	Tinamú canelo	Pr
<i>Tachybaptus dominicus</i>	Zambullidor menor	Pr
<i>Mycteria americana</i>	Cigüeña americana	Pr
<i>Cathartes burrovianus</i>	Zopilote sabanero	Pr

Nombre científico	Nombre común	NOM-059
<i>Rostrhamus sociabilis</i>	Gavilán caracolero	Pr
<i>Buteogallus urubitinga</i>	Águila negra mayor	Pr
<i>Pteroglossus torquatus</i>	Tucancillo collarejo	Pr
<i>Eupsittula nana</i>	Perico pecho sucio	Pr
<i>Amazona albifrons</i>	Loro frente blanca	Pr
<i>Thamnophilus doliatus</i>	Batará barrado	Pr
<i>Platyrinchus cancrominus</i>	Mosquerito pico chato	Pr
<i>Passerina ciris</i>	Colorín sietecolores	Pr

En cuanto al análisis de diversidad de Shannon de la fauna terrestre presente en el SAR, se obtuvo que las aves fueron el grupo más diverso ( $H'=4.24$ ), seguido de los mamíferos ( $H'=2.88$ ), los reptiles ( $H'=2.44$ ) y finalmente los anfibios ( $H'=1.49$ ).

De manera amplia, en el Apéndice IV se presenta el esfuerzo de muestreo, la ubicación de los puntos de muestreo, las metodologías, así como el análisis y los resultados de la caracterización de la fauna silvestre realizada para el SAR.

#### **IV.2.2.3. Biota marina**

Con la finalidad de caracterizar la biota marina presente en el SAR, particularmente en el ámbito de la Laguna Yalahau, se realizó trabajo en campo, laboratorio y gabinete para conocer la condición que guarda actualmente dicha laguna. La caracterización incluyó a los grupos de Plancton, Necton, Bentos, Mamíferos y reptiles marinos.

En las siguientes secciones se expone de manera condensada los principales resultados que se encontraron para cada grupo, asimismo, en los apéndices correspondientes se encuentran los detalles en extenso de metodologías, análisis y resultados.

##### **IV.2.2.3.1. Plancton**

La obtención de muestras para la determinación del plancton en el SAR se realizó en el mes de febrero de 2018, en doce sitios para lo cual se implementaron arrastres con una red planctónica de 300 micras para obtener zooplancton y con una red de 150 micras se obtuvo el fitoplancton, el filtrado se concentró a un volumen de un litro, mismo al que se le añadió formol hasta formar una solución final al 4% (Norgrady *et al.*1993).

A continuación, se presentan los aspectos más relevantes encontrados para la Laguna Yalahau. Asimismo, en el Apéndice V se encuentra desarrollado a mayor detalle.

### Fitoplancton

En total se registraron 84 taxa de fitoplancton, las especies *Gyrosigma balticum*, *Paralia sulcata*, *Rhabdonema adriaticum*, *Thalassiosira* sp. 1 y *Thalassiosira subtilis* fueron las que mostraron mayor frecuencia apareciendo en 11 de las muestras analizadas, seguidas de *Cerataulina pelagica*, *Navicula* sp. 1, *Navicula/Nitzschia* y *Oscillatoria* sp. apareciendo en 9 de los 12 sitios.

Los valores del índice diversidad de Shannon-Wiener para el fitoplancton oscilaron entre 2.04 y 3.09 bits/ind Las especies más abundantes en toda la zona fueron: *Paralia sulcata* (6 672 individuos), *Rhabdonema adriaticus* (5 236), diatomea bentónica 10 (956 individuos), *Cerataulina pelágica* (803 individuos), diatomea bentónica 2, (728 individuos) *Thalassiosira* sp. 1 (505 ind.) y *Thalassiosira subtilis* (401 individuos).

Las especies registradas fueron cotejadas con la NOM-059-SEMARNAT-2010, y ninguna de ellas está incluidas en alguna categoría de riesgo.

### Zooplancton

Para el zooplancton se encontraron 22 taxa, los organismos que presentaron mayor frecuencia fueron los calanoideos, la zoea 1, apendicularias y huevo de peces, mientras que los grupos menos frecuentes fueron carideo 1, esponja 1, esponja 2 e isópodo. Para el zooplancton los datos variaron entre 1.63 y 2.78 bits/ind. Los copépodos fueron el grupo más abundante (372 individuos), seguido de la zoea 1 (44 individuos), carideos (48 individuos) huevos de peces (36 individuos) y las apendicularias (34 individuos).

Las especies registradas fueron cotejadas con la NOM-059-SEMARNAT-2010, y ninguna de ellas está incluidas en alguna categoría de riesgo.

### **IV.2.2.3.2. Necton**

En las lagunas costeras el necton, en especial los peces, constituyen el grupo de vertebrados más abundante y diverso, esta riqueza está conformada principalmente por fauna marina y estuarina que utiliza las lagunas de diferente manera: como área de refugio, alimentación (Sheridan *et. al.* 1997) crianza y desove (Minello *et al.* 2003).

A continuación, se presentan los aspectos más relevantes encontrados para la Laguna Yalahau, asimismo, en el Apéndice VI se encuentra desarrollado a mayor detalle.

En el SAR las especies del necton fueron registradas a través de los pescadores de la zona, esto debido a ser un Área Natural Protegida y no afectar a las poblaciones.

Se identificaron 26 especies de peces, pertenecientes a 2 clases, 9 órdenes y 18 familias. El orden mejor representado fue el Perciforme (10 spp.), seguido de Tetraodontiformes (27 spp.), Pleuronectiformes y Syngnathiformes (8 spp.). Sin embargo, para complementar el estudio se hizo una amplia búsqueda en la literatura y se reportan para el sitio 170 especies, 2 clases, 22 órdenes y 52 familias en diversos trabajos, con muestreo intensivos y diversos de artes de pesca.



Las especies registradas fueron cotejadas con la NOM-059-SEMARNAT-2010, y se encontró que la especie *Hippocampus zosterae* se encuentra en la categoría de Protección Especial.

#### **IV.2.2.3.3. Bentos**

El bentos en el SAR, es importante en la red trófica de los ecosistemas (Pech-Pool y Ardesson, 2010). Su importancia reside en la transferencia de energía entre los productores primarios y los consumidores terciarios (Wilber y Clarke, 1998)

A continuación, se presentan los aspectos más relevantes encontrados para la Laguna Yalahau. Asimismo, en el Apéndice VII se encuentra desarrollado a mayor detalle.

El registro de los organismos bentónicos se realizó mediante tres técnicas de muestreo: fotocuadrantes, revisión de la captura pesquera y obtención de muestras del fondo, en 12 puntos de la laguna.

Se registró un total de 62 especies pertenecientes a 7 filos, 12 clases y 45 familias taxonómicas. La riqueza específica se mantuvo entre 1 y 21 spp. por estación, y se contabilizó un total de 1 652 organismos lo cual es indicativo de una alta diversidad en la zona. La riqueza de Margalef ( $D_{Mg}$ ) promedio por estaciones fue de 2.13 bits/ind ( $\pm 1.28$ ). La diversidad de Shannon-Wiener ( $H'$ ) total calculado para la comunidad bentónica de la Laguna fue de  $H' = 2.15$ , mientras que la diversidad promedio por estación fue de  $H' = 1.40$  bits/ind ( $\pm 0.70$ ). El índice de equidad total fue de  $J' = 0.52$ , lo cual indica que no hay especies dominantes y hay una equidad media.

Los grupos mejor representados fue Mollusca con 35 spp., seguida de Arthropoda con 11 spp., Annelida con 9 spp., Echinodermata con 2 spp., mientras que Foraminifera, Nematoda y Porifera sólo se representaron con 1 spp.

Las especies registradas fueron cotejadas con la NOM-059-SEMARNAT-2010, y ninguna de ellas está incluidas en alguna categoría de riesgo.

#### **IV.2.2.3.4. Mamíferos marinos**

A continuación, se presentan los aspectos más relevantes encontrados para la Laguna Yalahau, asimismo, en el Apéndice VIII se encuentra desarrollado a mayor detalle.

En la literatura se encuentran reportados tres órdenes de mamíferos marinos para el SAR:

- Cetácea, con al menos seis especies de delfines: tursión o delfín nariz de botella, también conocido como bufeo (*Tursiops truncatus*), delfín moteado (*Stenella frontalis*, *S. attenuata*), delfín negro o de hocico liso (*Steno bredanensis*) y delfín tornillo (*Stenella longirostris*), delfín acróbata (*S. clymene*) (De la Parra, 1989).
- Sirenia, por el manatí del Caribe (*Trichechus manatus manatus*).
- Carnívora, con la nutria (*Lontra longicaudis*).

Asimismo, durante los trabajos en campo se encontraron dos especies de mamíferos marinos, en los Ordenes Cetacea y Sirenia, y corresponden a las Familias Delphinidae (Delfín) y Trichechidae (Manatí).

Con base en la NOM-059-SEMARNAT-2010 se tiene que de las especies registradas en campo presentan la siguiente condición:

- *Trichechus manatus manatus* (Manatí), tiene estatus de Peligro de Extinción
- *Tursiops truncatus* (Delfín nariz de botella) tiene el estatus de protección especial.

#### **IV.2.2.3.5. Reptiles marinos**

Los reptiles marinos son un grupo vulnerable, ya que la afectación de su hábitat, así como la reducción de los mismos, son aspectos relevantes para la conservación de este grupo de vertebrados.

Los reptiles que se registran para la Laguna Yalahau fueron dos especies, las cuales corresponden al Ordene Crocodylia, en la Familia Crocodylidae (Cocodrilos).

De acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010 ambas especies están incluidas en la citada Norma (Tabla IV.2.2.3.5-1), así como en la UICN.

**Tabla IV.2.2.3.5-1. Estatus de protección de las especies.**

Especie	Nombre común	Estatus de protección	
		NOM-059-SEMARNAT-2010	UICN
<i>Crocodylus moreletii</i>	Cocodrilo de pantano	Protección especial	Casi amenazada
<i>Crocodylus acutus</i>	Cocodrilo de río, Caimán	Protección especial	Vulnerable

#### **IV.2.2.3.6. Pastos marinos**

Los pastos marinos son recursos importantes en la zona costera, particularmente en regiones tropicales y subtropicales (Wood *et al.*, 1969; Phillips y Meñez, 1988; Hemminga y Duarte, 2000). Son ecosistemas altamente dinámicos, manteniendo una rotación constante de los brotes que es esencial para mantener el equilibrio demográfico de la población y expandiese en nuevas tareas (Hemminga y Duarte, 2000). En México se han registrado 9 especies dentro de 6 géneros.

Algunos prados pueden durar varios años, pero un evento extremo como una tormenta podría eliminar completamente la pradera de pastos marinos (e.g. Preen *et al.*, 1995). Con el tiempo, la pradera puede recuperarse, pero puede llevar varios años la transición de un área sin vegetación a una pradera transitoria a una pradera duradera (Kilminster *et al.*, 2015).

Sin embargo, las poblaciones de pastos son resilientes y tienen una capacidad de recuperación muy alta, como se ha podido observar directamente en la Laguna en donde se ha observado la desaparición casi por completo de las praderas por efecto del paso de huracanes y posteriormente una completa recuperación del estos e incluso una mayor cobertura.

Para el SAR se encuentran registradas las especies de: *Syringodium filiforme*, *Halodule wrightii*, *Halophila engelmanni*, *Halophila decipiens*, *Thalassia testudinum*, siendo esta última la que presenta la mayor cobertura por lo cual le confiere la característica de ser altamente tolerante a perturbaciones ambientales, por lo cual la afectación a estos no tenga efectos graves.

Los pastos que se verían directamente influenciados por el Proyecto solo serían de 4 417.9 m<sup>2</sup> lo cual representa tan solo el 0.16 % del total de la cobertura presente en el sistema. Y señalando que esta influencia solo es puntual y temporal, por lo cual la recuperación de los pastos se efectuara de manera natural.

En el Apéndice IX se encuentra desarrollado a mayor detalle los aspectos encontrados para la Laguna Yalahau.

#### **IV.2.2.3.7. Pesquerías**

En la Laguna Yalahau es posible encontrar peces de interés comercial, los pargos, corvinas, lisas, lisetas, tiburones, palometas, mojarras, macabíes, abadejos y meros (al menos hasta la boca de la laguna) permanecen en ella durante largos períodos.

A continuación, se presentan los aspectos más relevantes encontrados para la Laguna Yalahau, asimismo, en el Apéndice X se encuentra desarrollado a mayor detalle.

Los pargos y otras especies (pulpo, abadejo, mero, boquinete, canané) se distribuyen principalmente en las entradas de la laguna, existen varias especies pesqueras con un alto valor comercial, dentro de los invertebrados están la langosta espinosa del Caribe (*Panulirus argus*), los pulpos (*Octopus vulgaris* y *Octopus maya*) y los camarones peneidos. Entre los peces se encuentran el mero (*Epinephelus morio*), los pargos (*Lutjanus griseus* y *Lutjanus analis*), el canané (*Ocyurus chrysurus*), el negrilla (*Mycteroperca bonaci*), la cabrilla (*Mycteroperca venenosa*), y el boquinete (*Lachnolaimus maximus*) (Hernández-Sánchez y de Jesús-Navarrete 2010).

En la zona hay presencia de al menos seis cooperativas. El municipio de Lázaro Cárdenas al cual pertenecen las cooperativas de Isla de Holbox y Chiquilá, representa una de las zonas pesqueras artesanales con mayor ingreso para el estado de Quintana Roo.

El registro de la información para realizar el análisis de pesquerías se obtuvo mediante aplicación de entrevistas a los diferentes participantes de las cooperativas y comercializadoras pesqueras de la Isla Holbox y del Puerto de Chiquilá. Se aplicaron un total de 60 entrevistas entre Presidentes, Tesoreros, Administradores y Pescadores. 35 en la Isla Holbox y 25 en el Puerto de Chiquilá.

Se registraron un total de ocho especies de crustáceos pertenecientes a cuatro familias (Mineppidae, Palinuridae, Penaeidae y Portunidae) dentro de un orden (Decapoda), las más abundantes son las pertenecientes a la familia Penaeidae (camarones) con cuatro especies.

En relación con los moluscos, se encontraron seis especies capturadas en Laguna Yalahau, los cuales están clasificados dentro de cinco familias y dos clases: Cephalopoda (calamares y pulpos) y Gasteropoda (caracoles).

Por otro lado, se determinaron diez especies de tiburones que son atrapados en el área de pesca que corresponde a las cooperativas de Holbox y Chiquilá, estas especies están clasificadas dentro de tres familias y en dos órdenes; los más abundantes pertenecen a la familia Carcharhinidae con seis especies encontradas.

#### **IV.2.2.3.8. Conclusiones generales**

En general la Laguna Yalahau presenta una gran diversidad de organismos, a lo cual contribuye al estatus de protección como ANP. Se encuentra que se mantiene la recuperación de especies amenazadas como el manatí, y los cocodrilos, lo cual indica que las estrategias gubernamentales en materia de cuidado y preservación ambiental han sido adecuadas para estas especies.

No obstante, las poblaciones de especies comerciales siguen siendo ampliamente explotadas, lo cual puede representar una baja de estas, así como de las que pueden ser capturadas de manera incidental o por acompañamiento. Esto a mediano y largo plazo llevaría a un detrimento de la calidad ambiental por falta de especies en los nichos ecológicos clave que puedan llegar a desocuparse, o bien por la proliferación de especies oportunistas.

En cuanto a las especies bentónicas a pesar de que tiene una alta diversidad, están representadas por especies tolerantes, y se encuentra una clara ausencia de bentos de mayor tamaño a excepción de esponjas.

La presencia de pastos marinos es importante en el SAR, pues además de ser zona de criadero para diversas especies de peces, la contribución al secuestro de carbono del ambiente (Carbono Azul) los convierte en una prioridad para la conservación ya que es un servicio ecosistémico que puede ayudar a mitigar los efectos del calentamiento global. Es importante tener presente que los pastos marinos tienen un ciclo de vida complejo y debido a fenómenos naturales como huracanes o tormentas pueden ver reducida su cobertura, y posteriormente recuperarse por completo o incluso mayor como se vio en el caso del huracán Wilma, en el cual se registró una pérdida mayor al 80% de la cobertura total de los pastos, y posteriormente se recuperaron a un nivel incluso mayor al encontrado antes del huracán.

Con base en el análisis de los componentes de la biota marina se encuentra que la Laguna Yalahau es un sistema con una amplia dinámica y resiliente, tanto en sus factores bióticos como abióticos, por lo cual la aplicación del Proyecto de electrificado de la Isla Holbox no representa un peligro para causar o detonar un desequilibrio ecológico en el ecosistema y las afectaciones a él se pueden ver mitigadas casi por completo con las medidas propuestas en el Capítulo VI de la presente MIA-R.

A pesar de lo anterior, se recomienda ampliamente debido a tratarse de una ANP, que durante las etapas del Proyecto (preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento) se implemente una supervisión ambiental que garantice la

correcta aplicación de las medias ambientales y que verifique que no se ponga en riesgo al sistema.



#### IV.2.4. Paisaje




El paisaje se define como el ambiente natural que se encuentra entorno a las actividades del hombre y los seres vivos que habiten el sitio, El paisaje puede identificarse como el conjunto de interrelaciones derivadas de la interacción entre geomorfología, clima, vegetación, fauna, agua y modificaciones antrópicas Dunn MC (1974).

En ese sentido, el paisaje que a continuación se describirá, se refiere al entorno que figura dentro del SAR. Para ello se identificaron los elementos naturales y antrópicos que se interrelacionan: características del medio físico y rasgos físicos del medio biológico, lo cual permite establecer las Unidades de Paisaje (UP).

Asimismo, un rasgo importante del medio físico en la definición de las UP es el relieve, no obstante, debido a la peculiaridad de éste en la península de Yucatán, del cual no es ajeno el SAR, las elevaciones son poco importantes, pues van de los 0 a los 45 msnm. Por tal motivo, las UP se establecen a partir de los rasgos de vegetación predominante (Tabla IV.2.4-1) de acuerdo a metodología propuesta por Muñoz-Pedrerros (2004). cabe señalar que para definir las unidades paisajísticas no fue considerado el medio urbano.

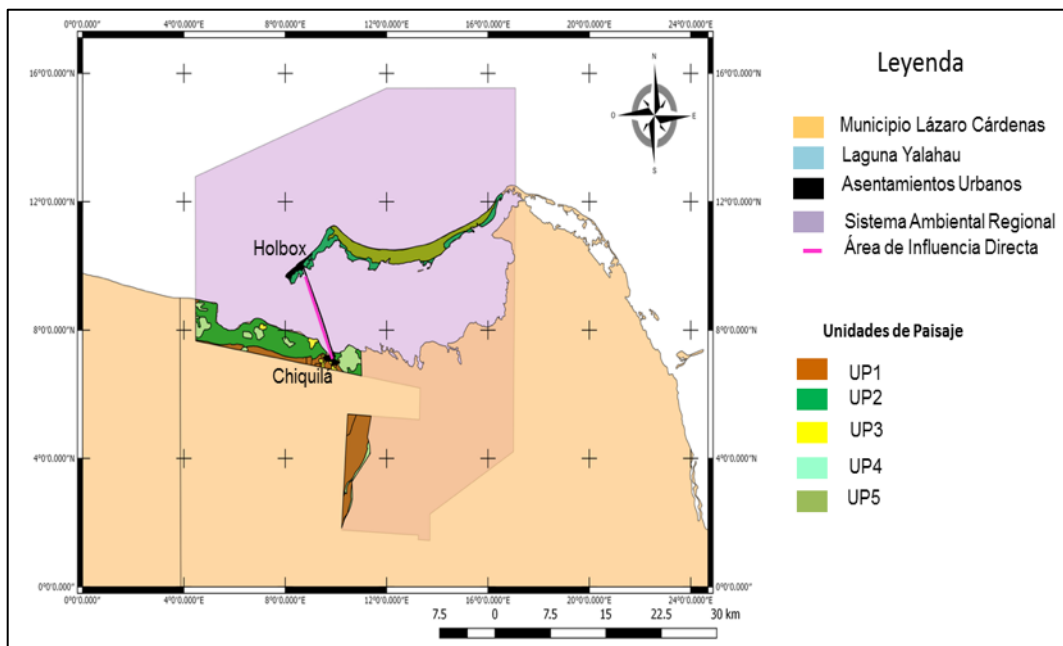
**Tabla IV.2.4-1 Unidades de Paisaje en el SAR**

Unidad de Paisaje	Subunidad	Visualización de Paisaje
UP1	Pastizal de Cultivo Pastizal Halófilo	
UP2	Selva Baja Caducifolia Selva Mediana Caducifolia Selva Mediana Subcaducifolia Selva Mediana Subperennifolia Vegetación Secundaria Arbórea	

Unidad de Paisaje	Subunidad	Visualización de Paisaje
UP3	Manglar Vegetación Arbórea de Manglar	
UP4	Vegetación de Dunas Costeras	
UP5	Humedal de agua dulce	

Cabe destacar que el SAR contempla tres porciones: Porción Continental, Porción Lagunar y Porción Insular. Sin embargo, en este apartado dado la naturaleza de la evaluación de paisaje señalada en el párrafo anterior, de manera exclusiva se analizan las características de las porciones terrestres.

En la Figura IV.2.4-2 se presentan la distribución espacial de cada una de las UP definidas el interior del SAR.



**Figura IV.2.4-2. Unidades de Paisaje definidas en el SAR**

#### IV.2.4.1. Visibilidad

Con base en las UP definidas en el SAR se considera que el sitio presenta un paisaje predominado por Selva y Manglar, el cual muestra modificaciones por actividad antrópica ya que a lo largo del AID existen áreas reconocidas con uso de suelo urbano y suburbano, además de áreas de cultivo.

Dado que la visibilidad es evaluada a partir de las curvas de nivel del terreno, debido a que el SAR está caracterizado como planicie, el grado de visibilidad se puede denominar como Bajo, esto debido a que los ángulos visuales verticales prácticamente son inexistentes (Figura IV.2.4-1).



**Figura IV.2.4-1. Vista Panorámica Isla Holbox**

Por otro lado, a lo largo del AID, principalmente en su porción terrestre el paisaje actual se mantendrá, pues las actividades que se desarrollarán en ésta están estrechamente relacionadas con la naturaleza de la infraestructura carretera, que es el transporte mediante vehículos de personal, maquinaria y equipo.

De manera particular, en la porción correspondiente a la Línea Eléctrica subterránea en Chiquilá y Holbox se realizará la apertura de zanjas para la colocación de los conductores eléctricos, por lo que la visibilidad se verá modificada de manera puntual y temporal por el suelo y roca que se remueva y coloque al margen de las vialidades durante el proceso de apertura de zanjas, así como por la presencia de retroexcavadoras.

Cabe señalar que con base en el marco del criterio preponderante para la definición de las unidades de paisaje, que es el de la Vegetación, debido al emplazamiento del trazo de la Línea Eléctrica, en ningún tramo de la misma se considera la remoción de la Vegetación.

#### IV.2.4.2. Calidad Visual del Paisaje

La calidad visual del paisaje es definida como la valoración del atractivo visual del paisaje, para estimarla se considera la integración de criterios tales como: colores, morfología del paisaje, vegetación, cuerpos de agua, entre otros.

Para la estimación de la Calidad Visual del Paisaje se aplicó la siguiente expresión a cada una de las unidades de paisaje.

$$CV = \sum (T, C, FE, R, AH) \dots \dots \dots (1)$$

Donde:

- CV = Calidad Visual del Paisaje
- T = Topoformas
- C = Color
- FE = Fondo Escénico
- R = Rareza
- AH = Actividades Humanas

Al valor obtenido por medio de esta expresión le fue asignado un criterio en cada una de las UP, los criterios se encuentran descritos en la Tabla IV.2.4.2-1, una vez obtenidos los valores para cada una de las unidades será asignada la clasificación respectiva a cada Unidad (Tabla IV.2.4.2-2).

**Tabla IV.2.4.2-1. Clasificación de Calidad de Paisaje (Muñoz-Pedrerros 2004)**

Ponderación	5	3	1
Topoformas	Relieve muy montañoso, marcado y prominente, o bien relieve de gran variedad superficial o muy erosionado o sistema de dunas; o presencia de algún rasgo muy singular y dominante.	Formas erosivas interesantes o relieve variado en tamaño y forma. Presencia de formas y detalles interesantes, pero no dominantes excepcionales.	Colinas suaves, fondos de valle planos, pocos o ningún detalle singular. planicie
Color	Combinaciones de color intensa y variada, o contrastes agradables entre suelo y vegetación.	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	1
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.
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.
Actividades Humanas	Libre de actividades estéticamente indeseadas 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.

**Tabla IV.2.4.2-2. Criterios para Valorar Calidad Visual Paisajística**

Sensibilidad	Criterio	Valor numérico
Alta	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 edafogénicos 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
Media	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
Baja	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

Con base en lo anterior, la Calidad Visual del Paisaje dentro del SAR se clasificó como de Media a Baja; en el caso de clase Media esta se identificó en la unidad paisajística de Selva y Manglar, en el caso de Selva este representa el 80.47% en la porción Terrestre Continental del SAR, mientras que en la porción Terrestre Insular es el manglar la unidad predominante con un 43.61%.

Por otra parte, en la clase Baja se identificó a la Vegetación Halófito, Herbácea y Palustre, siendo la de mayor representación la Vegetación Herbácea. Particularmente el AID se encuentra dentro de la Unidad Paisajística de Selva y Vegetación Herbácea (Tabla IV.2.4.2-3, Tabla IV.2.4.2-4 y Figura IV.2.4.2-1).

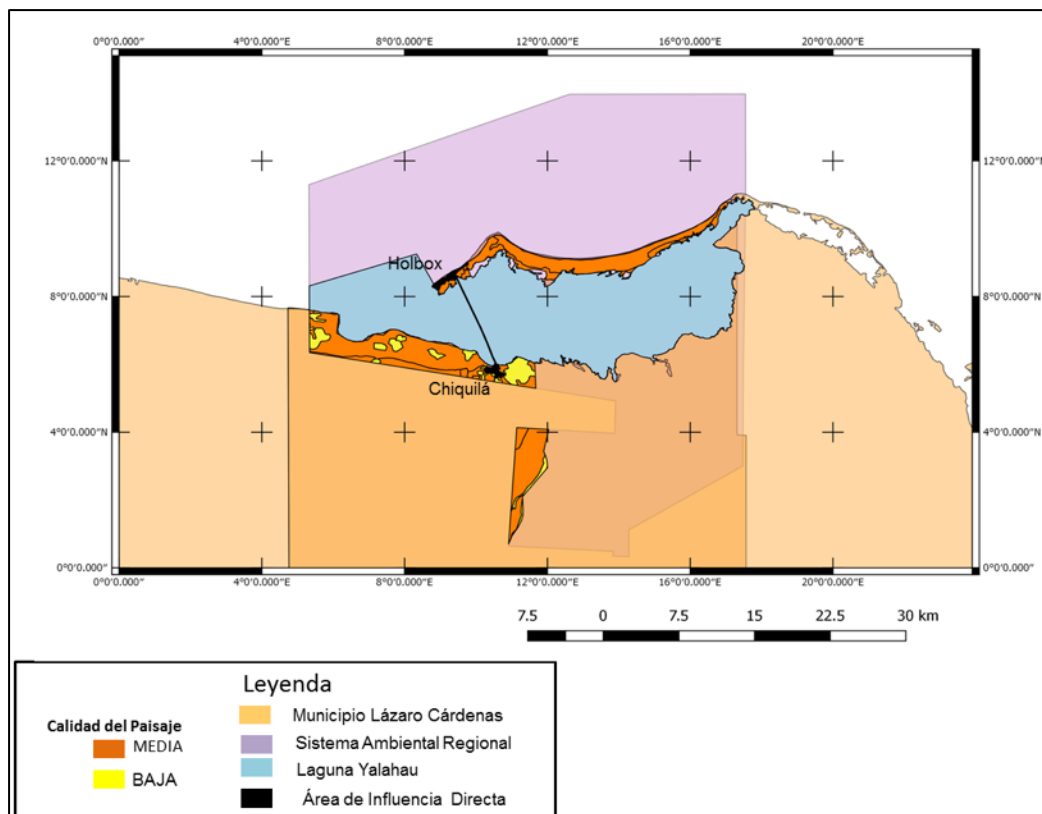
**Tabla IV.2.4.2-3. Porcentaje de Unidad Paisajística con respecto al SAR**

Porción del SAR	UP1	UP2	UP3	UP4	UP5
Terrestre Continental	0.40	84.11	11.42	0.55	3.50

Terrestre Insular	-	-	43.61	56.38	-
SAR	0.38	80.47	12.80	2.96	3.35

**Tabla IV.2.4.2-4. Calidad de Pasaje del Sistema Ambiental Regional**

Unidad Paisajística	Topoformas	Color	Fondo Escénico	Rareza	Actividad Humana	Valor de Calidad de Paisaje	Valor Nominal
UP1	1	1	3	3	3	11	Baja
UP2	1	5	3	3	3	15	Media
UP3	1	5	3	1	3	13	Media
UP4	1	1	1	3	3	9	Baja
UP5	1	1	1	3	3	9	Baja



**Figura IV.2.4.2-1. Calidad Paisajística**

### IV.2.4.3. Fragilidad Visual

Se define a la Fragilidad Visual a la capacidad de respuesta que tiene el paisaje ante el uso del mismo; es decir, es el grado de deterioro ante cambios en sus propiedades, de tal manera que al evaluar la fragilidad visual, puede obtenerse la vulnerabilidad del paisaje.

Para evaluar la fragilidad visual se realiza la integración de los factores biofísicos (cobertura vegetal, pendientes, suelo y orientación), carácter histórico-cultural y la accesibilidad.

De igual forma, para evaluar la fragilidad visual fue empleada la expresión propuesta por Muñoz-Prederos (2004) (Tabla IV.2.4.3-1).

$$VFVP = \sum \frac{f}{n*f} \dots\dots\dots(2)$$

Dónde:

- VFVP= Valor de la fragilidad visual del punto
- f= Factores biofísicos y
- n= Número de factores considerados.

Los valores de fragilidad fluctúan entre 1 y 3.

**Tabla IV.2.4.3-1. Criterios para evaluar Fragilidad Visual**

Factor	Condiciones	Puntajes	
		Nominal	Numérico
D Densidad de la vegetación	67-100 % suelo cubierto de especies leñosas	Bajo	1
	34-67% suelo cubierto de especies leñosas	Moderado	2
	0.-34% suelo cubierto de especies leñosas	Alto	3
E Diversidad de estratos de la vegetación	> 3 estratos vegetacionales	Bajo	1
	< 3 estratos vegetacionales	Moderado	2
	1 estrato vegetacional dominante	Alto	3
A Altura de Vegetación	>3 m de altura promedio	Bajo	1
	>1m<3 m de altura	Moderado	2
	1 m de altura promedio	Alto	3
ES Estacionalidad de la Vegetación	Vegetación dominante perennifolia	Bajo	1
	Vegetación mixta	Moderado	2
	Vegetación mixta caducifolia	Alto	3
CV Contaste cromático Vegetación/Vegetación	Manchas Policromáticas sin Pauta Nítida	Bajo	1
	Manchas Policromáticas con Pauta Nítida	Moderado	2
	Manchas monocromáticas	Alto	3
CS Contrastes color Suelo/Vegetación	Contraste visual bajo	Bajo	1
	Contraste visual medio	Moderado	2
	Contraste visual alto	Alto	3
P Pendiente	0-25%	Bajo	1
	25.55%	Moderado	2
	>55%	Alto	3
O	Exposición sur/este	Bajo	1

Factor	Condiciones	Puntajes	
		Nominal	Numérico
Orientación de Paisaje*	Exposición sureste/suroeste	Moderado	2
	Exposición norte/oeste	Alto	3
H Valor Histórico Cultural	Baja unicidad, singularidad y/o valor	Bajo	1
	Media unicidad, singularidad y/o valor	Moderado	2
	Alta unicidad, singularidad y/o valor	Alto	3

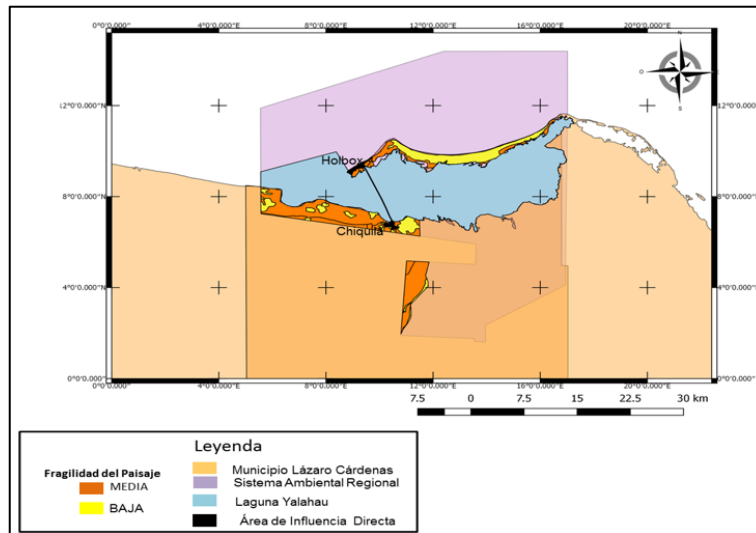
\*El criterio de Orientación de Paisaje fue excluido de este análisis debido a la particularidad de la región de no poseer pendiente.

En el SAR se encontró que predomina la Fragilidad Paisajista media para las unidades paisajísticas UP2, UP3 y UP4, mientras que la UP1 y UP5 muestran una fragilidad Baja; tomando en cuenta que en el SAR predomina la UP1 (92.75%) y particularmente en el sitio de Proyecto predomina la UP1 y UP2 (Tabla IV.2.4.3-2 y Figura IV.2.4.3-1) se concluye que el grado de deterioro ante cambios para esta Unidad es de baja a media, es decir, el impacto que puede causar el Proyecto sobre el paisaje no representa una alta vulnerabilidad al mismo.

Se concluye que el grado de deterioro ante cambios para esta Unidad es de baja a media, cabe mencionar que, pese a ser un sistema relativamente frágil es dinámico, es decir, se encuentra en constante cambio, por lo que el impacto que puede causar el Proyecto sobre el paisaje no representa una alta vulnerabilidad al mismo. En este punto cabe señalar que todas la Unidades Paisajistas están definidas por el medio natural basado en tipos de vegetación como es descrito en la Tabla IV.2.4-1.

**Tabla IV.2.4.3-2. Fragilidad Paisajística del SAR.**

Factor	UP1	UP2	UP3	UP4	UP5
Densidad de la Vegetación	3	1	1	3	-
Diversidad de estratos	1	1	3	3	3
Altura de Vegetación	2	1	2	2	3
Estacionalidad de vegetación	2	2	1	3	3
Contraste Cromático	2	2	2	2	2
Contraste color	2	3	2	2	-
Pendiente	1	1	1	1	1
Valor Histórico Cultural	1	3	3	1	1
Valor de Paisaje	14	14	15	17	13
Valor de Fragilidad	1.75	2	2.12	2.125	1.625
Grado de Fragilidad	BAJA	MEDIA	MEDIA	MEDIA	BAJA

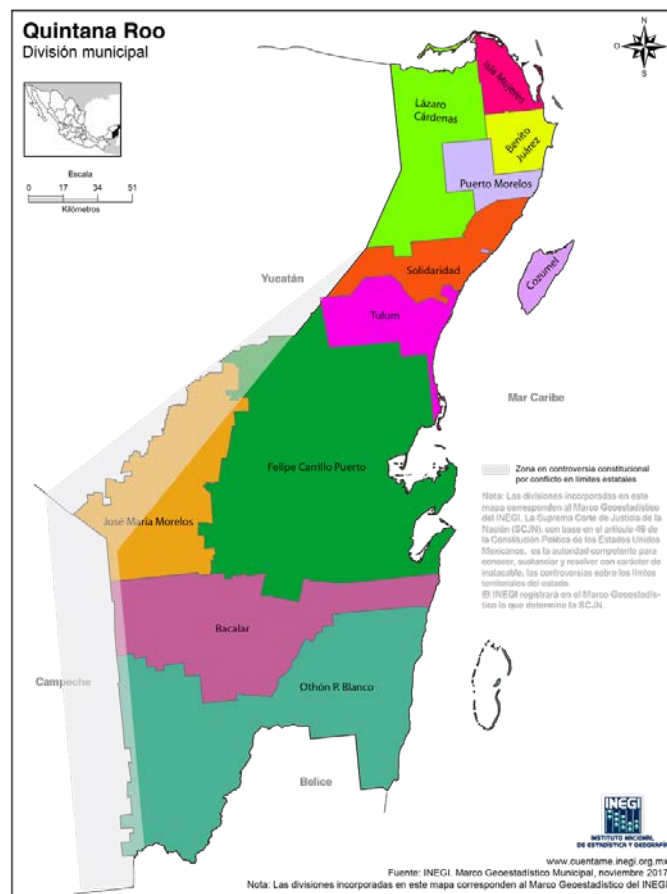


**Figura IV.2.4.3-1. Fragilidad Visual dentro del SAR**

## IV.2.5. Medio socioeconómico

### IV.2.5.1. Contexto estatal

El municipio de Lázaro Cárdenas tiene una extensión de 3,881 km<sup>2</sup>, lo que representa el 7.4 % del territorio estatal Figura IV.2.5.1-1



**Figura IV.2.5.2.1-1. División municipal del estado de Quintana Roo.**

### IV.2.5.2. Economía

Según la Encuesta Intercensal de 2015 del INEGI, el municipio de Lázaro Cárdenas es el que tiene el menor número de unidades económicas en Quintana Roo, lo cual se refleja en falta de oportunidades, desempleo, bajas remuneraciones y muy baja productividad.

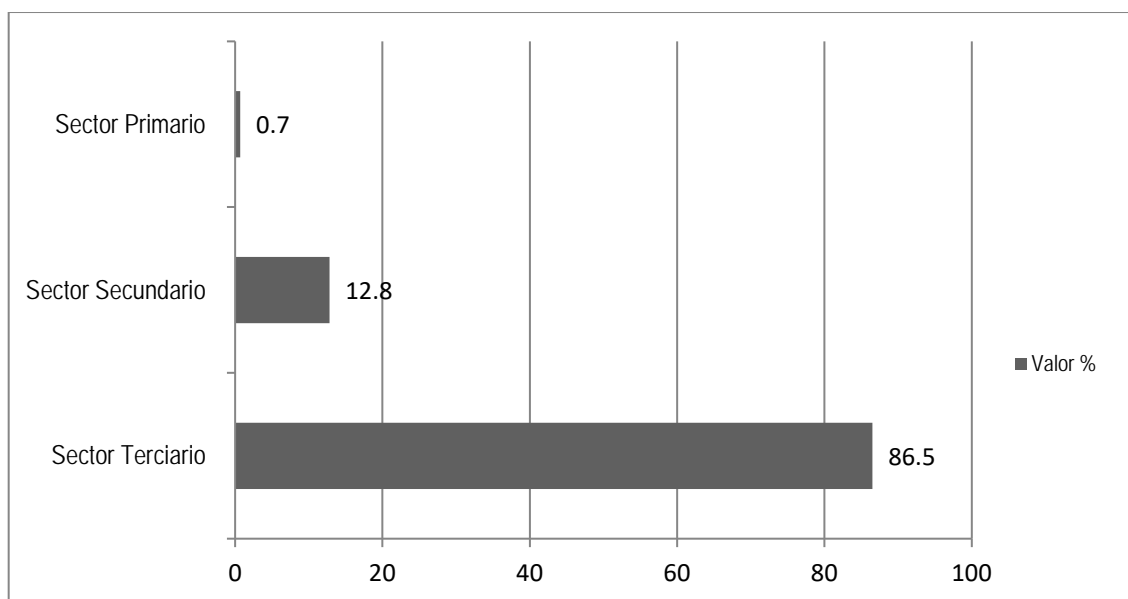
Su producción agrícola para 2010 se basó en cultivos como el maíz grano, con una superficie de 4,858 ha, seguido del frijol, con 209.5 ha, y la papaya maradol, con 26 ha. El cultivo de la papaya es el que brinda un mayor rendimiento por el valor de la producción, seguido del maíz, jitomate rojo y chile verde.

De la superficie municipal dedicada a la agricultura, 5,103 ha tienen un régimen de siembra de temporal y sólo 65 ha cuentan con sistema de riego; únicamente en 46 ha se realizan labores agrícolas con equipo mecanizado.

La producción pecuaria se basa en el ganado porcino. Destacan también la producción bovina y la gallinácea. La producción apícola representa una actividad importante dentro del municipio, aunque su volumen de producción es relativamente bajo. El aprovechamiento forestal es prácticamente nulo.

En cuanto a infraestructura y actividades comerciales, el municipio cuenta con 27 tiendas Diconsa, dos tianguis y un mercado público. En materia de la infraestructura turística, se cuenta con alrededor de 50 establecimientos de hospedaje y una veintena de preparación de alimentos. Observando los datos económicos se puede decir que el municipio tiende a una preeminencia del sector terciario, en la misma línea que el estado de Quintana Roo.

Siendo importante mencionar que tanto el sector secundario y terciario requieren de un servicio estable de electricidad, por lo cual serán beneficiados directamente con la realización de este Proyecto.



**Figura IV.2.5.2-1. Actividad económica por sector en el Estado de Quintana Roo**

### IV.2.5.3. Pobreza y marginación

El municipio de Lázaro Cárdenas tiene un grado alto de marginación (IV.2.5.3-1)

#### IV.2.5.3-1 Medición de pobreza 2010, a nivel municipal.

Variable	Personas	Porcentaje
<b>Población total municipal</b>	<b>21 337</b>	<b>100.00</b>
Población en situación de pobreza	15 198	71.23
Pobreza extrema	3 886	18.21
Población en pobreza extrema y sin acceso a alimentación.	2 475	11.60
Pobreza moderada	11 311	53.01
Vulnerables por carencia social	5 169	24.23
Vulnerables por ingreso	173	0.81
No pobres y no vulnerables	797	3.74

### IV.2.5.4. Población económicamente activa

Por lo que se refiere a la ocupación laboral la Encuesta Nacional de Ocupación y Empleo de la STPS-INEGI, nos muestra que de una población total de 1 670 380 en Quintana Roo, la población económicamente activa es de 822 529, la cual se desglosa en ocupada 795 743 personas; y desocupada 26 786 personas. Por otro lado, la población económicamente inactiva es de 411 234 (Tabla IV.2.5.1.4-1.)

**Tabla IV.2.5.4-1. Índices de Población Ocupada y Desocupada desagregada por sexo a nivel nacional y estatal.**

Concepto	Nacional			Quintana Roo			Participación B/A (%)
	Total (A)	Hombres (%)	Mujeres (%)	Total (B)	Hombres (%)	Mujeres (%)	
Población Total	123 675 351	48.3	51.7	1 670 380	50.2	49.8	1.4
PEI	37 142 647	25.9	74.1	411 234	26.1	73.9	1.1
PEA	54 369 915	62	38	822 529	61.8	38.2	1.5
Ocupados	52 438 646	62.1	37.9	795 743	62	38	1.5
Desocupados	1 931 269	59.9	40.1	26 786	56.5	43.5	1.4

Fuente STPS-INEGI. Encuesta Nacional de ocupación y Empleo

### IV.2.5.5. Dinámica poblacional

La población total del municipio de Lázaro Cárdenas, según la Encuesta Intercensal 2015 del INEGI, es de 27,243 habitantes, de los cuales 13,831 son hombres y 13,412 son mujeres. Esta cantidad representa el 1,81 % de la población total estatal y lo ubica como el segundo municipio menos habitado del estado, sólo supera a Isla Mujeres.

El 43.3 % de la población municipal tiene menos de 15 años, el 27.3 % 15 a 29 años, el 22 % de 30 a 59 y solo el 7.4 % tiene 60 o más años; es decir, se trata de población joven. Las tendencias de crecimiento poblacional y de demanda de vivienda aumentan significativamente en el municipio, como se puede ver en la Tabla IV.2.5.5-1.

**Tabla IV.2.5.5-1. Datos demográficos de población desagregada por sexo para el municipio de Lázaro Cárdenas**

Datos demográficos	2005			2010			2015		
	H	M	Total	H	M	Total	H	M	Total
Población total	11 517	10 917	22 434	12 972	12 361	25 333	13 831	12 361	27 243
Viviendas particulares habitadas	5 042			6 144			6 991		
Población hablante de lengua indígena de 5 años y más	5 427	4 824	10 251	-	-	11 274	-	-	-

#### IV.2.5.6. Presencia Indígena

Un aspecto importante es la presencia de población indígena quien ha dotado de un gran componente cultural; a pesar de que son varios las lenguas indígenas que se encuentran en el estado, la maya es la que predomina con más del 80% de hablantes de tres años y más. Esta población a nivel municipal también tiene una importante presencia pues más de la mitad de la población está considerada (según CDI) como indígena.

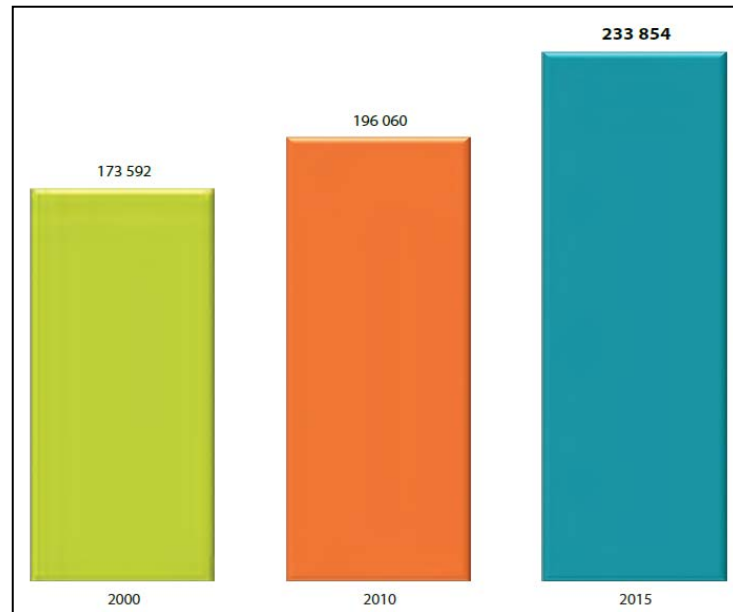
La relación entre comunidades indígenas y pobreza se presenta en muchos contextos geográficos y económicos, ya que generalmente estos no tienen el mismo acceso a diferentes servicios, que poblaciones no indígenas sí. Lo anterior obedece a una compleja red de patrones que no sólo son del ámbito económico o estructural, sino también de índole social, política, geográfica, cultural e histórica.

Es por ello que al promover los servicios públicos a esta población es un punto importante para acortar la brecha que en cuanto a servicios se tiene entre población indígena y no indígena. Además de que como se ha venido expresando, el desarrollo social puede ser generado a partir del desarrollo económico y viceversa. A continuación, se presenta un panorama municipal de la presencia maya.

La presencia de pueblos indígenas en el estado de Quintana Roo según los Indicadores Socioeconómicos de los pueblos Indígenas de México generados por la CDI en 2015, arrojan que existe una población total de 488 244 personas indígenas en el estado, que representan un 32.51% de los habitantes totales. Es decir, la presencia indígena en Quintana Roo representa un 32.51% de la población total a nivel estatal, la cual está estimada en 1 501 562 personas según dato INEGI.

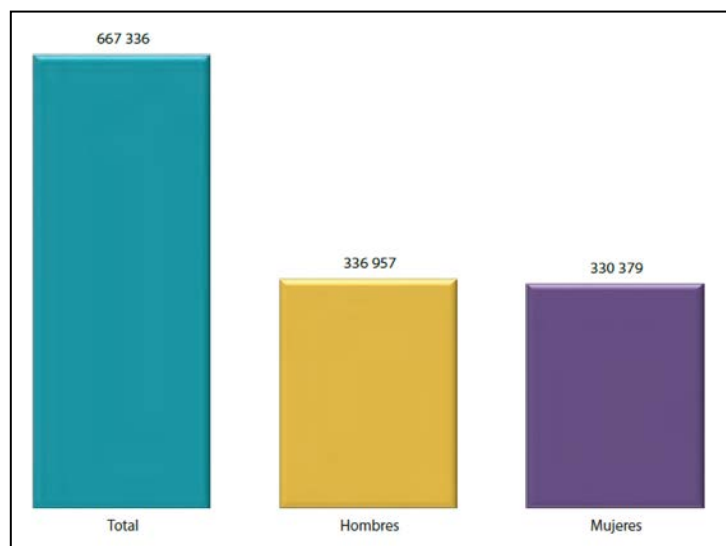
La información obtenida en los principales resultados de la Encuesta Intercensal 2015 Quintana Roo, elaborado por el INEGI, nos manifiesta que existen 233 854 personas de 5 años y más hablantes de lengua indígena para 2015, este resultado es superior al del año 2010 que se estimó en 196 060 personas en la misma categoría de hablantes de lengua indígena (Figura IV.2.5.6-1).





**Figura IV.2.5.6-1. Población de 5 años y más hablantes de lengua indígena a nivel estatal.**

Otra condición que tomó en cuenta en la Encuesta Intercensal 2015, fue la autoadscripción indígena a nivel estatal, es decir, se captó la pertenencia indígena según la cual, una persona se considera como tal sin importar que hable o no hable una lengua indígena. Esto demostró que 667.3 mil personas se autoreconocen como indígenas, este dato es importante dado que esta cantidad es mayor que la población que en efecto habla una lengua indígena (Figura IV.2.5.6-2).



**Figura IV.2.5.6-2. Autoadscripción indígena desagregada por sexo a nivel estatal (INEGI. Encuesta Intercensal 2015).**

Por otro lado, el municipio de Lázaro Cárdenas según los Indicadores Socioeconómicos de los Pueblos Indígenas de México generados por la CDI en 2015, está denominado como municipio indígena con un alto grado de marginación;

este municipio cuenta con una población total de 27 243 habitantes, de las cuales 20 824 personas están denominadas como población indígena. Dentro de esta población indígena la composición entre hombres y mujeres está determinada de la siguiente manera: 10 240 mujeres y 10 584 hombres. También muestra que 12 017 personas que tienen 3 años y más, hablan alguna lengua indígena.

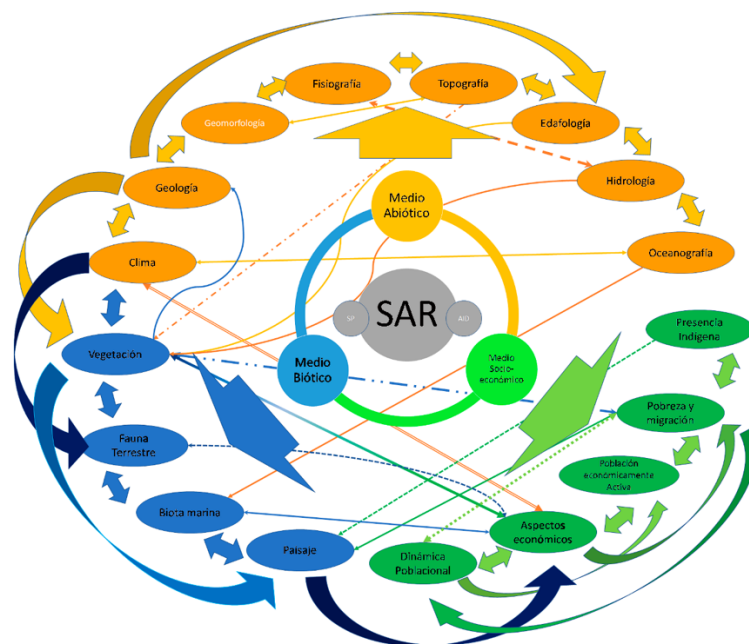
La población de 3 años y más que habla español y alguna lengua indígena es de 11 475 personas; los habitantes que sólo hablan su lengua indígena son 417 personas; como se puede apreciar la cantidad de personas monolingües de habla indígena es de manera importante menor a la bilingüe, lo cual representa mayor apertura en cuanto a la posibilidad de comunicación, esto contextualizándolo en un país de habla en el que predomina el español.

También se puede observar que la población indígena es preponderantemente joven pues 8 875 personas oscilan dentro de los 25 y 64 años; la población de entre 0 y 14 años es de 6 473 personas, que es el segundo grupo más importante en número, es decir con esto se corrobora una mayor población joven.

#### IV.2.6. Diagnóstico ambiental

Para el diagnóstico ambiental se toman como base los aspectos relevantes encontrados en la caracterización ambiental y las características constructivas del Proyecto, lo cual permite identificar y analizar los procesos de deterioro ambiental existentes y los que se pudieran presentar, así como su comportamiento en las distintas escalas espaciales (SAR, AID y SP) donde se inserta el Proyecto que nos ocupa.

En el análisis se consideran tres subsistemas: los componentes relevantes del medio abiótico, biótico, y socioeconómico, mismos cuyas dependencias y/o relaciones se presentan en la Figura IV.2.6.



**Figura IV.2.6-1. Interacciones de los componentes ambientales más relevantes dentro del SAR**

Asimismo manera general como conclusión, podemos decir que el SAR es un sistema complejo en donde los diferentes componentes abiótico, biótico y social se encuentran unidos por diferentes interacciones, que juegan un papel importante para mantenerse en equilibrio.

Desde el punto de vista abiótico, se encuentra dominado fuertemente por geología calcárea, la cual a su vez ha sido un factor de suma importancia en la formación de los suelos, las condiciones son de una cuenca que no presenta escorrentías superficiales, así como estar ubicado en una zona con un clima cálido sub húmedo, genera condiciones propicias para la intemperización de la roca madre, así como suelos pobres en materia orgánica. Lo que a su vez influye en la vegetación que se desarrolla en esta región.

El factor biótico, se desarrolla la vegetación de selva mediana, que, aunque el SAR no contempla el desmonte de vegetación, este tipo de vegetación juega un papel importante para el desarrollo de un gran número de vertebrados, siendo las aves el grupo dominante.

Para la biota marina, en cuanto al grupo de vertebrados acuáticos, se reporta que las poblaciones de especies amenazadas como el manatí, y los cocodrilos, se encuentran en crecimiento lo cual representa un éxito para las políticas de gestión y cuidado de ellas, por otra parte los grupos nectónicos, principalmente de especies comercializadas, a pesar de encontrarse dentro del polígono de un ANP, debido a las necesidades de los pobladores siguen siendo explotada, por diversas artes de pesca, desafortunadamente, por parte algunos grupos de pescadores no se tiene el uso apropiado de estas artes de pesca, así como una falta de cultura sustentable, estas prácticas pueden ser perjudiciales para el sistema, ya sea por desaparición de depredadores y/o presas, que rompen con la función correcta de las diferentes cadenas tróficas.

La biota bentónica, en general es diversa, sin embargo, está dominada por especies resistentes a condiciones adversas y siendo en su mayoría especies pequeñas, mientras que las especies grandes de invertebrados son escasas, las especies planctónicas, están representadas por un amplio número de taxas sin embargo para los diversos puntos de muestreo se encuentra que existe poca variación.

El aspecto más relevante dentro del proceso constructivo del proyecto es la presencia de praderas de pastos marinos que de acuerdo con los estudios realizados en este documento, se puede observar que se presenta una amplia cobertura, así como una recuperación importante en las densidades y distribuciones de estos, la especie dominante en las praderas es *Thalassia Testudinum* esta especie es resistente a diversas perturbaciones en el ambiente como es en el aumento de sedimentos en tiempos prolongados. Los pastos marinos son de suma importancia para el sistema debido a sus servicios ecosistémicos como la captación de CO<sub>2</sub> (Carbono azul) ya que estos pueden secuestrar grandes cantidades de este gas de efecto invernadero, pues como se ha demostrado en diversos estudios los pastos marinos captan más carbono de la atmósfera que las selvas.

En el aspecto social, es una población con una amplia presencia indígena, la cual se encuentra enfocada en actividades como la pesca, agricultura y en la isla de Holbox de una manera importante al turismo.

## **CAPÍTULO V**

### **IDENTIFICACIÓN, CARACTERIZACIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES, ACUMULATIVOS Y RESIDUALES DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL**

# CONTENIDO

<b>V. IDENTIFICACIÓN, CARACTERIZACIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES, ACUMULATIVOS Y RESIDUALES DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL.....</b>	<b>3</b>
V.1. Identificación de impactos .....	3
V.1.1. Metodología para identificar y evaluar los impactos ambientales .....	3
V.2. Caracterización de los impactos.....	10
V.2.1. Indicadores de impacto y de cambio climático.....	11
V.3. Valoración de los impactos.....	13
V.3.1. Resultados de la caracterización y valoración de impactos.....	14
V.4. Descripción general de los impactos .....	16
V.5. Impactos residuales.....	22
V.6. Impactos acumulativos .....	23
V.7. Conclusiones .....	23

## V. IDENTIFICACIÓN, CARACTERIZACIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES, ACUMULATIVOS Y RESIDUALES DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL.

En este capítulo se identifican, caracterizan, ponderan y evalúan los impactos ambientales, con especial énfasis en los significativos, sobre todo en los que sean residuales, acumulativos y/o sinérgicos. Los cuales pueden producirse durante el desarrollo del Proyecto en sus diferentes fases o etapas, relacionándolos con los componentes ambientales identificados para la región.

Para lo anterior se consideran las interacciones entre características de Proyecto señaladas en el capítulo II y los componentes ambientales del área de influencia del Proyecto, caracterizados en el capítulo IV de esta MIA-R.

Es importante mencionar que la evaluación de los impactos ambientales, se basa en diferentes metodologías tanto objetivas como subjetivas, en las cuales se considera el juicio del sujeto que desarrolla la evaluación de los impactos.

### V.1. Identificación de impactos

Tomando como base lo sugerido en la Guía para elaborar la MIA-Regional (SEMARNAT 2012), y conforme al guion para el proceso de identificación de impactos ambientales, este apartado se desarrolló en dos etapas:

- **Etapas 1.** Consiste en la identificación y descripción de los componentes del Proyecto, es decir, las etapas y actividades que darán paso al desarrollo de la Línea Eléctrica en sus tramos, marino y subterráneo; así como de las obras para la modernización de la SE Holbox, relacionándolos con los factores ambientales que se determinaron para el AID y el SAR.
- **Etapas 2.** Consiste en la selección de indicadores de impacto, con el objetivo de identificar los impactos relevantes y analizar su efecto dentro del AID y por ende del SAR.

Como se describe en el capítulo II de esta MIA-R, parte del Proyecto se ubica en las áreas urbanas de las localidades de Chiquilá y Holbox, la obra consiste en la construcción de dos tramos subterráneos y un tramo submarino que alojará los sistemas de ductos eléctricos; además de la modernización de la SE Holbox dentro del predio de la actual central de combustión interna diésel Holbox.

Bajo esta conceptualización particularizada para cada tramo, se realiza la identificación de las interacciones del Proyecto con los componentes ambientales y socioeconómicos del SAR, interacciones que pueden derivar en potenciales impactos al ambiente.

#### V.1.1. Metodología para identificar y evaluar los impactos ambientales

Para identificar y evaluar los impactos ambientales del Proyecto se utilizaron varias técnicas, las cuales se mencionan a continuación:

- Lista de identificación de componentes del Proyecto.
- Lista de identificación de factores ambientales y sociales susceptibles de impacto.
- Matriz de interacción entre los componentes del Proyecto, factores ambientales y socioeconómicos.

- Valoración de los impactos ambientales (Metodología propuesta por Bojórquez Tapia *et. al.*, 1998).

Para realizar la evaluación de los impactos, primero se identificaron los componentes y actividades del Proyecto que pueden generar impactos potenciales (Tabla V.1.1-1), considerando la naturaleza del Proyecto y su ubicación.

La etapa de preparación del sitio es muy corta y en este caso no requerirá de desmontes, nivelaciones, rellenos u otras actividades similares previas a las actividades de construcción.

En este sentido, las actividades propias de la preparación del sitio se limitan a los estudios previos que se realizaron para la selección del trazo de los tramos subterráneos y del cable en el medio acuático. Cabe resaltar que en la Tabla V.1.1-1 se indican las acciones relevantes del Proyecto que pueden tener impacto sobre el ambiente.

**Tabla V.1.1-1. Lista de componentes del Proyecto susceptibles de generar impactos ambientales y sociales.**

Etapa del Proyecto	Actividad con potencial impacto	Aspecto que puede generar impacto
Preparación del sitio	Levantamiento topográfico terrestre	Presencia de personal que puede generar residuos sólidos urbanos y fisiológicos, así como el uso de vehículos que generan emisiones a la atmósfera.
	Levantamiento batimétrico	Presencia de personal que puede generar residuos sólidos urbanos y fisiológicos, así como el uso de embarcaciones.
Construcción	Trazo	Consiste en marcar físicamente la trayectoria subterránea, registros y pozos de visita, con pintura en aerosol o cal. Se requiere de un ayudante general.
	Remoción de pavimento asfáltico y/o concreto	Presencia de personal, uso de vehículos y maquinaria. Emisión de gases, partículas, polvo y ruido. Generación de residuos sólidos urbanos, fisiológicos, de manejo especial. Empleo, demanda de servicios.
	Excavación a cielo abierto	Presencia de personal, uso de vehículos y maquinaria, emisión de gases, partículas, polvo y ruido. Generación de residuos sólidos urbanos, fisiológicos, de manejo especial, material de excavación. Empleo, demanda de servicios.
	Elaboración del banco de ductos	Presencia de personal, uso de equipo, generación de residuos de manejo especial y sólidos urbanos y fisiológicos. Acumulación de material de construcción en el sitio. Empleo, demanda de servicios.
	Relleno y compactación de zanjas y cepas	Presencia de personal, uso de vehículos y maquinaria, emisión de gases, partículas, polvo, ruido, residuos sólidos urbanos y fisiológicos. Empleo.
	Reposición de pavimento asfáltico	Presencia de personal, generación de ruido, residuos sólidos urbanos y de manejo especial (restos de asfalto). Empleo, demanda de servicios.
	Instalación de pozos de visita y registros	Presencia de personal, uso de maquinaria, generación de gases y partículas, residuos sólidos urbanos y de manejo especial, acumulación de material de construcción en el sitio, mezcla de concreto. Empleo.

Etapa del Proyecto	Actividad con potencial impacto	Aspecto que puede generar impacto
	Fabricación de murete de transición	Colado de un murete de transición de 3 m de altura a partir de piso terminado, la base tendrá 1.5 m de profundidad con un diámetro de 0.5 m. Presencia de personal, generación de residuos sólidos urbanos y residuos peligrosos. Movimiento de tierras, polvo, acumulación temporal de material de excavación y material de construcción, mezcla de concreto.
	Instalación del cable eléctrico de potencia	Presencia de personal, generación residuos sólidos urbanos y de manejo especial (pedacería metálica, embalajes), acumulación de material de construcción en el sitio. Almacenamiento temporal del cableado eléctrico en el sitio. Empleo.
	Elaboración de empalmes	Presencia de personal, generación de residuos sólidos urbanos, fisiológicos, de manejo especial (pedacería metálica, embalajes).
	Elaboración de terminales termo-contráctiles	Presencia de personal, generación de residuos sólidos urbanos y fisiológicos.
	Instalación de neutro corrido y sistemas de tierra	Presencia de personal, generación de residuos sólidos urbanos y fisiológicos.
	Pruebas de baja frecuencia (vlf)	Presencia de personal, generación de residuos sólidos urbanos y fisiológicos.
	Perforación horizontal (cable submarino)	Movimiento de tierras, uso de maquinaria y equipo, uso de bentonita, resuspensión de sedimento en la Laguna, presencia de personal, generación de residuos sólidos urbanos, material de excavación. Empleo, demanda de servicios.
	Tendido y anclaje de cable submarino	Apertura de la zanja en el fondo marino mediante presión de agua, resuspensión de sedimentos, ocupación de superficies de pastos marinos. Uso de maquinaria, equipo, embarcaciones, presencia de personal en medio acuático. Empleos, demanda de servicios.
	Levantamiento de condiciones estructurales (Subestación)	Consiste en localizar físicamente en sitio el cual se van a instalar los materiales y equipos de instalación permanente (ductos eléctricos ocultos y visibles, tendido de fibra óptica registros y estructuras metálicas).
	Demolición de muros y remoción de pisos (CD)	Presencia de personal, uso de maquinaria y equipo. Emisión de gases, partículas, polvo y ruido. Generación de residuos sólidos urbanos, fisiológicos, residuos peligrosos. Empleo, demanda de servicios.
	Limpieza de terreno (SE)	Se refiere a la actividad del contratista de mantener limpia el área donde se realizan los trabajos, desde su inicio hasta la terminación de la obra tanto civil como electromecánica y puesta a punto.
	Construcción de nueva caseta de la SE Holbox	Presencia de personal, uso de maquinaria y equipo. Emisión de gases, partículas, polvo y ruido. Generación de residuos sólidos urbanos, fisiológicos, de manejo especial. Empleo, demanda de servicios.
Operación y mantenimiento	Operación del cable submarino	Mejoramiento del servicio eléctrico.



Etapa del Proyecto	Actividad con potencial impacto	Aspecto que puede generar impacto
		<p>Apoyo a las actividades productivas de localidad, calidad de vida de pobladores.</p> <p>Salida de operación de unidades de combustión interna que generan emisiones a la atmósfera.</p> <p>Eliminación de fuente de riesgo por el trasiego de combustible diésel con el que operan actualmente las unidades de generación.</p> <p>Calentamiento de cable eléctrico submarino.</p>
	Mantenimiento a cable submarino	Inspecciones programadas cada 5 años. En caso de falla, se procedería a la reparación del tramo de cable que pudiera estar dañado, para ello sería necesario desenterrar el tramo e cable que presente daño o desgaste excesivo, reemplazarlo y volver a colocarlo.
	Mantenimiento a ductos terrestres	Inspecciones de rutina cada 5 años o en su caso, si los sistemas de monitoreo indican alguna falla. En este caso, si hubiera alguna falla, se procedería a la reapertura de la zanja en el tramo de cable que pudiera estar dañado, reemplazarlo y proceder al sellado de la zanja.

De acuerdo con los resultados de la caracterización del medio físico, biótico y socioeconómico del SAR, se elaboró la lista con los componentes ambientales y sociales susceptibles de ser impactados por las actividades del Proyecto (Tabla V.1.1-2).

**Tabla V.1.1-2. Componentes sociales y ambientales susceptibles de impacto.**

Sistema	Subsistema	Factores ambientales (y sociales)	Subfactores
Medio Natural	Medio abiótico	Aire	Calidad del aire
			Nivel sonoro
		Suelo	Calidad (Propiedades físicas y químicas)
			Uso potencial
		Agua (Epicontinental)	Escorrentía superficial
			Calidad del agua
	Agua subterránea	Infiltración	
		Calidad del agua	
	Agua marina	Calidad del agua	
	Medio biótico	Vegetación terrestre	Cobertura
			Especies en riesgo
		Vegetación acuática	Cobertura/Hábitat
			Servicios ambientales/ Secuestro de carbón
			Especies en riesgo
		Fauna terrestre	Presencia
			Abundancia
			Especies en riesgo
		Fauna voladora (Aves y quirópteros)	Abundancia
Hábitat			
Fauna acuática	Abundancia		

Sistema	Subsistema	Factores ambientales (y sociales)	Subfactores
	Perceptual	Paisaje (Perceptual)	Hábitat
			Especies en riesgo
Medio socioeconómico	Medio socioeconómico		Calidad del paisaje
			Fragilidad
			Empleos
			Calidad de vida
			Infraestructura
			Economía local y regional

Una vez identificados ambos componentes Proyecto-sistema ambiental, mediante la utilización de un modelo matricial se identificó la interacción entre las actividades del Proyecto y los componentes ambientales y sociales, cada interacción implica un impacto potencial que puede ser benéfico o adverso para el ambiente o la sociedad. Este modelo utiliza cuadros de doble entrada en donde se disponen los componentes del Proyecto y sus acciones, en la otra entrada los factores ambientales susceptibles de recibir el impacto.

En la Tabla V.1.1-3 se presenta a manera de matriz, la interacción puede tener un impacto adverso (negativo) o benéfico (positivo).

Tabla V.1.1-3. Matriz de interacciones factores ambientales vs actividades del Proyecto.

Factores/Subfactores del ambiente	Etapas y acciones del proyecto															OPERACIÓN/ MANTENIMIENTO	Total impactos por componente	total de impactos por factor			
		Remoción de pavimento asfáltico y/o concreto	Excavación a cielo abierto	Elaboración de banco de ductos	Relleno y compactación de zanjas	reposición de pavimento asfáltico	Instalación de pozos de visita y registros	Construcción de murete de transición	Instalación de cable eléctrico de potencia	Elaboración de empalmes	elaboración de terminales termocontráctiles	instalación de neutro corrido y sistema de tierra	pruebas de baja frecuencia	Perforación horizontal	Tendido y anclaje de cable submarino	demolición de muros y remoción de pisos SE			Construcción de nueva caseta (SE)	Operación	
FACTOR	COMPONENTE																				
Atmósfera	Calidad del aire	-1	-1		-1	-1	-1								-1	-1	-1	-1	1	10	18
	Nivel sonoro	-1	-1		-1	-1									-1		-1	-1	1	8	
Suelo	Calidad del suelo (Propiedades físicas y químicas)	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1						-1		-1	-1		11	11
Agua lagunar	Calidad del agua														-1	-1				2	2
Vegetación acuática	Cobertura/Servicios ambientales captura CO2														-1	-1				2	5
	Hábitat														-1	-1			-1	3	
Fauna terrestre	Presencia	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1											8	16
	Abundancia (Especies con estatus)	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1											8	
Fauna acuática	Presencia														-1	-1				2	5
	Abundancia														-1	-1				2	
	Especies con estatus NOM-059															-1				1	
Paisaje	Calidad visual	-1	-1	-1					-1										1	5	5
Socioeconómicos	PEA	1	1	1	1	1	1	1	1						1	1	1	1		12	28
	Calidad de vida																		1	1	
	Infraestructura y servicios	-1																	1	2	
	Economía regional y local	1	1	1	1	1	1	1	1						1	1	1	1	1	13	
	Total impactos por actividad	9	8	6	7	7	6	5	6	0	0	0	0	0	10	9	5	5		7	
total impactos por etapa		83														7		90			

Interacción negativa
  Interacción positiva
  Sin interacción

Como se observa en la matriz (Tabla V.1.1-3), por su ubicación en áreas urbanas y medio acuático, las actividades del Proyecto no incidirán directamente sobre el factor vegetación terrestre considerada forestal (bosque, selva o vegetación de zonas áridas), ni sobre el hábitat de la fauna terrestre.

En lo que respecta al suelo, la zanja para ductos terrestres se excavará en la parte marginal de la cinta asfáltica de la carretera estatal que da acceso a Chiquilá, así como en la parte marginal de las vialidades de las zonas urbanas de Holbox, la cual posee vialidades de terracería. Por la cual no se requiere la eliminación de vegetación y tampoco se considera que el Proyecto pueda propiciar un fenómeno erosivo del suelo, ya que las actividades se realizarán en zonas ya transformadas.

En el área del Proyecto y su zona de influencia directa existen cuerpos de agua epicontinentales como la Laguna Yalahau, en donde durante la caracterización de las comunidades bentónicas se registraron pastos marinos catalogados como comunidades vulnerables.

Del cribado de la matriz (Tabla V.1.1-4.), se identificaron 90 interacciones de las cuales 30 se considera tienen un efecto positivo y 60, tienen un efecto negativo en el AID.

**Tabla V.1.1-4. Matriz de interacciones cribada.**

Factores/Subfactores del ambiente	Etapas y acciones del proyecto	PREPARACIÓN DEL SITIO Y CONSTRUCCIÓN										OPERACIÓN/ MANTENIMIENTO	Total impactos por componente	total de impactos por factor		
		Remoción de pavimento asfáltico y/o concreto	Excavación a cielo abierto	Elaboración de banco de ductos	Relleno y compactación de zanjas	reposición de pavimento asfáltico	instalación de pozos de visita y registros	Construcción de mureta de transición	instalación de cable eléctrico de potencia	Perforación horizontal	Tendido y anclaje de cable submarino	demolición de muros y remoción de pisos SE			Construcción de nueva caseta (SE)	Operación
<b>FACTOR</b>	<b>COMPONENTE</b>															
Atmósfera	Calidad del aire	-1	-1		-1	-1	-1		-1	-1	-1	-1	1	10	18	
	Nivel sonoro	-1	-1		-1	-1			-1		-1	-1	1	8		
Suelo	Calidad del suelo (Propiedades físicas y	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1		11	11	
	Escorrentía pluvial													0		
Agua continental	Calidad del agua (manto freático)													0	0	
	Infiltración													0		
Agua lagunar	Calidad del agua								-1	-1				2	2	
Vegetación terrestre	Cobertura/hábitat													0	0	
	Especies con estatus NOM-059													0		
	Servicios ambientales (captura de carbono)													0		
Vegetación acuática	Cobertura/Servicios ambientales CO2								-1	-1				2	5	
	Hábitat								-1	-1			-1	3		
	Especies con estatus NOM-059													0		
Fauna terrestre	Presencia	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1						8	16	
	Abundancia (Especies con estatus)	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1						8		
Fauna acuática	Presencia								-1	-1				2	5	
	Abundancia								-1	-1				2		
	Especies con estatus NOM-059										-1			1		
Paisaje	Calidad visual	-1	-1	-1				-1					1	5	5	
Socioeconómicos	PEA	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	12	28	
	Calidad de vida												1	1		
	Infraestructura y servicios	-1											1	2		
	Economía regional y local	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	13		
	Total impactos por actividad	9	8	6	7	7	6	5	6	10	9	5	5	7		
total impactos por etapa		83										7		90		

■ Interacción negativa    
 ■ Interacción positiva    
 □ Sin interacción

La distribución de tales interacciones por etapas del Proyecto se resume en la Tabla V.1.1-5.

**Tabla V.1.1-5 Número de interacciones por etapa del Proyecto.**

Factor	Etapa del Proyecto		Total
	Preparación del sitio/construcción	Operación y mantenimiento	
Aire (calidad del aire y nivel sonoro)	16	2	18
Suelo (propiedades físicas y químicas, uso potencial)	11	0	11
Agua Lagunar (calidad)	2	0	2
Biota (vegetación acuática: cobertura/hábitat/servicios ambientales)	4	1	5
Biota (fauna terrestre: abundancia, especies en riesgo)	16	0	16
Biota (fauna acuática: hábitat, abundancia, especies protegidas)	5	0	5
Paisaje (calidad)	4	1	5
Socioeconómicos (empleos, infraestructura, economía local y regional)	25	3	28
<b>Total</b>	<b>83</b>	<b>7</b>	<b>90</b>

Como se observa en la Tabla V.1.1-5, para la etapa de preparación del sitio y construcción se presenta el mayor número de interacciones con un total de 83 (92.2%), mientras que para la etapa de operación y mantenimiento se identificaron 7 interacciones correspondientes al 7.8% respecto al total de las identificadas.

De las 90 interacciones evaluadas, 60 son negativas, lo cual equivale al 66.6% del total de las interacciones; mientras que solo 30 de estas se consideran interacciones positivas, lo que equivale al 33.3% respecto al total de las mismas.

Las interacciones positivas más relevantes se presentan principalmente por la generación de empleo, derrama económica, por demanda de servicios locales en la etapa operativa y por los beneficios sociales y económicos que se esperan con el funcionamiento del Proyecto.

El mayor número de interacciones negativas entre las actividades del Proyecto y los componentes ambientales ocurren sobre los factores aire, suelo y fauna terrestre.

## V.2. Caracterización de los impactos

Una vez identificadas las interacciones que se traducen en impactos potenciales, para la caracterización de los impactos se utilizó la propuesta metodológica elaborada por Bojórquez Tapia *et. al.* (1998) <sup>1</sup>.

De acuerdo con esta metodología, se asume que cualquier impacto tiene, al menos, magnitud, extensión y duración, por lo que los criterios básicos son indispensables para definir su significancia. Además de los criterios básicos, la metodología propone criterios

complementarios los cuales pueden o no ocurrir, pero si se presentan provocan un incremento en el impacto. Por el contrario, la mitigación tiene el efecto opuesto, es decir, disminuye la significancia del impacto.

De esta manera, los criterios básicos definen las características directas e inmediatas y los complementarios toman en cuenta las relaciones de orden superior (Tabla V.2-1).

**Tabla V.2-1. Definición de criterios básicos y complementarios.**

Criterios		Definición
<b>BÁSICOS</b>		
Magnitud	(M)	Intensidad de la afectación en el área del impacto
Extensión	(E)	Área de afectación con respecto a la disponibilidad del factor afectado en la región
Duración	(D)	Tiempo que dura el efecto
<b>COMPLEMENTARIOS</b>		
Sinergia	(S)	Interacciones de orden mayor entre impactos
Acumulación	(A)	Presencia de efectos aditivos de los impactos
Controversia	(C)	Oposición de los actores sociales al Proyecto por el impacto
Mitigación	(T)	Existencia y eficiencia de medidas de mitigación

Estos criterios se evalúan bajo la escala ordinal propuesta por los citados autores, la cual comprende diez niveles de magnitud (del 0 al 9), dependiendo del efecto que una actividad tiene sobre el componente ambiental. Los criterios de calidad se pueden evaluar como presentes o ausentes (Tabla V.2-2).

**Tabla V.2-2. Escala ordinal utilizada para evaluar los criterios de significancia.**

Valor	Nivel de significancia	Valor	Nivel de significancia
0	Nulo	5	Moderado
1	Casi Nulo a Muy Bajo	6	Moderado a Alto
2	Muy Bajo	7	Alto
3	Bajo	8	Muy Alto
4	Bajo a Moderado	9	Extremadamente Alto

Cuando se tiene incertidumbre en determinar el valor de un criterio, se asigna el mayor. Esta regla es consistente con una racionalidad precautoria para conflictos ambientales; esto es, disminuir la posibilidad de subestimar un impacto y minimizar el riesgo al público.

Los criterios básicos no pueden ser evaluados como nulos (su valor mínimo es uno y el máximo 9), mientras que los criterios complementarios pueden tener valores de 0 hasta 9.

En la evaluación de impactos participaron los técnicos involucrados en la elaboración de la MIA. Se realizó una mesa de discusión para enriquecer el intercambio de opiniones y lograr una evaluación más objetiva y consensuada.

### V.2.1. Indicadores de impacto y de cambio climático

Definidos los impactos potenciales del Proyecto, se elaboró la lista de indicadores de impacto, para lo cual se consideró lo sugerido por Canter (1997), Conesa Fernández (1997) y la Guía para la MIA-R (SEMARNAT 2012); no obstante, se hicieron algunas adecuaciones considerando las características del Proyecto y los componentes del medio ambiente presentes en el SAR. La lista se presenta en la Tabla V.2.1-1.

**Tabla V.2.1-1. Factores ambientales susceptibles de impacto e indicadores.**

Factores ambientales (y sociales)	Subfactores	Indicador de impacto	Causa
Aire	Calidad del aire	Incremento en la emisión y dispersión de gases, partículas y polvos/Disminución de emisiones por salida de operación de la CCI Holbox	Uso de quipos, vehículos y maquinaria, remoción de carpeta asfáltica, exvacaciones, movimiento de tierras, demolición de pisos y paredes/Salida de operación de la CCI Holbox.
	Nivel sonoro	Incremento en los niveles de ruido/Disminución de ruido	Uso de quipos, vehículos y maquinaria/Salida de operación de la CCI Holbox.
Suelo	Calidad (Propiedades físicas y químicas)	Potencial contaminación del suelo	Manejo y disposición inadecuada de residuos generados por los trabajadores de la obra o por derrame accidental de lubricantes o combustibles de vehículos, equipos y maquinaria, durante todas las actividades del Proyecto.
Agua Lagunar	Calidad del agua	Alteración de calidad del agua	Resuspensión de sedimentos por tendido y anclaje de cable submarino, turbidez y transparencia. Potencial derrame de combustibles de embarcaciones.
Vegetación acuática	Cobertura/ Servicios ambientales (Secuestro de CO <sub>2</sub> )	Reducción de superficie de secuestro de CO <sub>2</sub>	Remoción temporal de pastos marinos durante el tendido y anclaje del cable submarino, perforación horizontal.
	Hábitat	Disminución de cobertura vegetal acuática y de hábitat para especies bentónicas y nectónicas en estadios	Remoción temporal de pastos marinos durante el tendido y anclaje del cable submarino, perforación horizontal.
Fauna terrestre	Presencia	Ahuyentamiento de fauna	Presencia de personal durante la mayor parte de las actividades del Proyecto.
	Abundancia (Especies en riesgo NOM-059-SEMARNAT-2010)	Potencial pérdida de individuos de especies de fauna silvestre, incluidos individuos de especies con estatus de protección según la NOM-059-SEMARNAT-2010	Accidente vehicular (atropellamiento) o acciones negligentes del personal que labora en la obra.
Fauna acuática	Presencia	Ahuyentamiento de fauna nectónica de su hábitat natural	Presencia de personal durante la mayor parte de las actividades del Proyecto.
	Abundancia	Pérdida de individuos de especies bentónicas	Remoción de sedimento y acciones para el tendido y anclaje del cable submarino.
	Especies en riesgo NOM-059-SEMARNAT-2010	Potencial daño a individuos de especies de mamíferos y reptiles en riesgo	Acciones para el tendido y anclaje del cable submarino.
Paisaje	Calidad del paisaje	Alteración de la calidad visual del paisaje urbano	Movimiento de tierras, remoción de asfalto, acumulación de residuos y materiales de construcción en los sitios de la obra.
Social	PEA (empleo)	Oportunidades de empleo para pobladores locales	Demanda de mano de obra local durante la mayor parte de las actividades del Proyecto.

Factores ambientales (y sociales)	Subfactores	Indicador de impacto	Causa
	Calidad de vida	Mantenimiento y de mejoramiento de servicios	Abastecimiento oportuno y confiable del suministro eléctrico para la población local, salida de operación de la CCI Holbox (eliminación de fuente de contaminación atmosférica).
Económico	Infraestructura y servicios	Mejoramiento de infraestructura existente	Modernización instalaciones para el servicio eléctrico que garantiza la continuidad.
		Afectación temporal de infraestructura	Remoción de carpeta asfáltica o de concreto, demolición de banquetas o guarniciones para el tendido del cable subterráneo.
	Economía regional y local	Mejoramiento de la economía regional y local	Apoyo a las actividades productivas a nivel local y regional por el abastecimiento oportuno, continuo y confiable de energía eléctrica.

### V.3. Valoración de los impactos

Con el uso de las ecuaciones indicadas en la Tabla V.3-1 se obtienen los índices de significancia, cuyo posible rango de variación es de 0 a 1.

Un valor final de cero significaría la ausencia total del impacto, ya sea por su inexistencia, o por su total mitigación. Por el contrario, un valor de 1 corresponde al máximo valor, lo que denota un impacto muy alto.

**Tabla V.3-1. Ecuaciones aplicadas en la evaluación de impactos.**

Índices obtenidos	Fórmula aplicada
Criterios básicos	$MED_{ij} = \frac{1}{27} (M_{ij} + E_{ij} + D_{ij})$
Criterios complementarios	$SAC_{ij} = \frac{1}{27} (S_{ij} + A_{ij} + C_{ij})$
Significancia parcial	$I_{ij} = (MED_{ij})^{(1-SAC_{ij})}$
Significancia final, considerando las medidas de mitigación	$S_{ij} = I_{ij} * \left[ 1 - \frac{1}{9} (T_{ij}) \right]$

Donde:

$M_{ij}$  = Magnitud

$E_{ij}$  = Extensión Espacial

$D_{ij}$  = Duración

$S_{ij}$  = Efectos Sinérgicos

$A_{ij}$  = Efectos Acumulativos

$C_{ij}$  = Controversia

$I_{ij}$  = Importancia o Significancia parcial del Impacto

$S_{ij}$  = Significancia Final del Impacto

$T_{ij}$  = Medida de Mitigación

Los valores obtenidos se clasificarán en cuatro clases de significancia:

$$\text{Baja (B)} \quad \text{si } 0.00 \leq S_{ij} < 0.25$$



Moderada (M) si  $0.26 \leq S_{ij} < 0.50$

Alta (A) si  $0.51 \leq S_{ij} < 0.75$

Muy alta (MA) si  $0.76 \leq S_{ij} \leq 1$

La determinación de los niveles de significancia permitirá visualizar el porcentaje de impactos muy altos, altos, moderados y bajos y el balance de los mismos.

Los criterios básicos no pueden ser evaluados como nulos (su valor mínimo es uno y el máximo 9), mientras que los criterios complementarios pueden tener valores de 0 hasta 9. De tal manera, que al aplicar las ecuaciones anteriores los índices fluctúan en los siguientes rangos:

$$0.1 < MED < 1$$

$$0 < SAC < 1$$

La importancia de un impacto se incrementa cuando los criterios complementarios (sinergia, acumulación y controversia) están presentes, mientras que, si están ausentes, el impacto queda definido solamente por los criterios básicos, sin modificarse.

Sin embargo, el cálculo de la significancia ( $S_{ij}$ ) final de un impacto, se deben tomar en consideración las medidas de mitigación ( $T_{ij}$ ). Dado que los criterios básicos no pueden ser nulos, el rango de fluctuación de  $S_{ij}$  es: 3/27.

### V.3.1. Resultados de la caracterización y valoración de impactos

Definido lo anterior, se aplicaron las fórmulas para caracterizar y evaluar cada impacto identificado y obtener la significancia final de cada impacto, cuyo posible rango de variación es de 0 a 1.

Un valor final de cero significaría la ausencia total del impacto, ya sea por su inexistencia, o por su total mitigación. Por el contrario, un valor de 1 corresponde al máximo valor, lo que denota un impacto muy alto.

Como resultado de la valoración de impactos, se obtuvo la matriz de caracterización y evaluación de los impactos ambientales del Proyecto (Anexo B), cuyos resultados de significancia de impactos se resumen en la Tabla V.3.1-1.

**Tabla V.3.1-1. Matriz de significancia de impactos ambientales.**

Factores/Subfactores del ambiente	Etapas y acciones del proyecto	PREPARACIÓN DEL SITIO Y CONSTRUCCIÓN												OPERACIÓN/ MANTENIMIENTO
		Remoción de pavimento asfáltico v/o concreto.	Excavación a cielo abierto	Elaboración de banco de ductos	Relleno y compactación de zanjas	reposición de pavimento asfáltico	Instalación de pozos de visita y registros	Construcción de murete de transición	Instalación de cable eléctrico de potencia	Perforación horizontal	Tendido y anclaje de cable submarino	demolicion de muros y remoción de pisos SE	Construcción de nueva caseta (SE)	Operación
FACTOR	COMPONENTE													
Atmósfera	Calidad del aire	B	B		B	B	B			B	B	B	B	B
	Nivel sonoro	B	B		B	B				B		B	B	B
Suelo	Calidad del suelo (Propiedades físicas y químicas)	B	B	B	B	B	B	B	B	B		B	B	
Agua lagunar	Calidad del agua									B	B			
Vegetación acuática	Cobertura/Servicios ambientales									B	M			
	Hábitat									B	M			B
Fauna terrestre	Presencia	B	B	B	B	B	B	B	B					
	Abundancia (Especies con estatus)	B	B	B	B	B	B	B	B					
Fauna acuática	Presencia									B	B			
	Abundancia									B	M			
	Especies con estatus NOM-059										B			
Paisaje	Calidad visual	B	B	B					B					A
Socioeconómicos	PEA	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	
	Calidad de vida													MA
	Infraestructura y servicios	B												MA
	Economía regional y local	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	MA

B: Bajo; M: Moderado; A: Alto; MA: Muy Alto

  Impacto negativo

  Impacto positivo

#### V.4. Descripción general de los impactos

Según los resultados de la matriz de significancia, 60 impactos resultaron negativos y 30 positivos. De los impactos negativos, 57 tiene significancia baja y tres resultaron con significancia moderada.

En el subsistema abiótico, los factores aire y suelo reciben el mayor número de impactos debido a las emisiones de gases, partículas, ruido, así como por la dispersión de polvo proveniente de las obras civiles de la etapa constructiva; y sobre el factor suelo por la generación de residuos sólidos urbanos y de manejo especial, generados por los trabajadores y las actividades de apertura de zanjas, registros, compactación, remoción y demolición de infraestructura.

En cuanto al factor aire, estas emisiones se consideran inevitables pues son una condición natural de todo vehículo de combustión interna. Cabe señalar que el estado de Quintana Roo carece de un programa de verificación vehicular por lo que el uso de equipos, vehículos y maquinaria en buen estado y su adecuado mantenimiento puede asegurar que sus emisiones se mantengan dentro de límites permisibles.

En cuanto a niveles de ruido se espera un ligero incremento debido al uso de equipos y maquinaria que se requieren para la apertura de zanjas y cepas, así como para la remodelación del edificio que albergará la CD Holbox. Estas actividades se llevarán a cabo en su mayor parte en el área urbana de las localidades mencionadas.

Estos efectos no son diferentes a las emisiones de gases, partículas, polvo y ruido que de manera cotidiana ya existen en el área de influencia del Proyecto, pues Holbox es un destino turístico muy visitado y la puerta de arribo es la localidad de Chiquilá, lo que hace que exista un intenso tráfico vehicular y de embarcaciones. La mayoría de las calles de ambas localidades carece de pavimentación, lo que resulta en la dispersión continua de polvo. No obstante, las actividades del Proyecto son de corta duración y una vez concluidas, estos efectos sobre la calidad del aire cesarán.

Para mitigar los efectos negativos, se aplicarán medidas ambientales, que se describen en la siguiente sección Capítulo VI. En lo general, el impacto sobre el factor aire, por su temporalidad, baja magnitud y efecto puntual, se considera de baja significancia.

En lo que respecta al suelo, las obras y actividades del Proyecto se desarrollan sobre vialidades existentes por lo que las propiedades físicas y químicas del suelo han sido alteradas de manera permanente por compactación y por la cubierta de asfalto o concreto que ya existe.

Los impactos por generación de residuos y aguas sanitarias, son así mismos de baja significancia debido al bajo número de trabajadores que laborarán en la obra (70 personas) por lo que se espera una baja generación de residuos que se estima de orden de 0.860 kg por persona/día, esto es un total de 60.2 kg diarios en promedio.

Las medidas de prevención que se aplicarán para el manejo adecuado de residuos hacen que se generen impactos de baja significancia. Por lo que se refiere a los residuos de manejo especial producto de demoliciones de vialidades de asfalto y concreto, así de la remodelación del edificio de la CD Holbox, se estima que se generarán alrededor de 150

m<sup>3</sup> mismos que serán retirados del sitio y llevados a donde la autoridad en la materia lo indique, previa autorización del municipio.

El posible impacto al suelo, agua o al paisaje se evita con adecuadas medidas de prevención, que incluyen la capacitación del trabajador para el correcto manejo de los residuos y su disposición final en los tiraderos autorizados. En complemento con lo anterior, se dispondrán de contenedores para residuos sólidos urbanos orgánicos e inorgánicos en los frentes de trabajo y letrinas portátiles para servicio de los trabajadores.

Los tres impactos negativos de significancia moderada se presentarán sobre los factores vegetación y fauna acuática bentónicas debido a las actividades que se requieren realizar en el fondo de la Laguna para el tendido del cable, mismos que se explican con detalle más adelante.

Otro tipo de impactos identificados y evaluados son aquellos impactos potenciales que sólo pueden ocurrir en caso de accidentes o negligencias. Entre estos se encuentran aquellos que contaminan el suelo y el agua por derrames accidentales de combustibles y lubricantes, o por disposición inadecuada de residuos sólidos y líquidos. Este tipo de impactos en lo general se evalúan de significancia baja, pues se considera que con las medidas de prevención y mitigación adecuadas la probabilidad de que ocurran es casi nula.

En el mismo sentido se clasificaron como potenciales los impactos a la fauna acuática marina y terrestre (mamíferos y reptiles), ya que la única posibilidad de ocasionarles un daño físico sería por colisión con la embarcación, atropellamiento o por conductas inapropiadas del personal que labore en el Proyecto.

La probabilidad de que este impacto pueda ocurrir es muy baja, pues en el caso del tendido del cable submarino, el proceso es muy lento y esto impide que las embarcaciones que se utilicen naveguen a velocidades que puedan representar un riesgo para la fauna.

Con relación al método del jetting, la velocidad de desplazamiento es de aproximadamente 2 km/hr y se espera tender en promedio, alrededor de 50 m de cable submarino por día.

Para la vigilancia del cumplimiento en materia ambiental, se contará con un supervisor ambiental encargado de vigilar el cumplimiento a las medidas de mitigación, durante el proceso constructivo, principalmente en la parte marina; a fin de cumplir e informar sobre posibles avistamientos de mamíferos como el manatí o delfines y de reptiles como cocodrilos y tortugas, para que la tripulación del barco tomé las medidas necesarias y evitar un accidente con la fauna marina.

En cuanto al posible impacto a la fauna terrestre, se impartirán pláticas de sensibilización ambiental a todo el personal que labore en la obra.

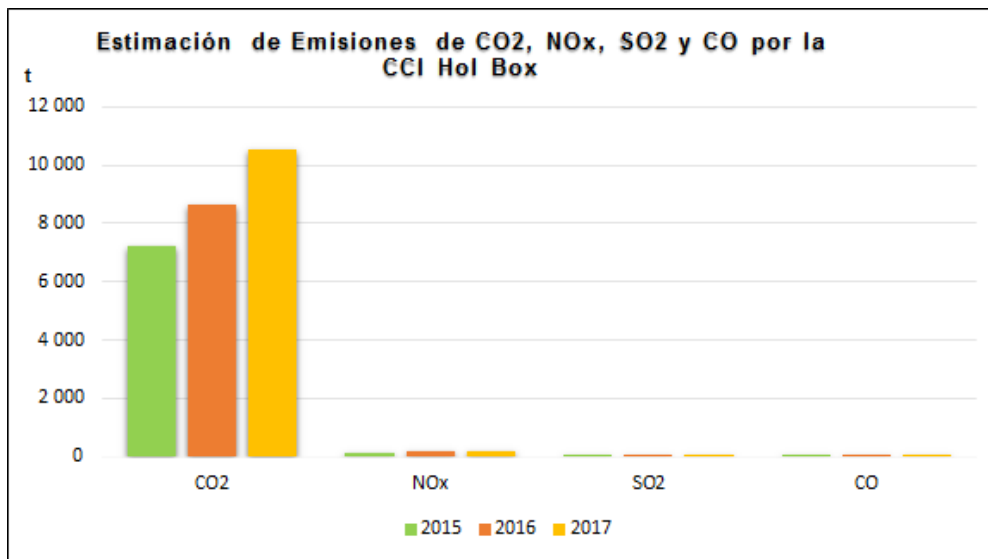
Por lo que se refiere a los impactos positivos del Proyecto, estos se darán, como generalmente ocurre, en el medio socioeconómico, pues el objetivo de todo Proyecto de desarrollo tiende a satisfacer las necesidades humanas y apoyar a las actividades productivas. En este sentido, se esperarían impactos de significancia alta y muy alta por el apoyo que dará el Proyecto a las actividades productivas de la región, específicamente,

a las del poblado de Holbox, al garantizar un abasto eficiente, oportuno y confiable de energía eléctrica, que en la actualidad se considera ineficiente.

El Proyecto representa así mismo una fuente de empleo para personas de la localidad, pero este impacto es de baja significancia dado el bajo número de personas que demandará la obra y a la corta duración de la misma.

Además del impacto positivo sobre el factor socioeconómico, destaca el impacto positivo al ambiente y a la salud de la población por la salida de operación de las unidades de generación móviles, con lo cual se eliminaría una de las principales fuentes de emisión de contaminantes a la atmósfera.

Con la operación del Proyecto se dejarán de emitir anualmente alrededor de 10 000 ton de CO<sub>2</sub>; 200 ton de NO<sub>x</sub>, 56 ton de CO y 3 ton de SO<sub>2</sub> como lo muestra la Figura V.4-1.



Fuente: CFE

**Figura V.4-1. Comparativo de emisiones evitadas con la salida de operación de la CCI Holbox, con datos de emisiones del periodo 2015-2017.**

El otro beneficio que tiene que ver con mejorar la calidad del ambiente, está relacionado con la disminución del riesgo que implica el traslado de combustible diésel que abastece a la actual central generadora. Actualmente se estima un traslado promedio mensual de 300 m<sup>3</sup> de diésel, misma cantidad que se almacena en los patios de la central de combustión interna Holbox. Con la entrada en operación del Proyecto, disminuirá el trasiego de diésel y con ello todos los riesgos que implica la transportación.

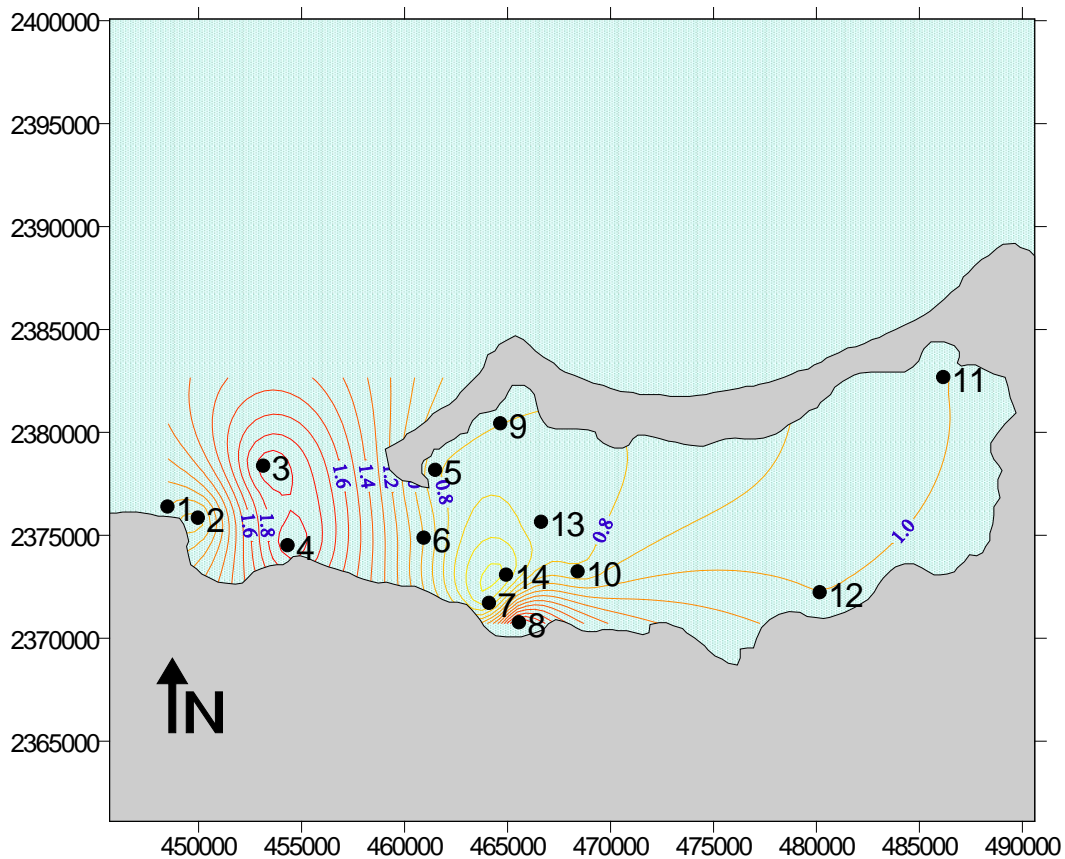
Por lo que se refiere a la calidad del agua de la Laguna Yalahau, la barrenación horizontal y la apertura de la zanja para el tendido del cable submarino, tendrán como consecuencia la resuspensión de sedimentos del lecho marino a lo largo del tramo submarino. Dicha resuspensión incidirá en los parámetros de turbidez y transparencia, afectando la calidad del agua en el área de influencia del Proyecto.

Cabe mencionar que el área de influencia del Proyecto presenta de manera permanente valores alterados en los parámetros de transparencia y turbidez, pues en dicha área se encuentra el canal de navegación que comunica a Chiquilá con Holbox, existiendo un

intenso tráfico marítimo que constantemente agita la columna, esto aunado a la baja profundidad de la Laguna y el efecto del oleaje y la marea.

Este canal se sujeta a mantenimiento periódico a través del dragado para mantener la profundidad necesaria para la navegación, lo que eventualmente ocasiona un efecto severo por la resuspensión de sedimentos.

De acuerdo con los resultados de calidad del agua, en la Laguna Yalahau los valores de turbidez se presentaron entre 3.19 y 44.6 NTU, con una media de  $16.0 \pm 11.73$  NTU, y valores de transparencia no presentan variaciones significativas en la columna de agua, que oscilan entre 0.5 en la parte central de la Laguna y 2.0 m de profundidad en diversos puntos al suroeste de la misma; con una media de  $1.07 \pm 0.53$  m (Figuras V.4-2).



**Figura V.4-2. Distribución espacial horizontal de la transparencia (m) en el área de estudio.**

Los valores más bajos de transparencia y los más altos de turbidez coinciden con los puntos de muestreo 5, 6, 7 y 14, que son los más cercanos al canal de navegación y de mayor profundidad en la trayectoria del cable submarino.

El uso de la malla durante las actividades de perforación horizontal y tendido del cable ayudará a disminuir la dispersión de sedimentos; no obstante, la resuspensión será inevitable en el área de afectación directa del Proyecto. Dicho impacto podría además afectar la capacidad de la penetración de la luz, afectando la capacidad fotosintética de los pastos en la superficie.

Otra afectación al fondo está relacionada con el depósito del sedimento que puede adherirse a las hojas de los pastos marinos ocasionando el mismo efecto. Si esto se presenta, el efecto sería temporal pues al término de las actividades, cesará la resuspensión y tenderá nuevamente a sedimentarse recuperándose las condiciones normales de transparencia y turbidez de la Laguna.

Durante el proceso de barrenación se requiere de usar bentonita sódica, este es un material derivado de una arcilla natural de grano muy fino. Este proceso sólo se usará al inicio y al final del proceso de perforación direccionada para el cable submarino en una distancia aproximada de 270 m lineales, de los cuales 187 m quedarán por debajo del lecho marino.

El único punto de contacto potencial que podría tener la bentonita con el agua de la Laguna es en los sitios en los cuales asome el cabezal de perforación (un punto en la costa de Chiquilá y otro en la costa de Holbox). Antes de que la perforación llegue al punto de salida en el fondo, se procederá a recuperar la mayor cantidad posible de bentonita con la intención de minimizar la cantidad que pueda llegar al medio acuático.

El paisaje actual no se verá alterado por el Proyecto pues sus estructuras no serán visibles por su concepto subterráneo y submarino, pudiendo satisfacer la demanda actual sin necesidad de instalar postería y cableado aéreo, lo cual resulta benéfico dado que se trata de un área natural protegida y por la vocación turística de la zona. Los impactos al paisaje urbano se darán durante la etapa constructiva debido al movimiento de maquinaria, acumulación de residuos de manejo especial, acumulación de material terrígeno y material de construcción. Este impacto será temporal y desaparecerá cuando finalice la etapa constructiva. Se restaurarán las áreas afectadas y se aplicarán medidas para el manejo adecuado de residuos de construcción y se promoverá su rápido retiro de los frentes de trabajo. Una vez en operación, no habrá más impacto sobre el paisaje por la naturaleza subterránea y submarina de la instalación.

Los impactos negativos de significancia moderada, que se espera ocurran sobre los factores ambientales vegetación y fauna marina, se describen con mayor detalle a continuación.

**Factor:** Vegetación acuática marina.

**Etapas:** Preparación del sitio y construcción.

**Indicador de impacto:** Disminución de cobertura ocupada por pastos marinos y secuestro de carbono azul.

**Actividad impactante:** Perforación horizontal en agua, tendido y anclaje del cable submarino.

La Laguna Yalahau cuenta con una amplia cobertura de pastos marinos compuesta por cuatro especies. Dicha superficie se estimó en cerca de 31 729.37 ha, por lo que la ocupación del cable en zona de pastos es inevitable. Si bien este es uno de los principales impactos del Proyecto, se evaluó con significancia moderada, debido a la escasa superficie a ocupar con respecto al total del área de pastos registrados en la Laguna Yalahau. Aunque ninguna de las especies se encuentra en la NOM-059-SEMARNAT-2010, el ecosistema es susceptible a los cambios en las condiciones de la Laguna, por lo que la vulnerabilidad del ecosistema es Alta; sin embargo, esta ha demostrado una

recuperación de su estabilidad posterior a los eventos extremos (huracanes), por lo que es muy probable que el impacto que se genere con la instalación del cable sea de carácter temporal.

No obstante, se aplicaron buenas prácticas de ingeniería para reducir a un mínimo la superficie de pastos a intervenir. Con lo anterior, se redujo la superficie de intervención en pastos marinos de 19.06 a 4.76 ha esta superficie representa el 0.015% de las 31,729.37 ha de cobertura total de pastos marinos; sin embargo, esta área solo será una afectación temporal siendo permanente el 0.0008% la superficie afectada.

Esto, debido a que las actividades de instalación del cable submarino son de corta duración (6 meses) se considera que dicho cable no representará un obstáculo para que en el mediano y largo plazos la superficie intervenida vuelva a ser colonizada por organismos bentónicos en el mediano y largo plazo.

Según Wood *et. al.* 1969 (Citado por Lara-Domínguez A.L. S/F) la productividad orgánica en los pastos marinos es relativamente alta. Algunas especies rivalizan o con frecuencia exceden los valores asociados a los cultivos agrícolas subsidiados. Las hojas de los pastos marinos crecen a una tasa de 5 mm/día y pueden alcanzar una tasa por arriba de los 10 mm/día, aunque esto es muy raro.

El carbono azul es el CO<sub>2</sub> capturado por lo océanos y los ecosistemas costeros como manglares, lechos de algas y pastos marinos y pantanos. El servicio ambiental que a nivel mundial prestan los pastos en materia de secuestro de carbono azul es muy alto. A pesar de que el área que ocupan los pastos marinos sólo representa 0.2% de la superficie del océano, se estima que almacenan 20% del carbono azul oceánico.

Dependiendo de la especie de pasto marino que se trate, se estima que las praderas almacenan hasta 83,000 toneladas de carbono por kilómetro cuadrado al año (casi tres veces la cantidad almacenada por bosques terrestres), lo anterior en sedimentos subsuperficiales (CCA, 2016).

Según los resultados de la cartografía de las praderas marinas que hasta el momento ha sido realizada, la superficie de pastos marinos en México se estima en 9,193 km<sup>2</sup>, (CCA, 2016). En la Laguna Yalahau, de acuerdo con la información generada en el capítulo IV, la superficie ocupada por pastos es de 31 729.37 ha aproximadamente.

El impacto sobre los pastos marinos se considera inevitable, pero se valoró con significancia moderada debido a la escasa superficie a intervenir con respecto a la superficie existente del recurso y al hecho de que se trata de un impacto temporal.

El cable quedará anclado en el lecho marino con lo cual se evita su movimiento por efecto de mareas y oleajes, y en consecuencia se elimina el efecto de barrido, evitando una afectación permanente en la superficie.

Factor: Fauna marina.

Etapas: Preparación del sitio y construcción; Operación y mantenimiento.

Indicador del impacto: Alteración del hábitat de especies bentónicas y nectónicas. Pérdida de individuos bentónicos por acciones mecánicas Actividad impactante: Perforación horizontal, Tendido y anclaje del cable submarino.



La perforación horizontal y la apertura de la zanja en el lecho marino para el tendido del cable tendrán un impacto directo sobre el hábitat de las especies bentónicas tanto por la remoción del sedimento como la intervención de los pastos marinos en la superficie que ocupará el cable.

El uso del vehículo con el cual se tenderá el cable y la fuerza del jetting tendrán un efecto directo sobre la fauna bentónica sésil y semi-sésil pudiendo ocasionar la pérdida de individuos por daño físico. Este impacto es inevitable y es poco probable aplicar un programa de rescate y reubicación, dado el pequeño tamaño de los organismos bentónicos presentes en la Laguna, las condiciones de turbidez constante y la longitud del tramo, pueden dificultar las actividades de rescate, por lo que no se podrá evitar que exista el daño.

En lo que se refiere al necton en sus fases larvarias y juveniles, dada su movilidad innata, se prevé que se trasladen a otras partes de la Laguna en cuanto sientan la presencia humana y del vehículo que tenderá el cable. Por lo cual, no se espera la pérdida de individuos de este grupo. En el mediano y largo plazo, con la recuperación de los pastos marinos, se espera también haya una recuperación del necton en el hábitat.

Las medidas de mitigación propuestas para disminuir este impacto se centran básicamente en la aplicación de buenas prácticas de ingeniería que permitieron reducir considerablemente la superficie de ocupación del Proyecto y con ello se disminuye la afectación a la fauna bentónica.

En los estudios de caracterización del medio marino, en el área de estudio no se identificó la presencia de especies de fauna bentónicas con categoría de riesgo de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010. En los muestreos de necton que se llevaron a cabo en la Laguna sólo se registró la especie *Hippocampus zosterae*, la cual se encuentra en la categoría de Protección Especial según dicha norma, pero esta especie no se registró en el sitio del Proyecto ni su área de influencia.

De acuerdo con la literatura, en el SAR se distribuye la cacerola de mar (*Limulus polyphemus*), aunque esta especie no fue registrada en el área de influencia de Proyecto durante los muestreos de la Laguna.

Por lo anterior, el impacto sobre la fauna acuática se evaluó como impacto con significancia moderada.

## V.5. Impactos residuales

El Reglamento de la LGEEPA en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental define el impacto residual como aquel que persiste después de la aplicación de medidas de mitigación.

De acuerdo con lo anterior, la mayoría de los impactos negativos tendrían un efecto residual ya que se requerirían medidas de mitigación 100% efectivas de tal modo que el efecto se anule en su totalidad, lo cual no siempre es posible. No obstante, no todos los impactos que no sean mitigables pueden considerarse impactos residuales, pues sus efectos sólo estarán presentes en forma temporal; es decir, mientras duren las actividades de Proyecto, esto incluye la generación de emisiones por uso de vehículos y maquinaria, además de la generación de residuos.

La afectación a la fauna terrestre y acuática será temporal. Una vez que se concluyan las actividades del Proyecto, los efectos para este tipo de organismos cesarán.

Uno de los impactos residuales que se considera que puede desaparecer en el largo plazo, son las estructuras que mantienen fijo el cable, ya que servirán como sustrato para la fijación de organismos bentónicos.

## V.6. Impactos acumulativos

El REIA define el impacto acumulativo como 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. En este sentido, las acciones del Proyecto generarán impactos puntuales y temporales que desaparecerán en cuanto cesen las actividades del mismo; por lo que se considera que no se generarán impactos acumulativos.

## V.7. Conclusiones

- Como se menciona en capítulos anteriores, el Proyecto se ubica en su totalidad en áreas urbanizadas, que han ido ganando terreno sobre superficies anteriormente ocupadas por Selva y manglar, comunidades vegetales que se han ido sustituyendo por la urbanización del suelo.
- El Proyecto no tendrá incidencia en selvas tropicales, manglares ni afectará hábitats de fauna terrestre.
- Por su diseño subterráneo y submarino no ocasionará efectos negativos sobre fauna voladora (aves y quirópteros), ni el paisaje.
- Los principales impactos ocurren en el medio marino sin dejar de mencionar que su ubicación es paralela al canal de navegación que une al poblado de Chiquilá con la Isla Holbox, por lo que el área del Proyecto y de influencia directa son áreas impactadas con anterioridad y sujetas a fuerte presión por el constante tráfico marítimo.
- Las actividades de mantenimiento periódico del canal que implican el dragado del mismo, modifican de manera permanente y constante las condiciones bióticas y fisicoquímicas del cuerpo de agua en esa zona.
- Del resultado de la identificación de impactos ambientales, se tiene que las actividades del Proyecto generarán 90 impactos de los cuales 60 serán negativos y 30 positivos.
- De los impactos negativos, 95% ocurren en la etapa de preparación del sitio y construcción y resultaron con significancia baja (57 impactos), mientras que sólo 5% resultaron con significancia moderada (tres impactos).
- Los impactos negativos inciden principalmente en los factores ambientales: aire; suelo; calidad del agua marina; vegetación y fauna acuática marina, principalmente bentónica.
- El 33.3% de los impactos se consideran positivos e inciden principalmente en el medio socioeconómico; la mayoría de ellos, de significancia baja, ocurrirían en la

etapa de preparación del sitio y construcción debido a la generación de empleo y demanda de bienes y servicios locales.

- En la etapa de operación, se esperarían impactos positivos de significancia moderada, alta y muy alta por la operación del Proyecto ya que apoyará a la economía regional y local en el SAR, especialmente en la Isla Holbox, garantizando un abasto continuo y eficiente de energía eléctrica que permitirá a la población mantener sus actividades productivas y apuntalar la economía local y regional.
- La salida de operación de las unidades móviles de generación también tendrá un efecto benéfico en el ambiente y la salud humana, pues dejarán de emitirse del orden de 10 000 ton de CO<sub>2</sub>/año y otros gases a la atmósfera producto de la combustión de diésel con el que actualmente operan las plantas móviles.
- Se considera que el impacto negativo del Proyecto en lo general es bajo ya que la mayoría de los impactos negativos son puntuales, de corta duración y ocurren sobre superficies ya transformadas por actividades humanas.
- Se disminuye un factor potencial de riesgo ambiental al eliminar o disminuir el transporte de combustible diésel a través de la Laguna.

## **CAPÍTULO VI**

### **ESTRATEGIAS PARA LA PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES ACUMULATIVOS Y RESIDUALES DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL**

# CONTENIDO

<b>VI. ESTRATEGIAS PARA LA PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES ACUMULATIVOS Y RESIDUALES DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL.....</b>	<b>3</b>
VI.1. Descripción de la medida o programa de medidas de la mitigación o correctivas por componente ambiental.....	3
VI.2. Programa de Vigilancia Ambiental del Proyecto.....	3
VI.2.1. Objetivos.....	4
VI.2.2. Alcance.....	4
VI.2.3. Duración.....	4
VI.2.4. Responsabilidades.....	4
VI.2.5. Líneas estratégicas.....	4
VI.2.6. Matriz de medidas de mitigación de impactos ambientales.....	5
VI.2.7. Programa de ejecución.....	18
VI.3. Seguimiento y control.....	18
VI.4. Información necesaria para la fijación de montos para fianzas.....	23

## VI. ESTRATEGIAS PARA LA PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES ACUMULATIVOS Y RESIDUALES DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL

### VI.1. Descripción de la medida o programa de medidas de la mitigación o correctivas por componente ambiental

En el presente capítulo se describen las medidas y acciones a seguir con la finalidad de prevenir, mitigar o compensar los efectos negativos que, sobre los diversos factores ambientales, generará el proyecto *Construcción de tramo de cable eléctrico submarino 1C-3F-4H-34.5 KV-10.5 KM-500, Chiquilá-Holbox, Quintana Roo*, durante sus diferentes etapas de desarrollo.

En la siguiente sección se presentan las medidas que se aplicarán para minimizar el efecto adverso de los impactos ambientales residuales o acumulativos que el desarrollo del proyecto ocasionará en el AID; considerando los factores ambientales en su conjunto, se define una estrategia general para su atención y una medida concreta que puede tener un carácter preventivo, de mitigación, correctivo o de compensación.

Es importante señalar que las medidas que a continuación se describen son para las actividades que se llevarán a cabo durante la etapa de preparación del sitio y construcción, ya que en ellas se identificaron el mayor número de impactos negativos al sistema.

Aunque en la etapa operativa se prevé que ocurran algunos impactos negativos debido a las actividades de mantenimiento, dichos impactos se consideran irrelevantes y ocurrirán en forma esporádica sólo cuando se requieran hacer reparaciones al cableado subterráneo o marino. De ser este el caso, se ejecutarán las medidas de mitigación que resulten aplicables.

Para la correcta aplicación de las medidas propuestas y verificar su cumplimiento, se presenta a continuación el Programa de Vigilancia Ambiental (PVA), cuya función es asegurar el cumplimiento de las medidas de prevención, mitigación o compensación de los impactos propuestos en el presente capítulo, así como las condicionantes ambientales que establezca la SEMARNAT en el resolutive de impacto ambiental, en caso de autorizarse el desarrollo del Proyecto. Es importante señalar que en este Plan, no se incluyen las condicionantes que la autoridad ambiental pueda emitir de ser favorable el resolutive.

El cumplimiento de las medidas ambientales se considera fundamental para regular el desarrollo de las actividades que generan los impactos y mantener consiente al personal que participará en el desarrollo del Proyecto; ya que la falta de vigilancia puede resultar en un incremento de la magnitud del impacto.

La vigilancia constante de las medidas, permitirá la implementación de acciones correctivas en caso de impactos imprevistos. El PVA describe el modo de seguimiento de las actuaciones, los indicadores, el tipo de informes, su frecuencia y su periodo de emisión.

### VI.2. Programa de Vigilancia Ambiental del Proyecto

El Programa de Vigilancia Ambiental se estructura de lo general a lo particular, indicando los objetivos generales y las líneas estratégicas, las cuales involucran la agrupación de los impactos potenciales, de acuerdo al tipo y a la medida de mitigación.

## Contenido

1. Objetivos
2. Alcance
3. Duración
4. Responsabilidades
5. Líneas estratégicas
6. Matriz de medidas de mitigación de impactos
7. Programa de ejecución

### **VI.2.1. Objetivos**

Los objetivos del presente PVA son los siguientes:

- Dar seguimiento y verificar el cumplimiento de las medidas de mitigación de impactos ambientales propuestas en este capítulo, así como a las condicionantes ambientales que, en su caso, se establezcan en la autorización de impacto ambiental correspondiente
- Verificar el cumplimiento de la normativa ambiental aplicable
- Identificar impactos imprevistos e incorporarlos al PVA
- Identificar y corregir desviaciones con respecto a lo programado
- Dar certeza al desarrollo del proyecto y transparencia a la información que se genere

### **VI.2.2. Alcance**

El PVA es aplicable en todas las etapas constructivas y en el AID, por ser esta la etapa en la cual ocurre el mayor número de impactos negativos.

### **VI.2.3. Duración**

Será aplicable desde el inicio de la etapa de preparación del sitio y construcción del proyecto hasta su entrada en operación.

### **VI.2.4. Responsabilidades**

La responsabilidad del cumplimiento del PVA será del promovente del proyecto a través de su supervisor ambiental.

### **VI.2.5. Líneas estratégicas**

Se definieron las siguientes líneas estratégicas en función del componente ambiental o socioeconómico sobre el cual ocurre el impacto:

- Medidas para el factor aire
- Medidas para el factor suelo
- Medidas para el factor agua del cuerpo lagunar
- Medidas para el factor vegetación acuática
- Medidas para el factor fauna terrestre
- Medidas para el factor fauna acuática

- Medidas para el factor paisaje
- Medidas para el factor calidad de vida e infraestructura y servicios

#### **VI.2.6. Matriz de medidas de mitigación de impactos ambientales**

En la Tabla VI.2.6-1, se identifican y describen cada una de las medidas de mitigación para los impactos ambientales, se proponen una serie de estrategias para disminuir los efectos negativos que generará el proyecto de acuerdo a cada línea estratégica por componente ambiental.



**Tabla VI.2.6-1. Medidas de prevención, mitigación o compensación de impactos.**

Factor Ambiental: Aire						
Etapa del proyecto: Construcción						
Línea estratégica: Reducción de emisiones a la atmósfera, prevención						
Impacto ambiental	Medida a implementar	Tipo de medida	Descripción de la medida de prevención, mitigación y/o compensación	Tiempo en el que se instrumentará o duración	Recursos necesarios: costo, equipos, obras, instrumentos, etc.	Supervisión y grado de cumplimiento, eficiencia y eficacia
Alteración de calidad del aire por incremento en la emisión y dispersión de gases, partículas y polvos		Prevención	<ul style="list-style-type: none"> <li>Se solicitará al contratista que desarrollará el proyecto que presente un programa de mantenimiento de sus vehículos y maquinaria y evidencias de su cumplimiento.</li> </ul>	El programa y evidencias del mantenimiento se deberán presentar de manera previa al inicio de los trabajos.	El costo será a cargo del contratista. Dicho costo representará el costo del mantenimiento en talleres mecánicos	<p>Dado que no existe programa de verificación vehicular en el estado, se asumirá que vehículos (y maquinaria) en buen estado operarán en condiciones óptimas por lo que cumplirán con los límites establecidos en la NOM-041-SEMARNAT-2015 y NOM-045-SEMARNAT-2015, disminuyendo el impacto al factor aire.</p> <p>El supervisor ambiental se asegurará de que:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>El contratista presente evidencia de mantenimiento. Verificará que los vehículos y maquinaria no generen emisiones en forma ostentosa. Registrará la condición en una bitácora diaria.</li> <li>Realice el traslado de materiales que puedan desprender partículas, en camiones cubiertos por una lona</li> </ul>
	Humedecer sitios de trabajo	Mitigación	<ul style="list-style-type: none"> <li>Se solicitará al contratista que en las áreas urbanas se humedezca el terreno</li> </ul>	Se aplicará en forma diaria en los sitios donde se llevarán a cabo excavaciones	Camión cisterna, adquisición de agua para riego. El costo	El supervisor ambiental de la obra verificará que se apliquen los riegos en áreas urbanas durante las actividades de

Factor Ambiental: Aire						
Etapa del proyecto: Construcción						
Línea estratégica: Reducción de emisiones a la atmósfera, prevención						
Impacto ambiental	Medida a implementar	Tipo de medida	Descripción de la medida de prevención, mitigación y/o compensación	Tiempo en el que se instrumentará o duración	Recursos necesarios: costo, equipos, obras, instrumentos, etc.	Supervisión y grado de cumplimiento, eficiencia y eficacia
			para controlar la dispersión de polvos.	en las áreas urbanas o demoliciones	será a cargo del contratista	apertura de zanjas, registros y barrenación horizontal, así como en la demolición de algunas estructuras de la SE Holbox. Registrará la condición en una bitácora diaria.
Alteración de calidad del aire por incremento en ruido ambiental (contaminación acústica)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Programa de mantenimiento vehicular.</li> <li>Horario del trabajo</li> </ul>	Reducción/mitigación	<ul style="list-style-type: none"> <li>Se solicitará al contratista que desarrollará el Proyecto que presente un programa de mantenimiento de sus vehículos y maquinaria.</li> <li>Sólo se permitirán actividades en horario diurno. En caso de que se requiera laborar en horarios nocturnos en áreas urbanas, se informará a la población de manera previa.</li> <li>Se proporcionará el equipo de seguridad correspondiente entre el personal expuesto a ruido</li> </ul>	El programa y evidencias del mantenimiento se deberán presentar de manera previa al inicio de los trabajos. Los horarios de trabajo deberán respetarse durante toda la etapa constructiva y el personal deberá usar los equipos de seguridad necesarios	El costo será a cargo del contratista. Dicho costo representará el costo del mantenimiento en talleres mecánicos, así como el costo del equipo de seguridad para los trabajadores de la obra	El supervisor ambiental se asegurará de que el contratista presente su programa de mantenimiento a efecto de respetar los límites de la NOM-080-SEMARNAT-1994. Verificará que se respeten los horarios de trabajo y que el personal utilice los equipos de seguridad. Registrará la condición en una bitácora diaria.

Factor Ambiental: Suelo						
Etapa del proyecto: Construcción						
Línea estratégica: Prevención, restitución, nivelación y limpieza						
Impacto ambiental	Medida a implementar	Tipo de medida	Descripción de la medida de prevención, mitigación y/o compensación	Tiempo en el que se instrumentará o duración	Recursos necesarios: costo, equipos, obras, instrumentos, etc.	Supervisión y grado de cumplimiento, eficiencia y eficacia
Alteración de propiedades físicas y químicas por derrames accidentales de vehículos y maquinaria	<ul style="list-style-type: none"> <li>Revisión previa de condiciones mecánicas de vehículos y maquinaria</li> <li>Limpieza del sitio</li> </ul>	Prevención/Restauración	<ul style="list-style-type: none"> <li>Supervisión de condiciones mecánicas de vehículos y maquinaria.</li> <li>En caso de contaminación del suelo por derrame accidental de hidrocarburos o lubricantes por fallas en vehículos y maquinaria, se procederá en forma inmediata a la limpieza del sitio. El suelo contaminado debe manejarse como residuo peligroso</li> </ul>	Esta medida se aplicará en forma inmediata en caso de que ocurra	Dependerá de la magnitud del derrame. Se requerirían herramientas manuales para retirar el suelo contaminado y contenedores de plástico o metálicos.	El supervisor ambiental verificará que los vehículos, equipo y maquinaria se encuentren en buenas condiciones y no presenten fugas de combustibles o lubricantes. Verificará que no existan derrames de hidrocarburos en los frentes de trabajo. En su caso, solicitará al contratista que proceda a la limpieza del sitio. Verificará que el suelo contaminado se maneje como residuo peligroso. Registrará la condición en una bitácora diaria
Alteración de propiedades físicas y químicas por disposición inadecuada de residuos	<ul style="list-style-type: none"> <li>Capacitación del personal</li> <li>Limpieza del sitio</li> </ul>	Prevención/Corrección	<ul style="list-style-type: none"> <li>Se capacitará a los trabajadores de la obra para el adecuado manejo de los residuos que se generen en la obra.</li> <li>Se habilitarán contenedores para cada tipo de residuos y se rentarán letrinas portátiles para el servicio del personal</li> </ul>	Esta medida se aplicará en forma diaria hasta el final de la etapa de construcción.	Pláticas de concientización ambiental; contenedores rotulados y presencia de letrinas en frentes de trabajo.	El supervisor ambiental verificará que se haya impartido la plática de sensibilización ambiental al personal de la obra, así como la limpieza de las áreas al término de la jornada laboral y la existencia de letrinas portátiles y contenedores rotulados por tipo de residuo.

Factor Ambiental: Calidad del agua del cuerpo lagunar						
Etapa del proyecto: Construcción						
Línea estratégica: Prevención y limpieza						
Impacto ambiental	Medida a implementar	Tipo de medida	Descripción de la medida de prevención, mitigación y/o compensación	Tiempo en el que se instrumentará o duración	Recursos necesarios: costo, equipos, obras, instrumentos, etc.	Supervisión y grado de cumplimiento, eficiencia y eficacia
Alteración de la calidad del agua del cuerpo lagunar por potencial contaminación por derrame accidental de combustibles y lubricantes de embarcaciones	<ul style="list-style-type: none"> <li>Revisión previa de condiciones mecánicas de embarcaciones</li> <li>Limpieza del sitio</li> </ul>	Prevención/Programa de contingencia	<ul style="list-style-type: none"> <li>Supervisión de condiciones mecánicas de las embarcaciones que se utilicen para el tendido.</li> <li>En caso de derrame accidental de combustibles y/o lubricantes se informará al capitán de la embarcación para detener maniobras y se procederá a la limpieza inmediata del sitio.</li> <li>Traslado de la embarcación al puerto para su reparación</li> <li>Iniciar un programa de monitoreo de posibles efectos del derrame sobre las comunidades marinas de la Laguna</li> <li>Informar a la autoridad ambiental competente</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>La supervisión se deberá efectuar de manera previa al inicio de los trabajos.</li> <li>La atención de la emergencia debe ser inmediata.</li> </ul>	Herramientas manuales; en su caso bomba de extracción, material absorbente. El costo estaría en función de la magnitud del derrame, no obstante, se considera que el volumen de aceite o combustible sería bajo. Programa de atención a contingencias.	El supervisor ambiental verificará que las embarcaciones funcionen en condiciones óptimas y no muestren indicios de fugas de combustibles o lubricantes. Verificará que el contratista cuente con un programa de atención a contingencias De ocurrir un accidente, verificará que se recupere la mayor cantidad posible de combustible o aceite derramado y que el material impregnado de aceites o combustibles se maneje como un residuo peligroso. Se asegurará de que la embarcación se dirija a puerto para su revisión y reparación Solicitará al responsable que notifique a la autoridad competente y que

Factor Ambiental: Calidad del agua del cuerpo lagunar						
Etapa del proyecto: Construcción						
Línea estratégica: Prevención y limpieza						
						proceda a realizar el monitoreo de los efectos del derrame en caso de que la cantidad derramada lo amerite.
Alteración de la calidad del agua marina por potencial contaminación por barrenación horizontal, tendido de cable submarino y disposición inadecuada de residuos sólidos y aguas residuales sanitarias	<ul style="list-style-type: none"> <li>Limitar las superficies de barrenación y tendido a las definidas en el capítulo II de esta MIA</li> <li>Contener los sedimentos en suspensión con una malla</li> <li>Plástica de sensibilización ambiental al personal</li> </ul>	Reducción/Mitigación	<ul style="list-style-type: none"> <li>Se limitarán las obras para el tendido del cable a las condiciones previstas en el capítulo II de la MIA. No se permitirá la ocupación de superficies adicionales sin previa autorización.</li> <li>Se hará uso de una malla para retener y evitar en la medida de lo posible la dispersión de sedimentos durante las actividades de barrenación y tendido del cable submarino</li> <li>Se recuperará la mayor cantidad de lodos bentoníticos posible</li> <li>Se habilitarán contenedores para cada tipo de residuos y se rentarán letrinas portátiles para el servicio del personal y se dará capacitación</li> </ul>	Las medidas se implementarán durante desde el inicio la etapa de construcción y hasta su finalización.	<p>Se requiere de la implementación de una malla geotextil o similar. Costo aproximado \$31600.00.</p> <p>Se requerirá de una bomba para la recuperación de lodos bentoníticos, herramientas manuales (palas, cubetas) y un carro tanque.</p> <p>Para los residuos, de 5 a 6 sanitarios portátiles y contenedores para basura rotulados (orgánicos-inorgánico) por frente de trabajo.</p>	<p>El supervisor ambiental verificará que la barrenación y tendido se realice dentro de la trayectoria definida y que no se afecten superficies fuera de las autorizadas.</p> <p>Verificará la existencia de una geomalla para la retención de sedimentos suspendidos.</p> <p>Verificará que se recupere la mayor cantidad posible de lodos bentoníticos y que estos se envíen a un sitio autorizado.</p> <p>Verificará la existencia de sanitarios portátiles y contenedores para basura rotulados.</p>

<b>Factor Ambiental: Calidad del agua del cuerpo lagunar</b>						
<b>Etapa del proyecto: Construcción</b>						
<b>Línea estratégica: Prevención y limpieza</b>						
			<ul style="list-style-type: none"> <li>• Espaciamiento de actividades de tal forma que permita la sedimentación antes de iniciar otro tramo.</li> </ul>			

Factor Ambiental: Vegetación acuática						
Etapa del proyecto: Construcción						
Línea estratégica: Mitigación/Compensación de superficies afectadas						
Impacto ambiental	Medida a implementar	Tipo de medida	Descripción de la medida de prevención, mitigación y/o compensación	Tiempo en el que se instrumentará o duración	Recursos necesarios: costo, equipos, obras, instrumentos, etc.	Supervisión y grado de cumplimiento, eficiencia y eficacia
Disminución temporal de cobertura de vegetación acuática bentónica y secuestro de carbono azul	<ul style="list-style-type: none"> <li>Limitar las obras a la superficie mínima requerida por el proyecto en la parte marina</li> <li>Mantener trayectoria autorizada para el jetting</li> </ul>	Prevención/reducción	<p>La superficie afectada será la mínima necesaria que demanda el proyecto para su construcción y operación.</p> <p>Se prohibirá el uso de superficies no autorizadas.</p> <p>No se permitirá el anclaje de las embarcaciones en zonas de pastos marinos al final de la jornada laboral, a fin de cumplir con el criterio IS-09 del Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe.</p> <p>Dentro de las medidas de compensación por remoción temporal de pastos marinos, se considerará aquella que permita cumplir con la especificación 4.16 a la Norma Oficial Mexicana NOM-022-SEMARNAT-2003, y la adición de la especificación 4.43 según Acuerdo modificatorio de dicha NOM publicado en el DOF del 07/05/2004.</p>	La medida de mitigación se aplicará a través de supervisión diaria durante la etapa de construcción para asegurar el cumplimiento de las especificaciones para el desarrollo del proyecto y superficies de afectación.	El costo de las medidas de compensación de ser necesarias, dependerán de los acuerdos con la Dirección del ANP Yum Balam.	<p>El supervisor ambiental vigilará que el Proyecto se ajuste a las superficies autorizadas y que se no se utilicen superficies adicionales sin previa autorización.</p> <p>Se asegurará que las embarcaciones no anclen en zonas de pastos al final de la jornada de trabajo y que dichas embarcaciones se trasladen al puerto o bien elijan sitios libres de pastos en la trayectoria del cable para anclar.</p>

Factor Ambiental: Fauna terrestre						
Etapa del proyecto: Preparación del sitio y construcción						
Línea estratégica: Prevención mediante capacitación en materia de protección ambiental y buenas prácticas						
Impacto ambiental	Medida a implementar	Tipo de medida	Descripción de la medida de prevención, mitigación y/o compensación	Tiempo en el que se instrumentará o duración	Recursos necesarios: costo, equipos, obras, instrumentos, etc.	Supervisión y grado de cumplimiento, eficiencia y eficacia
Abundancia de especies en general y de especies en riesgo	<ul style="list-style-type: none"> <li>Sensibilización ambiental al personal que labore en la obra para concientizarlo en la protección del ambiente, especialmente de la fauna terrestre con potencial presencia en el Área del Proyecto</li> </ul>	Preventiva	Previo al inicio de las actividades se deberán impartir pláticas de sensibilización ambiental dirigidas a concientizar al personal que labore en la obra de la importancia de cuidar la vida silvestre y las sanciones a que están expuesto por conductas negligentes.	Esta medida se implementará durante todo el tiempo que duren las actividades de preparación del sitios y construcción.	Pláticas de sensibilización, material gráfico.	El supervisor ambiental será el encargado de impartir dichas pláticas de sensibilización. De considerarlo necesario, se elaborarán trípticos con fotografías de especies de fauna, especialmente, de especies en riesgo y recomendaciones para su protección.



Factor Ambiental: Fauna acuática						
Etapa del proyecto: Construcción						
Línea estratégica: Mitigación y/o compensación de superficies de afectación						
Impacto ambiental	Medida a implementar	Tipo de medida	Descripción de la medida de prevención, mitigación y/o compensación	Tiempo en el que se instrumentará o duración	Recursos necesarios: costo, equipos, obras, instrumentos, etc.	Supervisión y grado de cumplimiento, eficiencia y eficacia
Alteración del hábitat de especies bentónicas y nectónicas	<ul style="list-style-type: none"> <li>Limitar las obras a la superficie mínima requerida por el proyecto en la parte marina</li> </ul>	Mitigación/Compensación	<ul style="list-style-type: none"> <li>La superficie afectada será la mínima necesaria que demanda el proyecto para su construcción y operación.</li> <li>Se prohibirá el uso de superficies no autorizadas.</li> <li>Al final de la jornada, se prohibirá el anclaje de embarcaciones en superficies ocupadas con altas densidades de pastos marinos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>La medida de mitigación se aplicará a través de supervisión diaria durante la etapa de construcción para asegurar el cumplimiento de las especificaciones para el desarrollo del Proyecto y superficies de afectación.</li> </ul>	El costo de las medidas de compensación de ser necesarias, dependerán de los acuerdos con la Dirección del ANP Yum Balam.	El supervisor ambiental vigilará que el Proyecto se ajuste a las superficies autorizadas y que se no se utilicen superficies adicionales sin previa autorización. Verificará que las embarcaciones no anclen en superficies con alta densidad de pastos marinos, o bien lo hagan en el puerto o en área libres de pasto o con muy bajas densidades.
Abundancia de especies de fauna acuática en general y de especies en riesgo	<ul style="list-style-type: none"> <li>Supervisión visual de posible presencia de mamíferos y reptiles acuáticos en riesgo</li> </ul>	Prevención	<ul style="list-style-type: none"> <li>La superficie a afectar será la mínima necesaria que demanda el proyecto para su construcción y operación.</li> <li>Se prohibirá el uso de superficies no autorizadas.</li> <li>Al final de la jornada, se prohibirá el anclaje de embarcaciones en superficies ocupadas</li> </ul>	La medida de mitigación se aplicará a través de supervisión diaria durante la etapa de construcción para asegurar el cumplimiento de las especificaciones para el desarrollo del proyecto y superficies de afectación	Se requerirá el uso de lanchas, buzos y material diverso.	El supervisor ambiental vigilará que el Proyecto se ajuste a las superficies autorizadas y que se no se utilicen superficies adicionales sin previa autorización. Verificará que las embarcaciones no anclen en superficies con alta densidad de

Factor Ambiental: Fauna acuática						
Etapa del proyecto: Construcción						
Línea estratégica: Mitigación y/o compensación de superficies de afectación						
Impacto ambiental	Medida a implementar	Tipo de medida	Descripción de la medida de prevención, mitigación y/o compensación	Tiempo en el que se instrumentará o duración	Recursos necesarios: costo, equipos, obras, instrumentos, etc.	Supervisión y grado de cumplimiento, eficiencia y eficacia
			<p>con altas densidades de pastos marinos</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Supervisión ambiental a bordo de la embarcación y en el fondo de la laguna para advertir posible presencia de animales marinos</li> </ul>			<p>pastos marinos, o bien lo hagan en el puerto o en área libres de pasto o con muy bajas densidades.</p> <p>Verificará que se cuente con supervisión ambiental a bordo y en el agua para avistamiento y alerta sobre presencia de mamíferos y reptiles marinos.</p>

Factor perceptual: Calidad del paisaje						
Etapa del proyecto: Construcción						
Línea estratégica: Restauración inmediata de sitios afectados y manejo eficiente de residuos						
Impacto ambiental	Medida a implementar	Tipo de medida	Descripción de la medida de prevención, mitigación y/o compensación	Tiempo en el que se instrumentará o duración	Recursos necesarios: costo, equipos, obras, instrumentos, etc.	Supervisión y grado de cumplimiento, eficiencia y eficacia
Alteración de la calidad visual del paisaje y afectación de la infraestructura local (calles y banquetas)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Restitución inmediata de superficies afectadas</li> <li>Manejo de residuos conforme a la normativa y retiro inmediato de los frentes de trabajo</li> <li>Evitar la acumulación de material terrígeno y restos de demolición de pisos de asfalto o concreto, así como de la adecuación del edificio de la Subestación, en la vía pública</li> </ul>	Restauración/Prevención	<ul style="list-style-type: none"> <li>Se deberán restituir las superficies afectadas por excavaciones para zanjas y registros subterráneos, de tal forma que se recuperen las condiciones originales de la carpeta asfáltica o de concreto, según sea el caso.</li> <li>El material terrígeno y restos de demolición serán retirados diariamente de los frentes de trabajo y enviados al relleno sanitario de Kantunilkin, según lo disponga la autoridad municipal.</li> <li>Los residuos orgánicos e inorgánicos se retirarán diariamente de los frentes de trabajo y trasladados</li> <li>No se permitirá la acumulación de material de construcción y material eléctrico sobre la vía pública, excepto el mínimo necesario requerido por día. Se deberá contar con un espacio para su almacenamiento fuera de la vía pública, de</li> </ul>	Estas acciones se implementarán durante toda la etapa de construcción.	Los costos de restitución de infraestructura se consideran dentro del costo del proyecto. El costo de otras medidas se precisará con la elaboración del estudio técnico económico.	<p>El supervisor ambiental verificará que se restituya la franja de carpeta asfáltica o de concreto en los tramos afectados, cuidando que queden en condiciones similares a las que tenían antes de la construcción de las zanjas y registros.</p> <p>Verificará que el material producto de excavación y de demolición, así como otro tipo de residuos, se retire diariamente al final de la jornada.</p> <p>Verificará que el almacenamiento de material de construcción y eléctrico sobre la vía pública sea sólo el necesario para la jornada, que esté cubierto y señalizado para evitar accidentes.</p>

Factor perceptual: Calidad del paisaje						
Etapa del proyecto: Construcción						
Línea estratégica: Restauración inmediata de sitios afectados y manejo eficiente de residuos						
Impacto ambiental	Medida a implementar	Tipo de medida	Descripción de la medida de prevención, mitigación y/o compensación	Tiempo en el que se instrumentará o duración	Recursos necesarios: costo, equipos, obras, instrumentos, etc.	Supervisión y grado de cumplimiento, eficiencia y eficacia
			preferencia en un terreno urbano.			

### VI.2.7. Programa de ejecución

En el diagrama tipo Gantt de la Figura VI.2.7-1, se define el periodo para la aplicación de las medidas generales de mitigación de los impactos ambientales más relevantes.

**Figura VI.2.7-1. Programa de ejecución de las medidas ambientales durante el proceso de preparación del sitio y construcción.**

PROGRAMA DE APLICACIÓN DE MEDIDAS DE MITIGACIÓN DE IMPACTOS																		
Medidas	PREPARACIÓN DEL SITIO Y CONSTRUCCIÓN																	
	MESES																	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Supervisor ambiental	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Pláticas de concientización del personal que elabora en la obra para evitar daños innecesarios a flora y fauna.	■																	
Programa de mantenimiento preventivo de parque vehicular y maquinaria a utilizar para control de emisiones a la atmósfera (gases, partículas y ruido)	■																	
Aplicación de riegos para el control de la dispersión de polvos y partículas durante la apertura de zanjas y relleno y compactado				■	■	■	■											
Habilitación de contenedores para residuos y letrinas portátiles	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Manejo de residuos y aguas residuales sanitarias	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Rehabilitación de superficies afectadas, restitución de carpeta asfáltica y de concreto								■										
Perforación horizontal dirigida (Manejo de lodos de perforación)								■	■	■								
Revisión de condiciones mecánicas y operativas de embarcaciones para el tendido del cable submarino								■										
Estudio prospectivo de fondo marino previo al tendido del cable submarino								■										
Uso de malla para retención de sedimentos durante el tendido del cable submarino									■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Verificación de superficies de afectación en medio marino								■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Medidas de protección o ahuyentamiento de mamíferos y reptiles marinos									■	■	■	■	■	■	■	■	■	■

### VI.3. Seguimiento y control

Para el seguimiento y control de las acciones establecidas en el PVA, el promovente del Proyecto y el contratista deberá designar al menos a un supervisor ambiental por cada parte. Este personal deberá tener conocimiento, destreza y experiencia en el área ambiental en todos los aspectos, incluyendo el legal, para dar seguimiento y verificar el cumplimiento de las medidas de mitigación, así como para determinar medidas de mitigación para impactos imprevistos. En las siguientes fichas se detallan las medidas de seguimiento y control del PVA

Factor ambiental: aire	
Impacto: alteración de la calidad por emisiones de gases y partículas de combustión, polvos y ruido	
Medidas que se emplearán	<ul style="list-style-type: none"> <li>Programa de mantenimiento vehicular de manera previa al inicio de los trabajos y presentación de evidencias.</li> <li>Para el traslado de material de construcción fino se colocarán lonas en los camiones de transporte y de ser necesario se humectará el material.</li> <li>Se aplicarán riegos programados, de preferencia con agua tratada, durante las actividades de demolición, excavación, movimiento de tierras, compactación y demolición, a fin de evitar o atenuar la dispersión de polvo. Esta medida se aplicará en las zonas urbanas.</li> </ul>

<b>Factor ambiental: aire</b>	
<b>Impacto: alteración de la calidad por emisiones de gases y partículas de combustión, polvos y ruido</b>	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Se establecerá un horario de trabajo para maquinaria y equipo con mayores niveles de ruido, debiendo evitarse trabajos nocturnos. De ser necesario laborar en horarios nocturnos, se justificará la acción y se informará de manera previa a los pobladores más cercanos a las fuentes de emisión de ruido.</li> </ul>
Indicador de realización	<ul style="list-style-type: none"> <li>Programa de mantenimiento actual y evidencias de mantenimiento presentado por el contratista.</li> <li>Aplicación de riegos, presencia de camión cisterna o similar o factura de arrendamiento.</li> <li>Evidencia fotográfica de traslado de material y aplicación de riegos</li> <li>Bitácora del supervisor.</li> </ul>
Indicador de efectos (eficacia de la medida)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ante la ausencia de un programa de verificación vehicular, se espera que con el debido mantenimiento los vehículos y maquinaria operen en condiciones óptimas garantizando estar dentro de límites permisibles.</li> <li>Con la aplicación de riego se evitará o atenuará la dispersión de polvo sobre todo en áreas urbanas.</li> <li>Se evitarán ruidos en horarios nocturnos.</li> </ul>
Umbral de alerta	<ul style="list-style-type: none"> <li>No presentar el programa de actualizado y evidencias de manera previa al inicio de construcción.</li> <li>No presentar evidencia de arrendamiento de camión cisterna o similar.</li> </ul>
Umbral inadmisibile	<ul style="list-style-type: none"> <li>Iniciar la construcción si la existencia de un programa de mantenimiento actualizado y sus evidencias de mantenimiento.</li> <li>No aplicación de riegos en área urbanas.</li> </ul>
Calendario de comprobación	<ul style="list-style-type: none"> <li>Supervisión durante toda la etapa constructiva. Evidencias fotográficas y de vídeo en su caso, bitácora del supervisor.</li> </ul>
Medida de urgente aplicación	<ul style="list-style-type: none"> <li>Detener actividades de vehículos y maquinaria hasta efectuar el mantenimiento</li> <li>Detener las obras que generen emisiones de polvo hasta que se cuente con el equipo necesario para la aplicación de riegos.</li> </ul>

<b>Factor ambiental: suelo</b>	
<b>IMPACTO: Potencial contaminación por derrame accidental de combustibles y lubricantes, y por disposición inadecuada de residuos</b>	
Medidas que se emplearán	<ul style="list-style-type: none"> <li>Programa de mantenimiento vehicular de manera previa al inicio de los trabajos y revisión previa de las condiciones mecánicas de vehículos y maquinaria. Verificar que no haya fuga de combustible y aceite.</li> <li>En su caso, retiro inmediato de combustible o lubricante derramado.</li> <li>Pláticas de concientización al personal para el adecuado manejo de residuos.</li> </ul>
Indicador de realización	<ul style="list-style-type: none"> <li>Presentación por parte del contratista del programa de mantenimiento a vehículos y maquinaria y evidencias.</li> <li>Reporte del supervisor de las condiciones mecánicas de vehículos y maquinaria. Ausencia de fugas.</li> <li>En su caso, residuos de suelo contaminado en recipientes apropiados para su manejo y envío a almacén temporal.</li> <li>Lista de asistencia del personal a las pláticas de concientización y protección ambiental.</li> <li>Presencia de letrinas y recipientes para cada tipo de basura en los frentes de trabajo</li> <li>Bitácora del supervisor.</li> </ul>
Indicador de efectos	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ausencia de manchas de combustibles y aceites en el suelo en los frentes de obra</li> <li>Ausencia de residuos en el suelo.</li> </ul>

<b>Factor ambiental: suelo</b>	
<b>IMPACTO: Potencial contaminación por derrame accidental de combustibles y lubricantes, y por disposición inadecuada de residuos</b>	
(Eficacia de la medida)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ausencia de desechos fisiológicos de trabajadores en el suelo.</li> </ul>
Umbral de alerta	<ul style="list-style-type: none"> <li>No presentar el programa de actualizado de manera previa al inicio de construcción.</li> <li>No realizar la revisión de condiciones mecánicas de vehículos y maquinaria.</li> <li>No llevar a cabo las pláticas de concientización del personal.</li> <li>No tener habilitadas las letrinas y recipientes rotulados por tipo de residuos previo al inicio de la obra.</li> </ul>
Umbral inadmisibles	<ul style="list-style-type: none"> <li>Iniciar la construcción sin la existencia de un programa de mantenimiento actualizado.</li> <li>Tránsito de vehículos en malas condiciones mecánicas.</li> <li>Presencia de manchas de combustibles y aceites en el suelo en los frentes de obra.</li> <li>Presencia de residuos en el suelo.</li> </ul>
Calendario de comprobación	<ul style="list-style-type: none"> <li>Supervisión mensual en el caso de las condiciones del vehículo y al menos cada tercer día para el caso del manejo de los residuos. Evidencias fotográficas y de vídeo en su caso, bitácora del supervisor.</li> </ul>
Medida de urgente aplicación	<ul style="list-style-type: none"> <li>Detener actividades de vehículos y maquinaria hasta la presentación del programa de mantenimiento preventivo.</li> <li>Detener vehículos y maquinaria que presenten fugas.</li> <li>Reforzar la sensibilización ambiental al personal.</li> <li>Habilitar en forma inmediata letrinas y recipientes para residuos.</li> </ul>

<b>Factor ambiental: Agua cuerpo lagunar</b>	
<b>Impacto: Alteración de la calidad del agua marina por derrame accidental de combustibles y lubricantes; perforación horizontal; tendido del cable submarino.</b>	
Medidas que se emplearán	<ul style="list-style-type: none"> <li>Revisión previa de condiciones mecánicas de embarcaciones. Detección de posibles fugas de combustibles o lubricantes.</li> <li>Limitar la superficie de barrenación y tendido a las superficies definidas y autorizadas para el Proyecto.</li> <li>Utilización de malla para retención y retardación en la dispersión de sedimentos.</li> <li>Recuperación de la mayor cantidad de lodos bentónicos posible, utilizados durante el proceso de perforación horizontal.</li> <li>Pláticas de sensibilización ambiental al personal para el correcto manejo y disposición de residuos sólidos.</li> </ul>
Indicador de realización	<ul style="list-style-type: none"> <li>Informe de revisión sobre condiciones mecánicas de embarcaciones y detección de posibles fugas.</li> <li>Uso de malla para retención de sedimentos en suspensión durante todo el tendido del cable.</li> <li>Lista de asistencia a pláticas de sensibilización.</li> </ul>
Indicador de efectos (Eficacia de la medida)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ausencia de manchas de combustibles y aceites lubricantes en la laguna.</li> <li>Ausencia de residuos sólidos en la laguna.</li> <li>Retención de sedimentos.</li> </ul>
Umbral de alerta	<ul style="list-style-type: none"> <li>No presentar el informe de revisión de las condiciones mecánicas de las embarcaciones.</li> </ul>
Umbral inadmisibles	<ul style="list-style-type: none"> <li>Presencia de manchas de combustible y aceite provenientes de las embarcaciones que se utilicen para el tendido del cable.</li> <li>Presencia de residuos sólidos en el agua generados por los trabajadores de la obra.</li> </ul>

<b>Factor ambiental: Agua cuerpo lagunar</b>	
<b>Impacto: Alteración de la calidad del agua marina por derrame accidental de combustibles y lubricantes; perforación horizontal; tendido del cable submarino.</b>	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>No utilizar la malla de retención.</li> <li>Utilizas superficies no autorizadas.</li> <li>No impartir pláticas de sensibilización al personal en materia de protección ambiental.</li> </ul>
Calendario de comprobación	<ul style="list-style-type: none"> <li>Supervisión mensual de condiciones mecánicas de embarcaciones y diaria para verificar superficies autorizadas durante el tendido del cable. Evidencias fotográficas y de vídeo en su caso, bitácora del supervisor.</li> </ul>
Medida de urgente aplicación	<ul style="list-style-type: none"> <li>En caso de derrame, aplicar plan de contingencia y suspensión inmediata de actividades.</li> <li>Proceder a la recuperación de la mayor cantidad de combustible o aceite derramado.</li> <li>Conducir la embarcación al puerto para su reparación.</li> <li>Tendido inmediato de la malla para sedimentos.</li> <li>Reforzar las pláticas de sensibilización al personal.</li> </ul>

<b>Factor ambiental: vegetación acuática</b>	
<b>Impacto: pérdida temporal de cobertura acuática bentónica y secuestro de carbono azul</b>	
Medidas que se emplearán	<ul style="list-style-type: none"> <li>Se utilizará sólo la superficie definida y autorizada para el Proyecto.</li> <li>Se prohibirá el uso de superficies sin previa autorización.</li> <li>No se permitirá el anclaje de embarcaciones en zona de pastos marinos .</li> </ul>
Indicador de realización	<ul style="list-style-type: none"> <li>Superficie de afectación igual o menor a la autorizada.</li> </ul>
Indicador de efectos (Eficacia de la medida)	<ul style="list-style-type: none"> <li>La superficie de afectación de pastos marinos debe ser igual a la autorizada.</li> </ul>
Umbral de alerta	<ul style="list-style-type: none"> <li>Anclaje de embarcaciones en el sitio del proyecto.</li> <li>Necesidad de ocupar superficies adicionales a las autorizadas.</li> </ul>
Umbral inadmisibles	<ul style="list-style-type: none"> <li>Afectación de áreas más allá de lo requerido por el proyecto sin previa autorización.</li> <li>Anclaje de embarcaciones en zonas de pastos con altas densidades.</li> </ul>
Calendario de comprobación	<ul style="list-style-type: none"> <li>Supervisión durante el proceso de tendido del cable submarino. Evidencias fotográficas y de vídeo en su caso, bitácora del supervisor.</li> </ul>
Medida de urgente aplicación	<ul style="list-style-type: none"> <li>Suspensión inmediata de actividades.</li> <li>Apercibimiento al contratista.</li> </ul>

<b>Factor ambiental: fauna terrestre</b>	
<b>Impacto: abundancia de especies de fauna en general y especies en riesgo</b>	
Medidas que se emplearán	<ul style="list-style-type: none"> <li>Pláticas de sensibilización ambiental al personal que labore en la obra en materia de Protección al ambiente.</li> </ul>
Indicador de realización	<ul style="list-style-type: none"> <li>Lista de asistencia del personal a la plática de capacitación en materia de Protección ambiental.</li> </ul>
Indicador de efectos (Eficacia de la medida)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ausencia de muerte de animales por las actividades del proyecto en los frentes de obra.</li> </ul>



<b>Factor ambiental: fauna terrestre</b>	
<b>Impacto: abundancia de especies de fauna en general y especies en riesgo</b>	
Umbral de alerta	<ul style="list-style-type: none"> <li>Un ejemplar muerto en el frente de obra por atropellamiento o por acción negligente del personal que labora en la obra.</li> </ul>
Umbral inadmisibile	<ul style="list-style-type: none"> <li>Más de un ejemplar muerto por atropellamiento o acción negligente.</li> </ul>
Calendario de comprobación	<ul style="list-style-type: none"> <li>Supervisión durante la etapa constructiva. Evidencias fotográficas y en su caso vídeo, bitácora del supervisor.</li> </ul>
Medida de urgente aplicación	<ul style="list-style-type: none"> <li>Nueva plática de sensibilización y capacitación en materia ambiental.</li> <li>Apercibimiento a la empresa contratista.</li> <li>Suspensión temporal de personas que no acaten las instrucciones.</li> </ul>

<b>Factor ambiental: fauna acuática</b>	
<b>Impacto: alteración del hábitat de especies bentónicas y nectónicas; afectación a abundancia de especies de fauna bentónica y potencial afectación de mamíferos y reptiles marinos</b>	
Medidas que se emplearán	<ul style="list-style-type: none"> <li>Limitar las obras a la superficie mínima requerida por el Proyecto.</li> <li>Evitar ocupar superficies adicionales sin previa autorización.</li> <li>Se prohibirá el anclaje de embarcaciones en áreas con alta densidad de pastos marinos</li> <li>Supervisión visual para alertar de posible presencia de mamíferos y reptiles marinos en el área del Proyecto.</li> </ul>
Indicador de realización	<ul style="list-style-type: none"> <li>Superficie de afectación igual a la autorizada.</li> <li>Supervisor ambiental a bordo de la embarcación.</li> </ul>
Indicador de efectos (Eficacia de la medida)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ocupación de áreas autorizadas.</li> <li>Anclaje en zonas libres de pastos.</li> <li>Ningún incidente con mamíferos o reptiles marinos.</li> </ul>
Umbral de alerta	<ul style="list-style-type: none"> <li>Necesidad de ocupar superficies adicionales.</li> <li>Presencia de especies protegidas durante las actividades de tendido del cable submarino.</li> </ul>
Umbral inadmisibile	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ocupación de superficies adicionales sin previa autorización.</li> <li>Daños a mamíferos o reptiles marinos.</li> <li>Ausencia de supervisor ambiental a bordo.</li> </ul>
Calendario de comprobación	<ul style="list-style-type: none"> <li>Supervisión durante la etapa constructiva del cable submarino. Evidencias fotográficas y vídeo en su caso, registro en bitácora del supervisor.</li> </ul>
Medida de urgente aplicación	<ul style="list-style-type: none"> <li>Suspensión inmediata de actividades en áreas no autorizadas.</li> <li>Apercibimiento a la empresa contratista.</li> <li>Nueva plática de sensibilización ambiental al personal de la obra.</li> <li>Habilitar al supervisor ambiental a bordo de la embarcación.</li> </ul>

<b>Factor ambiental: calidad del paisaje</b>	
<b>Impacto: alteración de la calidad visual del paisaje por obras civiles, residuos de construcción y residuos sólidos urbanos, movimiento de maquinaria</b>	
Medidas que se emplearán	<ul style="list-style-type: none"> <li>Restitución inmediata de superficies afectadas.</li> <li>Retiro inmediato de residuos de construcción y residuos sólidos urbanos.</li> <li>Evitar la acumulación prolongada de material terrigeno producto de excavaciones.</li> <li>Evitar la acumulación prolongada en vía pública de material de construcción y partes eléctricas del Proyecto.</li> </ul>

Factor ambiental: calidad del paisaje	
Impacto: alteración de la calidad visual del paisaje por obras civiles, residuos de construcción y residuos sólidos urbanos, movimiento de maquinaria	
Indicador de realización	<ul style="list-style-type: none"> <li>Áreas libres de residuos, materiales de construcción y de excavación al final de la jornada</li> <li>Calles y banquetas restituidas</li> </ul>
Indicador de efectos (Eficacia de la medida)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Calles y banquetas en estado similar o mejor a las condiciones previas al proyecto</li> <li>Áreas limpias de residuos sólidos urbanos y de manejo especial</li> </ul>
Umbral de alerta	<ul style="list-style-type: none"> <li>Permanencia de residuos, materiales y material terrígeno en vía pública durante 24 h continuas</li> <li>Calles y banquetas con defectos en su restitución</li> </ul>
Umbral inadmisibile	<ul style="list-style-type: none"> <li>Permanencia de residuos y materiales por más de 24 h</li> <li>No contar con sitios para el almacenamiento temporal de materiales de construcción</li> <li>Concluir la etapa constructiva sin restituir las superficies afectadas</li> </ul>
Calendario de comprobación	<ul style="list-style-type: none"> <li>Supervisión durante la etapa constructiva. Evidencia fotográfica y en su caso de vídeo. Registro en bitácora del supervisor</li> </ul>
Medida de urgente aplicación	<ul style="list-style-type: none"> <li>Apercibimiento por escrito al contratista</li> <li>Retiro inmediato de residuos de construcción</li> <li>Restitución inmediata de calles y banquetas afectadas</li> </ul>

#### VI.4. Información necesaria para la fijación de montos para fianzas

Considerando el costo de las actividades previas a la construcción del Proyecto (autorizaciones ambientales, arqueológicas, etc.), así como la inversión física y la fijación para la fianza, se calcula en un monto estimado de \$ **199 380 000.00** (ciento noventa y nueve millones trescientos ochenta mil pesos 00/100 M.N). La Tabla VI.4-1 desglosa por concepto el precio en millones de pesos.

**Tabla VI.4-1. Costos y fijación de montos para la fianza**

Concepto	Costo (millones de pesos)
Construcción (Modernización) de la SE Holbox 1T-3f-9.375 MA-34.5/13.8 kV-1ª/2ª bajo perfil (Se instalará dentro de las instalaciones de la actual CCI Holbox)	12.51
Cable submarino 1C-3F-4H.10.5 km-34.5 kV-500 KCM Chiquilá-Holbox	140.15
Suministro e instalación de tramo submarino desde Chiquilá hacia Holbox 1C-3F-4H.10.5 km-34.5 kV-500 KCM	46.71
<b>TOTAL</b>	<b>199.38</b>

Durante la operación sólo se requerirá el pago de salarios que operará la instalación, así como los gastos necesarios para su mantenimiento; no obstante, este tipo de gasto es difícil de prever pues las actividades de mantenimiento se realizan en forma esporádica (cada 5 años según programa) y dependen de la magnitud de reparaciones que en su momento pueden o no requerirse.

Dado que el Proyecto terrestre en general se construirá en áreas urbanas carentes de vegetación y de hábitats para la fauna terrestre, no se esperan impactos ambientales significativos que requieran un monto mayor al estimado.

Los principales impactos se darán en forma puntual en el medio marino, en una superficie muy reducida, cuyo costo se estimó en \$ 3000 000.00 (Tres millones de pesos 00/100 M.N) que cubrirán la implementación de las medidas de mitigación y prevención de impactos.

Para atender situaciones de emergencia ambiental que se pudieran suscitar durante el desarrollo del proyecto por impactos imprevistos que requieran de medidas de urgente aplicación, el promovente cuenta con una póliza integral de seguro que cubre daños por responsabilidad civil, incluidos los daños al medio ambiente, por un monto de hasta \$40 000 000 USD (Cuarenta millones de dólares).

La carátula de la póliza muestra que el seguro se encuentra vigente hasta el 15 de julio de 2018. La renovación se hace de manera automática y, en su momento, se presentará la póliza actualizada a la SEMARNAT. Así mismo, se incluirá una carta cobertura, en la cual se especificará que la póliza cubre las actividades constructivas del Proyecto por el que se solicita procedimiento de evaluación del impacto ambiental.

En las páginas 23 y 24 del presente Capítulo se muestra el ejemplo de la carta cobertura que se presentará como garantía de cumplimiento de condicionantes ambientales, para responder a situaciones de emergencias que se puedan derivar.



reinventando / los seguros

**CARATULA DE POLIZA**

**Paquete de Seguro Empresarial**

**Datos de la Póliza**

Original, hoja 1 de 1  
 Póliza No. GJ2001560000 Ramo 90 SubRamo 92  
 Cotización : CGT43635 Fecha de Emisión 13/JUL/2017 Expediente 1400105756  
 Anterior : Desde 15/JUL/2017 Vigencia a las 12 Hrs. Hasta 15/JUL/2018

**Datos Generales del Asegurado**

Nombre : COMISION FEDERAL DE ELECTRICIDAD RFC:CFE370814Q10  
 Domicilio : AV. PASEO DE LA REFORMA NO 164 COL JUAREZ  
 CUAUHTEMOC. DISTRITO FEDERAL C.P.:06600 Tel.:

**Datos Adicionales**

Moneda DOLARES  
 Forma de Pago CONTADO  
 Nombre del Agente DIRECTO RCM GOBIERNO  
 Número de Agente 320035  
 Centro de Utilidad 057445  
 Solicitud Agente CFE2  
 Orden de Trabajo 85009417 MCD 0360  
 Tipo de Póliza NL1

**Prima**

Suma Asegurada (Según Especificación)  
 Prima Neta 52,413,051.00  
 Gastos Por Expedición 250.00  
 I.V.A. 8,386,128.16 16%  
 Prima Total \$60,799,429.16

AXA SEGUROS, S.A. de C.V. Denominada en lo sucesivo la Compañía, de acuerdo con las Condiciones Generales y Especiales de esta Póliza, teniendo prelación las últimas sobre las primeras, asegura a favor de la persona arriba citada denominada en lo sucesivo el Asegurado, contra pérdidas o daños causados

SEGUN ESPECIFICACION ADJUNTA

En testimonio de lo cual la compañía firma la presente póliza en la ciudad de:

MEXICO, D.F. a 14 de JULIO de 2017

AXA Seguros, S.A. de C.V.  
 Félix Cuevas 366, Piso 6, Tlacoquemécatl, 03200  
 México, D.F. Tel. 5169 1000 y 01 800 900 1292

División Central  
 www.axa.com.mx

Apoderado

DASSEM

0A072



Ciudad de México, a

**COMISIÓN FEDERAL DE ELÉCTRICIDAD**  
Póliza Integral N° GJ200156000  
Programa de Aseguramiento Integral (PAI) 2017-2018

PRESENTE

Ref.: CARTA COBERTURA  
Ramo: Sección IV, Responsabilidad Civil  
Periodo:

En atención a su requerimiento de Carta Cobertura al requerimiento que hace la SEMARNAT

Por medio del presente se extiende Carta Cobertura conforme al requerimiento que hace la Secretaria del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) para el proyecto **“Construcción de tramo submarino 1C-3F-4H-34.5 kV-10.5KM-500 KCM, Chiquila-Holbox”** ubicado en el municipio de Lázaro Cárdenas, estado de Quintana Roo.

Lo anterior conforme a los términos y condicionantes de la póliza GJ2001560000 para cubrir los daños a terceros en sus personas y en sus bienes, incluyendo el daño al medio ambiente y a los recursos naturales que se pudieran ocasionar durante la preparación del sitio, construcción, prueba y puesta en servicio del citado proyecto.

Límite de acuerdo a la especificación de la Sección IV, Responsabilidad Civil con un sublímite de USD. 40'000.000.00 M.A. por evento u ocurrencia.

La presente CARTA COBERTURA se confirma con base a los términos y condiciones ya especificados en la póliza.

En caso de que existan cambios en las condiciones de la póliza, esta confirmación quedará cancelada y sin efecto alguno.

ATENTAMENTE,

GERENTE DE VENTAS GOBIERNO  
REPRESENTANTE LEGAL

AXA Seguros, S. A. de C.V. Félix Cuevas etc. etc. etc.

## **CAPÍTULO VII**

### **PRONÓSTICOS AMBIENTALES REGIONALES Y EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS**

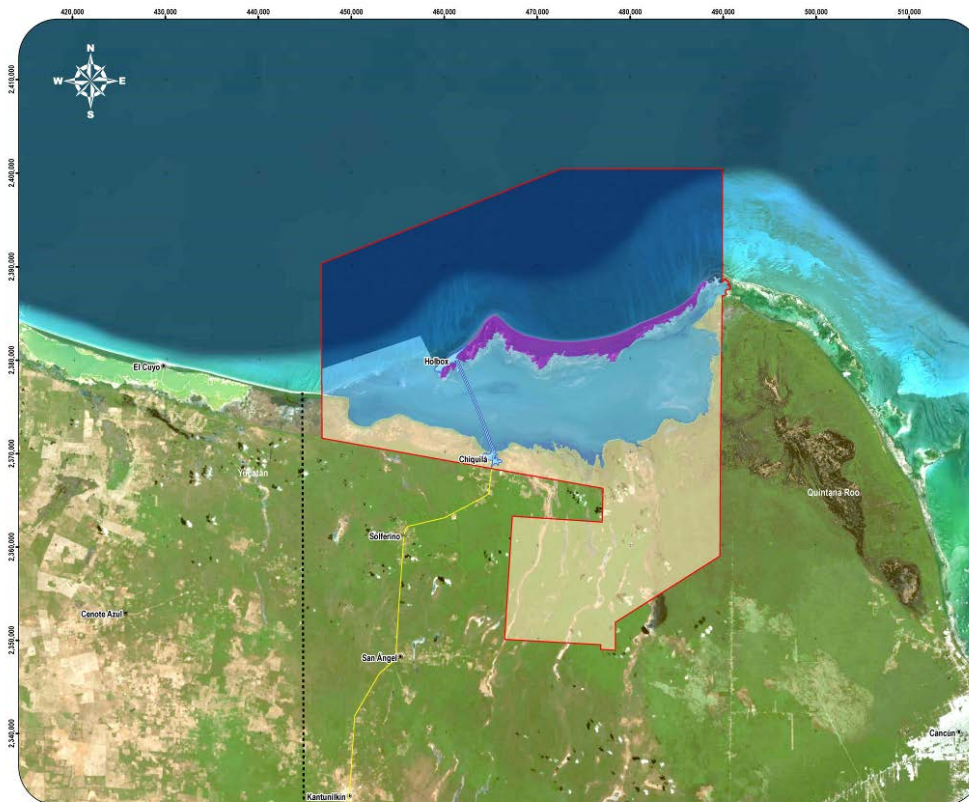
# CONTENIDO

<b>VII. PRONÓSTICOS AMBIENTALES REGIONALES Y EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS</b> .....	<b>3</b>
VII.1. Descripción y análisis del escenario sin Proyecto .....	3
VII.2. Descripción y análisis del escenario con Proyecto .....	8
VII.3. Descripción y análisis del escenario considerando las medidas de mitigación ..	9
VII.4. Pronóstico ambiental .....	11
VII.5. Evaluación de alternativas .....	11
VII.6. Conclusiones .....	13

## VII. PRONÓSTICOS AMBIENTALES REGIONALES Y EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS

### VII.1. Descripción y análisis del escenario sin Proyecto

El Proyecto se encuentra dentro de un sistema ambiental regional costero que incluye el polígono que delimita el ANP Yum Balam y ocupa una superficie de 154 146.26 ha (Figura VII.1-1), que para los fines de este Proyecto se dividió en cuatro ámbitos geográficos: la porción continental, la parte Lagunar, la isla Holbox y el frente marino, éste último considerado sólo como referencia espacial, ya que las actividades inherentes al Proyecto se desarrollarán en la parte Lagunar.



**Figura VII.1-1. Delimitación del SAR.**

El sistema se caracteriza por su alta riqueza de especies de flora y fauna, tanto terrestres como marinas, varias de ellas en alguna categoría de riesgo según la NOM-059-SEMARNAT 2010; en el año 1994 se emitió el decreto que declara el área de protección de flora y fauna Yum Balam, que a su vez forma parte del Región Marina Prioritaria No. 62 Dzilam-Contoy, Región Terrestre Prioritaria 146 Dzilam-Ría Lagartos, Región Hidrológica Prioritaria 103 Contoy, así como del Área de Importancia para la Conservación de las Aves SE-42.

En el año 2003 el área SE-42 fue incluida en la lista de Humedales de Importancia Internacional de la Convención RAMSAR, criterio adicional que contribuye a consolidar la relevancia ecológica del APFF Yum Balam, además de su importancia para la cultura Maya (CONANP, 2016).

Dentro del ANP y su área de influencia, existen varias poblaciones que han ejercido una fuerte presión sobre los recursos naturales, lo que se ha reflejado principalmente en la



pérdida de cobertura vegetal de selvas y manglares. Hay deficiencias en servicios básicos como la energía eléctrica e infraestructura para el manejo y disposición de residuos y aguas residuales, esto último supone una importante fuente de contaminación del suelo y del cuerpo Lagunar de Yalahau, especialmente en las localidades de Chiquilá y Holbox, ambas dentro del SAR.

La agricultura, la ganadería, la explotación forestal, la caza y la pesca son las principales actividades que han ocasionado la degradación y fragmentación del hábitat que rodean al SAR. El cambio de uso de suelo en las zonas rurales se debe principalmente a las actividades primarias de agricultura y ganadería; mientras que dentro del SAR las principales actividades del cambio la constituyen la pesca y el turismo. La pérdida de vegetación de manglar y dunas costeras dentro del SAR se debe principalmente al crecimiento urbano y la construcción de infraestructura turística (CONANP, 2016).

En la Figura VII.1-2, se puede apreciar que el crecimiento de la localidad de Chiquilá ha ocurrido hacia el este y sur del SAR, a costa del manglar y de la selva tropical.



Fuente: Imágenes de Google earth

**Figura VII.1-2. Comparativa del crecimiento urbano de Chiquilá sobre áreas ocupadas originalmente por manglar y selvas tropicales (Imágenes 2005 y 2017).**

Una situación similar se observa para Holbox en donde la vegetación de manglar y de dunas costeras se ha ido sustituyendo por el crecimiento urbano y la infraestructura turística (Figuras VII.1-3 y VII.1-4).



**Figura VII.1-3. Crecimiento urbano en la isla Holbox sobre superficies ocupadas por manglar y vegetación de dunas costeras (Imágenes de 2003 y 2017).**

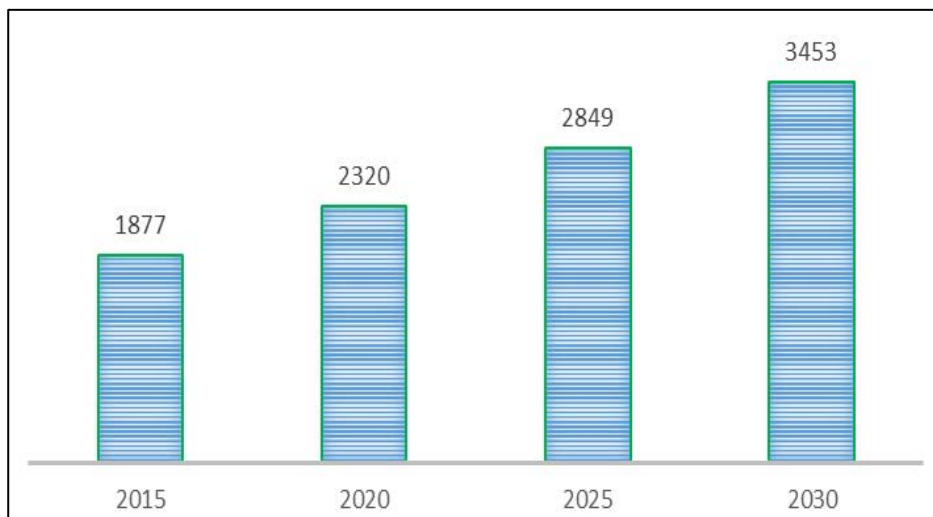


**Figura VII.1-4. Vista hacia el oeste del poblado de Holbox.**

En la Figura VII.1-4 se observa la pérdida de manglar debido al crecimiento urbano y la apertura de espacios para atracaderos y resguardo de embarcaciones dedicadas a la pesca y al turismo.

La pesca, el turismo y la apertura del canal de navegación, y su mantenimiento a través del dragado periódico, con su incesante tráfico marítimo, constituyen las mayores presiones sobre el cuerpo Lagunar y los ecosistemas terrestres de la isla Holbox, además de la deficiencia de tratamiento de aguas residuales tanto de Holbox como de Chiquilá.

De acuerdo con las proyecciones de la población por localidad publicadas por el Consejo Nacional de Población (CONAPO) al 2017, se prevé que continúe aumentando el crecimiento, alcanzará en 2020 un volumen de 2 320 personas con una tasa de crecimiento de 4.32 en cinco años (Figura VII.1-5)



Fuente. Elaboración propia con datos de CONAPO

**Figura VII.1-5. Crecimiento poblacional en el periodo 2015-2030 en la localidad de Holbox.**

Al potencial turístico de la zona se le atribuye el crecimiento demográfico en el SAR, ya que es la actividad económica más dinámica, por lo que se percibe como la principal amenaza para la viabilidad del ANP (en este caso SAR), más que cualquier otra actividad productiva (CONANP, 2016).

La isla Holbox es finalmente el destino turístico más importante en el área de estudio y los efectos de este crecimiento se verán reflejados principalmente en la isla. Esta presión ya es evidente en Chiquilá, donde el crecimiento urbano ha provocado la pérdida de grandes superficies de manglar, incluso actualmente se continúa abriendo espacio a estacionamientos dada la demanda turística, tal como se aprecia en la siguiente imagen tomada con dron en mayo del presente año (Figura VII.1-6).



**Figura VII.1-6. Se muestra la pérdida del remanente de manglar por crecimiento urbano y apertura de espacios para estacionamiento en Chiquilá.**

Otro importante agente de cambio en el SAR tiene su origen en causas naturales. Por su ubicación en el litoral, la zona está sujeta a frecuentes huracanes y tormentas tropicales que ocasionan daño a la infraestructura urbana y los ecosistemas naturales. A uno de estos fenómenos se le atribuye la pérdida de una enorme superficie de pastos marinos en la Laguna Yalahau; es el caso del huracán Wilma, en el cual se registró una gran pérdida de la cobertura total de los pastos y posteriormente se recuperaron a un nivel incluso mayor al encontrado antes del huracán (Figura VII.1-7). Con el tiempo, la pradera marina pudo recuperarse (Kilminster *et al.*, 2015).



**Figura VII.1-7 Distribución de pastos marinos en la Laguna Yalahau y evolución de su cobertura a lo largo de los años.**

El escenario actual presenta una dinámica socioeconómica acelerada con tendencias de aprovechamiento y vocación turística de la región, las tendencias ambientales, características y el estado de conservación del ecosistema, así como la valoración y grado de amortiguamiento de los impactos ambientales potenciales, prevén el crecimiento en la demanda de áreas de desarrollo urbano dentro de la isla de Holbox en el corto, mediano y largo plazo.

Aunque en la zona ya existen desarrollos de tipo hotelero, villas y ecoturísticos; existe la previsión de que esta sea la tendencia a futuro, bajo el esquema y condicionantes que establece el mismo instrumento de normativa ambiental.

El ANP aún no tiene un Programa de Manejo; sin embargo, se espera contar con este instrumento en el corto plazo para orientar el desarrollo en el Sistema Ambiental. Actualmente tanto en la zona urbanizada de isla Holbox como de Chiquilá existe evidencia de impactos irreversibles por la presencia antropogénica, se considera que la zona presenta un impacto de magnitud media e irreversible principalmente en donde ya existen caminos y la fragmentación de ecosistemas en el entorno del Proyecto.

Al potencial turístico de la zona se le atribuye que se haya desencadenado un importante fenómeno de crecimiento demográfico en el SAR, en virtud de que es la actividad económica con mayor crecimiento, por lo que se percibe como una amenaza para la viabilidad del ANP (en este caso SAR), más que cualquier otra actividad productiva (CONANP, 2016).

La isla Holbox es el destino turístico más importante en el área de estudio y los efectos de este crecimiento se verán reflejados ya que se seguirá urbanizando a costa del manglar y de otros tipos de vegetación presentes, así también incidirán en la modificación de la línea de costa.

Esa misma presión evidente en Holbox se presenta también en Chiquilá, en donde el incremento de Proyectos de crecimiento turístico-hotelerero genera impactos progresivos de magnitud media y alta en su conjunto, los cuales son negativos por el desplazamiento de uso de suelo forestal y pérdida de vegetación y hábitat.

Por otra parte, de acuerdo con las proyecciones de la población por localidad publicadas por el Consejo Nacional de Población (CONAPO) al 2017, las estimaciones acerca del crecimiento y evolución del cambio en la estructura poblacional de 2010-2030 en Holbox ha sido ascendente y se prevé que continúe aumentando en décadas futuras, hasta alcanzar en 2020 un volumen de 2 320 personas con una tasa de crecimiento de 4.32 en cinco años. En el 2025 llegará a 2 849 habitantes con una tasa de crecimiento de 4.19; esta tendencia de aumento en la población se mantendrá hasta 2030, aunque con una tasa de crecimiento menor a 3.9. Se puede apreciar en la gráfica la tendencia de crecimiento poblacional en Holbox de 2015 a 2030, calculada por CONAPO (Figura VII.1-5).

De lo anterior se concluye entonces que aumentará la demanda de servicios básicos como agua potable, electricidad, drenaje e instalaciones apropiadas para el manejo y disposición final de los residuos. En el escenario SIN Proyecto, la tendencia de crecimiento y desarrollo de conjuntos habitacionales o turísticos continuará en el sistema, incrementando la presión sobre la demanda de servicio eléctrico; la energía que requiere la población de Holbox seguirá siendo suministrada por la planta de combustión interna a base de diésel, la cual tendría que aumentar su capacidad en el corto plazo para solventar la demanda actual y futura de energía que ya es insuficiente para mantener las actividades productivas y cotidianas de la población de la isla, con la permanente emisión de gases de efecto invernadero que esto supone y que en la actualidad son del orden de las 10 000 ton CO<sub>2</sub>/año, junto con otros contaminantes atmosféricos. Suponiendo entonces que estos contaminantes irían en incremento de acuerdo con la demanda de energía eléctrica.

## **VII.2. Descripción y análisis del escenario con Proyecto**

Partiendo nuevamente del escenario actual, en el que la dinámica socio-económica, tendencias de aprovechamiento y vocación turística de la región, tendencias ambientales, características y estado de conservación del ecosistema, así como la valoración y grado de amortiguamiento de los impactos ambientales potenciales, se prevé el crecimiento en la demanda de servicios básicos como agua potable, electricidad, drenaje e instalaciones apropiadas para el manejo y disposición final de los residuos, por lo que es necesaria la modernización de la infraestructura de servicios de la isla, incluyendo su sistema eléctrico de generación y distribución.

Al analizar el periodo de desarrollo del Proyecto, contrastado con los impactos negativos y positivos que éste generará, se pudo determinar que los impactos negativos son temporales de corto plazo, en su gran mayoría prevenibles, mitigables o recuperables; en tanto que los impactos positivos se prevén de forma permanente, puesto que implica, por un lado, la atención de la demanda de energía eléctrica de la población creciente y la salida de operación de la actual central de combustión interna que provee la energía a la isla, con lo cual se dejarían de emitir más de 10538.47 t de CO<sub>2</sub>, 3.16 t de SO<sub>2</sub>, 53.2 ton de CO<sub>2</sub> y 200.25 ton de NO<sub>x</sub>, anuales, con lo cual se contribuye al cumplimiento de las metas nacionales para la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero.

El Proyecto por su ubicación y características no tendrá ninguna incidencia sobre la línea de costa y tampoco modifica en forma alguna la hidrodinámica Lagunar. Se puede

concluir que el escenario ambiental a futuro que se vislumbra con el desarrollo del Proyecto dentro del sistema ambiental definido es aquel en el que el Proyecto ocasionará impactos puntuales en el medio terrestre y acuático, los cuales serán prevenibles o mitigables con medidas que se definen para tales efectos. De no llevarse a cabo esas medidas existiría un riesgo moderado de afectar las características y el funcionamiento de los procesos físicos, químicos y biológicos, y socioeconómicos del sistema ambiental del Proyecto.

### **VII.3. Descripción y análisis del escenario considerando las medidas de mitigación**

De acuerdo con la caracterización y evaluación de los impactos ambientales del Proyecto, la mayoría de ellos resultaron de baja significancia y se manifiestan principalmente por las obras y actividades que se llevarán a cabo en los tramos terrestres que se ubican en las áreas urbanizadas de AID.

Las obras civiles durante la etapa constructiva son las causantes de la mayoría de estos impactos que se relacionan con la afectación a la infraestructura urbana por la apertura de zanjas que ocasionarán el rompimiento de la carpeta asfáltica y de concreto, con la consecuente emisión de gases, partículas, ruido y polvo producto del uso de maquinaria y movimiento de tierras y generación de residuos.

Por lo que se refiere a la afectación de la infraestructura urbana, al final de la obra civil se procederá a restituir las calles a su condición original y a retirar todos los restos de escombros de la construcción.

Aunque el Proyecto se desarrolla en áreas urbanas y muy antropizadas, en donde la vegetación primaria ha sido casi eliminada en su totalidad y la abundancia de fauna es menor, necesariamente el personal que laborará en la obra tendrá que acceder por la misma vía. Con las medidas planteadas se espera evitar que el Proyecto incida sobre la pérdida de ejemplares de fauna silvestre, aunque en este caso el aumento en el tránsito vehicular por el Proyecto es mínimo dado el escaso número de trabajadores que se requieren para la obra y la corta duración de la etapa constructiva en la parte terrestre.

Los efectos ocasionados por la obra civil en los tramos terrestres serán temporales y de corto plazo y desaparecerán en el momento que concluyan dichas actividades por lo que las condiciones del SAR, previas al Proyecto, regresarán a la normalidad en forma inmediata.

Los impactos principales del Proyecto se manifestarán en el medio acuático debido a las obras para el tendido del cable, que implicarán la remoción de pastos marinos, la alteración del hábitat de especies del necton y bentos y por la potencial pérdida de individuos. Los impactos resultaron de significancia moderada debido a la mínima superficie de pastos marinos a afectar en relación con la cobertura de pastos actual que crece en la Laguna Yalahau.

En este sentido, la medida de mitigación se centró en buscar una alternativa que representara la menor superficie de ocupación del Proyecto en la zona de pastos marinos, como se explica en el punto VII.5.

Los impactos sobre los pastos marinos, el hábitat de especies y la potencial pérdida de fauna bentónica, se consideran inevitables constituyéndose en los impactos residuales de mayor relevancia del Proyecto dentro del AID. Se prevé por la resuspensión de sólidos durante el tendido del cable submarino, a fin de mitigar el efecto negativo que pueda tener, se hará un cerco alrededor del área del Proyecto con una malla de polietileno para

evitar o retrasar la dispersión del sedimento más allá de esta área. Aunque es probable que no sea posible retener todo el sedimento suspendido, se espera que su efecto no vaya más allá del área de influencia del Proyecto.

Por lo que se refiere al daño a la comunidad bentónica presente en la trayectoria del Proyecto, se trata de un impacto inevitable por la imposibilidad práctica de efectuar un rescate de especies, de acuerdo con la caracterización del medio biótico, esta comunidad marina está conformada por organismos de tallas muy pequeñas lo que, aunado a las condiciones de turbidez constante en el área de influencia del Proyecto, dificultaría las acciones de rescate.

Aunque durante los estudios de caracterización de la biota marina no se reportó la presencia de individuos de cacerola de mar (*Limulus polyphemus*), especie en peligro de extinción conforme a la citada norma, en la bibliografía se reporta la distribución de esta especie en el área de estudio; sin embargo, la tecnología a utilizarse tenderá a segregarlos del área afectada. Durante los trabajos de construcción del cable submarino, se contará personal encargado entre otras cosas, de, alertar sobre la presencia de mamíferos y reptiles marinos para evitar cualquier daño a individuos de estos grupos que cuentan con estatus de riesgo.

Por lo que se refiere a la posible vulnerabilidad del Proyecto ante las eventualidades del cambio climático y por su ubicación en una zona de alto riesgo meteorológico, cabe resaltar que el cable queda enterrado en el sedimento marino y en algunos tramos se sujetará al lecho marino con estructuras de concreto (Tapetes y muertos de concreto) con lo cual se garantiza su fijación al lecho marino y se evita que el cable, por el efecto de mareas, corrientes o eventos meteorológicos resulte dañado.

Con las medidas antes mencionadas se protege el fondo marino y la comunidad de pastos, ya que se evita el efecto de barrido por el movimiento del cable, evitando daños permanentes a la biota bentónica, como ocurre con la tubería de agua potable que al carecer de estructura de sujeción está generando un daño continuo y permanente en el fondo marino (Figura VII.3-1).



**Figura VII.3-1. Detalle de un tramo de la tubería que surte agua potable a Holbox.**

Se observa en la Figura VII.3-1 el efecto de barrido sobre el sustrato marino por el movimiento ocasionado por oleaje y corriente marina. Nótese la diferencia con la tubería de agua anterior, la cual cuenta con estructuras de fijación.

#### **VII.4. Pronóstico ambiental**

El Sistema Ambiental Regional (SAR) se caracteriza por contener una amplia biodiversidad, presencia de especies protegidas y ecosistemas en buen estado de conservación sobre todo por estar contenido dentro del ANP Yum Balam, en la cual la presencia humana es relativamente baja. No obstante, el SAR está sujeto a una constante presión por el crecimiento urbano de las principales localidades que se ubican dentro del SAR (Chiquilá y Holbox) y las colindantes a éste como Kantunilkín, cabecera municipal de Lázaro Cárdenas, San ángel y Solferino, las cuales han ido ganando espacio a costa de la reducción de selvas y manglar.

La pesca, la agricultura, ganadería, turismo y el consecuente crecimiento urbano se identifican como los principales agentes de cambio en el SAR. Esta tendencia se prevé que continúe en el futuro inmediato, aunque no se desarrolle el Proyecto, situación que, de no concretarse, implicaría continuar suministrando el servicio eléctrico a través de la central de combustión interna a base de diésel.

En este sentido, se considera que el desarrollo y operación del Proyecto no contribuirá en forma importante a la alteración de los ecosistemas pues se ubica en áreas urbanizadas y antropizadas, por lo que no requiere cambio de uso de suelo de selvas. Así mismo, las superficies requeridas por el Proyecto en el medio marino son reducidas y sus efectos negativos son temporales por lo que no alterará el funcionamiento de los ecosistemas del SAR en forma importante y, por el contrario, puede contribuir a eliminar una de las principales fuentes de contaminación atmosféricas de la región.

La tendencia de crecimiento humano se ve como inevitable junto con el deterioro de los ecosistemas del SAR, pero les corresponde a las autoridades locales, junto con la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas, la elaboración planes de desarrollo sustentable que garanticen un crecimiento ordenado de la población sin que se rebase la capacidad de carga de los ecosistemas del SAR, especialmente en la isla Holbox. De igual forma, es responsabilidad de las autoridades locales el mejoramiento de otros servicios básicos como el suministro de agua potable, la ampliación del drenaje y tratamiento de sus aguas residuales y el manejo y disposición adecuada de los residuos, principales problemas ambientales que aquejan a los pobladores de la región.

El Proyecto tiene por objeto cubrir las necesidades básicas inmediatas que en materia de suministro eléctrico requieren actualmente los habitantes de Holbox ante las constantes y cada vez más frecuentes fallas que se han presentado en el suministro. De igual forma, la distribución eficiente y confiable de energía eléctrica puede ayudar en parte a la resolución de dicha problemática ambiental, al contar con la capacidad suficiente para habilitar el funcionamiento adecuado de una estación de transferencia de residuos en Holbox, así como la operación de plantas de tratamiento de aguas residuales.

#### **VII.5. Evaluación de alternativas**

Como se describió en el capítulo II, la selección de la trayectoria del Proyecto en la parte terrestre se definió en función de la única vía de acceso al punto en el cual inicia el tramo submarino. En este sentido, se consideraron dos alternativas; la primera, consideró la

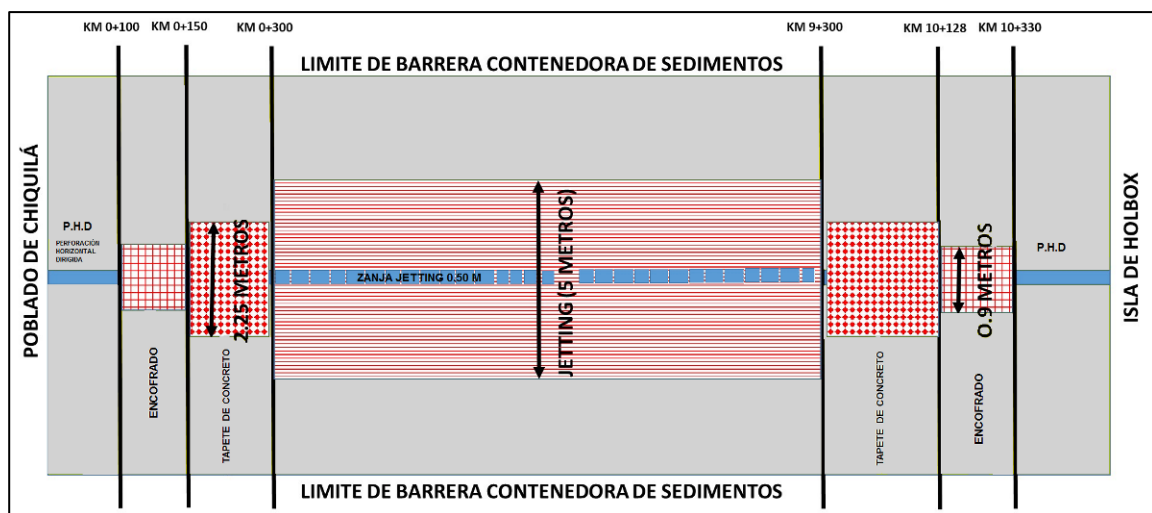


apertura de un derecho de vía nuevo aledaño al derecho de vía de la carretera estatal existente y mediante un Proyecto de línea aéreo. Este arreglo implicaba cambio de uso de suelo y la alteración permanente del paisaje en el área del SAR por la existencia de estructuras de postes y cableado aéreo. Finalmente, la decisión fue utilizar el derecho de vía de la carretera existente y cambiar el diseño del Proyecto de aéreo a subterráneo, con lo cual se evitó completamente el impacto a la vegetación y al paisaje del SAR. Esta alternativa es, con mucho, la mejor desde el punto de vista ambiental y, en consecuencia, no se vislumbra otra alterativa de trazo para el Proyecto en su porción terrestre.

En cuanto al tramo submarino, para ubicar el punto de inicio y término del cable, se tomó en cuenta la infraestructura actual, de tal modo que el Proyecto no implicara un obstáculo para el desarrollo de las actividades locales.

La existencia de manglar en ambas costas, tanto en Chiquilá como Holbox, fue otro de los aspectos a considerar en la selección del trazo submarino. El manglar más conservado se distribuye al oeste y este de las poblaciones de Chiquilá y Holbox, por lo tanto, la única forma de evitar afectar manglar fue ubicar el trazo en las áreas ya urbanizadas, logrando con ello no afectar a un solo individuo de esta especie. La alternativa final en cuanto a la ubicación del trazo del cable es la mejor desde el punto de vista ambiental y de compatibilidad con la infraestructura existente. Por lo anterior, a efecto de disminuir el impacto del tendido del cable sobre el sustrato submarino, se analizó la posibilidad de reducir el área de afectación.

La primera opción del Proyecto contemplaba el tendido de los cuatro hilos que forman el cable submarino en forma separada a 4 m uno del otro, esto como medida de seguridad de la instalación ya que ante el daño que pudiera sufrir el cable por causas naturales o accidentes humanos, siempre quedarían hilos de reserva para mantener la continuidad del servicio. No obstante, dada la presencia de pastos marinos en prácticamente toda la Laguna y con el objeto de disminuir el impacto, se determinó finalmente tender los cuatro hilos en forma conjunta en una sola zanja (Figura VII.5-1).



**Figura VII.5-1. Esquema de áreas de trabajo para el tendido del cable submarino**

Mantener los cuatro hilos en forma separada hubiera significado multiplicar por cuatro las superficies indicadas en la figura anterior, así como el tiempo de utilización de las embarcaciones que se requieren para la maniobra. En virtud del arreglo final la superficie de ocupación en zona de pastos marinos representa apenas el 0.015% de la cobertura

de pastos que se afectaría de manera temporal de la cual solo el 0.0008% del total se afectaría permanentemente.

Si se disminuyen también las actividades de embarcaciones en la Laguna durante el proceso constructivo, con ello disminuye también el riesgo de accidentes con fauna marina y de contaminación por posibles derrames accidentales de combustibles o lubricantes.

En conclusión, se puede afirmar que estas alternativas para el desarrollo del Proyecto consideraron los elementos ambientales y sociales relevantes del SAR, así como las disposiciones establecidas en los instrumentos de planeación y regulación del uso de suelo que apliquen, lo que garantiza el menor impacto posible.

## **VII.6. Conclusiones**

- En términos generales se considera que se trata de un Proyecto de bajo impacto sobre el componente ambiental en lo general y de relativamente alta significancia en el componente socioambiental, en el sentido de mejora de las condiciones para el desarrollo de la población.
- Los impactos negativos más relevantes, que se dan en el sustrato marino, si bien son inevitables también se considera que sus efectos son temporales y se espera la recuperación de la superficie afectada en el mediano plazo. Razón por la cual se puede afirmar que el Proyecto no modifica los procesos naturales de los ecosistemas presentes en el SAR.
- Por otro lado, el Proyecto responde a una necesidad social inmediata ya que el servicio eléctrico de la isla Holbox está rebasado y pone en riesgo a las actividades cotidianas y productivas de sus pobladores sustentadas principalmente en la pesca y el turismo. Ya que la deficiencia en el servicio puede generar pérdidas económicas tanto por fallas en la refrigeración de los productos pesqueros como en la atención a los turistas nacionales y extranjeros.

Finalmente, el beneficio ambiental tal vez más importante que se tendrá con el desarrollo del Proyecto estriba en el hecho de que saldría de operación la planta de combustión interna a base de diésel, con lo cual se dejarían de emitir miles de toneladas de CO<sub>2</sub> anuales. Cabe enfatizar que, de no llevarse a cabo el Proyecto, se tendría que continuar generando con combustibles fósiles y en el corto plazo sería necesario aumentar la capacidad instalada con el subsecuente incremento de emisiones de gases de efecto invernadero a la atmósfera. Por lo anterior, el balance impacto-desarrollo se considera positivo con la operación del Proyecto.

## **CAPÍTULO VIII**

### **IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICO Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LOS ELEMENTOS DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL**

# CONTENIDO

<b>VIII. IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICO Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LOS ELEMENTOS DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL.....</b>	<b>3</b>
VIII.1. Instrumentos metodológicos.....	3
VIII.1.1. Caracterización del fondo marino.....	3
VIII.1.2. Caracterización hidrodinámica.....	4
VIII.1.3. Caracterización de componentes fisicoquímicos del agua.....	4
VIII.1.4. Caracterización de la fauna terrestre.....	5
VIII.1.5. Caracterización del plancton.....	6
VIII.1.6. Caracterización del necton.....	6
VIII.1.7. Caracterización del bentos.....	7
VIII.1.8. Caracterización mamíferos marinos y reptiles.....	7
VIII.1.9. Caracterización de los pastos marinos.....	8
VIII.1.10. Caracterización las pesquerías.....	8
VIII.2. Cartografía.....	9
VIII.3. Fotografías.....	26
VIII.4. Glosario de términos.....	26
VIII.5. Referencias bibliográficas.....	29
VIII.5.1. Datos generales del Proyecto.....	29
VIII.5.2. Proceso constructivo.....	29
VIII.5.3. Vinculación con los instrumentos de planeación y ordenamientos jurídicos aplicables.....	30
VIII.5.4. Descripción del Sistema Ambiental Regional (SAR) y señalamiento de tendencias de desarrollo y deterioro de la región.....	32
VIII.5.5. Identificación, Caracterización de los impactos ambientales, acumulativos y residuales del Sistema Ambiental Regional.....	52
VIII.5.6. Pronósticos Ambientales Regionales y Evaluación de alternativas.....	52
XIII.6. Otros Anexos.....	53

## **VIII. IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICO Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LOS ELEMENTOS DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL**

En términos generales se considera que se trata de un Proyecto de bajo impacto sobre el componente ambiental en lo general y de relativamente alta significancia en el componente socioambiental en el sentido de mejora de las condiciones para el desarrollo de la población.

Los impactos negativos más relevantes, que se dan en el sustrato marino, si bien son inevitables también se considera que sus efectos son temporales y se espera la recuperación de la superficie afectada en el mediano plazo. Razón por la cual se puede afirmar que el Proyecto no modifica de manera significativa los procesos naturales de los ecosistemas presentes en el SAR.

Por otro lado, el Proyecto responde a una necesidad social inmediata ya que el servicio eléctrico de la isla Holbox está rebasado y pone en riesgo a las actividades cotidianas y productivas de sus pobladores sustentadas principalmente en la pesca y el turismo. La deficiencia en el servicio puede generar pérdidas económicas tanto por fallas en la refrigeración de los productos pesqueros como en la atención a los turistas nacionales y extranjeros.

Finalmente, el beneficio ambiental tal vez más importante que se tendrá con el desarrollo del Proyecto estriba en el hecho de que saldría de operación la planta de combustión interna a base de diésel con lo cual se dejarían de emitir miles de toneladas de CO<sub>2</sub> anuales. Cabe enfatizar que, de no llevarse a cabo el Proyecto, se tendría que continuar generando con combustibles fósiles y en el corto plazo sería necesario aumentar la capacidad instalada con el subsecuente incremento de emisiones de gases de efecto invernadero a la atmósfera. Por lo anterior, el balance impacto-desarrollo se considera positivo con la operación del Proyecto.

### **VIII.1. Instrumentos metodológicos**

#### **VIII.1.1. Caracterización del fondo marino**

La configuración del fondo marino se definió con base en el levantamiento batimétrico del sitio, y de la distribución granulométrica del sedimento que lo forma. Con la configuración batimétrica se obtuvieron las profundidades a lo largo del sistema lagunar, incluyendo la boca lagunar, de aproximadamente 10 km de largo, y el cuerpo lagunar, de 10 km de ancho por 38 de largo. De igual forma, se muestran los transectos levantados, con un espaciamiento a cada 500 metros, en el cuerpo lagunar y de 100 metros en la boca. Con la finalidad de obtener más detalle sobre el trazo del Proyecto, se realizaron seccionamientos transversales a dicho trazo cada 100 m.

El trabajo se realizó mediante equipo integral de batimetría, ecosonda digital y sistema de posicionamiento global. El sistema de coordenadas es topográfico, con origen URM en el vértice CHQ-BN-1, ligado a la Red Geodésica Nacional Activa del INEGI, a la estación MERI, ubicada en Mérida, Yucatán, con las coordenadas: LN 20° 58' 48,16346" y LW 89° 37' 13,14324".

En el marco de referencia ITRF08, ÉPOCA 2010, el sistema de elevaciones fue referido a la misma estación fija, del INEGI, con una altura ortométrica de 21,327 msnmm, la propagación de elevaciones se realizó con equipos receptores GPS y para el cálculo de las alturas ortométricas se utilizó el modelo Geoidal EGM-08. El sistema de coordenadas es UTM 16, ITRF 08, época 2010. Las elevaciones están referidas al NMM, la marea fue medida mediante GPS en modo RTK, las acotaciones están en metros, espaciadas a cada metro.

La caracterización batimétrica se basa en el levantamiento de secciones transversales al eje principal en la Laguna Yalahua y en la Boca de la misma, con las cuales se cubrió la totalidad del espejo de agua.

### **VIII.1.2. Caracterización hidrodinámica**

La caracterización del clima marítimo en el sistema lagunar se apoyó en la medición puntual de parámetros como, oleaje, corrientes y la superficie del agua en el sitio, de manera continua, durante 4 meses, información que servirá para establecer la línea base del sistema, es decir las condiciones actuales.

Además, la información recopilada servirá como dato de entrada para los modelos hidrodinámicos y de transporte de sedimentos que se implementaran para establecer las condiciones de Proyecto.

Con la finalidad de cumplir con los objetivos de caracterización de parámetros oceanográficos en el área de estudio, se instalaron 2 equipos oceanográficos dentro de la Laguna Yalahau: el primer equipo (EQ1) se instaló en la parte central de la laguna y el costado oeste del trazo principal de navegación; el segundo (EQ2) se instaló cercano a la boca de comunicación de la laguna con el mar.

Los equipos que se instalaron corresponden a dos S4 InterOcean los cuales registraron series de tiempo de corrientes, variaciones del mar provocadas por marea y oleaje, así como el parámetro de temperatura del agua. La velocidad se estima a partir del principio de la caja de Faraday, además cuenta con sensores de presión y temperatura.

Una vez colocados, los equipos fueron programados para registrar el oleaje cada hora durante 18 min, con un intervalo de frecuencia de muestreo de 2 Hz, las características de programación se consideraron de acuerdo con las condiciones locales de clima marítimo en dicha zona de interés. Adicionalmente, el equipo fue programado para medir las corrientes, superficie libre y temperatura, cada 15 minutos durante un minuto, almacenando el valor promedio del minuto medido. Para esta primera recuperación el tiempo de medición fue de 36 días iniciando el 01 de marzo de 2018 a las 12:00 hrs hasta el 06 de junio de 2018 a las 09:00 hrs.

### **VIII.1.3. Caracterización de componentes fisicoquímicos del agua**

Los parámetros físicos y químicos del agua en la Laguna Yalahau fueron determinados en 14 puntos distribuidos en áreas de interés dentro de la laguna con la intención de establecer una visión integral y completa del SAR.

El posicionamiento geográfico de estos puntos se realizó con un GPS marca GARMIN modelo eTREX 10. Durante los días de trabajo en campo (del 13 al 18 de febrero de 2018).

Para cada punto se realizaron lecturas *in situ* además de tomas de muestra para determinar los siguientes parámetros: temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ), oxígeno disuelto ( $\text{mg L}^{-1}$ ), pH (U pH), salinidad (UPS), sólidos disueltos totales ( $\text{mg L}^{-1}$ ), transparencia (m), turbidez (NTU), sólidos en suspensión ( $\text{mg L}^{-1}$ ), demanda bioquímica de oxígeno ( $\text{mg L}^{-1}$ ), demanda química de oxígeno ( $\text{mg L}^{-1}$ ), nitratos ( $\text{mg L}^{-1}$ ), nitritos ( $\text{mg L}^{-1}$ ), amonio ( $\text{mg L}^{-1}$ ) y fosfatos ( $\text{mg L}^{-1}$ ).

Los registros se tomaron de manera superficial con una sonda multiparamétrica portátil (HANNA HI9828), con previa calibración. Una vez en sitio se procedió a introducir la sonda en cada uno de los puntos a la profundidad definida para la toma y registro de la lectura. Los parámetros determinados mediante este método fueron, temperatura, oxígeno disuelto, pH, salinidad, y sólidos disueltos totales.

La transparencia o penetración de la luz en la columna de agua se determinó sumergiendo el disco de Secchi. Se tomó el registro de la profundidad en la cual el mismo dejó de ser visible. Dicha actividad fue realizada por un solo muestreador.

Para determinar el nivel de turbidez en cada punto de la laguna, se utilizó la botella Van Dorn para obtener una muestra de agua a 1 metro de profundidad y llenar con ésta uno de los viales de vidrio especiales, el cual se secó y limpió perfectamente para colocarlo en la celda del turbidímetro (Hach 2100Q) y proceder a la toma de la lectura correspondiente.

Los parámetros químicos del agua siguientes: sólidos en suspensión, demanda bioquímica de oxígeno, demanda química de oxígeno, nitratos, nitritos, amonio y fosfatos, fueron determinados por un laboratorio certificado.

En campo se realizó la toma de muestras de agua a un metro de profundidad en cada punto con una botella Van Dorn, así fueron llenados los recipientes indicados por el laboratorio (2 L y 250 mL). Estos fueron etiquetados para su correcta identificación y colocados en hielo para su preservación a  $4\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Finalmente, este material fue traslado y entregado al laboratorio para llevar a cabo el análisis correspondiente.

#### **VIII.1.4. Caracterización de la fauna terrestre**

Para el inventario de las especies registradas en campo, se realizaron 8 puntos de muestreo en el SAR, para los cuales se llevaron a cabo en los distintos hábitats presentes en el área de estudio. El trabajo de campo consistió en el registro de especies de vertebrados terrestres que se distribuyen en el Sistema Ambiental Regional (SAR), empleando transectos lineales y puntos de conteo fijos. Se realizó el registro directo de los organismos (observación y registros fotográficos de organismos), así como la identificación de evidencias indirectas (huellas, heces, cadáveres, nidos, cantos, y entrevistas informales con gente de la región). Para los diferentes grupos taxonómicos se utilizaron técnicas específicas para su estudio.

El objetivo del estudio consistió en realizar un inventario de la fauna terrestre, en las áreas más representativas de la vegetación existente en el SAR, lo anterior para poder inferir en evaluaciones o diagnósticos ambientales, así como para contribuir con la elaboración de planes de manejo de fauna en la región. Para lo anterior, se integró un equipo de especialistas, el cual organizó las diferentes actividades realizadas durante el estudio en

campo, considerando la identificación taxonómica de los organismos faunísticos observados.

Las metodologías empleadas estuvieron dirigidas a:

- a) Clasificación del hábitat; se realizó basado en las características fisonómicas de la vegetación, las cuales reflejan la condición actual del hábitat.
- b) Recopilación de la Información; sobre la presencia de especies de anfibios, reptiles, aves y mamíferos terrestres con presencia potencial para el SAR.
- c) Observación; registro y determinación taxonómica de las especies de vertebrados presentes en el SAR.
- d) Estimación de la riqueza y abundancia; durante el trabajo de campo.
- e) Cálculo del Índice de diversidad de las especies registradas.

#### **VIII.1.5. Caracterización del plancton**

Los muestreos para la obtención de plancton se realizaron en el mes de febrero, con doce sitios de muestreo repartidos en los puntos que pudieran reflejar las condiciones del sistema.

En cada sitio se realizó un arrastre con una red planctónica de 300 micras para obtener zooplancton y con una red de 150 micras se obtuvo el fitoplancton, el filtrado se concentró a un volumen de un litro, mismo al que se le añadió formol hasta formar una solución final al 4% (Norgrady *et al.*1993).

Cada muestra fue etiquetada con los datos de la localidad, hora, sitio, fecha y se transportaron al laboratorio para su análisis posterior.

En laboratorio se concentraron las muestras de zooplancton. Posteriormente se colocó un mililitro de muestra homogeneizada en una cámara de Sedgewick-Rafter para contar los organismos. Se realizaron cinco conteos para cada muestra de zooplancton y fitoplancton, registrándose las abundancias de las especies. Para el caso del zooplancton se revisaron las muestras en un microscopio estereoscópico para separar ejemplares y tomar fotografías. Para obtener las fotografías de fitoplancton se colocaron las muestras en un microscopio óptico.

Una vez identificadas y contabilizadas las especies de plancton, se calculó el índice de diversidad de Shannon-Wiener con el programa Past3 para el fitoplancton y el zooplancton por separado, a fin de comparar espacialmente los datos obtenidos por cada grupo. Con los datos obtenidos se realizaron análisis de frecuencia, gráficos de abundancia relativa, abundancias máximas y un análisis de correspondencia canónica (CCA).

#### **VIII.1.6. Caracterización del necton**

El registro de los organismos nectónicos se realizó mediante la revisión de la captura pesquera, esto para evitar al máximo cualquier alteración a las comunidades presentes. Los organismos se obtuvieron por medio de los pescadores del sitio y fueron fotografiados para su posterior identificación.



Todos los individuos fotografiados fueron identificados a nivel de especie, a partir de literatura especializada y guías de identificación para el Golfo de México y el Caribe, la identificación se hizo con base en las características físicas y morfológicas de los organismos (Carleton Ray *et al.* 1999 y Kells Val. *et al.* 2011).

#### **VIII.1.7. Caracterización del bentos**

El registro de los organismos bentónicos se realizó mediante tres técnicas de muestreo: fotocuadrantes, revisión de la captura pesquera y obtención de muestras del fondo.

Para el registro de los fotocuadrantes se procedió a realizar inmersiones en aquellos puntos donde la visibilidad de fondo lo permitía. Una vez en el fondo se colocó un transecto lineal de 30 metros con ayuda de una cinta métrica, y utilizando un cuadrante de 25 cm<sup>2</sup> como referencia, se fueron tomando fotografías del fondo a ambos lados de la cinta cada metro. Esta técnica se utilizó en 4 de los puntos de muestreo.

De manera representativa, se obtuvieron organismos del fondo a través de los arrastres realizados por pescadores dentro de diversas áreas de la Laguna. El material capturado en la red se depositó en un contenedor y se revisó para contabilizar y fotografiar a todos los organismos. La mayoría de este material logró regresarse vivo a la Laguna y sólo los ejemplares muy pequeños fueron depositados en recipientes de plástico y preservados con formol al 4% para su posterior revisión en el laboratorio.

En cada punto se recolectó una muestra de sedimento del fondo para complementar el registro de los organismos bentónicos (EM). Estas muestras se depositaron en bolsas de plástico y se les extrajo la mayor cantidad de agua posible, se preservaron en frío y se les adicionó alcohol al 70,0% para fijar a los organismos contenidos en estas.

#### **VIII.1.8. Caracterización mamíferos marinos y reptiles**

El análisis se realizó mediante la recopilación de diferentes fuentes de información bibliográfica, así como de trabajo en campo:

Como parte del trabajo en gabinete se realizó la recopilación de diferentes notas de divulgación, artículos científicos, fichas técnicas, reportes de Proyectos, evaluaciones ecológicas resultados de diagnósticos y monitoreos de los manglares de la zona de interés. También se revisaron diversas Manifestaciones de Impacto Ambiental, así como documentaciones fotográficas acerca de la fauna silvestre del Área de Protección de Flora y Fauna Yum Balam.

Se revisó el estado actual de conservación de la especie en la NOM-059-SEMARNAT-2010 y en la lista roja de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN); también se indagó sobre sus zonas de distribución en la IUCN y la Naturalista para la elaboración del polígono en donde se presenta la especie dentro del Área de Protección de Flora y Fauna Yum Balam.

El registro de la información para realizar el análisis se obtuvo mediante recorridos en la porción lagunar. De manera particular, en la porción lagunar, durante los trabajos de caracterización de la Biota Marina, se realizaron observaciones de manera directa de los mamíferos y reptiles que se indican en el presente estudio, para lo cual se procedió a

registrar su ubicación, especie y en su caso, número de individuos. Por otro lado, cuando fue posible, se tomó registro mediante fotografías.

### **VIII.1.9. Caracterización de los pastos marinos**

La identificación de pastos marinos se realizó mediante clasificación supervisada por medio del software Qgis, empleando imágenes Landsat 7 utilizando una combinación de bandas falso color 3,2,1, siendo esta la combinación más recomendada por INEGI para el análisis de objetos bajo el agua.

Se realizó un total de cuatro clasificaciones, con la finalidad de conocer los cambios en el tiempo en distribución y densidad de pastos marinos. Las primeras dos clasificaciones corresponden al año 2005 en los meses de febrero y octubre esto con la finalidad de conocer las distribuciones de los pastos marinos antes y después de un evento de huracán y tener un panorama de la recuperación de los mismos; como sitios de entrenamiento se empleó información obtenida de la literatura.

La tercera clasificación fue realizada utilizando como referencia una clasificación realizada previamente, y la cuarta y última clasificación supervisada fue realizada empleando una imagen de febrero de 2018 correspondiente a la fecha de trabajo de campo, como sitios de entrenamiento fue empleada una rejilla de 100 puntos estableciendo 4 clases (>0 -25, >25-50, >50-75, >75).

Una vez obtenidas las imágenes en formato TIFF de cada una de las clasificaciones se hizo un cálculo de geometría mediante análisis de polígonos con el objetivo de obtener la superficie que ocupan los pastos marinos, en el caso de la clasificación correspondiente a 2018 este análisis de polígonos se realizó en cada una de las clases de la imagen, así como también fue realizada un análisis de intersección para conocer la superficie de pastos marinos que se encuentra tanto en el Área de Influencia Directa como en el Sitio de Proyecto y de esta manera reconocer la superficie y densidad de pastos marinos que pudiera verse afectada con el Proyecto.

### **VIII.1.10. Caracterización las pesquerías**

El registro de la información para realizar el análisis de pesquerías se obtuvo mediante dos técnicas de estudio: aplicación de una entrevista y elaboración de fichas técnicas de las especies que se capturan en el área.

A los diferentes participantes de las cooperativas y comercializadoras pesqueras de la Isla Holbox y del Puerto de Chiquilá, se les aplicó las entrevistas. Las cuales fueron semiestructuradas

Las preguntas de la entrevista se dividieron en tres temas; recursos pesqueros y artes de pesca, remuneración económica y percepción de la pesca:

- 1) Recursos pesqueros y artes de pesca. El tópico fue exclusivo para conocer cuáles son las especies que más capturan y con qué arte se pesca. Se fotografiaron cada una de las especies en campo para su identificación taxonómica.
- 2) Remuneración económica. Para discernir que especies les generan mayores ingresos en el año y como los califica; y

- 3) Percepción de la pesca. Este rubro se enfocó en evaluar la actividad pesquera a partir de las principales problemáticas que se perciben por parte de los que habitan en las comunidades pesqueras.

## VIII.2. Cartografía

Para la descripción de la región de estudio y sus diferentes elementos, la ubicación del área del Proyecto y sus características, así como la identificación de impactos se presentan las siguientes cartas:

- Carta A.0: Plano de Ubicación General
- Carta A.1: Plano de Ubicación Holbox
- Carta A.2: Plano de Ubicación Chiquilá
- Carta B.0: Plano de Clima
- Carta C.0: Plano de Geología
- Carta D.0: Plano de Geomorfología
- Carta E.0: Plano de Fisiografía
- Carta F.0: Plano de Suelos
- Carta G.0: Plano de Hidrología
- Carta H.0: Plano de Vegetación
- Carta I.0: Plano de Fauna Mamíferos
- Carta I.1: Plano de Fauna Aves
- Carta J.0: Plano de Pastos Marinos General
- Carta J.1: Plano de Pastos Marinos 2018
- Carta J.2: Plano de Pastos Marinos 2014
- Carta J.3: Plano de Pastos Marinos 2005

### VIII.3. Fotografías

Con la intención de simplificar la búsqueda de las imágenes fotográficas en el documento, se anexan en cada Apéndice las fotos referentes a cada tema.

### VIII.4. Glosario de términos

**Área de influencia:** espacio físico asociado al alcance máximo de los impactos directos e indirectos ocasionados por el Proyecto en el sistema ambiental o región, y que alterará algún elemento ambiental.

**Cambio climático:** un cambio de clima atribuido directa o indirectamente a la actividad humana que alterara la composición de la atmósfera mundial y que se suma a la variabilidad natural del clima observada durante períodos de tiempo comparables.

**Desarrollo sustentable:** es el progreso social, económico y político dirigido a satisfacer las necesidades de las generaciones actuales sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades; es el mejoramiento de la calidad de vida humana sin sobrepasar la capacidad de carga de los ecosistemas que la sustentan; es un concepto multidimensional que abarca las diversas esferas de la actividad humana: económica, tecnológica, social, política y cultural.

**Desequilibrio ecológico grave:** alteración significativa de las condiciones ambientales en las que se prevén impactos acumulativos, sinérgicos y residuales que pueden ocasionar la destrucción, aislamiento o fragmentación de ecosistemas.

**Ecosistema estratégico:** es aquel (o aquellos), de los que depende directamente el funcionamiento y el bienestar de la sociedad. Su carácter estratégico deriva de la dependencia que respecto a ellos tienen los procesos básicos de la sociedad.

**Ecosistemas ambientalmente sensibles:** son aquellos que tienen una muy alta y comprobada sensibilidad del deterioro de las condiciones, por mínimas que éstas sean, de la calidad de su ambiente, derivadas de la introducción de presiones externas.

**Entorno:** es el área de influencia de un Proyecto, plan o programa.

**Emisiones:** se entiende la libración de gases de efecto invernadero o sus precursores en la atmósfera en un área y un periodo de tiempo especificado.

**Escenario:** descripción integral de una situación en el futuro como consecuencia del pasado y el presente, usualmente como varias alternativas: posibles o probables; es un insumo a la planeación a largo plazo para el diseño de estrategias viables. Su propósito es anticipar el cambio antes de que éste se vuelva abrumador e inmanejable.

- Estudio de impacto ambiental:** documento que presenta la información sobre el medio ambiente, las características de la actividad a desarrollar (o Proyecto) y la evaluación de sus afectaciones al medio ambiente.
- Evaluación ambiental:** predicción, identificación, caracterización y valoración de los impactos ambientales aunado con el diseño de medidas de prevención, mitigación y compensación.
- Evaluación ambiental estratégica:** es el proceso sistemático mediante el cual se consideran los impactos ambientales de políticas, planes y programas y cuyos resultados apoyan la toma de decisiones en los niveles iniciales con el objeto de alcanzar un desarrollo sustentable.
- Evaluación ambiental regional:** es el proceso de establecer las implicaciones ambientales acumulativas a escala regional, de desarrollos multisectoriales durante un cierto periodo y dentro de su entorno.
- Gases efecto invernadero:** se entiende aquellos componentes gaseosos de la atmósfera, tanto naturales como antropógenos, que absorben y remiten radiación infrarroja.
- Impactos acumulativos:** efecto en el ambiente que resulta de la adición de los impactos que potencialmente puede generar una obra o actividad, con los que ya generaron otras obras sobre el mismo componente ambiental o que actualmente los están generando.
- Impacto ambiental:** modificación del medio ambiente ocasionada por la acción del hombre.
- Impactos indirectos:** variedad de impactos o efectos significativos distintos de los causados de manera directa por un Proyecto. Son causados por desarrollos y actividades colaterales desencadenadas por el Proyecto cuya magnitud es significativa e incluso mayor que la ocasionada por el Proyecto; impactos que son producidos a menudo lejos de la fuente o como resultado de un proceso complejo. A veces se designa como impactos secundarios o terciarios.
- Impactos potenciales:** posibles modificaciones del medio derivadas de una acción humana proyectada; riesgo de impacto de una actividad humana en marcha o que se derivará de una acción en Proyecto, en caso de ser ejecutado. Pueden ser directos, indirectos, acumulativos o sinérgicos.
- Impactos residuales:** impactos que persisten después de la aplicación de medidas de mitigación.
- Impacto ambiental residual:** Impacto que persiste después de la aplicación de las medidas de mitigación.
- Impactos sinérgicos:** aquel que se produce cuando el efecto continuo de la presencia simultánea de varias acciones supone una incidencia ambiental mayor que la suma de las incidencias individuales consideradas aisladamente.

**Indicador:** la palabra indicador viene del verbo latín *indicare*, que significa mostrar, anunciar, estimar o asignar un precio. Los indicadores son parámetros (por ejemplo, una medida o propiedad observada), o algunos valores derivados de los parámetros (por ejemplo, modelos), que proporcionan información sobre el estado actual de los ecosistemas, así como patrones o tendencias (cambios) en el estado del medio ambiente, en las actividades humanas que afectan o están afectadas por el ambiente o sobre las relaciones entre tales variables.

**Indicador de impacto ambiental:** expresión cuantificable de un impacto ambiental; variable simple o expresión más o menos compleja que mejor representa la alteración al medio ambiente; elementos del medio ambiente afectado o potencialmente afectado por un agente de cambio, evaluado de manera cuantitativa.

**Índice:** es una agregación de estadísticas y/o de indicadores, que resume a menudo una gran cantidad de información relacionada, usando algún procedimiento sistemático de ponderación, escala y agregado de variables múltiples en un único resumen.

**Medidas correctivas:** el conjunto de medidas ya sean de prevención, control, mitigación, compensación o restauración.

**Medidas de mitigación:** conjunto de acciones que deberá ejecutar el promovente para atenuar los impactos 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 compensación:** conjunto de acciones para contrarrestar el daño causado por un impacto al ecosistema. Por lo general los impactos ambientales que requiere compensación son en su gran mayoría irreversibles. Algunas de las actividades que se incluyen en este tipo de medidas son la repoblación vegetal o la inversión en obras de beneficio al ambiente.

**Medida de prevención:** son aquellas encaminadas a impedir que un impacto ambiental se presente. Entre ellas se encuentran las actividades de mantenimiento, planes y programas de emergencia y algunas otras medidas encaminadas al mismo fin.

**Medio ambiente:** sinónimo de ecosistema y compuesto por elementos (estructura) y su funcionamiento (interacciones).

**Programa de vigilancia ambiental:** consiste en la programación de las medidas, acciones y políticas a seguir para: prevenir, eliminar, reducir y/o compensar los impactos adversos que el Proyecto o el conjunto de Proyectos pueden provocar en cada fase de su desarrollo.

**Región:** espacio geográfico ambientalmente homogéneo, resultado de la interacción de sus diversos componentes (bióticos y abióticos), cuya delimitación deriva de la uniformidad y continuidad de los mismos.

**Resiliencia:** medida de habilidad o capacidad que tiene un ecosistema de absorber estrés ambiental sin cambiar sus patrones ecológicos característicos, esto implica la habilidad del ecosistema para reorganizarse bajo las tensiones ambientales y establecer flujos de energía alternativos para permanecer estable sin perturbaciones severas, sólo con algunas modificaciones menores en su estructura.

**Sistema ambiental:** Espacio finito definido con base en las interacciones entre los medios abiótico, biótico y socio-económico de la región donde se pretende establecer el Proyecto, generalmente formado por un conjunto de ecosistemas y dentro del cual se aplicará un análisis de los problemas, restricciones y potencialidades ambientales y de aprovechamiento.

**Sondeo** (Screening): fase de consulta, previa a la Evaluación del Impacto Ambiental, en la que se decide si una actividad debe someterse al procedimiento de EIA. La decisión comúnmente la determina la autoridad ambiental.

**Sustentabilidad:** es un estado ideal en el que el crecimiento económico y el desarrollo debieran ocurrir y ser mantenidos en el tiempo dentro los límites impuestos por el ambiente. La sustentabilidad es una visión de futuro y el Desarrollo Sustentable la estrategia para alcanzarla; implica comprender los límites y características de la naturaleza, leyes naturales que los gobiernan; la sustentabilidad se basa en las teorías ecológicas de sustentabilidad natural de los ecosistemas.

## VIII.5. Referencias bibliográficas

### VIII.5.1. Datos generales del Proyecto.

CENAPRED Gobierno del estado de Quintana Roo. <http://www.qroo.gob.mx/eje-2-gobernabilidad-seguridad-y-estado-de-derecho/proteccion-civil>

SEMARNAT, 2012.- Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe.

### VIII.5.2. Descripción de las obras o actividades y, en su caso de los programas y planes de desarrollo.

Coordinación Estatal de Protección Civil. (2018). Consultado marzo 2018: <http://qroo.gob.mx/segob/coeproc>

CONANP. (2018). <http://sig.conanp.gob.mx/website/pagsig/>

CONABIO. (2018). <http://www.conabio.gob.mx/informacion/gis/>

INECC. (2016). Vulnerabilidad al cambio climático. Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático Consultado abril 2018: <https://www.gob.mx/inecc/acciones-y-programas/vulnerabilidad-al-cambio-climatico-en-los-municipios-de-mexico>.

INEGI, (2012). Clasificación para Actividades Económicas

INEGI, (2016). Estadísticas a propósito del día mundial del medio ambiente (5 de junio), pp 1-9.

- RED, 2015. Red Eléctrica de España. Proyecto de ejecución de la conexión eléctrica a 132 kV SC ENTRE Lanzarote (SE Playa Blanca) y Fuerte Ventura (SE la Oliva).
- CFE, 2017. Proyecto: Construcción de un tramo submarino 1C-3F-4H-34.5 KV-10.5 KM-500. "Trayectoria subterránea 1C-3F-4H-34.5 KV-1KM-500 Chiquilá". Gerencia Divisional de Distribución Peninsular.
- CFE, 2017. Proyecto: Construcción de un tramo submarino 1C-3F-4H-34.5 KV-10.5 KM-500. "Acometida subterránea del cable marino 1C-3F-4H-34.5 KV-0,27KM-500 Isla Holbox". Gerencia Divisional de Distribución Peninsular.
- CFE, 2107. Proyecto: Construcción de un tramo submarino 1C-3F-4H-34.5 KV-10.5 KM-500. Gerencia Divisional de Distribución Peninsular.

### **VIII.5.3. Vinculación con los instrumentos de planeación y ordenamientos jurídicos aplicables**

- Ballhorn *et.al.* (2014). Establishing the baseline for seagrass and mangrove area cover in four Marine and Coastal Priority Protected Areas within the Meso-American Reef area Yum Balam Protection Area for Flora and Fauna, México Report.
- CONABIO. (2016). Portal de Información. Sistema Nacional de Información sobre Biodiversidad. Biodiversidad. Monitoreo de Manglares. Manglares de México, Actualización y exploración de los datos del sistema de monitoreo 2016 [http://www.biodiversidad.gob.mx/ecosistemas/manglares2013/pdf/folleto\\_manglares\\_web.pdf](http://www.biodiversidad.gob.mx/ecosistemas/manglares2013/pdf/folleto_manglares_web.pdf).
- Gobierno del Estado de Quintana Roo (2018). Plan Estatal de Desarrollo 2016-2022, <http://www.quintanaroo.gob.mx/ped>.
- Gobierno del Estado de Quintana Roo (2018). Programa Estatal de Desarrollo Urbano de Quintana Roo.
- Gobierno del Estado de Quintana Roo (2018). Programa Estatal de Acción ante el Cambio Climático de Quintana Roo <http://qroo.gob.mx/sema/descargas-relacionadas-con-la-direccion-de-cambio-climatico>.
- H. Congreso de la Unión. Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente. DOF 28-01-988.
- H. Congreso de la Unión. Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos. DOF 08-10-2003.
- H. Congreso de la Unión. Ley de Vertimientos en las Zonas Marinas Mexicanas. DOF 17-01-2014.
- H. Congreso de la Unión. Ley General de Bienes Nacionales. DOF 20-05-2004.
- ANP de competencia federal. <http://www.quintanaroo.gob.mx/eje-5-crecimiento-ordenado-con-sustentabilidad-ambiental/areas-naturales-protegidas>.
- Bojórquez-Tapia, L.A., Ezcurra, E. y García, O. (1998) Appraisal of environmental impacts and mitigation measures through mathematical matrices, Journal of Environmental Management, 53, pp. 91-99.



- CONANP. Humedales de México. <http://ramsar.conanp.gob.mx>
- CONANP. [http://sig.conanp.gob.mx/website/pagsig/anps\\_decretadas/lista\\_anps.pdf](http://sig.conanp.gob.mx/website/pagsig/anps_decretadas/lista_anps.pdf)
- CONANPA ANP Yum Balam. <https://simec.conanp.gob.mx/ficha.php?anp=44&=11>  
<http://www.cofemersimir.gob.mx/portales/resumen/41450>
- CCA (2016), Carbono azul en América del Norte: evaluación de la distribución de los lechos de pasto marino, marismas y manglares, y su papel como sumideros de carbono, Comisión para la Cooperación Ambiental, Montreal, Canadá, 58 pp.
- Cervantes Maldonado, A., E. Quintero 2016. La importancia de conservar las praderas de pastos marinos. CONABIO. Biodiversitas, 128:12-16.
- Conesa-Fernández, V. 1997. Guía metodológica para la evaluación del impacto ambiental. 3ª ed. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid, España, 412 pp.
- Gobierno de Quintana Roo. <http://www.quintanaroo.gob.mx/>
- H. Congreso de la Unión. Ley Federal del Mar. DOF 08-01-1986.
- H. Congreso de la Unión. <http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/index.htm>.
- POEMyRGMMyMC. (2012). Consultado en febrero 2018:  
[http://www.semarnat.gob.mx/archivosanteriores/temas/ordenamientoecologico/Documents/documentos%20decretados/actualizacion\\_2012/poemr\\_gmmc\\_dof\\_2012\\_11\\_24.pdf](http://www.semarnat.gob.mx/archivosanteriores/temas/ordenamientoecologico/Documents/documentos%20decretados/actualizacion_2012/poemr_gmmc_dof_2012_11_24.pdf).
- SEMA. (2017). Consultado en mayo 2018: <http://qroo.gob.mx/sema/descargas-relacionadas-con-la-direccion-de-cambio-climatico>.
- SEGOB, 2013. Plan Nacional de Desarrollo.
- SENER, 2013. Programa Sectorial de Energía.
- SEMARNAT, 2013. Estrategia Nacional de Cambio Climático Visión 10-20-40.
- SEMARNAT, 2012. Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio.
- SEMARNAT, 2012. Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe
- SEMARNAT. (2012). Consultado en mayo 2018:  
[http://www.semarnat.gob.mx/archivosanteriores/temas/ordenamientoecologico/Documents/documentos\\_bitacora\\_oegt/dof\\_2012\\_09\\_07\\_poegt.pdf](http://www.semarnat.gob.mx/archivosanteriores/temas/ordenamientoecologico/Documents/documentos_bitacora_oegt/dof_2012_09_07_poegt.pdf)
- H. Congreso de la Unión. Ley General de Vida Silvestre. DOF 03-07-2000.
- SEMARNAT, 2012. Guía para la integración de la Manifestación del Impacto Ambiental (MIA) en su modalidad regional
- Sitios RAMSAR (2016). Consultado en febrero 2018:  
[https://www.ramsar.org/sites/default/files/documents/library/4th\\_strategic\\_plan\\_2016\\_2024\\_s.pdf](https://www.ramsar.org/sites/default/files/documents/library/4th_strategic_plan_2016_2024_s.pdf).

#### VIII.5.4. Descripción del Sistema Ambiental Regional (SAR) y señalamiento de tendencias de desarrollo y deterioro de la región.

- Aguilar M. X. Casas A. G. 2005. Ficha técnica de *Crocodylus moreletii*. En: Aguilar M. X. (compilador). Algunas especies de anfibios y reptiles contenidos en el Proyecto de Norma Oficial Mexicana PROY-NOM-059-ECOL-2000. Facultad de Ciencias, Universidad Autónoma del Estado de México. Bases de datos SNIB-CONABIO. Proyecto No. W035. México, D.F.
- Aguilar-Hernández, V. D. y U. Ordoñez-López., 2002. Análisis prospectivo de la comunidad de peces de la laguna de Yalahau, Q. Roo, México. Res. III Congreso Nacional de Ictiología 6.
- Aguilar-Salazar, E., J. de D. Martínez-Aguilar, C. Aguilar-Cardozo, R. Figueroa Paz y F. Figueroa-Paz. (2000). Pesca de prospección con redes de enmalle en la Laguna de Yalahau, Quintana Roo. Informe final del Proyecto. Abril 1999-Abril 2000. Fideicomiso pesquero de Quintana Roo, CRIP Puerto Morelos, INP. 22 p.
- Alderete, M. M. J. 2010. Ecología trófica del tiburón ballena (*Rhincodon typus*) en zonas de agregación de la Isla Holbox, Quintana Roo. Tesis de maestría. CIBNOR.
- Aleyev, Y. G. (1997). Nekton. Dr. W. Junk b.v. Publishers, The Hague.
- Alongi D.M. (2012). Carbon sequestration in mangrove forests. Carbon Management, 3, 313-322.
- Álvarez-Cadena, J. N. Almaral-Mendivil, A. R. Ordoñez-López, U. Uicab-Sabido, A. (2008). Composición, abundancia y distribución de las especies de quetognatos del litoral norte del Caribe de México. Hidrobiológica 18: 37-48 pp.
- Álvarez-Cadena, J. N., Ordoñez-López, U., Valdéz-Lozano, D., Almaral-Mendivil, A. R. & Uicab-Sabido, A. 2007. Estudio anual del zooplancton: composición, abundancia, biomasa e hidrología del norte de Quintana Roo, mar Caribe de México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*. 78: 421-430.
- Álvarez-Góngora, C.C. & J.A. Herrera-Silveira. 2006. Variations of phytoplankton community structure related to water quality trends in a tropical karstic coastal zone. *Mar. Pollut. Bull* 52: 48-60.
- Álvarez-Rubio B., Amezcua Linares E. y Álvarez Rubio M. (1990). Análisis de la diversidad, amplitud y traslape del nicho en la comunidad de peces del sistema Teacapán-Agua Brava, Nayarit, México. An. Inst. Cienc. del mar y Limnol., Univ. Nal. Auton. de México, 17(2):215:240 pp.
- Andrulewicz E., Napierska D. y Otremba Z. (2003). The environmental effects of the installation and functioning of the submarine SwePol Link HVDC transmission line: a case study of the Polish Marine Area of the Baltic Sea. Journal of Sea Research. Proceedings of the 22nd Conference of the Baltic Oceanographers (CBO), Stockholm 2001, 49 (4): 337-345.

- Arceo-Carranza D. 2005. Ensamblajes de los peces de la Reserva “Bocas de Dzilam”, Yucatán y su relación con variables hidrológicas. Tesis de maestría. Yucatán, México, CINVESTAV 74 p.
- Ardisson P. L. y Castillo Fernández D. (1997). Diversidad bentónica de la laguna Celestún, Yucatán. Instituto Politécnico Nacional. Centro de Investigación y de Estudios Avanzados-Mérida. Informe final SNIBCONABIO Proyecto No. B012. México D. F.
- Arellano-Méndez, L. U., Liceaga-Correa, M. D. L. Á., Herrera-Silveira, J. A., & Hernández-Núñez, H. (2011). Impacto por huracanes en las praderas de *Thalassia testudinum* (Hydrocharitaceae) en el Caribe Mexicano. *Revista de Biología Tropical*, 59(1), 385-401.
- Arnaud-Haond S., Duarte C. M, Diaz-Almela E., Marbà N., Sintès T., Serrão E. A. (2012). Implications of extreme life span in clonal organisms: millenary clones in meadows of the threatened seagrass *Posidonia oceanica*. *PLoS One*, p. e30454.
- Auriol-Gamboa, D. (s/f). Biodiversidad y estado actual de los mamíferos marinos en México. Disponible en: <http://repositorio.fcencias.unam.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/11154/143404/44VBiodiversidadEstado.pdf?sequence=1>
- Ávila, J.G. Velázquez, C. Castelblanco, N. Niño, T. F, Córdova. 2017. Is the Antillean manatee (*Trichechus manatus manatus*) Back in town? Presence of the species at the “área Protección de Flora y Fauna Yum Balam”, Quintana Roo, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*. 88. 999-1002.
- Balazs, G. H. 2000. Factors to Consider in the Tagging of Sea Turtles. En: K. L. Eckert, K. A. Bjorndal, F. A. Abreu-Grobois y M. Donnelly (Editores). 2000. *Research and Management Techniques for the Conservation of Sea Turtles*. IUCN/SSC Marine Turtle Specialist Group Publication No. 4.
- Bald J., Curtin R., Díaz E., Fontán A., Franco J., Garmendia J.M., González M., Iriondo A., Liria P., Menchaca I., Murillas A., Muxika I., Prellezo R., Rodríguez J.G., Solaun O., Uriarte A., Uyarra. M.C., Zorita I. y Camba C. (2013). Guía para la elaboración de los Estudios de Impacto Ambiental de Proyectos de Energías Renovables Marinas. Informe técnico realizado en el marco del Proyecto nacional de I+D CENIT- E OCEAN LIDER, Líderes en Energías Renovables Oceánicas. 75 pp.
- Ballanune, D. L., van Tussenbroek, B. I., Guadalupe Barba Santos, M., Gonzalo Ricardo Wong, J., Kornelis van Dijk, J., & Waycott, M. (2010b). Guía de los Pastos Marinos Tropicales del Atlántico Oeste / A guide to the Tropical Seagrasses of the Western Atlantic. *Cjos Caribbean Journal of Science*, 46(2-3), 357.
- Barbier E.B., Hacker S.D., Kennedy C.J., Koch E.W., Stier A.C., Silliman B.R. (2011). The value of estuarine and coastal ecosystem services. *Ecological Monographs*, 81, 169-193.

- Baron-Campis, S. A., Okolodkov, Y. B., Ríos-Lara, G. V., Vazquez-Gómez, N., Rubio-Sanchez, V., Arce-Rocha, G., González-López, W. A. & Núñez-Vazquez, E. J. 2014. Dinoflagelados nocivos y ciguanotoxinas en la costa Norte de Yucatán: un riesgo para el futuro desarrollo de la maricultura. XXI Congreso Nacional de Ciencias y Tecnología del Mar, Cozumel, Quintana Roo.
- Barrera, A, 1962, La Península de Yucatán como provincia biótica, Revista de la Sociedad Mexicana de Historia Natural 23:71-105,
- Bastida-Zavala, J.R. y S.I. Salazar-Vallejo. (2000). Serpúlidos (Polychaeta: Serpulidae) del Caribe noroccidental: Hydroides y Serpula. Revista de Biología Tropical 48(4): 841-858 pp.
- Bonilla-Gómez, J.L. (2004). Distribución espacio-temporal y estructura trófica de peces costeros en relación a la dinámica ambiental en la laguna de la Carbonera, Península de Yucatán. Tesis doctoral, Facultad de Ciencias, UNAM. México.
- Borum J., Duarte C. M., Krause J. D. y Greve T. M. (2004). European seagrasses: an introduction to monitoring and management. The MyMS Project, Copenhagen.
- Borzone C. A., Melo S. G., Rezende K. V, Vale R. y Krul R. (2003). Macrobenthic intertidal communities from wave to tide dominated beach environments. A case study in two Brazilian beaches. J. Coast. Res, 35: 472-480
- Bourillon-Moreno, L., Cantu-Diaz, A., Eccardi- Ambrosi, F., Lira-Fernández, E., Ramírez-Ruiz, J., Velarde-González, E. & Zavala- González, A. 1988. Islas del Golfo de California. Coedición Secretaria de Gobernación/UNAM, México, DF. 59-75pp.
- Breviceps, K. (1997). Estudios sobre un cachalote pigmeo, *Kogia breviceps* (de Blainville, 1838), varado en la costa de Chile. Boletín del Museo Nacional de Historia Natural (Chile), 46, 81–93.
- Breviceps, K. (1997). Estudios sobre un cachalote pigmeo, *Kogia breviceps* (de Blainville, 1838), varado en la costa de Chile. Boletín del Museo Nacional de Historia Natural (Chile), 46, 81–93.
- Bricker S. B., Ferreira J. G. y Simas T. (2003). An integrated methodology for assessment of estuarine tropic status. Ecological Modelling, 169: 39-60.
- Brown A. C. y McLachlan A. (1990). Ecology of Sandy Shores. Elsevier Science Publisher B.V. Amsterdam, 328 p
- Buckland, S. T. y A. E. York (2002). Abundance estimation. Páginas 1-6. En: W. F. Perrin, B. Würsig y J. G. M. Thewissen. Encyclopedia of marine mammals. Academic Press. San Diego, CA, EE.UU.
- Cabaço, S., Santos, R., and Duarte, C. M. (2008). The impact of sediment burial and erosion on seagrasses: a review. Estuar. Coast. Shelf Sci. 79, 354–366 doi: 10.1016/j.ecss.2008.04.021
- Camargo, J. A., & Alonso, A. (2007). Contaminación por nitrógeno inorgánico en los ecosistemas acuáticos: problemas medioambientales, criterios de calidad del agua, e implicaciones del cambio climático. Revista Ecosistemas, 16(2).

- Campo, A.M., y Duval, V.S. (2014). Diversidad y valor de importancia para la conservación de la vegetación natural. Parque Nacional Lihué Calel (Argentina). *Anuales de Geografía de la Universidad Complutense*, 34(2).
- Cardoso P. G., Pardal M. A., Lillebo A. I., Ferreira S. M., Raffaelli D. y Marques J. C. (2004). Dynamic changes in seagrass assemblages under eutrophication and implications for recovery. *J Exp. Mar. Biol. Ecol.* (302): 233-248.
- Caribbean Conservation Corporation & Sea Turtle Survival League ([www.cccturtle.org](http://www.cccturtle.org)).
- Carleton R., Richard, R.C., Peterson R.T. (1999). *Peterson Field Guides. A Field Guide to Atlantic Coast Fishes: North America*. Peterson.
- Carleton R., Richard, R.C., Peterson R.T. (1999). *Peterson Field Guides. A Field Guide to Atlantic Coast Fishes: North America*. Peterson.
- Carmona-Galindo, V.D., y Carmona, T.V. (2013). La diversidad de los análisis de diversidad. *Bioma 4*, 20-28.
- Carpenter, K. E., & De Angelis, N. (Eds.). (2002). *The living marine resources of the Western Central Atlantic (Vol. 3). Food and agriculture organization of the United Nations*.
- Castelblanco-Martínez, D. N., Barba, E., Schmitter-Soto, J. J., Hernández-Arana, H. A., & Morales-Vela, B. (2012). The trophic role of the endangered Caribbean manatee *Trichechus manatus* in an estuary with low abundance of seagrass. *Estuaries and Coasts*, 35, 60–77.
- Castellanos-Osorio, Ivan. A. & Suárez-Morales, E. 1997. Observaciones sobre el zooplankton de la zona arrecifal de Mahahual, Quintana Roo (Mar Caribe Mexicano). *Anales Instituto de Biología*. 68 (2): 237-252.
- Castillo-Geniz J. L. (2007). The Use of Laguna Yalahau, Quintana Roo, Mexico as a Primary Nursery for the Blacktip Shark. *American Fisheries Society Symposium*. 50. 345-364.
- CCA (2016). *Carbono azul en América del Norte: evaluación de la distribución de los lechos de pasto marino, marismas y manglares, y su papel como sumideros de carbono*. Comisión para la Cooperación Ambiental, Montreal, Canadá, 58 pp.
- Chacón, Didiher. 2005.: “Sinopsis sobre la Tortuga Baula (*Dermochelys coriacea*). INF-16-04.
- Chim-Vera, Y. A. 2009. Evaluación del esfuerzo de monitoreo del éxito de emergencia en nidos de tortuga Carey y blanca en la península de Yucatán. Tesis de Licenciatura. Instituto Tecnológico de Conkal. Pp.102.
- Chmura G.L., Anisfeld S.C., Cahoon D.R., Lynch J.C. (2003). Global carbon sequestration in tidal, saline wetland soils. *Global Biogeochemical Cycles*, 17, 1-12. doi:10.1029/2002GB001917.
- Christianen M. J .A., Govers L. L., Bouma T. J., Kiswara W., Roelofs J. G. M., Lamers L. P. M., et al. (2012). Marine megaherbivore grazing may increase seagrass tolerance to high nutrient loads. *J. Ecol.*, 100, pp. 546-560.

- Cisneros, E., & Barrientos Ch, Y. (2008). Fluctuaciones anuales de la temperatura, salinidad, pH y alcalinidad total en aguas superficiales de Isla Larga, estado Carabobo, Venezuela. *Revista de Investigación*, 32(63), 153-172.
- CITES (Convención sobre el comercio internacional de especies amenazadas de fauna y flora silvestres). (2015). Apéndices I, II y III. Retrieved March 11, 2017 from: [www.cites.org/sites/default/files/esp/app/2015/S-Appendices-2015-02-15.pdf](http://www.cites.org/sites/default/files/esp/app/2015/S-Appendices-2015-02-15.pdf)
- Comín F. A., Menéndez M., Romero J.A., Hernández O., Martínez M. y Chacón A. (1999). Indicadores ecológicos y herramientas para la gestión de ecosistemas acuáticos en la zona costera. *Limnetica* 16: 61-68
- Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. (2016). Estudio Previo Justificativo para la declaratoria de la Reserva de la Biosfera Caribe Mexicano, Quintana Roo. 305 páginas.
- Compagno, L.J.V. 1984. FAO Species Catalogue. Vol. 4. Sharks of the world. An annotated and illustrated catalogue of shark species known to date. Part 2 - Carcharhiniformes. FAO Fish. Synop. 125(4/2):251-655. Rome: FAO.
- Conanp (Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas). (2010). Programa de acción para la conservación de la especie: manatí (*Trichechus manatus manatus*). Conanp: Ciudad de México.
- CONANP. 2011. Programa de Acción para la Conservación de la Especie: Tortuga verde/negra, *Chelonia mydas*. Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. México. 52 p.
- Contreras-Espinosa F. (1985). Las Lagunas costeras mexicanas. Centro de Ecodesarrollo. SEPESCA. México. 253 p.
- Contreras-Espinosa F. (2010). Ecosistemas costeros Mexicanos una actualización. Universidad Autónoma Metropolitana. Departamento de Hidrobiología. División de Ciencias Biológicas y de la Salud. México DF.
- Cortés-Ramírez, G, A, Gordillo-Martínez y A, G, Navarro-Sigüenza, 2012, Patrones biogeográficos de las aves de la península de Yucatán, Biogeographical patterns of the Yucatán Peninsula birds, *Revista Mexicana de Biodiversidad* 83:530-542,
- Cruz-Palacios, V., & Van Tussenbroek, B. I. (2005). Simulation of hurricane-like disturbances on a Caribbean seagrass bed. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 324(1), 44-60.
- Cunha, A. H., Santos, R. P., Gaspar y Bairos, M. F. (2005). Seagrass landscape-scale changes in response to disturbance created by the dynamics of barrier-islands: a case study from Ria Formosa (Southern Portugal). *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 64, 636-644.
- Cury, Phillipe, Lynne Shannon & Yunne-Jai S Shin. 2001. "The Functioning of Marine Ecosystems". Reykjavik Conference on Responsible Fisheries in the Marine Ecosystem 3, Reykjavik, Iceland.

- Day J. W. y Yáñez-Arancibia A. (1985). Coastal lagoons and estuaries as an environment for nekton. 17-34 pp. In: A. Yáñez-Arancibia (Ed.) Fish Community Ecology in Estuaries and Coastal Lagoons. Edited UNAM Press, Mexico. 654 p.
- De Jesús Navarrete A. 1999. Distribución y abundancia de larvas velíferas del caracol rosado *Strombus gigas* (Linné), en Banco Chinchorro, Quintana Roo. Tesis Doctoral, Centro de Investigación y de Estudios Avanzados. Mérida Yucatán, México. 250 p.
- De Witt, R. (2011). Biodiversity of Coastal Lagoon Ecosystems and Their Vulnerability to Global Change. In: Grillo, O. & G. Venora, (Eds.). Ecosystems Biodiversity. InTech. pp. 29-40.
- Delgado-Estrella, A. (1996). Ecología poblacional de las toninas *Tursiops truncatus*, en la Laguna de Yalahau, Quintana Roo, México. Tesis de maestría, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. 93 p.
- Delgado-Estrella, A. (2002). Comparación de parámetros poblacionales de las toninas, *Tursiops truncatus*, en la región sureste del Golfo de México (Estados de Tabasco, Campeche, Yucatán y Quintana Roo). Tesis de doctorado, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. 160 pp.
- Dexter, D. M. (1979). Community structure and seasonal variation in intertidal Panamanian sandy beaches. *Est. Coast. Mar. Sci.* 9: 543-558
- Diario Oficial de la Federación. 2010. NORMA Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo. México, D. F. México.
- Duarte C. M., Borum J., Short F. T., Walker D. I. (2005). Seagrass Ecosystems: Their Global Status and Prospects, In: Aquatic Ecosystems: Trends and Global Prospects, edited by: Polunin, N. V. C., Cambridge Univ. Press.
- Duarte C. M., Prairie Y. T., Montes C., Cole J. J., Striegl R., Melack J., Downing J. A. (2008). CO<sub>2</sub> emissions from saline lakes: A global estimate of a surprisingly large flux. *Journal of Geophysical Research* 113:G04041.
- Duarte C.M., Alonso S., Benito G., Dachs J., Montes C., Pardo M., Ríos A.F., Simó R. y Valladares F. (2006). Cambio global. Impacto de la actividad humana sobre el sistema Tierra. Cyan, Proyectos y Producciones Editoriales, S.A., Madrid, 167 pp.
- Duarte C.M., Alonso S., Benito G., Dachs J., Montes C., Pardo M., Ríos A.F., Simó R. y Valladares F. (2006). Cambio global. Impacto de la actividad humana sobre el sistema Tierra. Cyan, Proyectos y Producciones Editoriales, S.A., Madrid, 167 pp.
- DuBrin, A.J. (2003). Fundamentos de comportamiento organizacional. Thomson paraninfo.
- Durán, R., y Méndez, M. (2010). Biodiversidad y Desarrollo Humano en Yucatán. CICY, PPD-FMAM. CONABIO, SEDUMA. 496.

- Ebrahim A., Olds A. D., Maxwell P. S., Pitt K. A., Burfeind D. D., Connolly R.M. (2014). Herbivory in a subtropical seagrass ecosystem: separating the functional role of different grazers. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 511, pp. 83-91.
- Eckert, K. L., & Grobois, F. A. A. (2001). Conservación de tortugas marinas en la Región del Gran Caribe—Un diálogo para el manejo regional efectivo. Traducción al español por Raquel Briseño Dueñas y F. Alberto Abreu Grobois. WIDECAS, UICN/CSE Grupo Especialista en Tortugas Marinas (MTSG), WWF y el Programa Ambiental del Caribe del PNUMA, 13, 170. koch 2001.pdf. (s/f).
- ENERGI y ELSAM (2004). Review Raport 2004. The Danish offshore wind farm demonstration project: Horns Rev and Nysted Offshore Wind Farm. Environmental Impact Assessment and monitoring. Report prepared by Energi E2 A/S and Elsam Engineering A/S for The Environmental Committee of the Danish Offshore Wind Farm Demonstration Projects. 135pp.
- Espadas-Manrique, C., R, Durán y J, Argáez, 2003, Phytogeographic analysis of taxa endemic to the Yucatan Peninsula using geographic information systems, the domain heuristic method and parsimony analysis of endemism, *Diversity and Distributions* 9:313-330,
- Fourqurean J. W. y Robblee M. B. (1999). Florida Bay: History of Recent Ecological changes. *Estuaries* (22): 345-357.
- Fourqurean J. W., Manuel S., Coates K. A., Kenworthy W., Smith S. R. (2010). Effects of excluding sea turtle herbivores from a seagrass bed: overgrazing may have led to loss of seagrass meadows in Bermuda. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 419, pp. 223-232.
- Fourqurean J. W., Zieman J. C., Powell G. V. N. (1992). Relationships between porewater nutrients and seagrasses in a subtropical carbonate environment. *Mar. Biol.*, 114 (1992), pp. 57-65
- Froese, R. and D. Pauly. (Eds). 2017. FishBase. World Wide Web electronic publication. [www.fishbase.org](http://www.fishbase.org), version (10/2017).
- Gallegos-Martínez E. M. (2010). Pastos Marinos. La biodiversidad de Campeche. Gobierno del Estado de Campeche, Universidad Autónoma de Campeche, El Colegio de la Frontera Sur. México: (CONABIO). 204-209.
- García -García, G. 2005. Efecto de la interacción del plomo y la turbidez del medio sobre la dinámica poblacional de *Alona rectangular*, *Diaphanosoma birgei* y *Moina micrura*. Tesis doctoral. Instituto de Ciencias del Mar y Limnología. UNAM. 724pp.
- García-Hernández D. (2004). Influencia de la complejidad estructural de *Thalassia testudinum* sobre la comunidad íctica juvenil en Laguna Yalahau, Quintana Roo. Tesis de maestría, CINVESTAV, 1 44p.
- García-Hernández, V., Ordóñez-López, U., Hernández-Vázquez, T., y Álvarez-Cadena, J.N. (2009). Fish larvae and juveniles checklist (Pisces) from the North of the Yucatan Peninsula, *Revista Mexicana de Biodiversidad*, Instituto Biología, Universidad Nacional Autónoma de México 80: 85-94.



- Gasca, E., Suárez-Morales. & Vásquez-Yeomans. 1994. Estudio comparativo del zooplanton (biomasa y composición) en dos bahías del Mar Caribe Mexicano. *Revista de Biología Tropical*. 42(3): 595-604.
- Gasca, R. & Castellanos, I. 1993. Zooplancton de la Bahía de Chetumal, Ma Caribe, México. *Revista de Biología Tropical*. 41 (3): 619-625.
- Gasca, R. 1986. Sifonóforos (Cnidaria: Hydrozoa) del Mar Caribe mexicano. *Hidrobiológica*. 7: 51-57.
- González-Sánchez, V, H., J, D, Johnson, E, García-Padilla, V, Mata-Silva, D, L, DeSantis y L, D, Wilson, 2017, The Herpetofauna of the Mexican Yucatan Peninsula: composition, distribution, and conservation status, Mesoamerican Herpetology, Vol,4, Num, 2:263-380,
- Granelí, E., M. Weberg & P.S. Salomon. 2008. Harmful algal blooms of allelopathic microalgal species: The role of eutrophication. *Harmful Algae* 8: 94-102
- Green E. P. y Short F. T. (2003). World atlas of seagrasses. Prepared by the UNEP World Conservation Monitoring Centre. University of California Press, Berkeley, USA.
- Hammond, P.S., Bearzi, G., Bjørge, A., Forney, K.A., Karkzmarski, L., Kasuya, T., Perrin, W.F., Scott, M.D., Wang, J.Y., Wells, R.S. & Wilson, B. 2012. *Tursiops truncatus*. The IUCN Red List of Threatened Species 2012: Downloaded on 21 March 2018.
- Hammond, P.S., S.A. Mizrochy G.P. Donovan. (1990). Individual recognition of cetaceans: use of photo identification and other technics to estimate population parameters. Reports of the International Whaling Commission, Special Issue 12. International Whaling Commission, Cambridge, Gran Bretaña.
- Hammond, P.S., S.A. Mizrochy G.P. Donovan. (1990). Individual recognition of cetaceans: use of photoidentification and other technics to estimate population parameters. Reports of the International Whaling Commission, Special Issue 12. International Whaling Commission, Cambridge, Gran Bretaña.
- Hartog, C. D. y Kuo J. (2006). Taxonomy and biogeography of seagrasses. 1–23. In *Seagrasses*. Springer, Dordrecht.
- Heckel Dziendzielewski, G. (1992). Fotoidentificación de tursiones *Tursiops truncatus* (Montagu, 1821) en la Boca de Corazones de la Laguna de Tamiahua, Veracruz, México (Cetacea: Delphinidae). Tesis de licenciatura, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, México. 164 pp.
- Heckel Dziendzielewski, G. (1992). Fotoidentificación de tursiones *Tursiops truncatus* (Montagu, 1821) en la Boca de Corazones de la Laguna de Tamiahua, Veracruz, México (Cetacea: Delphinidae). Tesis de licenciatura, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, México. 164 pp.
- Hemminga M.A. & C.M. Duarte. (2008). *Seagrass Ecology*. Cambridge University Press, New York. 298 pp.
- Hemminga, M. A. y Duarte C. M. (2000), *Seagrass ecology* [Ecología de los pastos marinos], Cambridge University Press, Cambridge.

- Hemminga, M.A.; B. Koutstaal; J. van Soelen & A. Merks. (1994a). The nitrogen supply to intertidal eelgrass (*Zostera marina*). *Mar. Biol.* 118:223-228.
- Hernandez-Almeida, Ó. U., López-Fuerte, F. O., Herrera-Silverira, J. A. & Aldana-Aranda, D. Primer registro de la diatomea *Navicula lusoria* para México y el Mar Caribe. *Hidrobiológica* 24(3): 281-286.
- Herrera, A. 1995. Uso Tradicional y Actual de los Recursos Naturales de la Región Maya del Norte de Quintana Roo. En: Yum Balam A. C. 1995. Diagnóstico de la Región maya del Norte del Estado de Quintana Roo.
- Herrera-Silveira J. A., Comin F. A., Aranda-Cirerol N., Troccoli L. y Capurro L. (2004). Coastal water quality assessment in the Yucatan Peninsula: management implications. *Ocean and Coastal Management* 47: 625-639
- Herrera-Silveira, J. A. & S. M. Morales-Ojeda. 2010. Chapter 13. Subtropical Karstic Coastal Lagoon Assessment, Southeast Mexico. The Yucatan Peninsula Case. In *Coastal lagoons. Critical habitats of environmental change*, M. J. Kennish. y H. W. Paerl (eds.). CRC, Boca Ratón, Florida. p. 307-333.
- Herrera-Silveira, J. A., Aranda, A. A., Troccoli, G. L., Comín, F. A., & Madden, C. (2004). Diagnóstico Ambiental del Golfo de México. M. Eutrofización costera en la península de Yucatán. (1a ed., pp. 821-880) México DF.
- Herrera-Silveira, J. A., Martín, M., & Díaz-Arce, V. (1999). Variaciones del fitoplancton en cuatro lagunas costeras del Estado de Yucatán, México. *Revista de Biología Tropical*, 47(1), 47-56
- Herrera-Silveira, J.A., F.A. Comín, N. Aranda-Cirerol, L. Tróccoli & L. Capurro. 2004. Coastal water quality assessment in the Yucatan Peninsula: management implications. *Ocean Coast. Manage.* 47: 625-639.
- Holland, A. F. y Polgar T. T. (1976). Seasonal changes in the structure of an intertidal community. *Marine Biology*, 37: 341-348
- Howard, J. D y Dorjes J. (1972). Animal- sediment relationships in two beach-related tidal flats; Sapelo Island, Georgia. *J. Sed. Pet.* 42: 608-623.
- Hueter, R. E., Castillo-Geniz, J. L., Marquez-Farias, J. F., & Tyminski, J. P. (2007). The use of Laguna Yalahau, Quintana Roo, Mexico as a primary nursery for the blacktip shark. En *American Fisheries Society Symposium* (Vol. 50, p. 345). AMERICAN FISHERIES SOCIETY.
- INEGI. 2005. Cuaderno estadístico Municipal de Lázaro Cárdenas: edición 1998. Instituto de Informática Estadística, Geografía e Informática, México.
- INEGI. 2009. Prontuario de información geográfica municipal de los Estados Unidos Mexicanos. Lázaro Cárdenas, Quintana Roo. Clave geoestadística 23007.
- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. Estadísticas Quintana Roo. INEGI. 2011. Disponible en: <http://mapserver.inegi.org.mx/geografía/español/estados>
- Invers, O.; J. Romero & M. Pérez. (1997). Effects of pH on seagrass photosynthesis: a laboratory and field assessment. *Aquatic Botany*. 59:185-194.

- IPCC. (2007). Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.
- IPCC. (2007). Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.
- IUCN. 2017. The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2017-3. <<http://www.iucnredlist.org>>. Downloaded on 05 December 2017.
- Janssen T. y Bremer K. (2004). The age of major monocot groups inferred from 800 + rbcL sequences. Bot. J. Linn. Soc., 146, pp. 385-398
- Jensen H. S., McGlathery K. J., Marino R., Howarth R. W. (1998). Forms and availability of sediment phosphorus in carbonate sand of Bermuda seagrass beds. Limnol. Oceanogr., 43, pp. 799-810.
- Jiménez-Cueto, S. (1993). Análisis preliminar de los anélidos poliquetos de la Laguna Yalahau, Quintana Roo. Res. XII Congr. Nal. Zool. 14.
- Jiménez-Sabatini, T., Aguilar-Salazar E., Martínez-Aguilar J., Figueroa-Paz R, y Aguilar-Cardozo C. (1998). Una visión pesquera sobre la Laguna Yalahau en el área de Holbox, Quintana Roo, México. Federación Regional de sociedades Cooperativas de la industria pesquera del estado de Quintana Roo. Inst. Nac. de la pesca. 33.
- Kantrud H. A. (1991). Wigeongrass (*Ruppia maritima*): a literature review DTIC Document.
- Kells Val y Kent Carpenter. (2011). A field guide to coastal fishes: from Maine to Texas. Baltimore, Md.: Johns Hopkins University Press.
- Kells Val y Kent Carpenter. (2011). A field guide to coastal fishes: from Maine to Texas. Baltimore, Md. Johns Hopkins University Press.
- Kendrick G. A., Waycott M., Carruthers T. J., Cambridge M. L., Hovey R., Krauss S. L., et al. (2012). The central role of dispersal in the maintenance and persistence of seagrass populations. Bioscience, 62, pp. 56-65
- Kenworthy W. (2000). The role of sexual reproduction in maintaining populations of 'Halophila decipiens': implications for the biodiversity and conservation of tropical seagrass ecosystems. Pac. Conserv. Biol., 5 (2000), p. 260
- Kilmister K. L., McMahon K., Waycott M., Kendrick G. A., Scanes P., McKenzie L., Brien K. O., Lyons M., Ferguson A., Maxwell P., Glasby T., Udy J. (2015) Unravelling complexity in seagrass system for management: Australia as a microcosm. Sci Total Environ, 534. pp 97-109.
- Kim S. H., Kim J. H., Park S. R., Lee K. S. (2014). Annual and perennial life history strategies of *Zostera marina* populations under different light regimes. Mar. Ecol. Prog. Ser., 509 (2014), pp. 1-13.

- Kim, T., David, V. L., Elizabeth, R., & Zapata-Pérez, O. (2008). Variaciones del índice de calidad en laguna Yalahau, Quintana Roo, México, basado en las características del agua y sedimentos, en el período 1999-2002.
- Kirk, K. L., Gilbert, J. J. 1990. Suspended clay and the population dynamics of planktonic rotifers and cladocerans. *Ecology*. 71(5): 1741-1755.
- Knowlton N, Weil E, Weigt LA, Guzman HM (1992) Sibling species in *Montastrea annularis*, coral bleaching, and the coral climate record. *Science* 255: 330-33
- Koch, E.W. (2001). Beyond Light: Physical, geological, and geochemical parameters as possible submersed aquatic vegetation habitat requirements. *Journal Estuaries*, 24.
- Köhler, G. 2008. Reptiles of Central America. 2nd Edition. Herpeton Verlag. Offenbach, Germany.
- Kupschus S. y Tremaind D. (2001). Associations between fish assemblages and environmental factors in nearshore habitats of a subtropical estuary. *Journal of fish Biology*, 58: 1383-140
- Kupschus S. y Tremaind D. (2001). Associations between fish assemblages and environmental factors in nearshore habitats of a subtropical estuary. *Journal of fish Biology*, 58: 1383-140
- Kwang-Tsao, S., Lin H. J. y Kuo S. R. (1999). Roc fish communities in the mangrove creeks of northern y Southern Taiwan. Book abstracts. 1 5th Biennial International Conference Estuarine Research Federation '99. New Orleans. September 25-31, 1999
- Kwang-Tsao, S., Lin H. J. y Kuo S. R. (1999). Roc fish communities in the mangrove creeks of northern y Southern Taiwan. Book abstracts. 1 5th Biennial International Conference Estuarine Research Federation '99. New Orleans. September 25-31, 1999
- Lankford, R. R. (1977). Coastal Lagoons of Mexico: Their Origin and Classification. En: Wiley, M. (ed.) *Estuarine Processes* Academic Press, Inc. USA 2:182-215 pp.
- Lara-Domínguez, A. L. (2005). Pastos marinos. Manejo integral de la zona costera: un enfoque municipal, Instituto de Ecología/Comision Nacional de Areas Naturales Protegidas, Xalapa, Ver. Mexico, 1, 266.
- Lara-Lara J. R. et al. (2008). Los ecosistemas costeros, inusuales y epicontinentales en Capital natural de México, Vol. I: Conocimiento actual de la biodiversidad. CONABIO, México, 109-134 p.
- Larkum A. W. D., Drew W. A. y Ralph P. J. (2006). Photosynthesis and metabolism in seagrasses at the celular level. En: Larkum A. W. D., Orth R. J. y Duarte C. M. (eds.): *Seagrasses: Biology, Ecology and Conservation*, Springer, Dordrecht, The Netherlands, 323-345 p.
- Lau W.W.Y. (2013). Beyond carbon: Conceptualizing payments for ecosystem services in blue forests on carbón and other marine and coastal ecosystem services. *Ocean& Management*, 83, 5-14.

- Lazcano, M.A. Muñoz, L.A. Pacheco, A. Mackinnon, B. Cruz, C.A. 2010. Evaluación Faunística Rápida de un Predio la Isla de Holbox, Quintana Roo, México. Conservemos México, S. a. DE C.V.
- Le Bocuf, B. J., K. W. Kenyon y B. Villa R. 1986. The Caribbean monk seal is extinct. *Marine Mammal Science*, 2(1):70-72.
- Lee, J.C. 2000. A field guide to the Amphibians and Reptiles of the Maya World. The low lands of México, northern Guatemala, and Belize. Cornell University Press. Ithaca, Nueva York.
- Les D. H., Cleland M. A., Waycott M. (1997). Phylogenetic studies in Alismatidae, II: evolution of marine angiosperms (seagrasses) and hydrophily. *Syst. Bot.* (1997), pp. 443-463
- Levinton J. S. (2009). *Marine Biology: function, diversity, ecology*. (3era edition) Oxford University Press. N. Y. 588p.
- Lewis, W.M. 1996. Tropical lakes: how latitude makes a difference. *Perspect. Trop. Limnol.* 43-64.
- López Hernández, I. (1997). Ecología poblacional de las toninas *Tursiops truncatus* en la costa de Tabasco, México. Tesis de licenciatura, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. 77 pp.
- Lopez N. M. y Brule E. P. (2007). Análisis espacio temporal de los ensamblajes de peces presentes en áreas de pastos marinos en la laguna de Yalahau, Quintana Roo, México. Recuperado a partir de [http://aquaticcommons.org/13233/1/gcfi\\_59-51.pdf](http://aquaticcommons.org/13233/1/gcfi_59-51.pdf)
- Mare, M.F. (1942). A study of a marine benthic community with special reference to the micro-organisms. *Journal of the Marine Biology Association of the United Kingdom* 25: 517-554.
- Marín, G. 1999. Holbox: tortugas, tiburones y langosta: Antropología de la pesca en una isla del Caribe mexicano. Tesis profesional, Escuela Nacional de Antropología e Historia, México.
- Márquez, R. 1996. Las tortugas marinas y nuestro tiempo. Fondo de Cultura Económica. México, D.F.
- Mártinez-Daranas B. (2007). Características y estado de conservación de los pastos marinos en áreas de interés del archipiélago sabana-Camagüey, Cuba. Tesis presentada en opción al grado científico de Doctorado en Ciencias Biológicas 86 p.
- May-Kú, M. A., Ardisson P. L. y Ordóñez-López U. (2010). Morphological variation of *Thalassia testudinum* in two shallow coastal environments from the southeastern Gulf of Mexico. *Botanica Marina* 53: 449-455.
- May-Kú, M. A., Criales M., Montero-Muñoz J. L. y Ardisson P. L. (2014). Differential use of *Thalassia testudinum* habitats by sympatric Penaeids in a nursery ground of the southern Gulf of Mexico. *Journal of Crustacean Biology* 34: 144-156.

- May-Kú, M.A., Valdés-Lozano, D. y Ardisson, P.L. 2016. Variación espacial y temporal de las características fisicoquímicas del agua y sedimento en la laguna costera Yalahau, Quintana Roo. *Hidrobiológica*, 26(1), 41-51.
- McHugh, J. L. (1966) In: A Symposium, on Estuarine Fisheries. Management of estuarine fisheries. Am. Fisheries Soc. Spec. Publ., 1966. 133-154. 3:
- McLachlan, A. (2001). Coastal Beach Ecosystems. Encyclopedia of Biodiversity, Volumen I. Academic Press. New York. 741-751 p.
- Mcleod, E., Chmura, G.L., Bouillon, S., Salm, R., björk, M., Duarte, C.M. (2011). A blueprint for blue carbon: Toward an improved understanding of the role of vegetated coastal habitats in sequestering CO<sub>2</sub>. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 9, 552–560.
- McMahon K., Ruiz-Montoya L., Kendrick G. A., Krauss S. L., Waycott M., Verduin J., et al. (2014). The movement ecology of seagrasses. *Proc. R. Soc. B Biol. Sci.*, 281, p. 20140878.
- Medina-Moreno, S. A., A. Jiménez-González, M. Gutiérrez-Rojas & M. A. Lizardi-Jiménez. 2014. Hydrocarbon pollution studies of underwater sinkholes along Quintana Roo as a function of tourism development in the Mexican Caribbean. *Revista Mexicana de Ingeniería Química* 13: 509-516.
- Meling-López A. E., Ibarra-Obando S. E. (1999). Annual life cycles of two *Zostera marina* L. populations in the Gulf of California: contrasts in seasonality and reproductive effort. *Aquat. Bot.*, pp. 59-69.
- Méndez-Ubach, M. N., Solís-Weiss V. y Carranza- Edwards A. (1986). La importancia de la granulometría en la distribución de organismos bentónicos. Estudio de Playas del Estado de Veracruz, México. *Anales de Instituto de Ciencias del Mar y Limnología*, 13(3): 45- 56
- Meyers MB, Fossing H, Powell EN (1987) Microdistribution of interstitial meiofauna, oxygen and sulfide gradients, and the tubes of macro-infauna. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 35: 223-241
- Michel J., Dunagan H., Boring C., Healy E., Evans W., Dean J. M., McGillis A. y Hain J. (2007). Worldwide Synthesis and Analysis of Existing Information Regarding Environmental Effects of Alternative Energy Uses on the Outer Continental Shelf. MMS OCS Report 2007-038. U.S. Department of the Interior, Minerals Management Service, Herndon, VA. 254 pp
- Miller, D. (1992). Mexico's Caribbean Fishery: recent change and issues. Doctoral Tesis in Geography. University of Wisconsin-Milwaukee. 250 p.
- Minello T. J, Able W., Weinstein M. P. y Hays C. G. (2003). Salt marshes as nurseries for nekton: testing hypotheses on density, growth and survival through meta-analysis. *Marine Ecology Progress Series* 246:39-59
- Molina, M. 2007. La conservación de las tortugas marinas en el Estado de Veracruz. Pág. 3. En: Reunión Nacional sobre Conservación de Tortugas Marinas. Del 25-28 de noviembre, 2007. Libro de Resúmenes. Ver. Veracruz.

- Morales-López N. A. (2007). Variación espacio temporal en la composición de los ensamblajes de peces asociados a áreas de pastos marinos en la Laguna Yalahau Quintana Roo, México. Secretaría de educación pública subsecretaría de educación superior dirección general de educación superior Tecnológica Instituto Tecnológico de Chetumal, Quintana Roo.
- Morales-Vela, B., & Padilla, J. (2001). Los manatíes en Quintana Roo. *Ecofronteras*, 5, 7-9.
- Moreno, C.E. (2001). Métodos para medir la biodiversidad. Oficina Regional de Ciencia y Tecnología para América Latina y el Caribe, UNESCO. Sociedad Entomológica Aragonesa (SEA).
- Nava-Ruiz, V. M. & Valdez, F. 2012. Flora planctónica de laguna Lagartos, Quintana Roo. *Revista Mexicana de Biodiversidad*. 83: 561-582.
- Nellemann C., Corcoran E., Duarte C. M., Váldez L., DeYoung C., Fonseca L. y Grimsditch G. (Eds.) (2009). Blue carbon. A rapid response assessment. Birkeland Trykkeri AS, Norway, 78 p.
- Niño-Torres, C. A., García-Rivas, M. D. C., Castelblanco-Martínez, D. N., Padilla-Saldivar, J. A., Blanco-Parra, M. D. P., & de la Parra-Venegas, R. (2015). Aquatic mammals from the Mexican Caribbean; a review. *Hidrobiológica*, 25(1).
- Nogrady, T. Wallace, R. L & Snell, T. W. 1993. Rotifera. Guides to the identification of the microinvertebrates of the continental waters of the world. Volumen 1: Biology, Ecology and Sistematics. 1993. The Hague.
- Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010. Disponible en: [http://www.profepa.gob.mx/innovaportal/file/435/1/NOM\\_059\\_SEMARNAT\\_2010.pdf](http://www.profepa.gob.mx/innovaportal/file/435/1/NOM_059_SEMARNAT_2010.pdf)
- Odum, W.E., y Heald, E.J. (1972). Trophic analyses of an estuarine mangrove community. *Bulletin of Marine Science* 22:671–738
- Oliva-Rivera J.J. y Jiménez-Cueto M.S. (1997). Composición, distribución y abundancia de los crustáceos peracáridos de la Laguna Yalahau, Quintana Roo. *AvaCient*. 23:26–31.
- Oliva-Rivera., J. J. (1992). Análisis preliminar de los crustáceos peracáridos de la laguna de Yalahaú, Quintana Roo. Res. IX Congr. Nal. Oceanogr. 127.
- Omena E. P y Amaral A. C. Z. (1997). Distribuição espacial de Polychaeta (Annelida) em diferentes ambientes setremarés de praias de São Sebastião (SP). In: Absalão R., Esteves A. M. (Eds) *Oecologia Braziliensis. Ecologia de Praias Arenosas do Litoral Brasileiro*, III, 183-196.
- Ordóñez- López U. y García-Hernández V. D. (2005), Ictiofauna juvenil asociada a *Thalassia testudinum* en Laguna Yalahau, Quintana Roo. Instituto Politécnico Nacional, Centro de Investigación y Estudios Avanzados, Unidad Mérida, Yucatán. *Hidrobiológica* vol. 15 no. 2 México 2005. Hidrobiología versión impresa ISSN 0188-8897.

- Ortega, M. L., Flores, G. P., Solís, A. S., Oyarzún, J. C. G., Monks, W. S., & Jiménez, M. A. L. (2012). Evaluación estacional de las variables fisicoquímicas del agua de la Laguna de Tampamachoco, Veracruz, México. *Revista Científica UDO Agrícola*, 12(3), 713-719.
- Ortega-Ortiz, J. G. (2000). Muestreo de mamíferos marinos: Estimación de abundancia de delfines mediante fotoidentificación. Páginas 337-351. En: A. Granados Barba, V. Solís Weiss y R. G. Bernal Ramírez (eds.) *Métodos de Muestreo en la Investigación Oceanográfica*. Postgrado en Ciencias del Mar y Limnología, Universidad Nacional Autónoma de México, México.
- Orth R. J., Carruthers T. J. B., Dennison W. C., Duarte C. M., Fourqurean J. W., Kenneth K. L. Hughes A. R., Kendrick G. A., Kenworthy W. J., Olyarnik S., Short F. T., Waycott M. y Williams S. L. (2006). A global crisis for seagrass ecosystem. *BioScience*, (56): 987-996.
- Paz-Ríos C. E. y Ardisson P. L. (2013). Benthic amphipods (Amphipoda: Gammaridea and Corophiidea) from the Mexican southeast sector of the Gulf of Mexico: checklist, new records and zoogeographic comments. *Zootaxa* 3635 (2): 137–173. <http://dx.doi.org/10.11646/zootaxa.3635.2.4>
- Paz-Ríos C. E., Kuk-Dzul J. G., Herrera-Dorantes M. T., Ardisson P. L. (2013). Diversidad de especies de la macrofauna bentónica del litoral norte de la península de Yucatán, SE del Golfo de México. Tercer simposium: Conocimiento de los recursos costeros del suroeste de México. 27 al 31 de Mayo 2013 Mérida, Yucatán Universidad Autónoma de Yucatán. Pp 40.
- Pech D, P-L Ardisson, N. A. Hernández-Guevara. (2007). Benthic community response to habitat variation: a case of study from a natural protected area, the Celestun coastal lagoon. *Continental Shelf Research*. 27: 2523-2533
- Pech Pool D. y Ardisson Herrera P. L. (2010). Diversidad en el bentos marino-costero, p. 144-146. En: *Diversidad y Desarrollo Humano en Yucatán*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México, Primera Edición. ISBN: 978-607-7823-05-6.
- Pérez-Castillo, A. G., & Rodríguez, A. 2008. Índice fisicoquímico de la calidad de agua para el manejo de lagunas tropicales de inundación. *Revista de Biología tropical*, 56(4), 1905-1918.
- Phillips R. C. (1992). The seagrass ecosystem and resources in Latin America. In: U. Seeliger (ed): *Coastal Plant Communities of Latin America*. Academic Press, Inc., San Diego, California 107-121.
- Phillips R. C. y Meñez E. G. (1988). Seagrasses. *Smithson. Contrib. Mar. Sci.* (34): 1-104.
- Phillips, R.C. (1960). Observations on the ecology and distribution of the Florida sea grasses, *Professional Papers Series Florida State Board of Conservation* 2:1–72.
- Platt y Thorbjarnarson 2000. En Ponce-Campos, P., Thorbjarnarson, J. & Velasco, A. (IUCN SSC Crocodile Specialist Group) 2012.



- Ponce-Campos, P., Thorbjarnarson, J. & Velasco, A. (IUCN SSC Crocodile Specialist Group). 2012. *Crocodylus acutus*. The IUCN Red List of Threatened Species 2012: e. T5659A3043244. Downloaded on 21 March 2018.
- Popowski, G., J. N. Álvarez-Cadena, G. Delgado y M. Sánchez. 2002. Inventario de la microflora fitoplanctónica de la laguna Bojorquez, Caribe Mexicano. *Revista de Investigaciones Marinas*. 23:173-178.
- Preen A., Lee Long W., Coles R. (1995). Flood and cyclone related loss, and partial recovery, of more than 1000 km<sup>2</sup> of seagrass in Hervey Bay, Queensland, Australia. *Aquat. Bot.*, 52 (1995), pp. 3-17.
- Priscu. J.C. & Goldman, C.R. 1983. Seasonal dynamics of the deep-chlorophyll maximum in Castle Lake. California. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, 40: 208-214.
- Ramírez-Torres, A. (2012). Variación espacio-temporal de la comunidad macrobentónica del intermareal de la playa “El Chancholito” B. C. S, México. Instituto Politécnico Nacional. Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas. Disponible en:  
<http://www.repositoriodigital.ipn.mx/bitstream/123456789/13355/1/ramirezt1.pdf>
- Rasheed M.A., McKenna S.A., Carter A.B., Coles R. G. (2014). Contrasting recovery of shallow and deep water seagrass communities following climate associated losses in tropical north Queensland, Australia. *Mar. Pollut. Bull.*, pp. 491-499.
- Remolina Suárez, J. F. y S. Poot Balam. (2008). Atención de incendios en el Área de Protección de Flora y Fauna Yum Balam. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Dirección de Áreas Naturales Protegidas. Yum Balam A. C. Informe final SNIB-CONABIO Proyecto No. GR011. México D. F.
- Reyes de Armas L. M. (2016). Distribución y conservación de los pastos marinos en la playa Santa Lucía, Camagüey, Cuba. Tesis presentada en opción al Título Académico de Master en Biología Marina y Acuicultura con mención en Ecología Marina. Centro de investigación marinas Universidad de La Habana. 14p.
- Reyes, O. 2004. Manejo sustentable del recurso tiburón ballena (*Rhincodon typus*) en la zona aledaña al área natural protegida Yum Balam: generación de información técnica básica y su transferencia a las comunidades. Reporte técnico. Proyecto Mex. 04/27. PRONATURA. Pp 116.
- Ríos, L.G.V., J.C.M. Espinoza, C.M. Zetina, C.C. Aguilar y A.E. Ramírez. 2013. La pesquería de langosta *Panulirus argus* en el Golfo de México y mar Caribe mexicano. Instituta Nacional de Pesca. Primera Edición. México.
- Riosmena, R. López, J.M P. Herrera. 2015. Informe final del Proyecto: Diagnostico y monitoreo de los manglares respecto a sus servicios ambientales en el Área de protección de Flora y Fauna Yum Balam
- Rivera, O. & de Jesús Navarrete. 2000. Composición, distribución y abundancia de larvas de moluscos gastropodos en el sur de Quintana Roo, México y norte de Belice. *Revista de Biología Tropical*. 28(4).

- Rodas-Trejo, J., Romero, E., & Moreno, E. (2012). Conocimiento biológico, usos y actitudes hacia el manatí (*Trichechus manatus manatus*) por los pobladores del sistema de humedales Catazajá-La Libertad, Chiapas, México. *Lacandonia*, 6, 91–99
- Rodríguez-Almaraz G.A. y García-Madrigal M. S. (2014). Crustáceos exóticos invasores. Pp. 347-371 In: Mendoza, R. & P. Koleff (coords.), *Especies acuáticas invasoras en México*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México
- Rojo, C., E. Ortega-Mayagoitia & M. Álvarez-Cobelas. 2000. Lack of pattern among phytoplankton assemblages. *Hydrobiologia* 424: 133-139.
- Ruiz P. J. (1995). Biomasa y productividad foliar de *Thalassia testudinum* Banks ex König en la bahía. De Mochnia, Edo. Sucre, Venezuela. Trabajo de Grado presentado como requisito parcial para optar el título de Licenciado en Biología, Mención Biología Marina. Universidad de Oriente, núcleo de Sucre, Escuela de Ciencias, Departamento de Biología, Venezuela. 1p.
- Salazar Vallejo, Sergio I., (1996). Lista de especies y bibliografía de poliquetos (Polychaeta) del Gran Caribe. *Anales del Instituto de Biología. Serie Zoología*, vol. 67, núm. 1, enero-junio, 1996, 11-50 pp. Universidad Nacional Autónoma de México. Distrito Federal, México
- Sanders H. L. (1968). Marine benthic diversity: a comparative study. *Am. Nat.*, 102:243-282
- Santamaria-del Ángel, E., Millán-Nuñez, R & De la Peña-Nettel, G. 1996. Efecto de la turbidez en la productividad primaria en dos estaciones en el área delta del río Colorado. *Ciencias Marinas*. 22(4): 483-493.
- Santamaría-Gallegos N. A., Sánchez-Lizaso J. L., Félix-Pico E. F. (2000). Phenology and cycle of annual subtidal eelgrass in a subtropical locality *Aquat. Bot.*, 66 (2000), pp. 329-339.
- Scavia D., Field J.C., Boesch D.F., Buddemeier R.W., Burkett V., Cayan D.R., Fogarty M., Harwell M.A., Howarth R.W., Mason C., Reed D.J., Royer T.C., Sallenger A.H. y Titus J.G. (2002). Climate change impacts on U.S. coastal and marine ecosystems. *Estuaries*, 149-164.
- Schlesinger W. H. y Lichter J. (2001). Limited carbon storage in soil and litter of experimental forest plots under increased atmospheric CO<sub>2</sub>. *Nature* 411, 466-469 DOI:10.1038/35078060.
- Schroeder, B., T. Conant, S. MacPherson, E. Possardt, K. Bibb (Reviewers). 2007. *Loggerhead Sea Turtle (Caretta caretta) 5-year Review: Summary and evaluation*. National Marine Fisheries Service, US Fish and Wildlife Service. Florida.
- Seminoff, J. A. 2004. *Chelonia mydas*. En: IUCN 2011. *IUCN Red List of Threatened Species*. Versión 2011.2. [En línea] Disponible en Internet desde: <http://www.iucnredlist.org/apps/redlist/details/4615/0>

- Sheridan P. F., McMahan G., Conley G., Williams A. y Thayer G. (1997). Nekton use of macrophyte patches following mortality of turtlegrass, *Thalassia testudinum*, in shallow waters of Florida, Bay. *Bulletin of Marine Science* 61 (3): 801-820
- Short F. T., Polidoro B., Livingstone S. R., Carpenter K. E., Bandeira S., Bujang J. S., et al. (2011). Extinction risk assessment of the world's seagrass species *Biol. Conserv.*, 144, pp. 1961-1971
- Short F. T. y Coles R. G. (Eds.). (2001). *Global Seagrass Research Methods*. Elsevier Science, Amsterdam. 473 pag.
- Short F. T. y Neckles H. A. (1999). The effects of a global climate change on seagrasses. *Aquat. Bot.* 63, 169-196.
- Short, F. T. y Wyllie Echeverría S. (1996), "Natural and human-induced disturbance of seagrasses" [Perturbaciones naturales y antropogénicas de los lechos de pasto marino], *Environmental Conservation*, núm. 23, vol. 1, pp. 17-27.
- Short, F., Carruthers, T., Dennison, W., y Waycott, M. (2007). Global seagrass distribution and diversity: A bioregional model. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 350(1-2), 3–20.
- Short, F.T.; R.G. Coles & C. Pergent-Martini. (2001). Global seagrass distribution. In: F.T. Short & R.G. Coles (Eds.). *Global seagrass research methods*. Elsevier Science B.V. 473 pp.
- Sosa-Escalante, J, E, J, M, Pech-Canché, M, C, MacSwiney y S, Hernández-Betancourt, 2013, Mamíferos terrestres de la península de Yucatán, México: riqueza, endemismo y riesgo, *Terrestrial mammals of the Yucatan Peninsula: richness, endemism and risk*, *Revista Mexicana de Biodiversidad* No, 84,
- Southworth, C. S. (1985). Application of Remote-Sensing Data, Eastern Yucatan. In: *Geology and Hydrogeology of the Yucatan and Quaternary Geology of Northeastern Yucatan Peninsula*. By: W. C. Ward, A. E. Weidie and W. Back (eds.). New Orleans Geological Society. New Orleans, USA. 12-19 pp.
- Suárez, E. 1992. Composición, distribución, abundancia y zoogeografía de los copépodos pelágicos (Crustacea) del Golfo de México y Mar Caribe Mexicano. Tesis doctoral. Fac. de Ciencias, UNAM. México
- Suárez-Morales, E. & Gasca, R. 1997. Copépodos (Crustacea) de aguas superficiales del Mar Caribe Mexicano (mayo, 1991). *Revista de Biología Tropical*. 45(4): 1523-1529.
- Tena J., Capaccioni-Azzati R, Torres-Gavila F. y Porras R. (1993). Anélidos poliquetos del antepuerto de Valencia: distribución y categorías tróficas. *Publ. Espec. Inst. Esp. Oceanogr*, 11: 15-20.
- Toscano-Benavides, L. (2011). Guía metodológica para la realización de un Estudio de impacto ambiental de un Parque eólico marino. Máster Profesional en Ingeniería y Gestión medio ambiental. Sevilla, España. Disponible en: [http://api.eoi.es/api\\_v1\\_dev.php/fedora/asset/eoi:67109/componente67107.pdf](http://api.eoi.es/api_v1_dev.php/fedora/asset/eoi:67109/componente67107.pdf)

- Tran, K. C., D. Valdés-Lozano, E. Real & O. Zapata-Pérez. 2008. Variaciones del índice de calidad en laguna Yalahau, Quintana Roo, México, basado en las características del agua y sedimentos, en el periodo 1999-2002. *Revista Ciencias de la Tierra y el Espacio*, Vol. 9.
- Tran, K.C., D. Valdés-Lozano, J. A. Herrera-Silveira, J. Euan, I. Medina-Gómez y N. Aranda-Cirerol. (2002a). Status of water quality at Holbox Island, Quintana Roo State, Mexico. In: C. A. Brebbia (Ed.). *Coastal Environment*. WIT Press, Ashurst Lodge, Southampton, UK, 331-340.
- Tran, K. C., D. Valdés-Lozano, J. Euan, E. Real y E. Gil. (2002b). Status of water quality at Holbox Island, Quintana Roo State, Mexico. *Aquatic Ecosystem Health and Management* 5: 173-189.
- Tran-Kim C., Valdez-Lozano D. S., Real E. y Zapata-Pérez O. (2008). Variaciones del índice de calidad en laguna Yalahau, Quintana Roo, México, basado en las características del agua y sedimentos, en el período 1999-2002. *Ciencias de la Tierra y el Espacio* 9: 20-29.
- Tulaczyk, S. M., Perry E. C., Duller, C. E. and M. Villasuso. (1993). Influence of the Holbox Fracture zone on the Karst Geomorphology and Hydrogeology of Northern Quintana Roo, Mexico. In *Applied Karst Geology*, Edited by B. F. Beck, 181-188 pp
- Tzeng W. N. y Wang Y. T. (1992). Structure, composition and seasonal dynamics of the larval and juvenile fish community in the mangrove estuary of Tanshui River. *Mar. Biol.*, 113: 481-490 pp
- Ulloa-Delgado & Sierra-Díaz, 2005. Proyecto experimental piloto para la conservación del *Crocodylus acutus* por comunidades locales en los manglares de la Bahía de Cispatá departamento de Córdoba. Informe final 2005.
- Van Lent F. y Verschuure J. M. (1994). Intraspecific variability of *Zostera marina* L. (eelgrass) in the estuaries and lagoons of the southwestern Netherlands. I. Population dynamics, *Aquat. Bot.*, pp. 31-58.
- Van Tussenbroek, B. I. Barba-Santos, G; Ricardo-Wong J., Kornelis J., y Waycott Mi. (2010). Guía de los pastos marinos tropicales del Atlántico oeste. UNAM.
- Van Tussenbroek, B.I.; J. Cortés; R. Collin; A.C. Fonseca; P.M.H. Gayle; H.M. Guzmán; G.E. Jácome; R. Juman; K.H. Koltes; H.A. Oxenford; A. Rodríguez-Ramírez; J. Samper-Villareal; S.R. Smith; J.J. Tschirky & E. Weil. (2014). Caribbean-wide, long-term study of Seagrass beds reveals local variations, shifts in community structure and occasional collapse. *PLoS ONE*. 9(3):1-13.
- Vázquez-Lule, A. D.; J. R. Díaz-Gallegos y M. F. Adame. Caracterización del sitio de manglar Yum Balam, en Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). 2009. Sitios de manglar con relevancia biológica y con necesidades de rehabilitación ecológica. CONABIO, México, D.F.
- Vega ME, G De la Cruz, S Hernández y E Pérez 1992. Análisis prospectivo de la comunidad de peces de la Laguna Yalahau, Q. Roo, México. III Congreso Nacional de Ictiología, 24-27 Noviembre 1992. Oaxtepec, México

- Vega-Cendejas, M.E., y Hernández de Santillana, M. (2004). Fish community structure and dynamics in a coastal hypersaline lagoon: Rio Lagartos, Yucatán, México. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 60(2), 285–299.
- Vella G., Rushforth I., Mason E., Hough A., England R., Styles P., Holt T. y Thorne P. (2001). Assessment of the effects of noise and vibration offshore windfarms on marine wildlife. ETSUW/13/00566/REP. 107 pp.
- Wang, J. Y., Chou, L. S., & White, B. N. 1999. Mitochondrial DNA analysis of sympatric morphotypes of bottlenose dolphins (genus: *Tursiops*) in Chinese waters. *Molecular Ecology*, 8(10), 1603-1612.
- Wang, J. Y., Chou, L. S., & White, B. N. 2000. Differences in the external morphology of two sympatric species of bottlenose dolphins (genus *Tursiops*) in the waters of China. *Journal of Mammalogy*, 81(4), 1157-1165.
- Waycott M., Procaccini G., Les D. H., Reusch T. B. (2006). Seagrass evolution, ecology and conservation: a genetic perspective. *Seagrasses: biology, ecology and conservation*. Springer. pp. 25-50
- Waycott, M., Duarte, C. M., Carruthers, T. J. B., Orth, R. J., Dennison, W. C., Olyarnik, S., Calladine, A., Fourqurean, J. W, Heck Jr, K. L., Hughes, A. R., Kendrick, G. A. (2005) Accelerating loss of seagrasses across the globe threatens coastal ecosystems. vol. 106 no. 30. Michelle Waycott, 12377–12381, doi: 10.1073/pnas.0905620106
- Wells, R. S., & Scott, M. D. 2009. Common bottlenose dolphin: *Tursiops truncatus*. In *Encyclopedia of Marine Mammals (Second Edition)* (pp. 249-255).
- Wilber D.H. y Clarke D.G. (1998). Estimating secondary production and benthic consumption in monitoring studies: A case study of the impacts of dredged material disposal in Galveston Bay, Texas. Vol. 21, No. 2, 230-245pp.
- Williams S. L. (1988). Disturbance and recovery of a deep-water Caribbean seagrass bed. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* Oldendorf, pp. 63-71.
- Winfield, I. y E. Escobar-Briones. (2007). Anfípodos (Crustacea: Gammaridea) del sector norte del Mar Caribe: Listado faunístico, registros nuevos y distribución espacial. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 78: 51-61 pp.
- Wood E. J. F., Odum W. E., Zieman J. C. (1969). Influence of seagrasses on the productivity of coastal lagoons. In: *Mem., Simp., Int., Lagunas Costeras*, UNAM/UNESCO, Nov, 28-30, 1967, 495-502.
- Yáñez-Arancibia A., Lara-Domínguez A. L. y Álvarez-Guillen H. (1985). Fish community ecology and dynamic in estuarine inlets. 127-168 pp. In: A. Yáñez-Arancibia (Ed.) *Fish Community Ecology in Estuaries and Coastal Lagoons; Towards and Ecosystem Integration*. Edited UNAM Press, México. 654 p.
- Yáñez-Arancibia, A. (1986). *Ecología de la zona costera*. AGT Editor. SA, México, DF. 189 pp.
- Zambrano L., Córdova-Tapia F., Pacheco-Muñoz R., López-Guijosa P. A., Acosta-Sinencio S. D., Almazán-Tejada M. P., Levy-Gálvez K. 2012. Análisis de la

Manifestación de Impacto Ambiental del Proyecto “La Ensenada” MIA-23QR2012TD073. Grupo de Análisis de Manifestaciones de Impacto Ambiental. Unión de Científicos Comprometidos con la Sociedad. México. 21 pp.

Zieman, J.C. (1974). Methods for the study of the growth and productivity of turtle grass, *Thalassia testudinum* Koenig. *Aqua-culture* 4:139-14

#### **VIII.5.5. Identificación, Caracterización de los impactos ambientales, acumulativos y residuales del Sistema Ambiental Regional.**

Bojórquez-Tapia, L.A., Ezcurra, E. y García, O. (1998) Appraisal of environmental impacts and mitigation measures through mathematical matrices, *Journal of Environmental Management*. 53:91-99.

CCA. (2016), Carbono azul en América del Norte: evaluación de la distribución de los lechos de pasto marino, marismas y manglares, y su papel como sumideros de carbono, Comisión para la Cooperación Ambiental, Montreal, Canadá, 58.

Cervantes Maldonado, A., E. Quintero (2016). La importancia de conservar las praderas de pastos marinos. *CONABIO. Biodiversitas*, 128:12-16.

Conesa-Fernández, V. (1997). Guía metodológica para la evaluación del impacto ambiental. 3ª ed. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid, España, 412 pp.

SEMARNAT. (2012). Consultado en febrero 2018.: <https://www.gob.mx/semarnat/documentos/tramite-semarnat-04-003-a>

SEMARNAT. (2012). guía para la integración de la Manifestación del Impacto Ambiental (MIA) en su modalidad regional. Consultado febrero 2018: <http://www.cmic.org.mx/comisiones/Sectoriales/medioambiente/Gu%C3%ADas%20SEMARNAT/MIA,%20Informe%20Preventivo%20y%20DTU/MIA%20Regional/MIA%20Regional.pdf>

#### **VIII.5.6. Pronósticos Ambientales Regionales y Evaluación de alternativas**

CENAPRED Gobierno del estado de Quintana Roo. (2018). Consultado marzo 2018: <http://www.qroo.gob.mx/eje-2-gobernabilidad-seguridad-y-estado-de-derecho/proteccion-civil>

CONANP. (2016). Programa de manejo del Área de Protección de Flora y Fauna Yum Balam (Propuesta).

INEGI (2010). Censo de Población y Vivienda 2010.

Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (2017). Consultado en enero 2018: [www.inegi.org.mx/](http://www.inegi.org.mx/)

SEMARNAT. (2012). Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe. Consultado en enero 2018: <http://www.semarnat.gob.mx/temas/ordenamiento-ecologico/bitacora-ambiental/bitacora-ambiental-golfo-de-mexico-y-mar-caribe>

### XIII.6. Otros Anexos

Lista de Apéndices:

- Apéndice 1: Caracterización Oceanográfica
- Apéndice 2: Componentes fisicoquímicos del agua
- Apéndice 3: Vegetación y Uso de Suelo
- Apéndice 4: Fauna terrestre
- Apéndice 5: Caracterización del Plancton
- Apéndice 6: Fauna Nectónica
- Apéndice 7: Fauna Bentónica
- Apéndice 8: Reptiles y mamíferos marinos
- Apéndice 9: Pastos marinos
- Apéndice 10: Reporte de pesquerías
- Anexo A Oficio SPC 0025/2018 aviso para desarrollar diversas actividades en el ANP Yum Balam
- Anexo 1 Trayectoria general del cable submarino
- Anexo 2 Trayectoria del cable submarino con los elementos de anclaje
- Anexo 3 Trayectoria de mediana tensión a 34.5 KV subterránea en el poblado de Chiquilá
- Anexo 4 Trayectoria subterránea en el poblado de Hlobox M.T 34.5 KV
- Anexo 5 pozos de visita para media tensión en arroyo tipo X, norma CFE-PVMTAX
- Anexo 6 Registro para media tensión en banqueta tipo 4, Norma CFE-RMTB4 (1)
- Anexo 7 Detalles generales de banco de ductos, muretes y transición en media tensión.