

Tabla de contenido

I. DATOS GENERALES DEL PROYECTO, DEL PROMOVENTE Y DEL RESPONSABLE DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL.....	1
I.1 Proyecto.....	1
I.2 Promovente	2
I.3 Responsable del estudio de impacto ambiental	3
II. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO.....	4
II.1 Información general del proyecto	4
II.2 Características particulares del proyecto	7
II.3 Programa de Trabajo	16
III. VINCULACIÓN CON LOS ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES EN MATERIA AMBIENTAL Y EN SU CASO, CON LA REGULARIZACIÓN DE USO DE SUELO	23
III.1 Información sectorial.....	23
III.2 Análisis de los instrumentos jurídico-normativos	25
III.3 Uso actual de suelo en el sitio del proyecto.....	46
IV. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL Y SEÑALAMIENTO DE LA PROBLEMÁTICA AMBIENTAL DETECTADA EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO	50
IV.1 Delimitación del área de estudio	50
IV.2 Caracterización y análisis del sistema ambiental.....	53
V. IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES	87
V.1 Metodología para evaluar los impactos ambientales.....	87
V.2 Criterios y metodologías de evaluación	89
V.3 Impactos ambientales generados.	91
VI. MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE MITIGACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES.....	98
VI.1 Descripción de la medida o programa de medidas de mitigación por componente ambiental.....	98
VI.2 Impactos residuales.....	103
VII. PRONÓSTICOS AMBIENTALES Y EN SU CASO, EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS.....	104
VII.1 Pronóstico del escenario	104

VII.2 Programa de Vigilancia Ambiental	105
VII.3 Conclusiones.....	106
VIII. IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LA INFORMACIÓN SEÑALADA EN LAS FRACCIONES ANTERIORES.....	108
VIII.1 Formatos de presentación	108
VIII.2 Anexos	108
VIII.3 Glosario de términos.....	108

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

I.1 Proyecto

I.1.1. Nombre del proyecto.

“Maricultura de pepino de mar en la costa norte del estado de Yucatán, México.”

I.1.2. Ubicación del proyecto (calle, número o identificación postal del domicilio), código postal, localidad, municipio o delegación.

La zona específica del proyecto está comprendida dentro de una parte del área concesionada para la extracción, captura y aprovechamiento comercial de la langosta del Caribe a la Sociedad Cooperativa de Producción Pesquera “Pescadores Unidos de San Felipe” SC de RL, la cual se encuentra en el padrón de socios de “Pesca y Acuacultura Sustentable Integradora S.A.P.I” promovente del presente proyecto.

Se encuentra ubicada a aproximadamente 15 km hacia el Norte del Puerto de San Felipe, Yucatán.

La dirección para oír o recibir notificaciones es Calle 12 S/N 15 San Felipe, Yucatán. C.P. 97616.

I.1.3. Superficie total de predio y del proyecto.

La zona específica del proyecto está comprendida dentro de una parte del área concesionada para la extracción, captura y aprovechamiento comercial de la langosta del Caribe a la Sociedad Cooperativa de Producción Pesquera “Pescadores Unidos de San Felipe” SC de RL, la cual se encuentra en el padrón de socios de “Pesca y Acuacultura Sustentable Integradora S.A.P.I” promovente del presente proyecto, en aguas de jurisdicción federal del Golfo de México, en la zona ubicada frente al Puerto de San Felipe en el estado de Yucatán, desde 5 kilómetros al este del faro de Yalkubul, hasta el oriente de punta Nichciliy, colindante al este y oeste con las S.C.P.P. Manuel Cepeda Peraza SCL y S.C.P.P. Pescadores de Dzilam Bravo SCL, en las siguientes coordenadas:

Tabla I.1. Coordenadas de ubicación del área de establecimiento del proyecto. Proyección UTM, DATUM WGS 84, Zona 16Q Norte.

ID	X	Y
1	371123.63	2400647.01
2	371121.95	2399151.85
3	369117.46	2399140.41
4	369121.92	2400637.71

El área ocupa una extensión de 299.706 hectáreas, ubicada a aproximadamente 14 km hacia el Norte del Puerto de San Felipe, Yucatán.

I.1.4. Duración del proyecto.

Se estima que el **primer ciclo** del proyecto se concluya en **12 meses**, desde la determinación del área de colocación de las jaulas, la instalación de las mismas, la siembra de individuos hasta la cosecha y comercialización del primer ciclo de cultivo.

El tipo de sistema de cultivo a utilizar en el presente proyecto es el semi-intensivo de ciclo incompleto, con **nueve ciclos de cultivo** con una duración total de **60 meses (cinco años)**. Con lo que se completaría la primera fase del proyecto.

Se estima que el proyecto tenga un tiempo de vida indeterminado toda vez que se realizará el mantenimiento y/o reemplazo del material y/o jaulas dañadas.

Para efectos de este proyecto se propone un tiempo de **operación de 30 años**.

I.2 Promovente

I.2.1. Nombre o razón social.

PESCA Y ACUACULTURA SUSTENTABLE INTEGRADORA S.A.P.I.

I.2.2. Registro Federal de Contribuyentes del promovente.

PAS140207FD8

I.2.3. Nombre y cargo del representante legal (anexar copia certificada del poder respectivo, en su caso).

Eliminado: Un renglón. Fundamento Legal Artículo 116 de la LGTAIP y Artículo 113 LFTAIP, en la cual se establece, que se considera información confidencial la que contiene datos personales concernientes a una persona física identificada o identificable en base a la resolución 508/2017 emitida el 06 de Noviembre del presente año.

I.2.4. Registro Federal de Contribuyentes del representante legal.

No aplica

I.2.5. Identificación Oficial del representante legal.

Se presenta credencial de elector en el Anexo 1.

I.2.6. Dirección del promovente para recibir u oír notificaciones.

Eliminado: Un renglón. Fundamento Legal Artículo 116 de la LGTAIP y Artículo 113 LFTAIP, en la cual se establece, que se considera información confidencial la que contiene datos personales concernientes a una persona física identificada o identificable en base a la resolución 508/2017 emitida el 06 de Noviembre del presente año.

I.3 Responsable del estudio de impacto ambiental

I.3.1.Nombre o razón social.

RP Soluciones SCP

I.3.2. Registro Federal de Contribuyentes.

RSO-120410-HG6

I.3.3.Nombre del responsable técnico del estudio.

Biol. Sandra A. García Peregrina: Cédula Profesional No. 6526888 (**Anexo 2**)

Colaboradores:

M. en C. Roberto Domínguez Maldonado: Cédula Profesional No. 7994903

I.3.4.Dirección del responsable del estudio.

Calle 52 No. 400 R, entre 31 y 29. Colonia Centro. CP. 97000. Mérida, Yucatán. Teléfono (999) 944 47 90; email: sandra.garcia@rp-soluciones.com.

II. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

II.1 Información general del proyecto

II.1.1 Naturaleza del proyecto

Este proyecto, está diseñado para contribuir al conocimiento de aspectos básicos del pepino de mar en la costa norte del estado de Yucatán a través de la maricultura, con el objetivo de establecer las bases elementales para el crecimiento y desarrollo de *Isostichopus badionotus* mediante el uso de jaulas circulares sumergibles y aportar dicho conocimiento en la toma de decisiones para aprovechamiento sustentable del recurso.

El proyecto presenta una propuesta para el establecimiento de un área estratégica de producción de pepino de mar (*I. badionotus*), evitando la depredación de los organismos de su medio natural, con tecnología de punta para el seguimiento del desarrollo y crecimiento de los mismos, con el equipamiento adecuado y un esquema de producción de acuerdo a las necesidades del proyecto.

Los principales elementos del sistema son: un área estratégica de crecimiento y finalización de los pepinos de mar en jaulas, en aguas de jurisdicción federal del Golfo de México, en la zona ubicada frente al Puerto de San Felipe en el estado de Yucatán, el equipamiento necesario para el crecimiento de los organismos, el cuidado de las áreas de ubicación de las jaulas donde se realizará su desarrollo y engorda, los monitoreos biológicos y la cosecha (119 embarcaciones de fibra de vidrio de 25 pies de eslora con motor fuera de borda de 60 hp cada una, neveras de fibra de vidrio y equipos de buceo semiautónomo, compresor de baja presión tipo hooka), y la infraestructura para el procesamiento de los mismos (centro de recepción y planta procesadora).

El material biológico a utilizar en el presente proyecto son juveniles de la especie *I. badionotus* que previamente serán adquiridos en un laboratorio de producción de juveniles y su desarrollo se llevará a cabo durante nueve ciclos de producción con una duración de 12 meses cada uno, abarcando un total de cinco años.

La implementación del proyecto se realizará procediendo al establecimiento de áreas (distribución espacial) dentro del polígono solicitado de acuerdo con las condiciones fisiográficas y ambientales más adecuadas para la siembra, crecimiento y desarrollo de los pepinos de mar juveniles donde se instalaran las jaulas circulares sumergibles. Se ha estimando una densidad promedio de siembra dentro de cada jaula de aproximadamente

4 organismos juveniles por metro cuadrado y de 12, 512 organismos por hectárea con la finalidad de obtener una producción de 138,883.2 individuos por ciclo por cada 222 jaulas, considerando una supervivencia del 80 %, durante nueve ciclos a través de cinco años de duración del proyecto.

Los organismos una vez sembrados en las jaulas, tomarán gran parte de su alimento directamente de las algas que crezcan en las mallas de las mismas y otra parte de algas marinas fermentadas que les serán suministradas para obtener la energía y proteína necesaria para su sano desarrollo. En promedio dicho desarrollo dura 12 meses desde su siembra a una talla de entre 2 y 3 centímetros de longitud y de aproximadamente 3 gramos de peso, hasta su cosecha, tiempo a través del cual se estima alcanzarán una longitud entre 20 y 30 cm y un peso promedio de entre 500 a 750 gramos por organismo.

II.1.2 Ubicación física del proyecto y planos de localización

El presente proyecto se pretende llevar a cabo frente a las costas del Municipio de San Felipe en el estado de Yucatán. Este sitio es importante dado que la especie de interés en el presente proyecto, *I. badionotus*, tiene una distribución natural en la zona, por lo tanto, no se estaría introduciendo ninguna especie exótica, las condiciones del fondo marino en el área son propicias para su desarrollo y además el sitio posee una cercanía estratégica al “Centro de Reproducción de Especies Marinas”, ubicado en el municipio vecino de Dzilam de Bravo, laboratorio de producción de pepino de mar, donde se adquirirán los organismos juveniles para la siembra, esto facilitaría el aseguramiento del suministro de juveniles, la operatividad y la factibilidad al presente proyecto. Todo lo anterior hace del sitio seleccionado una zona estratégica para el desarrollo del presente proyecto.

La zona específica del proyecto tiene una superficie de 2'997,066.48 m² (299.706 ha), está comprendida dentro de una parte del área concesionada para la extracción, captura y aprovechamiento comercial de la langosta del Caribe a la Sociedad Cooperativa de Producción Pesquera “Pescadores Unidos de San Felipe” SC de RL, la cual se encuentra en el padrón de socios de “Pesca y Acuicultura Sustentable Integradora S.A .de C.V.” promovente del presente proyecto, en aguas de jurisdicción federal del Golfo de México, en la zona ubicada frente al Puerto de San Felipe en el estado de Yucatán, desde 5 kilómetros al este del faro de Yalkubul, hasta el oriente de punta Nichciliy, colindante al este y oeste con las S.C.P.P. Manuel Cepeda Peraza SCL y S.C.P.P. Pescadores de Dzilam Bravo SCL, en las siguientes coordenadas:

Tabla II.1. Coordenadas de ubicación del área de establecimiento del proyecto. Proyección UTM, DATUM WGS 84, Zona 16Q Norte.

ID	X	Y
1	371123.63	2400647.01
2	371121.95	2399151.85
3	369117.46	2399140.41
4	369121.92	2400637.71

El área ocupa una extensión de 299.706 hectáreas, ubicada a aproximadamente 14 km hacia el Norte del Puerto de San Felipe, Yucatán (Figura II.1.).

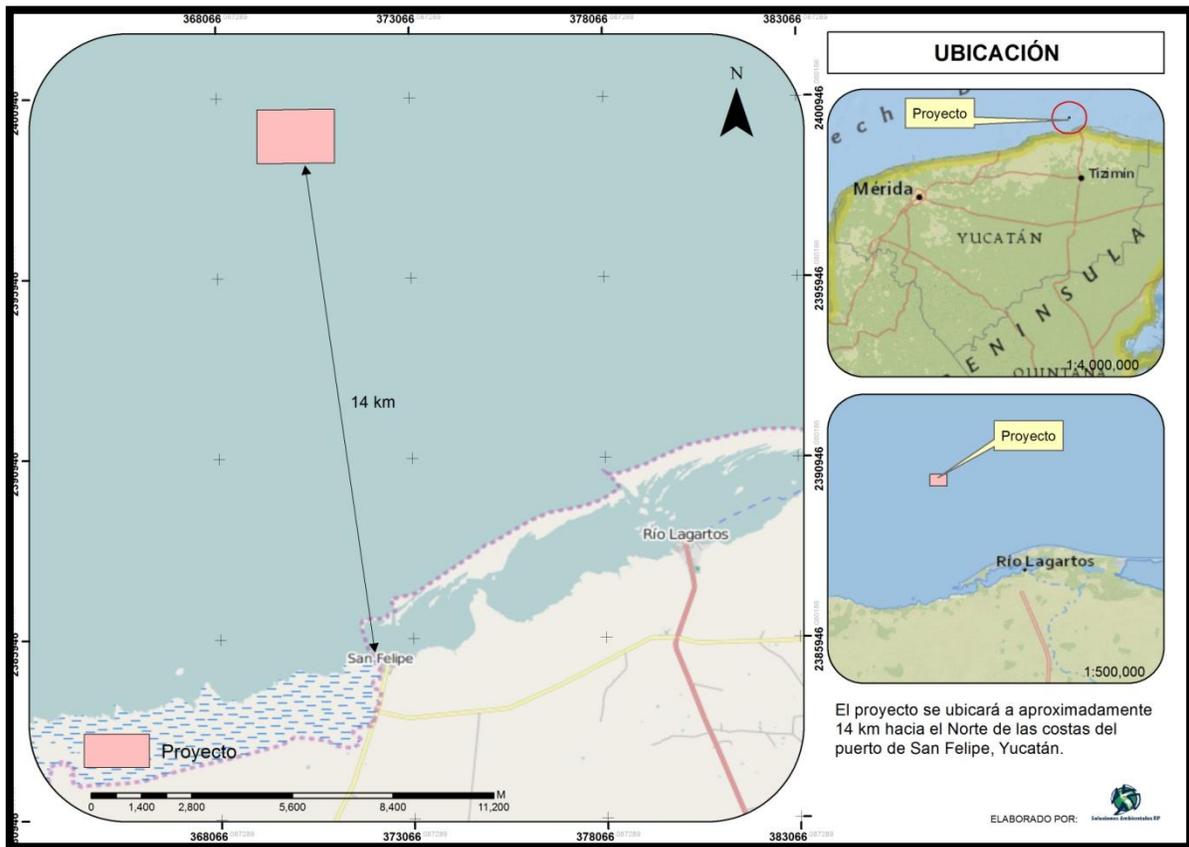


Figura II.1. Ubicación del área de siembra de las jaulas del proyecto.

II.1.3 Inversión requerida

Se estima un costo aproximado por Ciclo de Siembra de aproximadamente 23'942,600.00 (veintitrés millones novecientos cuarenta y dos mil seiscientos pesos 00/100 M.N.). El cual se desglosa en las siguientes cantidades:

Tabla II.2. Inversión del proyecto por ciclo de siembra.

RUBRO	CANTIDAD
Jaulas	5'004,000.00
Alimento	80,000.00
Juveniles	18,666,600.00
Costo de Operación y medidas de mitigación y prevención	192,000.00
TOTAL	23'942,600.00

II.2 Características particulares del proyecto

II.2.1 Información biotecnológica de las especies a cultivar

a) Especie a cultivar y descripción de sus atributos y/o amenazas potenciales que pudieran derivar de su incorporación al ambiente de la zona donde se desarrollará el proyecto.

En México, la demanda comercial por el pepino de mar, ha sido principalmente por *Isostichopus fuscus* en el Pacífico e inició en 1988. El interés por explotarlo se centró en pescadores de Sonora, Sinaloa, Nayarit, Jalisco, Colima, Michoacán, Guerrero y Oaxaca. De los holotúridos comestibles, *I. fuscus* es el de mayor demanda internacional debido a la textura de su piel y su tamaño.

Para la región del Atlántico, Golfo de México y Mar Caribe, a inicios del año 2000 se generó un interés en la explotación de pepino de mar. Esta explotación, Inició a través de permisos de pesca de fomento del pepino café, *I. badionotus* el interés también generó la extracción furtiva; esta especie tiene características muy similares a *I. fuscus* del Océano Pacífico. Los primeros estudios realizados en la plataforma de Yucatán, permitieron identificar una distribución de al menos cuatro especies de pepino de mar, de las cuales tres presentan biomasa con un potencial comercial para los mercados asiáticos. *I. badionotus* es la más abundante y de mayor distribución en la región central y poniente de la plataforma de Yucatán (De Anda *et al*, 2006).

A finales de 2007, y a través de la concesión de siete permisos de pesca de fomento (INP, 2009), se tenía planteado el ordenamiento y manejo integrado del recurso pepino de mar para Yucatán. Sin embargo, la presencia de la marea roja en las áreas de distribución de las mayores concentraciones diezmó considerablemente su abundancia.

A partir de 2013 se otorgan los primeros 176 permisos de pesca comercial para la especie *I. badionotus*, por lo que sus poblaciones, por un lado, son las que reciben directamente el impacto de dicha pesquería, por otro, dicha especie esta propensa al impacto de eventos como la marea roja que podría hacer disminuir sus poblaciones a niveles alarmantes en cualquier momento y a sufrir su extracción por la pesca furtiva debido al interés que representa, sin olvidar el conflicto de intereses en el sector pesquero y las autoridades. A sabiendas que el pepino de mar posee una amplia demanda por los países asiáticos y que es poco probable que dicho mercado disminuya con el tiempo.

Por todo lo anterior, el presente proyecto propone trabajar con *I. badionotus* de manera sustentable y posicionar la acuicultura de este pepino de mar como una alternativa solida a futuro para su desarrollo e implementación en las comunidades costeras del estado.

b) Origen de los organismos a cultivar.

Para el desarrollo del presente proyecto se requerirá la adquisición previa de organismos juveniles de pepino de mar, *Isostichopus badionotus*, dichos organismos serán obtenidos en el “Centro de Reproducción de Especies Marinas” ubicado en el km. 5 de la carretera Santa Clara-Dzilam de Bravo en el estado de Yucatán. Dicho laboratorio es operado por Grupo Agua Marina Golfo de México S.A. de C.V., uno de los posibles proveedores.

Es de vital importancia mencionar que previo a la adquisición de los organismos se cumplirá con todos los trámites administrativos y legales correspondientes para efectos de acreditar la legal procedencia, los permisos y/o autorizaciones en materia de sanidad acuícola de acuerdo a las Leyes aplicables, Normas Oficiales Mexicanas, y las demás disposiciones legales vigentes. El cumplimiento de la normatividad Incluye aspectos como la acreditación de la legal procedencia, periodos de veda, movilización de organismos, establecimiento de cuarentenas, certificados de sanidad acuícola e introducción de organismos al medio acuático.

Estrategias de manejo de la(s) especie(s) a cultivar:

a) Número de ciclos de producción al año.

El primer ciclo de producción se realizará a los 12 meses de realizada la siembra, las cosechas subsecuentes se distribuirán con la temporalidad presentada en la siguiente tabla:

Tabla II.3. Producción estimada de pepino de mar *Isostichopus badiionotus* durante los ciclos de operación del proyecto.

Especie <i>Isostichopus badiionotus</i>	Producción								
	1er. Ciclo de cosecha (12 meses)	2do. Ciclo de cosecha (18 meses)	3er. Ciclo de cosecha (24 meses)	4to. Ciclo de cosecha (30 meses)	5to. Ciclo de cosecha (36 meses)	6to. Ciclo de cosecha (42 meses)	7mo. Ciclo de cosecha (48 meses)	8vo. Ciclo de cosecha (54 meses)	9no. Ciclo de cosecha (60 meses)
Número de jaulas *	222	444	666	888	1110	1332	1554	1776	2000
Hectáreas	33.3	66.60	90.90	133.20	166.50	199.80	233.10	266.40	300
Número de individuos**	138,883.2	277,766.40	416,649.60	555,532.8	694,416.0	833,299.20	972,182.40	1,111,065.6	1,249,948.8
Kilogramos	De 69,441.6 a 104,162.4	De 138,883.2 a 208,324.8	De 208,324.8 a 312,487.2	De 277,766.4 a 416,649.6	De 347,208.0 a 520,812.0	De 416,649.6 a 624,974.4	De 486,091.2 a 729,136.8	De 555,532.8 a 833,299.2	De 624,974.4 a 937,461.6

Notas:

* Se estarán incrementando en paquetes de 222 jaulas hasta alcanzar la meta de 2, 000 jaulas al quinto año.

** Número total de individuos a cosechar por ciclo, ya considerando una mortalidad del 20%.

b) Biomosas.

Densidad de siembra (organismos/m³ o m²).

Se contempla una densidad promedio de siembra de 792 organismos juveniles por jaula, lo que nos arroja una densidad de 4 ind/m² considerando que cada jaula tiene una superficie de 198 m². Esta densidad de siembra corresponde a un modelo experimental donde se busca obtener rendimientos óptimos de cosecha que puedan mantener una acuicultura sustentable del recurso pepino de mar. En estudios realizados se ha observado que densidades de siembra entre 1 y 5 ind/m² resulta ser adecuado para el desarrollo de los organismos (Mills, D. *et. al.*2011), esto considerando el tamaño y peso de los individuos al momento de la siembra, entre 2 y 3 centímetros de longitud y un peso aproximado de 3 gramos. En casos donde las densidades de siembra han sido más elevadas las tasas de crecimiento ha sido muy pobre y lenta e influye negativamente a la supervivencia.

Estimación del rendimiento inicial por etapa de cultivo (en kilogramos/m³ o m²).

Cada individuo adquirido del laboratorio de producción de juveniles para su siembra en las jaulas tendrá una talla de entre 2 y 3 centímetros de longitud y un peso aproximado de 3 gramos, donde después de los 12 meses de engorda y al momento de la cosecha alcanzarán una longitud entre 20 y 30 cm y un peso promedio de entre 500 a 750 gramos por organismo. Se ha estimado una densidad promedio de siembra dentro de cada jaula de aproximadamente 4 organismos juveniles por metro cuadrado y de 12,512 organismos por hectárea con la finalidad de obtener una producción de **138,883.20 individuos por ciclo, por cada 222 jaulas**, considerando una supervivencia del 80 %, durante nueve ciclos a través de cinco años de duración del proyecto.

Cabe mencionar que una vez realizada la siembra de los 782 organismos juveniles de pepino de mar por jaula se estima un rendimiento aproximado hasta el momento de la cosecha de **2 a 3 kg/m² de pepino de mar por jaula en cada ciclo de 12 meses**, tiempo requerido desde el momento de la siembra de los organismos hasta su cosecha.

Talla en centímetros y peso en kilogramos.

La talla estimada de los individuos para la cosecha en cada uno de los nueve ciclos de producción es de aproximadamente de 20 a 30 centímetros de longitud total y un peso aproximado de entre 500 a 750 gramos por individuo.

Número de organismos de la cosecha.

Por cada uno de los nueve ciclos de cosecha se estima que por cada 222 jaulas se obtendrán un total de **138,883.2 organismos de pepino de mar**.

Rendimiento por área y al final de la cosecha, volumen total de cosecha y densidad final.

Se estima un rendimiento de aproximadamente entre 5,004 a 7,506 kilogramos de pepino de mar por hectárea sembrada. Al final de cada uno de los nueve ciclos de cosecha se estima un rendimiento por cada 222 jaulas de entre 69,441.6 y 104,162.4 kilogramos. Con un rendimiento total (9 ciclos) de aproximadamente entre 2'569,339.2 kg (2,569.34 toneladas) y 4'687,308.00 kg (4,687.308 toneladas).

En cuanto al volumen total de la cosecha de los nueve ciclos se estima entre 624,974.4 y 937,461.6 kilogramos con una densidad de 10, 009 individuos por hectárea. Todo esto ya considerando una mortalidad del 20 % y una supervivencia del 80 %.

c) Tipo y cantidad de alimento a utilizar y forma de almacenamiento.

Las jaulas que serán utilizadas para el presente proyecto poseen una estructura de marco de plástico y cuentan con una malla interior. Estas jaulas son establecidas a determinada profundidad, donde haya suficiente penetración de luz solar, sirviendo para que los pepinos de mar se encuentren como en un lugar de descanso. El diseño de las jaulas facilita que dichos pepinos puedan alimentarse de las algas que se acumulan en la parte inferior de las mismas, permitiéndoles crecer de forma rápida y natural. Adicionalmente se les podrá suministrar un fermentado de algas marinas.

Frecuencia de alimentación.

Los pepinos de mar juveniles sembrados dentro de las jaulas podrán tomar de manera libre las algas que se produzcan en el interior de la jaula. En el caso de las algas fermentadas estas podrán suministrarse hasta dos veces por semana.

Factor de conversión alimenticia.

La cantidad de algas fermentadas suministradas será igual al peso húmedo de los pepinos de mar dentro de cada jaula.

Cantidad de alimento a suministrar en toneladas y/o kilogramos.

Como se ha mencionado los pepinos de mar juveniles sembrados en el interior de las jaulas se alimentarán de las algas que se produzcan dentro de las mismas, en cuanto el caso del suministro de las algas fermentadas la cantidad de alimento será igual al peso húmedo de los pepinos de mar en la jaula. Dicho peso húmedo será determinado al momento de las biometrías.

II.2.2 Descripción de obras principales del proyecto

II.2.2.1. Artes de cultivo

Tipo y características.

En el presente proyecto se utilizarán jaulas circulares sumergibles con malla interna resistentes a las corrientes oceánicas y a olas y vientos que superan los 12 grados. Están fabricadas en plástico, cada una cuenta con una superficie de 198 m² y posee 12 anclas verticales para mantenerla estable. La jaula puede ser emergible a través de la inyección de aire por medio de un compresor.

Cada jaula circular sumergible posee 9 metros de diámetro y 1.5 m de altura. Se calcula que se instalarán 2,000 jaulas.



Figura II.2. Vista superior de una jaula circular sumergible, similar a las que se utilizarán en el presente proyecto.



Figura II.3. Jaula circular sumergible con sus dimensiones.

Distribución y orientación.

La implementación del presente proyecto se realizará procediendo al establecimiento de áreas (distribución espacial) dentro del polígono solicitado de acuerdo con las condiciones fisiográficas y ambientales más adecuadas para la siembra, crecimiento y desarrollo de los pepinos de mar juveniles donde se instalaran las jaulas circulares sumergibles.

Las jaulas serán distribuidas y fijadas en grupos desde una (1) hasta dieciséis (16) jaulas dentro del área del polígono solicitado para el presente proyecto. Esta agrupación dependerá del tipo de suelo presente en los sitios ya que se buscarán sitios sin desniveles significativos y con un mismo tipo de suelo lo que permita darle estabilidad a las jaulas.

En cuanto a la orientación esta se realizará considerando la dirección de la corriente y mareas en la zona. Así mismo, para su orientación y distribución será considerada la profundidad como factor importante debido al requerimiento de luz solar.

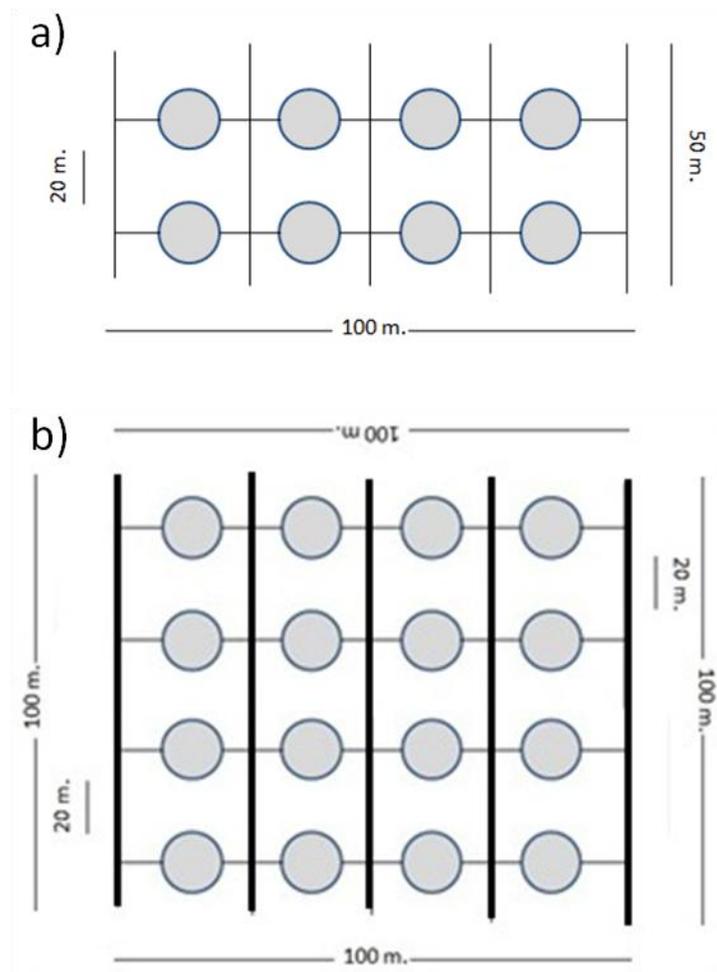


Figura II.4. Distribución espacial que tendrán las jaulas circulares sumergibles obedeciendo a una mejor forma de anclaje. a) se muestra la disposición de las jaulas en grupos de 8. b) se muestra la distribución de un módulo de 16 jaulas, las cuales a su vez formarán un conjunto o conglomerado con sus respectivas distancias y amarres requeridos.

II.2.3 Descripción de obras asociadas al proyecto

El proyecto no contempla la construcción de infraestructura de apoyo, ya que las actividades administrativas, de almacenamiento, procesado y venta del producto se realizarán en las instalaciones de la Sociedad Cooperativa de Producción Pesquera “Pescadores Unidos de San Felipe SC de RL”, ubicadas en esta misma localidad.

La adquisición de juveniles se realizará en distribuidores debidamente autorizados, por lo que no se requerirán de instalaciones de reproducción y cría.

II.2.4 Descripción de obras provisionales al proyecto

No se contempla la realización de obras provisionales.

II.3 Programa de Trabajo

Se estima que el primer ciclo del proyecto se concluya en 12 meses, desde la determinación del área de colocación de las jaulas, la instalación de las mismas, la siembra de individuos hasta la cosecha y comercialización del primer ciclo de cultivo.

El tipo de sistema de cultivo a utilizar en el presente proyecto es el semi-intensivo de ciclo incompleto, con nueve ciclos de cultivo con una duración total de 60 meses (cinco años). Con lo que se completaría la primera fase del proyecto.

Se estima que el proyecto tenga un tiempo de vida indeterminado toda vez que se realizará el mantenimiento y/o reemplazo del material y/o jaulas dañadas.

Para efectos de este proyecto se propone un tiempo de operación de 30 años.

Tabla II.4. Programa de trabajo del proyecto.

CICLOS / ACTIVIDAD		MESES												AÑOS						
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	2	3	4	5	6	30	
CICLO 1	Determinación del área y ubicación de las jaulas dentro del área concesionada y/o con permiso																			
	Adquisición de juveniles																			
	Siembra de juveniles																			
	Monitoreo en los sitios																			
	Muestro por sitio (supervivencia)																			
	Registro de parámetros fisicoquímicos																			
	Vigilancia																			
	Cosecha																			
Comercialización																				
CICLO 2																				
CICLO 3																				
CICLO 4																				
CICLO 5																				
CICLO 6																				
CICLO 7																				
CICLO 8																				
CICLO 9																				
PREPARACIÓN DEL SITIO Y CONSTRUCCIÓN																				
OPERACIÓN																				

II.3.1 Descripción de actividades de acuerdo a la etapa del proyecto

II.3.1.1. Preparación del sitio y Construcción

Estas etapas del proyecto contemplan la selección del lugar apropiado para la colocación de las jaulas y la instalación de las mismas.

Como ya se describió con anterioridad, en el presente proyecto se utilizarán jaulas circulares sumergibles con malla interna resistentes a las corrientes oceánicas y a olas y vientos que superan los 12 grados. Están fabricadas en plástico, cada una cuenta con una superficie de 198 m² y posee 12 anclas verticales para mantenerla estable. La jaula puede ser emergible a través de la inyección de aire por medio de un compresor.

Cada jaula circular sumergible posee 9 metros de diámetro y 1.5 m de altura. Se calcula que se instalarán 2,000 jaulas en un lapso de 5 años.

II.3.1.2. Operación

1. Sistema de cultivo

El tipo de sistema de cultivo a utilizar en el presente proyecto es el semi-intensivo de ciclo incompleto, con nueve ciclos de cultivo con una duración total de 60 meses (cinco años). Abarca las siguientes etapas:

Siembra

La implementación del presente proyecto se realizará procediendo al establecimiento de áreas (distribución espacial) dentro del polígono solicitado de acuerdo con las condiciones fisiográficas y ambientales más adecuadas para la siembra, crecimiento y desarrollo de los pepinos de mar juveniles donde se instalaran las jaulas circulares sumergibles. Para la siembra en las jaulas circulares sumergibles se requerirá la adquisición de organismos juveniles de pepino de mar, *Isostichopus badionotus*, los cuales serán obtenidos en el “Centro de Reproducción de Especies Marinas” ubicado en el km. 5 de la carretera Santa Clara-Dzilam de Bravo en el estado de Yucatán. Cada organismo juvenil adquirido para la siembra en el presente proyecto tendrá una talla de entre 2 y 3 centímetros de longitud y de aproximadamente 3 gramos de peso.

Para tal efecto y previo a la adquisición de dichos organismos se procederá a realizar ante las autoridades correspondientes todos los trámites administrativos y legales con relación a la legal procedencia, periodos de veda de acuerdo a la NOM-009-SAG/PESC-2015 vigente y los permisos y/o certificados en materia de sanidad acuícola para efectos de acreditar la legal procedencia, movilización, cuarentena e introducción de organismos al medio marino de la especie en cuestión y todas las disposiciones legales que haya lugar.

La presente etapa consiste en la siembra de 782 organismos juveniles en cada una de las 2,000 jaulas proyectadas para el presente trabajo, requiriendo un total de 7'812,180 juveniles para la totalidad del proyecto. Se contempla una densidad de siembra de 782 organismos juveniles por jaula, lo que nos arroja una densidad de 4 individuos por m² considerando que cada jaula tiene una superficie de 198 m². Esta densidad de siembra corresponde a un modelo experimental donde se busca obtener rendimientos óptimos de cosecha que puedan mantener una acuicultura sustentable del recurso pepino de mar. En estudios realizados se ha observado que densidades de siembra entre 1 y 5 ind/m² resulta ser adecuado para el desarrollo de los organismos (Mills, D. et. al.2011), esto considerando el tamaño y peso de los individuos al momento de la siembra, entre 2 y 3 centímetros de longitud y un peso aproximado de 3 gramos. En casos donde las densidades de siembra han sido más elevadas las tasas de crecimiento ha sido muy pobre y lenta e influye negativamente a la supervivencia. Una vez contando con todos los permisos y/o autorizaciones legales correspondientes los organismos serán trasladados vía marítima hasta el lugar de siembra y una vez ubicados en dicho sitio se procederá de manera manual a realizar dicha actividad.

Esta etapa se realizará en nueve ciclos (siembras), uno cada seis meses, durante la totalidad del proyecto y cada ciclo de siembra durará entre uno y dos meses para su realización.

Engorda y/o crecimiento

Esta etapa consiste en mantener a los juveniles en las mejores condiciones posibles para su desarrollo. Las jaulas que serán utilizadas para el presente proyecto poseen una estructura de marco de plástico y cuentan con una malla interior. Estas jaulas son establecidas a determinada profundidad, donde haya suficiente penetración de luz solar, sirviendo para que los pepinos de mar se encuentren como en un lugar de descanso. El diseño de las jaulas facilita que dichos pepinos puedan alimentarse de las algas que se acumulan en la parte inferior de las mismas, permitiéndoles crecer de forma rápida y natural. Adicionalmente se les podrá suministrar un fermentado de algas marinas. La

duración de la presente etapa es de 12 meses de duración desde el momento de la siembra hasta el momento de la cosecha de los organismos.

Cosecha

Una vez que se ha llegado al final de la etapa de engorda y/o crecimiento viene la cosecha; esto se debe a que el ciclo programado llegó a su fin o porque el monitoreo de los organismos (biometría), indica que las tallas ya son adecuadas para su extracción.

Después de aproximadamente 12 meses de crecimiento en el medio marino, el pepino alcanza la talla y peso requeridos para ser cosechado, pudiendo programarse esta actividad en uno o dos meses. En esta etapa se estima que cada individuo tendrá una longitud entre 20 y 30 cm y un peso promedio de entre 500 a 750 gramos.

La cosecha se realiza mediante la utilización de embarcaciones menores de fibra de vidrio de 25 pies de eslora con motor fuera de borda de 60 hp para el transporte hasta la zona de producción y el empleo de la técnica de la cosecha, la cual se realizará a través buceo semiautónomo utilizando un compresor de baja presión, tipo hooka, en donde el buzo supervisa las condiciones del producto.

Posteriormente dicho producto es recolectado por el mismo buzo en el fondo de la jaula, en caso de ser necesario o para facilitar el proceso de cosecha la jaula puede ser emergida del agua hasta la superficie.

Una vez fuera del agua, los pepinos se deben depositar en un contenedor con agua fría usando hielo, para tener una temperatura aproximada de 5°C., que los mantendrá en condiciones de ser transportados a las áreas de recepción y de proceso ubicados en el puerto de San Felipe, Yucatán.

Tabla II.5. Resumen de las diferentes etapas del cultivo y su duración.

ETAPA	DURACIÓN
Siembra	Nueve ciclos, realizando siembras cada seis meses durante los 60 meses del proyecto. Los organismos juveniles con una talla de entre 2 y 3 centímetros de longitud y de aproximadamente 3 gramos de peso.
Engorda/crecimiento	12 meses por ciclo. En total nueve ciclos.

ETAPA	DURACIÓN
Cosecha	Uno o dos meses por ciclo, esto se realizará hasta el momento de alcanzar la talla programada, una longitud entre 20 y 30 cm y un peso promedio de entre 500 a 750 gramos.
Duración total del ciclo del proyecto	60 meses.

2. Bioseguridad

Medidas contra depredadores.

En el medio natural los pepinos de mar juveniles pueden ser el alimento de peces como los de las familias Balistidae, Labridae, Lethrinidae y Nemipteridae, y en su etapa adulta pueden ser depredados por las estrellas de mar, determinados peces y crustáceos. El presente proyecto contempla la siembra de pepinos de mar juveniles en jaulas, en este sentido la estructura de las mismas posee en su interior una malla súper forzada y con suficiente resistencia contra vientos y mareas fuertes de hasta 12 grados. La estructura de la jaula es la encargada proteger la malla contra el ambiente marino y es esta malla la encargada de proteger a los pepinos de mar de sus posibles depredadores.

Sistemas de seguridad contra fugas de organismos.

Las jaulas sumergibles tanto en su estructura, como en su sistema de anclaje y su malla se encuentran fabricados con materiales altamente resistentes a las condiciones marinas y climáticas muy desfavorables, por lo que existe una mínima probabilidad de fuga de los organismos. Sin embargo, cabe mencionar que las jaulas serán monitoreadas y revisadas físicamente cada vez que se acuda a suministrar el alimento a los pepinos de mar y cuando se tomen los datos de los parámetros fisicoquímicos del agua y biométricos, por lo tanto estarán monitoreadas constantemente.

Medidas sanitarias preventivas y correctivas.

Como todos los organismos, los pepinos de mar son susceptibles a enfermedades del medio natural causadas por bacterias, hongos y virus.

Los pepinos de mar en etapa juvenil que serán utilizados para la siembra en las jaulas serán adquiridos en un laboratorio de producción de pepino de mar, “Centro de Reproducción de Especies Marinas”, el cual cuenta con las medidas sanitarias correspondientes para su certificación sanitaria.

Biometrías

Cabe recordar que se realizarán dos monitoreos por mes a las jaulas durante cada ciclo para este fin, una vez ubicados en ellas se procederá al muestreo de los organismos, dicho muestro consiste en que de por medio de buceo semiautónomo tipo hooka se realice el conteo de los organismos para estimar su supervivencia, además se realizará la toma de los datos biométricos de los mismos.

Los organismos colectados se colocarán en recipientes etiquetados y llenos con agua de mar del sitio para su conservación momentánea. El porcentaje máximo de extracción para la toma de datos se realizará con relación a la densidad encontrada en cada jaula, la cual será del 5% como máximo.

La medida de longitud que se tomará es la longitud total, esta medición se realizará al momento que se extraigan los organismos del recipiente con agua marina donde se encontrarán almacenados temporalmente en la embarcación, para conocer la longitud aproximada a la que se presentan en el fondo del mar. En el caso de las mediciones de peso, éstas serán el peso total del cuerpo mediante una balanza.

Mortalidad

Una vez sembrados los pepinos de mar juveniles en las jaulas se proyecta una mortalidad del 20% hasta la etapa de la cosecha, esperando una supervivencia del 80% de los organismos.

II.3.2 Etapa de abandono del sitio

No se prevé el abandono de las jaulas ya que éstas serán sujetas a mantenimiento periódico y/o sustitución en caso de ser necesario.

Es necesario puntualizar que las jaulas serán instaladas en un proceso gradual de 5 años (9 ciclos de cosecha) por lo que al final del 5º año ya se tendrán las 2000 jaulas proyectadas.

III. VINCULACIÓN CON LOS ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES EN MATERIA AMBIENTAL Y EN SU CASO, CON LA REGULARIZACIÓN DE USO DE SUELO

En los siguientes apartados se realiza el análisis de la normatividad que vincula el proyecto con los programas de ordenamiento territorial, de desarrollo urbano, así como las leyes y normas aplicables de competencia municipal, estatal y federal, que nos permita situar las bases para demostrar la viabilidad legal y ambiental del proyecto.

III.1 Información sectorial ¹

El cultivo industrial de organismos acuáticos en Yucatán es una actividad relativamente reciente que se basa fundamentalmente en el manejo de especies introducidas, en especial tilapias, así como camarón blanco del Pacífico (*Litopenaeus vannamei*) cultivado tanto en agua marina como dulce. Hay además una importante actividad de cultivo de peces ornamentales dulceacuícolas que maneja las especies, tanto introducidas como nativas, más ampliamente utilizadas en acuariofilia. Adicionalmente, en la costa noroccidental de la península se realiza a pequeña escala el cultivo semiintensivo de especies nativas de artemia y camarón, pero su desarrollo es muy limitado.

Las características geológicas de Yucatán dificultan la excavación de estanquería rústica, la cual únicamente se usa para el cultivo de camarón tanto nativo como introducido. Sin embargo, este cultivo cada día es menos importante, al grado que solamente queda en operación una granja en la costa y otra más tierra adentro donde se cultiva camarón del Pacífico; mientras que las granjas de camarón nativo operan de manera limitada debido a la poca disponibilidad de poslarvas. Hay que destacar que estas últimas granjas están dentro de la Reserva de la Biosfera de Celestún (RBC), lo cual restringe aún más la posibilidad de utilizar especies o prácticas acuaculturales adversas al ecosistema.

El estado de Yucatán, debido a sus características fisiográficas, posee una menor potencialidad para el desarrollo de la acuicultura en comparación con otras entidades. Por ejemplo, tiene un suelo cárstico muy permeable que impide la construcción de estanquería rústica, además de carecer de áreas protegidas en la costa donde se pudieran instalar sistemas flotantes. Con todo, tiene una importante riqueza biológica que le permitiría desarrollar cultivos con diversas especies nativas de alto valor y demanda en el mercado.

¹ Durán R. y M. Méndez (Eds.) 2010. Biodiversidad y Desarrollo Humano en Yucatán. CICY, PPD-FMAM, CONABIO, SEDUMA. 496 pp. Consultado en línea. URL: http://www.seduma.yucatan.gob.mx/biodiversidad-yucatan/02Parte1_El_Estado/Capitulo2/03Actividades_productivas/21Acuicultura.pdf

En los últimos tiempos la maricultura ha venido cobrando mayor relevancia por su capacidad de generar alternativas ocupacionales para los pescadores. No obstante que en tierra firme tiene un menor potencial debido a las mencionadas características geológicas o a los usos actuales del suelo, en la zona costera es factible el desarrollo de cultivos intensivos en tanques de algunas especies de peces comercialmente atractivas, como sería, por ejemplo, el esmedregal o cobia (*Rachycentron canadum*), cuyo cultivo se puede realizar tanto en agua dulce como salobre; y con otras especies, como corvina (*Cynosion nebulosum*), jurel (*Decapterus punctatus*) y huachinango (*Lujanus campechanus*), sería posible establecer cultivos intensivos tanto en tanques como en jaulas flotantes.

En la zona marina se han localizado zonas con profundidades de entre 5 y 10 m donde sería viable la instalación de jaulas por su proximidad a la costa, las cuales podrían ubicarse frente a Río Lagartos-San Felipe, las Bocas de Dzilam y Chicxulub-San Bruno. Las zonas identificadas en el oriente tendrían un mayor potencial para la instalación de jaulas flotantes de hasta 5 m de altura, considerando que, dada su proximidad a las lagunas costeras o rías, los dispositivos de cultivo podrían ser remolcados a las aguas interiores en caso de emergencias ambientales. Adicionalmente, se están realizando estudios a nivel local que permitirán en un futuro cercano desarrollar cultivos de otras especies acuícolas de importancia comercial, como el pulpo maya y el pepino de mar.

Por su parte, la acuicultura en aguas continentales se puede fomentar de manera sustentable, basada en la biodiversidad local. Se podrían desarrollar, entonces, cultivos de cíclidos nativos con amplia demanda en la acuarifilia, además de especies importantes para consumo humano, como la mojarra castarrica (*Cichlasoma urophthalmus*) que es muy bien aceptada en el mercado regional. Existe además la posibilidad de explotar la gran diversidad de poecílicos con alta demanda en el mercado de ornamentales. Hay que destacar también la presencia de crustáceos factibles de cultivo, como son las especies nativas de cambáridos y astácidos con alta demanda en mercados regionales.

Las tendencias actuales de la acuicultura se orientan hacia su fomento sin afectar al ecosistema. En ese sentido, además de reducir los impactos asociados a la instalación y operación de las granjas, particularmente modificación de hábitat y descarga de aguas residuales, se deben desarrollar estrategias que permitan un uso eficiente de los recursos e insumos. Así, la alternativa debe ser favorecer la implementación de cultivos integrados donde se reciclen los subproductos de los diferentes cultivos, a fin de reducir o eliminar las posibles fuentes de impacto, en particular, considerar el reciclamiento del agua, por ejemplo, con fines agrícolas, ya sea mediante riego o sistemas hidropónicos; práctica que

cada vez cobra mayor auge a nivel internacional, y que puede ser fácilmente aplicada en Yucatán para el cultivo de tilapia asociado a hortalizas y/o frutales.

En conclusión, es posible afirmar que si bien en la actualidad no se nota en Yucatán un impacto significativo de la acuicultura sobre la biodiversidad, esta actividad debe fomentarse desde un punto de vista sostenible, evitando en lo posible soportarla con especies exóticas que pudieran afectar a la fauna de la región.

Adicionalmente, debe establecerse un ordenamiento de su desarrollo para evitar la afectación de ecosistemas sensibles, como la duna o las lagunas costeras. Se recomienda, asimismo, el fomento de la acuicultura integral con el propósito de hacer un uso eficiente de los recursos empleados.

III.2 Análisis de los instrumentos jurídico-normativos

III.2.1. LEY GENERAL DEL EQUILIBRIO ECOLÓGICO Y PROTECCIÓN AL AMBIENTE (LGEEPA).

- **“Artículo 28.-** *La evaluación del impacto ambiental es el procedimiento a través del cual la Secretaría establece las condiciones a que se sujetará la realización de obras y actividades que puedan causar desequilibrio ecológico o rebasar los límites y condiciones establecidos en las disposiciones aplicables para proteger el ambiente y preservar y restaurar los ecosistemas, a fin de evitar o reducir al mínimo sus efectos negativos sobre el medio ambiente. Para ello, en los casos en que determine el Reglamento que al efecto se expida, quienes pretendan llevar a cabo alguno de las siguientes obras o actividades, requerirán previamente la autorización en materia de impacto ambiental de la Secretaría:*

... XII.- Actividades pesqueras, acuícolas o agropecuarias que puedan poner en peligro la preservación de una o más especies o causar daños a los ecosistemas,...”

- **Reglamento de la LGEEPA en materia de Evaluación de Impacto Ambiental**

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

U) ACTIVIDADES ACUÍCOLAS QUE PUEDAN PONER EN PELIGRO LA PRESERVACIÓN DE UNA O MÁS ESPECIES O CAUSAR DAÑOS A LOS ECOSISTEMAS:

I. Construcción y operación de granjas, estanques o parques de producción acuícola, con excepción de la rehabilitación de la infraestructura de apoyo cuando no implique la ampliación de la superficie productiva, el incremento de la demanda de insumos, la generación de residuos peligrosos, el relleno de cuerpos de agua o la remoción de manglar, popal y otra vegetación propia de humedales, así como la vegetación riparia o marginal;...”

Vinculación: En este sentido se somete a evaluación el presente documento a fin de que la Secretaría evalúe el impacto ambiental del proyecto y apruebe su realización.

- **“Artículo 117.** *Para la prevención de la contaminación del agua se considera los siguientes criterios:*
 - I. La prevención y control de la contaminación del agua, es fundamental para evitar que se reduzca su disponibilidad y para proteger los ecosistemas del país;*
 - II. Corresponde al Estado y a la sociedad prevenir la contaminación de ríos, cuencas, vasos, aguas marinas y demás depósitos y corrientes de agua, incluyendo las aguas del subsuelo;*
(...)
 - V. La participación y corresponsabilidad de la sociedad en condición indispensable para evitar la contaminación del agua.”*

Vinculación: Al ser llevado a cabo en zona marina, el proyecto tendrá que cumplir con medidas para evitar la contaminación del agua de mar. Para esto, durante las actividades del proyecto se evitará la disposición inadecuada de residuos de cualquier índole provenientes de las embarcaciones propias. En caso de detectarse disposición inadecuada de residuos por terceros o por arrastre de las corrientes, se procederá a su recolección y traslado a tierra.

III.2.2. LEY DE AGUAS NACIONALES Y SU REGLAMENTO.

- **“Artículo 82.** *La explotación, uso o aprovechamiento de las aguas nacionales en actividades industriales, de acuicultura, turismo y otras actividades productivas, se podrá realizar por personas físicas o morales previa la concesión respectiva otorgada por "la Autoridad del Agua", en los términos de la presente Ley y sus reglamentos.*

"La Comisión", en coordinación con la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación, otorgará facilidades para el desarrollo de la acuacultura y el otorgamiento de las concesiones de agua necesarias; asimismo apoyará, a solicitud de los interesados, el aprovechamiento acuícola en la infraestructura hidráulica federal, que sea compatible con su explotación, uso o aprovechamiento. Para la realización de lo anterior, "la Comisión" se apoyará en los Organismos de Cuenca.

Las actividades de acuacultura efectuadas en sistemas suspendidos en aguas nacionales no requerirán de concesión, en tanto no se desvíen los cauces y siempre que no se afecten la calidad de agua, la navegación, otros usos permitidos y los derechos de terceros."

Vinculación: Al ser un proyecto de acuacultura en aguas marinas, no es de jurisdicción de CONAGUA y de la presente Ley la concesión de permisos de acuacultura.

- **Reglamento de la Ley de Aguas Nacionales.**

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

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

Vinculación: Durante las diferentes etapas del proyecto se establecerá supervisión a fin de evitar la disposición de residuos sólidos y/o peligrosos en el mar. Además, no se realizará la extracción de agua marina en ningún punto del proyecto.

III.2.3. LEY GENERAL DE PESCA Y ACUACULTURA SUSTENTABLES.

"ARTÍCULO 40.- Requieren concesión las siguientes actividades:

I. La pesca comercial; y

II. La acuacultura comercial.”

“ARTÍCULO 41.- *Requieren permiso las siguientes actividades:
I. Acuacultura comercial; (...)”*

“ARTÍCULO 42.- *(...)*

La Secretaría podrá otorgar concesiones o permisos a personas físicas o morales para la acuacultura comercial, previo cumplimiento de los requisitos que se establezcan en esta Ley y en las disposiciones reglamentarias.

Las concesiones se otorgarán en función de la evaluación de los resultados que arrojen los estudios técnicos y económicos, así como de la cuantía y recuperación de la inversión.

Los permisos se otorgarán cuando por la cuantía de la inversión no se requiera de estudios técnicos y económicos.”

“ARTÍCULO 86.- *Cada unidad de manejo acuícola, deberá contar con un plan de manejo (...)”*

- **Reglamento de la Ley General de Pesca**

“Artículo 107.- *La Secretaría podrá otorgar concesión para la acuacultura comercial en aguas de jurisdicción federal a personas físicas nacionales o extranjeras o a personas morales de nacionalidad mexicana, previo cumplimiento de los requisitos previstos por la Ley y este Reglamento. Lo anterior sin perjuicio de lo establecido en otras disposiciones aplicables.”*

“Artículo 130.- *Se requerirá del certificado de sanidad acuícola expedido por la Secretaría o por terceros acreditados y aprobados, en los casos siguientes:*

I. Cuando las especies acuícolas vivas, en cualesquiera de sus fases de desarrollo, se produzcan en instalaciones ubicadas en el territorio nacional y se movilicen de una granja a otra o se pretendan introducir a un cuerpo de agua de jurisdicción federal distinto, o se destinen a la exportación, y

II. Cuando se capturen de poblaciones naturales y se destinen a la acuacultura.”

Vinculación: Se cumplirá con lo dispuesto en la ley de Pesca y Acuacultura Sustentables, de tal manera que previo al inicio de las actividades del proyecto se gestionará y obtendrá la Concesión pertinente.

Además, se procurará que los lotes de juveniles adquiridos posean el Certificado de Sanidad Acuícola correspondientes a fin de poder ser sembrados en las jaulas.

III.2.4. ACUERDO por el que se da a conocer el plan de manejo pesquero de pepino de mar café (*Isostichopus badionotus*) y lápiz (*Holothuria floridana*) en la península de Yucatán (DOF 12 MAYO 2015).

El proyecto se vincula positivamente con lo estipulado en las Acciones necesarias para promover el desarrollo de actividades alternas para la producción de pepino de mar, Componente 2, Acción 2.3.2 tal como se muestra en la tabla siguiente:

Componente 2. Competitividad y beneficio económico.						
Línea de Acción 2.3. Promover el desarrollo de actividades alternas para la producción de pepino de mar café (<i>I. badionotus</i>) y lápiz (<i>H. floridana</i>).						
Acción	Indicador	Meta final	Plazo			Involucrados
			Año 1	Año 2	Año 3	
2.3.1. Promover el establecimiento de un laboratorio piloto-comercial para la producción de crías de pepino de mar café (<i>I. badionotus</i>) y lápiz (<i>H. floridana</i>) a la talla de 10 cm y pepino de mar café (<i>I. badionotus</i>) y lápiz (<i>H. floridana</i>) para el fomento de la acuicultura y el repoblamiento del medio natural.	Se cuenta con un laboratorio piloto-comercial para la producción de crías de pepino de mar café (<i>I. badionotus</i>) y lápiz (<i>H. floridana</i>) a la talla de 10 cm y 60 g (peso entero).	Laboratorio piloto-comercial en operación.	50%	100%	Vigente	INAPESCA, CONAPESCA, Instituciones Académicas y de Investigación, Gobiernos de los Estados, Sector productivo.
2.3.2. Fomentar el desarrollo acuícola de pepino de mar café (<i>I. badionotus</i>) y lápiz (<i>H.</i>	Se desarrollan proyectos acuícolas con la participación conjunta de Productores e Investigadores.	Programa de fomento acuícola en operación.	50%	100%	Vigente	CONAPESCA, INAPESCA, Instituciones Académicas y de Investigación, Gobiernos de los Estados,

<i>floridana</i>).						Sector productivo.
---------------------	--	--	--	--	--	--------------------

El proyecto fomenta la actividad acuícola como alternativa de producción y aprovechamiento del pepino de mar *I. badionotus*.

III.2.5. PROGRAMAS DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO DEL TERRITORIO (POET).

El proyecto se encuentra ubicado dentro del **Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe (POEMyRGMMyMC)**, el cual fue publicado en el Diario Oficial de la Federación el 24 de noviembre del 2012².

El **POEMyRGMMyMC** es 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.

El POEMyRGMMyMC 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.

Por otro lado, el POEMyRGMMyMC como elemento integrador de políticas públicas permite además dar un marco coherente a las acciones que se ha comprometido México en materia de derecho marítimo, lucha contra la contaminación en los mares, protección de los recursos marinos, combate a la marginación y orientación del desarrollo hacia la sustentabilidad como signatario de gran cantidad de acuerdos internacionales.

El Golfo de México (GM) esta bordeado al oeste, sur y sureste por 6 Estados de México, al norte y noroeste por 5 de los Estados Unidos de Norteamérica y al este por la isla de Cuba. Tiene una extensión litoral aproximada de 5,400 kilómetros, desde la Florida hasta la extremidad de la península de Yucatán y cubre una superficie de agua de 1'507,639 km², con una profundidad promedio de 1,615 m y un volumen de agua de 2'434,000 km³, aproximadamente.

² Diario Oficial de la Federación. 24 de noviembre del 2012. ACUERDO por el que se expide la parte marina del Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe y se da a conocer la parte regional del propio Programa.

El GM es calificado como el noveno cuerpo de agua más grande del mundo, considerado como un mar semicerrado parcialmente conectado con el Océano Atlántico a través del estrecho de Florida y con el Mar Caribe a través del canal de Yucatán.

Por su parte el Mar Caribe (MC) es considerado igualmente un mar semicerrado con una extensión de 2'515,900 km² y es el segundo mar más grande del mundo. Esta bordeado por más de 38 países, entre ellos los países de América Central, Cuba, Puerto Rico, Jamaica, las Islas Caimán y Venezuela. Dentro de sus principales rasgos marinos está el Sistema Arrecifal Mesoamericano, segundo en extensión a nivel mundial.



Figura III.1. Área sujeta a Ordenamiento Ecológico Territorial

De acuerdo a la regionalización de este Ordenamiento, el proyecto se encuentra ubicado en la Unidad de Gestión Ambiental (UGA) no. 171, Zona Marina de Competencia Federal. La cual es una UGA Marina, aplicándole los criterios de Zona Costera Inmediata Canal de Yucatán (Figura III.1).

A esta UGA le aplican las Acciones Generales así como las siguientes Acciones Específicas:

A-007, A-013, A-016, A-018, A-022, A-025, A-029, A-033, A-034, A-040, A-041, A-042, A-044, A-045, A-046, A-047, A-048, A-049, A-071, A-073 y A-074.

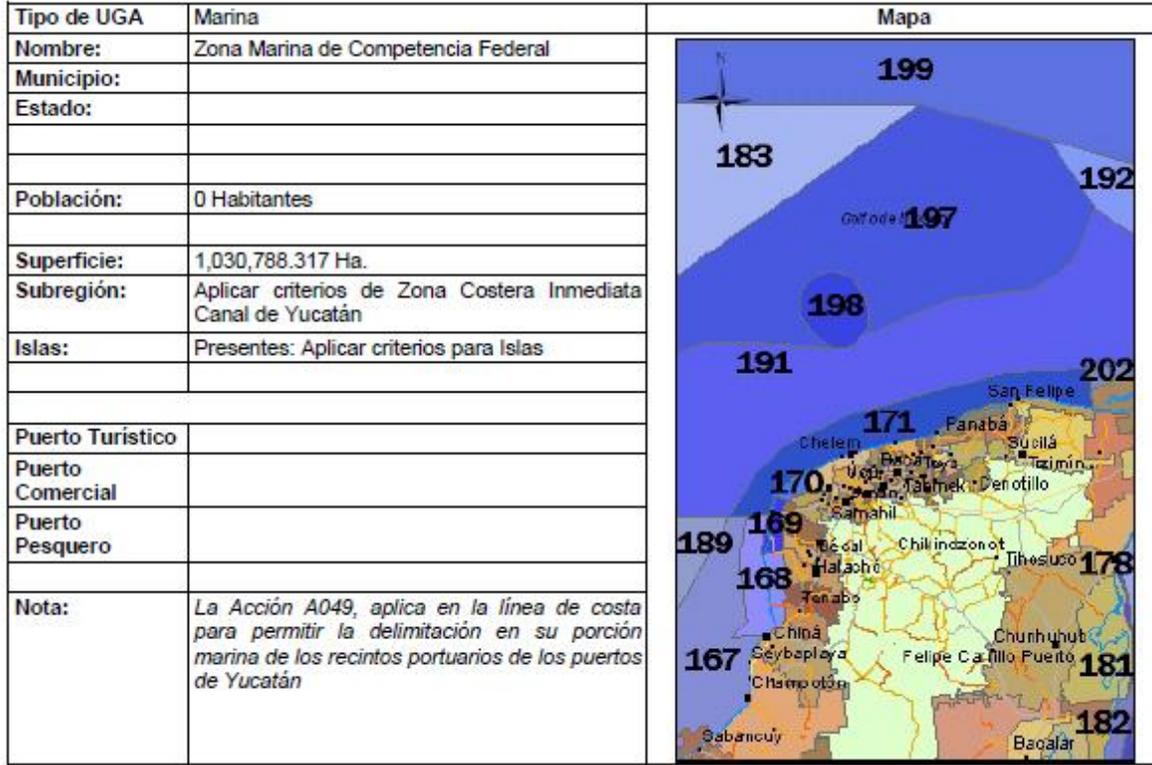


Figura III.2. Características de la UGA # 171.

A continuación se realiza la vinculación del proyecto con los criterios y Acciones aplicables para la UGA no. 171.

Tabla III.1. Vinculación del proyecto con las Acciones Generales del POEMyRGMMyMC.

CLAVE	ACCIONES GENERALES	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
G001	Promover el uso de tecnologías y prácticas de manejo para el uso eficiente del agua en coordinación con la CONAGUA y demás autoridades competentes.	Esta acción no corresponde al proyecto ya que no se extraerá agua para el cultivo de los pepinos; sino que se realizará en jaulas sumergidas en el fondo marino.
G002	Promover el establecimiento del pago por servicios ambientales hídricos en coordinación con la CONAGUA y las demás autoridades competentes.	No aplica al proyecto, se establecerá en zona marina.

CLAVE	ACCIONES GENERALES	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
G003	Impulsar y apoyar la creación de UMA para evitar el comercio de especies de extracción y sustituirla por especies de producción.	No aplica al proyecto, no se contempla la creación de UMAs.
G004	Instrumentar o en su caso reforzar las campañas de vigilancia y control de las actividades extractivas de flora y fauna silvestre, particularmente para las especies registradas en la Norma Oficial Mexicana, Protección ambiental-Especies Nativas de México de Flora y Fauna Silvestre-Categoría de Riesgo y Especificaciones para su Inclusión, Exclusión o Cambio-Lista de Especies en Riesgo (NOM-059-SEMARNAT-2010).	En la realización del proyecto no se contempla la extracción de especies de flora y fauna. Los ejemplares que se cultivarán serán obtenidos de proveedores autorizados. Se vigilará en todo momento el cumplimiento de lo establecida en la presente acción, respetando inclusive temporadas de veda.
G005	Establecer bancos de germoplasma, conforme a la legislación aplicable.	No es el objetivo del proyecto el establecimiento de bancos de germoplasma.
G006	Reducir la emisión de gases de efecto invernadero.	Durante el proyecto no se emitirán gases de efecto invernadero.
G007	Fortalecer los programas económicos de apoyo para el establecimiento de metas voluntarias para la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero y comercio de Bonos de Carbono.	Durante el proyecto no se emitirán gases de efecto invernadero.
G008	El uso de Organismos Genéticamente Modificados debe realizarse conforme a la legislación vigente.	No aplicable al proyecto, no se utilizarán organismos genéticamente modificados.
G009	Planificar las acciones de construcción de infraestructura, en particular la de comunicaciones terrestres para evitar la fragmentación del hábitat.	No aplicable al proyecto no se contempla la construcción de infraestructura terrestre.
G010	Instrumentar campañas y mecanismos para la reutilización de áreas agropecuarias para evitar su expansión hacia áreas naturales.	No aplicable al proyecto, el proyecto no es de índole agropecuaria.
G011	Instrumentar medidas de control para minimizar las afectaciones producidas a los ecosistemas costeros por efecto de las actividades humanas.	El proyecto no impactará directamente el área de costa, ya que se llevará a cabo mar adentro, a aprox. 14 km de distancia de la costa. No obstante, se tomarán medidas tales como manejo adecuado de residuos sólidos y mantenimientos preventivos y correctivos con el fin de conservar las jaulas en buen estado de operación y evitar la disposición de residuos y/o materiales en la zona marina.
G012	Impulsar la ubicación o reubicación de	No aplicable al proyecto, no es un parque

CLAVE	ACCIONES GENERALES	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
	parques industriales en sitios ya perturbados o de escaso valor ambiental.	industrial.
G013	Evitar la introducción de especies potencialmente invasoras en o cerca de las coberturas vegetales nativas.	Los sitios de colocación de las jaulas de cultivo son sitios de hábitat natural de la especie a cultivar (<i>I. badionatus</i>); por lo que se cumplirá con esta acción.
G014	Promover la reforestación en los márgenes de los ríos.	No aplicable al proyecto, no se desarrollará en los márgenes de ríos.
G015	Evitar el asentamiento de zonas industriales o humanas en los márgenes o zonas inmediatas a los cauces naturales de los ríos.	No aplicable al proyecto, no se generarán asentamientos humanos ni industriales.
G016	Reforestar las laderas de las montañas con vegetación nativa de la región.	No aplicable al proyecto, es un proyecto marino.
G017	Desincentivar las actividades agrícolas en las zonas con pendientes mayores a 50%.	No aplicable al proyecto, no es proyecto agropecuario.
G018	Recuperar la vegetación que consolide los márgenes de los cauces naturales en el ASO, de conformidad por lo dispuesto en la Ley de Aguas Nacionales, la Ley General de Vida Silvestre y demás disposiciones jurídicas aplicables.	No aplicable al proyecto, es un proyecto marino.
G019	Los planes o programas de desarrollo urbano del área sujeta a ordenamiento deberán tomar en cuenta el contenido de este Programa de Ordenamiento, incluyendo las disposiciones aplicables sobre riesgo frente a cambio climático en los asentamientos humanos.	No aplicable al proyecto, el área del proyecto es área marina, por lo que no se encuentra sujeta a ordenamientos urbanos.
G020	Recuperar y mantener la vegetación natural en las riberas de los ríos y zonas inundables asociadas a ellos.	No aplicable al proyecto, no se desarrollará en un río.
G021	Promover las tecnologías productivas en sustitución de las extractivas.	El proyecto cumple con esta acción al promover la producción de pepino de mar en sustitución de la extracción de este recurso de su hábitat natural.
G022	Promover el uso de tecnologías productivas intensivas en sustitución de las extensivas.	El proyecto cumple con esta acción al promover un tipo de cultivo intensivo.
G023	Implementar campañas de control de especies que puedan convertirse en plagas.	La especie a cultivar es nativa de la región, además no se contempla la introducción de especies exóticas.
G024	Promover la realización de acciones de forestación y reforestación con restauración de suelos para incrementar	No aplicable al proyecto, se desarrollará en zona marina.

CLAVE	ACCIONES GENERALES	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
	el potencial de sumideros forestales de carbono, como medida de mitigación y adaptación de efectos de cambio climático.	
G025	Fomentar el uso de especies nativas que posean una alta tolerancia a parámetros ambientales cambiantes para las actividades productivas.	El proyecto cumple con lo establecido, ya que se utilizará una especie nativa en una zona de hábitat natural de la misma.
G026	Identificar las áreas importantes para el mantenimiento de la conectividad ambiental en gradientes altitudinales y promover su conservación (o rehabilitación).	No aplicable al proyecto, se desarrollará en zona marina.
G027	Promover el uso de combustibles de no origen fósil.	Los combustibles a usar por las lanchas serán hidrocarburos, al momento no existen otras alternativas de combustible.
G028	Promover el uso de energías renovables.	No aplicable al proyecto, las jaulas se colocarán en un medio marino a fin de desarrollar los individuos en su hábitat natural, por lo que no se instalará infraestructura que necesite el uso de algún tipo de energía.
G029	Promover un aprovechamiento sustentable de la energía.	No aplicable al proyecto, las jaulas se colocarán en un medio marino a fin de desarrollar los individuos en su hábitat natural, por lo que no se instalará infraestructura que necesite el uso de algún tipo de energía.
G030	Fomentar la producción y uso de equipos energéticamente más eficientes.	No aplicable al proyecto, las jaulas se colocarán en un medio marino a fin de desarrollar los individuos en su hábitat natural, por lo que no se instalará infraestructura que necesite el uso de algún tipo de energía.
G031	Promover la sustitución a combustibles limpios, en los casos en que sea posible, por otros que emitan menos contaminantes que contribuyan al calentamiento global.	Los combustibles a usar por las lanchas serán hidrocarburos, al momento no existen otras alternativas de combustible.
G032	Promover la generación y uso de energía a partir de hidrógeno.	No corresponde al promovente del proyecto la promoción de este tipo de energía.
G033	Promover la investigación y desarrollo en tecnologías limpias.	No corresponde al promovente del proyecto la investigación y promoción de este tipo de energía.
G034	Impulsar la reducción del consumo de	No aplicable al proyecto, se desarrollará en

CLAVE	ACCIONES GENERALES	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
	energía de viviendas y edificaciones a través de la implementación de diseños bioclimático, el uso de nuevos materiales y de tecnologías limpias.	una zona marina.
G035	Establecer medidas que incrementen la eficiencia energética de las instalaciones domésticas existentes.	No aplicable al proyecto, se desarrollará en una zona marina.
G036	Establecer medidas que incrementen la eficiencia energética de las instalaciones industriales existentes.	No aplicable al proyecto, se desarrollará en una zona marina.
G037	Elaborar modelos (sistemas mundiales de zonificación agro-ecológica) que permitan evaluar la sostenibilidad de la producción de cultivos; en diferentes condiciones del suelo, climáticas y del terreno.	No aplicable al proyecto, se desarrollará en una zona marina.
G038	Evaluar la potencialidad del suelo para la captura de carbono.	No aplicable al proyecto, se desarrollará en una zona marina.
G039	Promover y fortalecer la formulación e instrumentación de los ordenamientos ecológicos locales en el ASO.	El proyecto se apegará a lo establecido en el presente Ordenamiento Ecológico.
G040	Fomentar la participación de las industrias en el Programa Nacional de Auditoría Ambiental.	No aplicable al proyecto, se desarrollará en una zona marina.
G041	Fomentar la elaboración de Programas de Desarrollo Urbano en los principales centros de población de los municipios.	No aplicable al proyecto, se desarrollará en una zona marina.
G042	Fomentar la inclusión de las industrias de todo tipo en el Registro de Emisión y Transferencia de Contaminantes (RETC) y promover el Sistema de Información de Sitios Contaminados en el marco del Programa Nacional de Restauración de Sitios Contaminados.	No aplicable al proyecto, se desarrollará en una zona marina.
G043	La SEMARNAT, considerará el contenido aplicable de este Programa. En su participación para la actualización de la Carta Nacional Pesquera, Asimismo, lo considerará en las medidas tendientes a la protección de quelonios, mamíferos marinos y especies bajo un estado especial de protección, que dicte de conformidad con la Ley General de Pesca y Acuicultura Sustentable.	El proyecto cumplirá con las acciones y criterios aplicables, establecidos en el presente Ordenamiento. No se considera el aprovechamiento ni el daño a especies marinas bajo algún criterio de protección.
G044	Contribuir a la construcción y reforzamiento de las cadenas productivas	El proyecto surge como una necesidad de explotación sostenible del pepino de mar.

CLAVE	ACCIONES GENERALES	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
	y de comercialización interna y externa de las especies pesqueras.	Contribuyendo al fortalecimiento de las cadenas productivas y a la disminución de la extracción de este recurso.
G045	Consolidar el servicio de transporte público en las localidades nodales.	No aplicable al proyecto, se desarrollará en una zona marina.
G046	Fomentar la ampliación o construcción de infraestructuras que liberen tránsito de paso, corredores congestionados y mejore el servicio de transporte.	No aplicable al proyecto, se desarrollará en una zona marina.
G047	Impulsar la diversificación de actividades productivas.	Como actividad productiva, el presente proyecto es pionero en su clase en el Estado de Yucatán.
G048	Instrumentar y apoyar campañas para la prevención ante la eventualidad de desastres naturales.	Ante la inminente llegada de algún fenómeno natural, se considerarán medidas tales como la extracción de las jaulas y/o individuos, siempre y cuando las condiciones climáticas así lo permitan.
G049	Fortalecer la creación o consolidación de los comités de protección civil.	No es responsabilidad del promovente la creación de estos comités.
G050	Promover que las construcciones de las casas habitación sean resistentes a eventos hidrometeorológicos.	No aplicable al proyecto, se desarrollará en una zona marina.
G051	Realizar campañas de concientización sobre el manejo adecuado de residuos sólidos urbanos.	Durante el proyecto no se contempla la generación de este tipo de residuos.
G052	Implementar campañas de limpieza, particularmente en asentamientos suburbanos y urbanos (descacharrización, limpieza de solares, separación de basura, etc.).	No aplicable al proyecto, se desarrollará en una zona marina.
G053	Instrumentar programas y mecanismos de reutilización de las aguas residuales tratadas.	No aplicable al proyecto, no utilizará ni generará aguas residuales.
G054	Promover en el sector industrial la instalación y operación adecuada de plantas de tratamiento para sus descargas.	No aplicable al proyecto, se desarrollará en una zona marina.
G055	La remoción parcial o total de vegetación forestal para el cambio de uso de suelo en terrenos forestales, o para el aprovechamiento de recursos maderables en terrenos forestales y preferentemente forestales, sólo podrá llevarse a cabo de conformidad con la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable y demás	No aplicable al proyecto, se desarrollará en una zona marina.

CLAVE	ACCIONES GENERALES	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
	disposiciones jurídicas aplicables.	
G056	Promover e impulsar la construcción y adecuada operación de sitios de disposición final de residuos sólidos urbanos, peligrosos o de manejo especial de acuerdo a la normatividad vigente.	No aplicable al proyecto, se desarrollará en una zona marina.
G057	Promover los estudios sobre los problemas de salud relacionados con los efectos del cambio climático.	No aplicable al proyecto, no es responsabilidad del promovente la realización de estas acciones.
G058	La gestión de residuos peligrosos deberá realizarse conforme a lo establecido por la legislación vigente y los lineamientos de la CICOPAFEST que resulten aplicables.	No se contempla la generación de residuos peligrosos durante la implementación del proyecto.
G059	El desarrollo de infraestructura dentro de un ANP, deberá ser consistente con la legislación aplicable, el Programa de Manejo y el Decreto de creación correspondiente.	No aplicable al proyecto, no se desarrollará dentro de la superficie de alguna ANP.
G060	Ubicar la construcción de infraestructura costera en sitios donde se minimice el impacto sobre la vegetación acuática sumergida.	Las jaulas serán colocadas en sitios desprovistos de vegetación acuática sumergida, favoreciendo su ubicación en arenas y/o suelos pedregosos (chochol).
G061	La construcción de infraestructura costera se deberá realizar con procesos y materiales que minimicen la contaminación del ambiente marino.	No aplicable al proyecto, es un proyecto acuícola que no se desarrollará en la costa.
G062	Implementar procesos de mejora de la actividad agropecuaria y aplicar mejores prácticas de manejo.	No aplicable al proyecto, se desarrollará en una zona marina.
G063	Promover la elaboración de ordenamientos pesqueros y acuícolas a diferentes escalas y su vinculación con los ordenamientos ecológicos.	El proyecto cumplirá con las acciones y criterios establecidos en el presente Ordenamiento Ecológico.
G064	La construcción de carreteras, caminos, puentes o vías férreas deberá evitar modificaciones en el comportamiento hidrológico de los flujos subterráneos o superficiales o atender dichas modificaciones en caso de que sean inevitables.	No aplicable al proyecto, se desarrollará en una zona marina.
G065	La realización de obras y actividades en Áreas Naturales Protegidas, deberá contar con la opinión de la Dirección del ANP o en su caso de la Dirección Regional que corresponda, conforme lo establecido	No aplicable al proyecto, no se desarrollará en una ANP.

CLAVE	ACCIONES GENERALES	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
	en el Decreto y Programa de Manejo del área respectiva.	

Tabla III.2. Vinculación del proyecto con las Acciones específicas.

CLAVE	ACCIONES ESPECÍFICAS	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
A-007	Promover la constitución de áreas destinadas voluntariamente a la conservación o ANP en áreas aptas para la conservación o restauración de ecosistemas naturales.	No aplicable al proyecto, no se desarrollará en una ANP.
A-013	Establecer las medidas necesarias para evitar la introducción de especies potencialmente invasoras por actividades marítimas en los términos establecidos por los artículos 76 y 77 de la Ley de Navegación y Comercio Marítimo.	El proyecto cumple con lo establecido, ya que se utilizará una especie nativa en una zona de hábitat natural de la misma.
A-016	Establecer corredores biológicos para conectar las ANP existentes o las áreas en buen estado de conservación dentro del ASO.	No aplicable al proyecto, no se desarrollará dentro del área de algún ANP.
A-018	Promover acciones de protección y recuperación de especies bajo algún régimen de protección considerando en la Norma Oficial Mexicana, Protección ambiental-Especies Nativas de México de Flora y Fauna Silvestre- Categoría de Riesgo y Especificaciones para su Inclusión, Exclusión o Cambio-Lista de Especies en Riesgo (NOM-059 SEMARNAT-2010).	La especie a cultivar no se encuentra listada bajo alguna categoría de riesgo de la NOM-059 SEMARNAT-2010. Se evitará sin embargo, el daño a especies protegidas que se encuentren cercanas a los sitio de colocación de jaulas.
A-022	Fomentar programas de remediación y monitoreo de zonas y aguas costeras afectadas por los hidrocarburos.	No aplicable al proyecto, no es desarrollará en una zona contaminada por hidrocarburos.
A-025	Promover la participación de las industrias en acciones tendientes a una gestión adecuada de residuos peligrosos, con el objeto de prevenir la contaminación de suelos y fomentar su preservación.	No aplicable al proyecto, no es de índole industrial.
A-029	Promover la preservación del perfil de la costa y los patrones naturales de circulación de las corrientes alineadas a la costa, salvo cuando dichas modificaciones correspondan a proyectos de	El proyecto no contempla la construcción de estructuras para modificar el perfil de costa.

CLAVE	ACCIONES ESPECÍFICAS	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
	infraestructura que tengan por objeto mitigar o remediar los efectos causados por alguna contingencia meteorológica o desastre natural.	
A-033	Fomentar el aprovechamiento de la energía eólica, excepto cuando su infraestructura pueda afectar corredores de especies migratorias.	No aplicable al proyecto, no utilizara energía eólica.
A-034	Promover mecanismos de generación de energía eléctrica usando la fuerza mareomotriz.	No aplicable al proyecto, no utilizara energía mareomotriz.
A-040	Impulsar la sustitución de las actividades de pesca extractiva por actividades de producción acuícola con especies nativas de la zona en la cual se aplica el programa y con tecnologías que no contaminen el ambiente y cuya infraestructura no afecte los sistemas naturales.	El proyecto cumple con esta acción al promover la producción de pepino de mar en sustitución de la extracción de este recurso de su hábitat natural.
A-041	Fortalecer los mecanismos de seguimiento y control de las pesquerías comerciales para evitar su sobreexplotación.	El proyecto surge con la necesidad de proveer una alternativa para el aprovechamiento de este recurso (pepino de mar) sobre explotado.
A-042	Instrumentar o en su caso reforzar las campañas de vigilancia de las actividades extractivas de especies marinas de captura comercial, especialmente aquellas que se encuentran en las categorías en deterioro o en su límite máximo de explotación.	El proyecto proveerá una alternativa a la actividad extractiva de pepino de mar, la cual se encuentra sobreexplotada en la región.
A-044	Diversificar la base de especies en explotación comercial en las pesquerías.	Como actividad productiva, el presente proyecto es pionero en su clase en el Estado de Yucatán.
A-045	Desarrollar e impulsar el uso de la fauna de acompañamiento, salvo las especies que se encuentran en algún régimen de protección, para la producción comercial de harinas y complementos nutricionales.	No aplicable al proyecto, se trata de un proyecto acuícola.
A-046	Incentivar el cumplimiento de los mecanismos existentes para controlar el vertido y disposición de residuos de embarcaciones, en las porciones marinas tanto costeras como oceánicas.	Las lanchas usadas durante el proyecto evitarán el vertimiento de desechos al mar.
A-047	Monitorear las comunidades planctónicas y áreas de mayor productividad marina para ligar los programas de manejo de pesquerías de manera predictiva con	No aplica para el proyecto, no es responsabilidad del promovente le monitoreo de las comunidades plantaónicas.

CLAVE	ACCIONES ESPECÍFICAS	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
	estos elementos.	
A-048	Contribuir a redimensionar y ajustar las flotas pesqueras y los esfuerzos de captura a las capacidades y estados actuales y previsibles de las poblaciones en explotación.	El proyecto surge como una necesidad de explotación sostenible del pepino de mar. Contribuyendo al fortalecimiento de las cadenas productivas y a la disminución de la extracción de este recurso.
A-049	Contribuir a la construcción, modernización y ampliación de la infraestructura portuaria de apoyo a la producción pesquera y turística para embarcaciones menores.	No aplicable al proyecto, se trata de un proyecto acuícola.
A-071	Diseñar e instrumentar acciones coordinadas entre sector turismo y sector conservación para reducir al mínimo la afectación de los ecosistemas en zonas turísticas y aprovechar al máximo el potencial turístico de los recursos. Impulsar y fortalecer las redes de turismo de la naturaleza (ecoturismo) en todas sus modalidades como una alternativa al desarrollo local respetando los criterios de sustentabilidad según la norma correspondiente.	No es aplicable al proyecto, se trata de un proyecto acuícola.
A-073	Construir, modernizar y ampliar la infraestructura portuaria de gran tamaño de apoyo al turismo (embarcaciones mayores de 500 TRB (toneladas de registro bruto) y/o 49 pies de eslora), con obras sustentadas en estudios específicos, modelaciones predictivas y programas de monitoreo, que garanticen la no afectación de los recursos naturales.	No es aplicable al proyecto, se trata de un proyecto acuícola.
A-074	Construir, modernizar y ampliar la infraestructura portuaria de gran tamaño de apoyo al tráfico comercial de mercancías (embarcaciones mayores de 500 TRB (toneladas de registro bruto) y/o 49 pies de eslora); con obras sustentadas en estudios específicos, modelaciones predictivas y programas de monitoreo, que garanticen la no afectación de los recursos naturales.	No es aplicable al proyecto, se trata de un proyecto acuícola.

Asimismo, el proyecto se encuentra en la subregión **Zona Costera Inmediata del Canal de Yucatán**, la cual Inicia en el límite occidente de la Zona Sujeta a Conservación de Flora y Fauna Yum Balam y se extiende hasta el límite norte del ANP Los Petenes en Campeche. Para esta zona en particular existen criterios específicos, los cuales responden en mucho a las características naturales de dicha franja por su riqueza en formaciones lagunares costeras y al intenso uso habitacional de que son objeto las zonas costeras que limitan esa franja de aguas inmediatas a la costa, particularmente en el caso del estado de Yucatán.

A continuación se presenta la vinculación del proyecto con estos criterios:

Tabla III.3. Vinculación el proyecto con los criterios de Regulación Ecológica de la Zona Costera Inmediata del Canal de Yucatán.

CLAVE	CRITERIOS DE REGULACIÓN ECOLÓGICA	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
ZCY-01	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. En todo caso, los estudios de impacto ambiental de obras y actividades en esta zona, deberán considerar estudios que demuestren la no afectación y pérdida de estos ecosistemas.	Las jaulas serán colocadas en sitios desprovistos de vegetación acuática sumergida, favoreciendo su ubicación en arenales y/o suelos pedregosos (chochol).
ZCY-02	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 en las demás disposiciones jurídicas aplicables.	No es aplicable al proyecto, se trata de un proyecto acuícola que no contempla la captura de mamíferos, aves y/o reptiles.
ZCY-03	La recolección, remoción o trasplante de organismos vivos o muertos en las zonas arrecifales u otro ecosistema representativos como las praderas de pastos	No es aplicable al proyecto, se trata de un proyecto acuícola que no contempla la captura de organismos arrecifales; los juveniles que serán cultivados serán obtenidos de un proveedor autorizado.

CLAVE	CRITERIOS DE REGULACIÓN ECOLÓGICA	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
	marinos, para fines científicos de conservación y preservación, sólo se podrán llevar a cabo en términos de lo dispuesto en la Ley General de Vida Silvestre y demás disposiciones jurídicas aplicables.	
ZCY-04	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.	No es aplicable al proyecto, se trata de un proyecto acuícola.
ZCY-05	Como una medida preventiva para evitar la contaminación marina debe evitarse el vertimiento de hidrocarburos y otros residuos peligrosos a los cuerpos de agua.	Se evitará el vertimiento de hidrocarburos y otros residuos peligrosos en la zona marina. Las lanchas llevarán combustible adicional únicamente como medida de urgencia ante cualquier eventualidad. En condiciones normales la provisión de combustible y/o aceites se realizará en tierra.
ZCY-06	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.	No es aplicable al proyecto, se trata de un proyecto acuícola que no se llevará a cabo en el área de playa.
ZCY-07	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	No es aplicable al proyecto, se trata de un proyecto acuícola que no se llevará a cabo en una zona arrecifal.

CLAVE	CRITERIOS DE REGULACIÓN ECOLÓGICA	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
	arrecifes, con base en estudios específicos que determinen la capacidad de carga de los mismos.	
ZCY-08	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.	El promovente del proyecto se encuentra enterado de las normas aplicables a la actividad acuícola, por lo que se cumplirá con lo establecido en las Leyes y Reglamentos vigentes en la materia, tal como se ha manifestado en los apartados correspondientes.
ZCY-09	Se requerirá para las actividades relacionadas con canalizaciones o dragados, debidamente autorizadas, que se usen 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.	No es aplicable al proyecto, se trata de un proyecto acuícola, no contempla canalizaciones, ni dragados.
ZCY-10	Los proyectos relacionados con muelles de gran tamaño (para embarcaciones mayores de 500TRB [Toneladas de Registro Bruto] y/o 49 pies de eslora), deberán evitar la afectación de los procesos de transporte litoral, la calidad del agua marina y de las comunidades marinas presentes en la zona.	No es aplicable al proyecto, se trata de un proyecto acuícola.
ZCY-11	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.	La embarcaciones que serán usadas para la implementación del proyecto cumplirán con la señalización y rotulado requerido.
ZCY-12	Por las características de los efluentes subterráneos de los sistemas asociados a la zona norte	No es aplicable al proyecto, no se encuentra en ninguna de las UGAS mencionadas.

CLAVE	CRITERIOS DE REGULACIÓN ECOLÓGICA	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
	<p>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, se recomienda en las UGA Regionales correspondientes (UGA:96, UGA:101, UGA:108, UGA:106, UGA:113, y UGA:116) 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 Golfo de México, en particular para mantener o restaurar la conectividad de los sistemas de humedales de la Península de Yucatán.</p>	

III.2.6. NORMAS OFICIALES MEXICANAS

A continuación se hace un análisis de la normatividad ambiental aplicable al proyecto que nos ocupa:

Tabla III. 4. Vinculación del proyecto con respecto a la Normas Oficiales Mexicanas aplicables.

Norma Oficial Mexicana (NOM)	Vinculación con el Proyecto
En Materia de Pesca y Acuicultura	
<p><i>NOM-009-SAG/PESC-2015, Que establece el procedimiento para determinar las épocas y zonas de veda para la captura de las diferentes especies de la flora y fauna acuáticas, en aguas de jurisdicción federal de los Estados Unidos Mexicanos.</i></p>	<p>Al respecto es necesario hacer una precisión ya que aún cuando el pepino de mar está sujeto a períodos de veda, los juveniles que serán sembrados en las jaulas provendrán de un laboratorio debidamente autorizado, evitando con esto la captura de ejemplares del medio natural.</p>

III.2.7. Planes o programas de desarrollo urbano (PDU)

El proyecto no se encuentra dentro de los límites de algún PDU vigente.

III.3 Uso actual de suelo en el sitio del proyecto

III.3.1. Decretos y programas de conservación y manejo de las áreas naturales protegidas.

Debido a su ubicación, el polígono del proyecto no se encuentra dentro de la superficie de alguna Área Natural Protegida, las más cercanas son la Reserva de la Biósfera de Ría Lagartos y la Reserva Estatal de Dzilam, ubicadas a 11 y 15 km hacia el Sur aproximadamente.

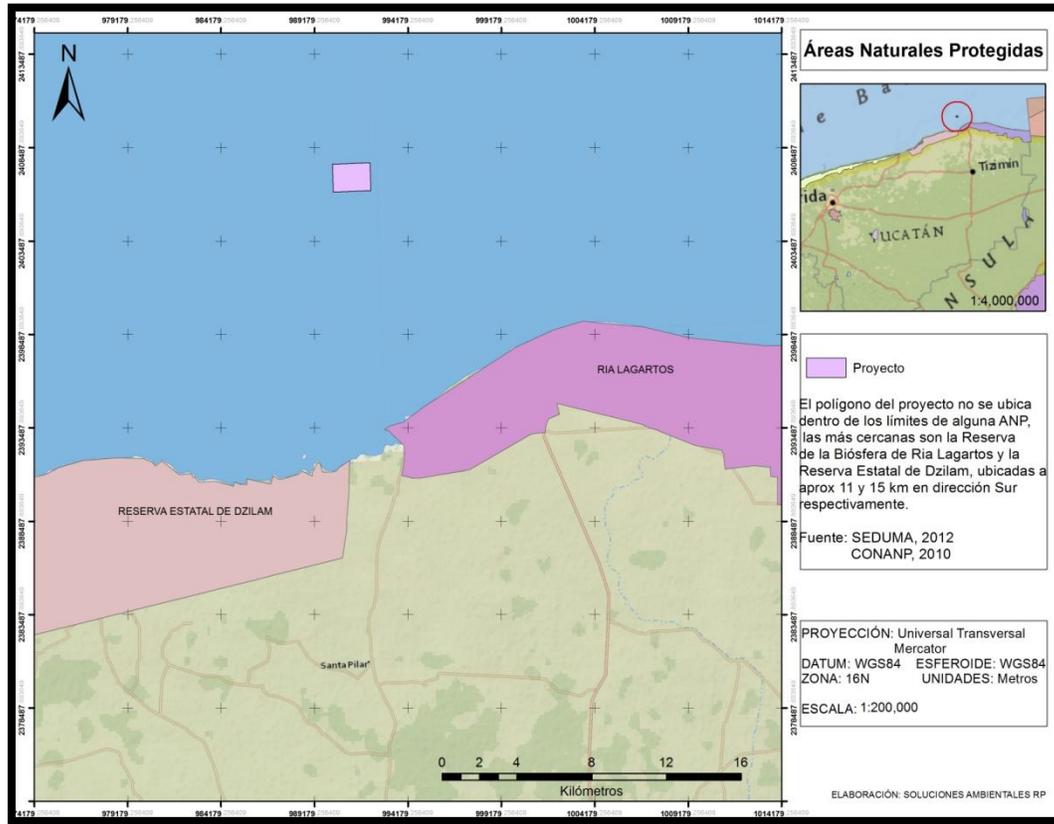


Figura III.3. Ubicación del proyecto de acuerdo a las ANPs.

III.3.2. Regiones prioritarias de Conservación

Con respecto al Programa de Regiones Prioritarias para la Conservación de la Biodiversidad de la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), que aunque no se constituyen como un instrumento normativo de planificación de la región ni de regulación ambiental, permiten caracterizar algunas partes del territorio nacional que destacan por su importancia en la materia; como podrá observarse en las Figuras siguientes, el área de estudio se ubica dentro de las Regiones Prioritarias de Conservación, tal como Regiones Terrestres Prioritarias (RTP), Regiones Hidrológicas Prioritarias (RHP), Regiones Marinas Prioritarias (RMP) y Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICA's), delimitadas por la CONABIO (Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad).

A. Regiones Terrestres Prioritarias (RTP).

Debido a que se encuentra en área marina, el polígono del predio NO se encuentra ubicado dentro de la superficie de alguna RTP.

B. Regiones Hidrológicas Prioritarias (RHP).

Debido a que se encuentra en área marina, el polígono del predio NO se encuentra ubicado dentro de la superficie de alguna RHP.

C. Regiones Marinas Prioritarias

El polígono del proyecto se encuentra localizado dentro de la superficie de la RMP Dzilam-Contoy³. Esta RMP tiene una extensión de 31,143 km² y se encuentra ubicada en la porción Noroeste de la Península de Yucatán.

Sus principales problemáticas ambientales son.

- Modificación del entorno: fractura de arrecifes, remoción de pastos marinos y dragado.
- Contaminación: en los muelles y puertos, por petróleo, embarcaciones pesqueras, turísticas y de carga.
- Uso de recursos: presión sobre las langostas y el caracol rosado. Hay pesca ilegal, arrastres, trampas no selectivas y colecta de especies exóticas.

Es importante mencionar que dentro de la superficie de esta RMP se encuentran dos Áreas Naturales Protegidas: Ría Lagartos y Yum Balam.

Vinculación: Al respecto, el proyecto no contempla la remoción de pastos marinos ni el dragado de áreas donde se asentarán las trampas. Tampoco se realizará la pesca de langostas, caracol rosado, ni introducción de especies exóticas.

³ http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/regionalizacion/doctos/rmp_062.html

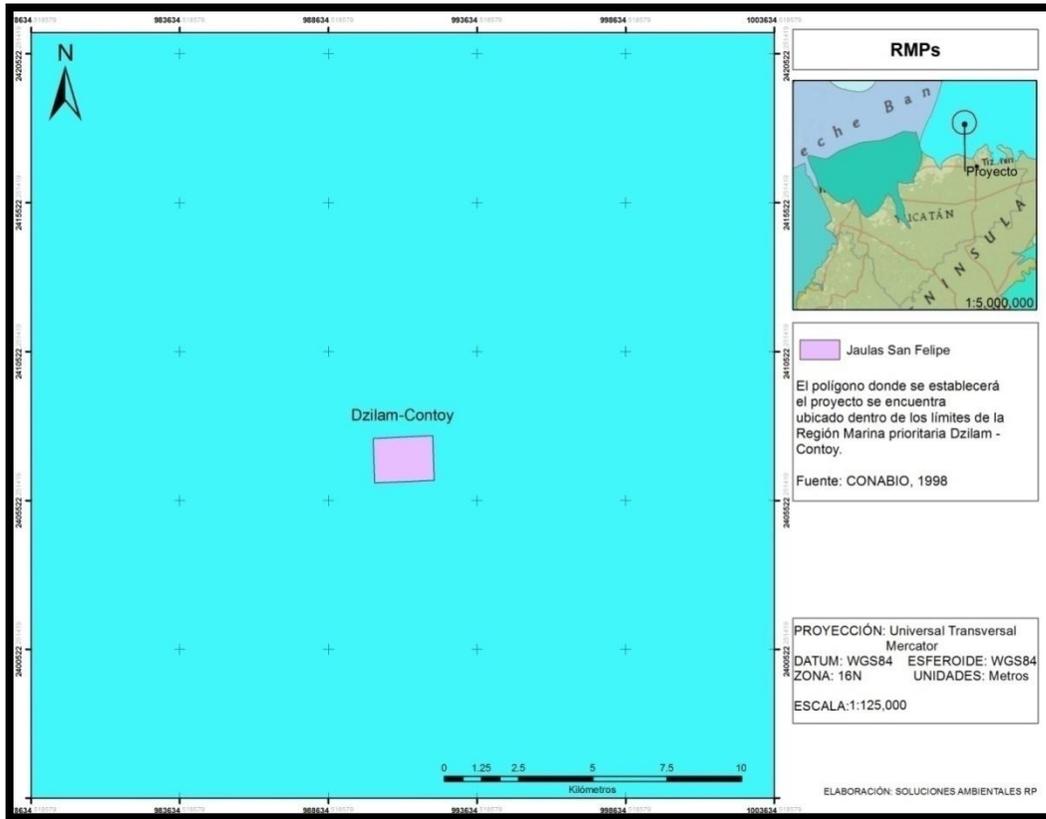


Figura III.4. Ubicación del predio del proyecto con respecto a las RMPs.

D. Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICAS)

Debido a que se encuentra en área marina, el polígono del predio NO se encuentra ubicado dentro de la superficie de algún AICA.

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

IV.1 Delimitación del área de estudio

El sitio del proyecto se encuentra ubicado en el Golfo de México, a aproximadamente 14 km hacia el Norte del Puerto de San Felipe, Yucatán.

Por su ubicación, el proyecto se encuentra en la Zona Económica Exclusiva de México (ZEE). La ZEE se extiende 200 millas náuticas (370.4 km) hacia el océano, a partir de la línea de costa, que define el nivel medio del mar de la zona litoral. Cuando esa extensión se traslapa con la de otros países, la delimitación de las respectivas zonas se hace de común acuerdo entre los afectados (Figura IV.1).

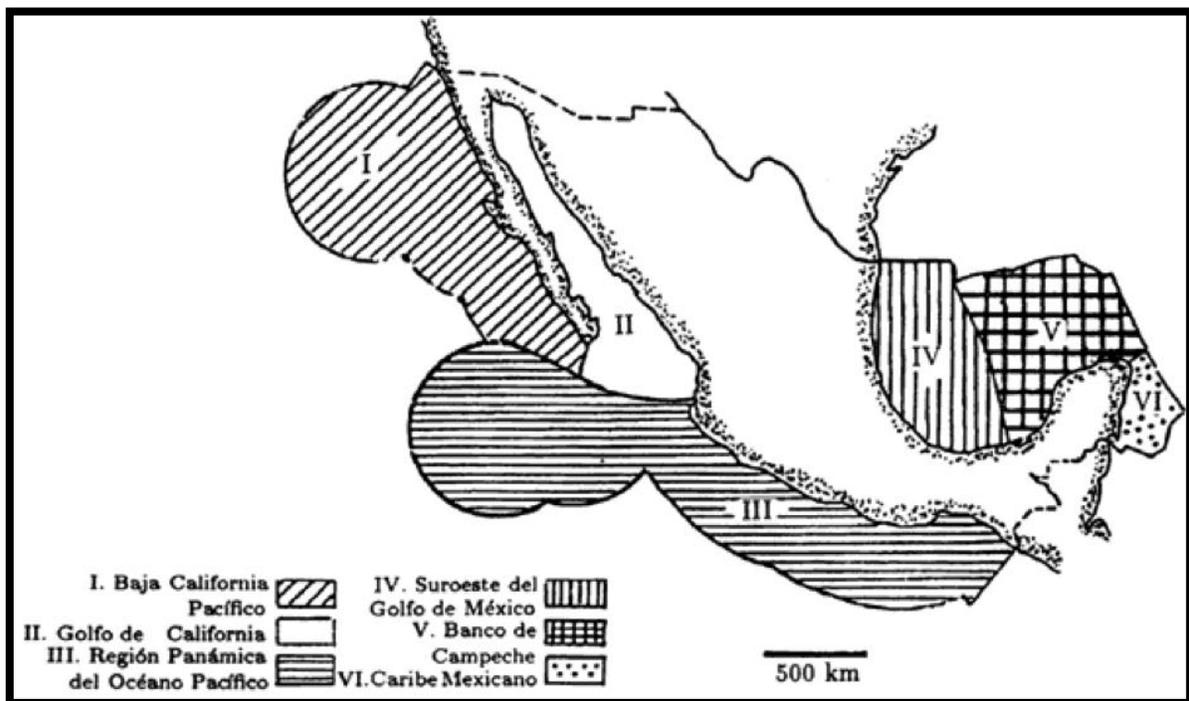


Figura IV.1. Delimitación de la ZEE de México.

La Zona Económicamente Exclusiva (ZEE) de México comprende la provincia marina hasta las 200 millas náuticas (370.4) y en conjunto cubre una superficie de 2 946 825 km², los que sumados a los 2 000 000 de extensión continental, dan un total de 4 946 000 km² de superficie territorial nacional. La ZEE se divide en seis subprovincias, tomando como base

la situación geográfica de cada una de ellas, así como las características geológicas, climatológicas, biológicas e hidrológicas de las mismas.

A la ZEE de México se le ha dividido en seis subprovincias, de acuerdo con sus características oceanográficas: geológicas, biológicas, físicas y químicas. Estas subprovincias son⁴:

I. Baja California-Pacífico: está situada en la porción occidental de la Península de Baja California. Esta zona está afectada por la corriente de California, que es fría y de baja salinidad, y se desplaza del noroeste al sureste, o sea paralelamente a la costa de la península.

II. Golfo de California: esta zona es semirrestringida, es decir, la circulación del agua dentro del golfo no es muy efectiva; los cambios ocurren en el extremo sur del mismo, que recibe la influencia de la corriente de California y del Pacífico sur.

III. Región panámica del Océano Pacífico: está ubicada en la porción meridional de nuestro país, en el Océano Pacífico, desde las islas Revillagigedo hasta el Golfo de Tehuantepec. Recibe la influencia de la Corriente Tropical Ecuatorial del Pacífico oriental, que se extiende desde las zonas aledañas al ecuador hasta el extremo sur del Golfo de California.

IV. Suroeste del Golfo de México: está delimitada por el río Bravo al norte y el río San Pedro al sur. Numerosos sistemas fluviales descargan sus aguas, las que poseen un alto contenido de sedimentos provenientes del continente en esta zona. Por ello tanto la plataforma continental como el fondo oceánico están constituidos por lodos y arenas de composición variable.

V. Banco de Campeche: su límite occidental bisecta la porción sur del Golfo de México, y el oriental coincide con el borde de la plataforma marina calcárea de Yucatán, hasta Isla Mujeres en el estado de Quintana Roo. Debido a la composición de la Península de Yucatán, los sedimentos marinos depositados en esta gran provincia son de carbonato de calcio.

VI. Caribe mexicano: la zona está situada en la porción oriental de la plataforma de Yucatán, y se extiende desde Isla Mujeres, al norte, hasta la zona limítrofe de México con Belice. Debido a la poca afluencia de sedimentos continentales, la región se caracteriza por el desarrollo de complejos arrecifales de origen coralino, por lo que los sedimentos marinos, producto de ellos, también son calcáreos.

⁴ http://bibliotecadigital.ilce.edu.mx/sites/ciencia/volumen3/ciencia3/141/htm/sec_10.htm

Debido a su ubicación, el proyecto se encuentra en la **ZEE V. Banco de Campeche**.

Por otro lado, el proyecto se encuentra ubicado dentro del **Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe (POEMyRGMMyMC)**, de acuerdo a la regionalización de este Ordenamiento, el proyecto se encuentra ubicado en la Unidad de Gestión Ambiental (UGA) no. 171, Zona Marina de Competencia Federal. La cual es una UGA Marina, aplicándole los criterios de Zona Costera Inmediata Canal de Yucatán (Figura IV.2).

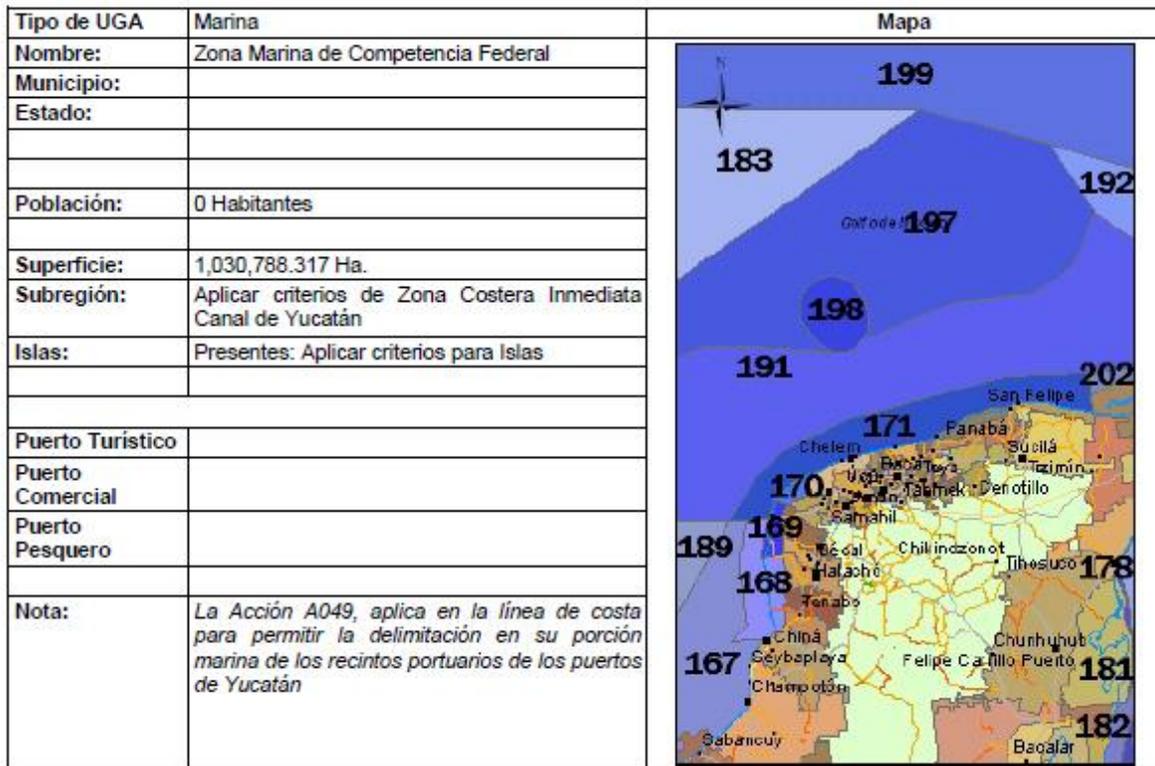


Figura IV.2. Características de la UGA # 171.

La subregión **Zona Costera Inmediata del Canal de Yucatán**, inicia en el límite occidente de la Zona Sujeta a Conservación de Flora y Fauna Yum Balam y se extiende hasta el límite norte del ANP Los Petenes en Campeche.

Para esta zona en particular existen criterios específicos, los cuales responden en mucho a las características naturales de dicha franja por su riqueza en formaciones lagunares costeras y al intenso uso habitacional de que son objeto las zonas costeras que limitan esa franja de aguas inmediatas a la costa, particularmente en el caso del estado de Yucatán.

IV.2 Caracterización y análisis del sistema ambiental

IV.2.1 Aspectos abióticos

a) Clima

En relación con el clima, San Felipe, debido a su situación geográfica y proximidad al mar, es afectado por diferentes patrones de circulación atmosférica, como los vientos alisios dominantes, las masas de aire modificado (nortes) y las corrientes convectivas que ocasionan lluvias. La temperatura media mensual es de 25 °C, presentando una oscilación térmica de 3.9 °C. La precipitación total anual es de 550.1 mm. El mes más seco es abril, con 7.7 mm, y el más lluvioso es septiembre, con 104.4 mm. La mayor parte del año, los vientos dominantes son los alisios con dirección noreste-suroeste, internándose con gran cantidad de humedad. A partir de septiembre y octubre, se considera temporada de nortes y huracanes, con vientos de velocidades superiores a los 120 km/h.⁵

Factores climáticos.

La distribución de los climas que prevalecen en Yucatán está regida principalmente por las interacciones de los factores climáticos que inciden sobre la región y que son los siguientes⁶:

1. Corrientes marinas. Todos los ramales de las corrientes marítimas que bordean la Península de Yucatán son derivados de la Corriente Ecuatorial Norte del Atlántico, formando la corriente del Caribe que deriva en la del Canal de Yucatán y a su vez en la corriente del Golfo de México. Se trata de corrientes cálidas que influyen de modo importante en los vientos cálidos húmedos o secos.

La plataforma continental yucateca se encuentra en medio del Golfo de México y el Mar Caribe: dos grandes ecosistemas comunicados a través del Canal de Yucatán que mide 196 km de ancho y llega hasta 2000 m de profundidad. Este canal, en conjunto con la circulación general del Golfo de México, tiene una influencia directa en los patrones de circulación de las corrientes de la plataforma continental. Una gran cantidad de agua que proviene del Atlántico choca con el continente en la región del Caribe, desviándose

⁵ Soares, Denise, & Murillo-Licea, Daniel. (2013). Capital social y vulnerabilidad ante eventos meteorológicos extremos: lecciones desde el municipio de San Felipe, costa de Yucatán, México. *Tecnología y ciencias del agua*, 4(1), 167-177. Recuperado en 29 de abril de 2016, de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-24222013000100008&lng=es&tlng=es.

⁶ Orellana R., Espadas C. & Nava F. 2010. Climas. En: Durán, R, W. Torres A., I. Espejel Durán R. y M. Méndez (Eds) 2010. Biodiversidad y desarrollo Humano en Yucatán. CICY, PPD-FMAM, CONABIO, SEDUMA, 496 pp.

hacia el norte, y se abre paso por el Canal de Yucatán generando la corriente de chorro conocida como Corriente de Yucatán (Pech Pool, 2010).

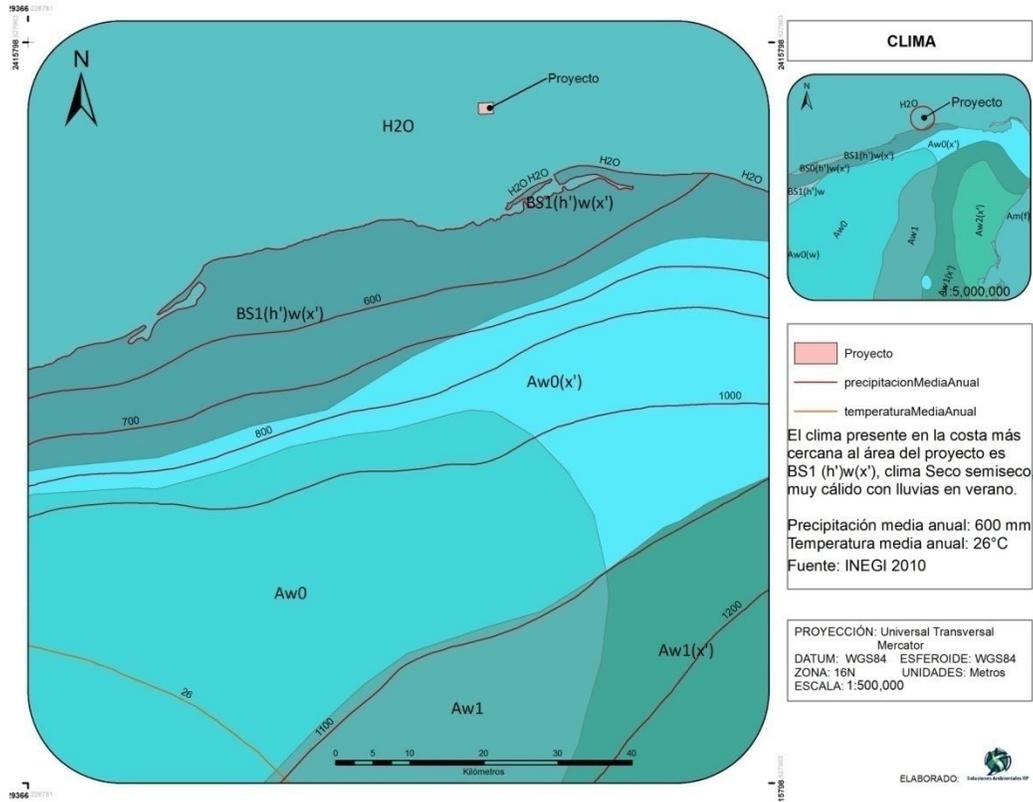


Figura IV.3. Tipo de clima presente en el área del proyecto.

La Corriente de Yucatán acarrea distintas masas de agua. La que proviene del Mar Caribe es rica en nutrientes y se ubica entre los 150 y 200 m de profundidad, con temperatura de 23 °C y salinidad de 36.8 ppm. Bajo ciertas circunstancias, esta masa de agua se levanta por el talud continental e inunda la plataforma yucateca, donde se dispersa por el fondo debido a su alta densidad. Dependiendo de las fuerzas que ocurren en la localidad (viento, presión atmosférica, corrientes, etc.), la masa de agua aflora a la superficie favoreciendo la productividad biológica. Este proceso de surgencia ocurre principalmente en las regiones de Cabo Catoche y en la costa noroeste de la península y, junto con el patrón de corrientes, es determinante del crecimiento, distribución y dispersión de la mayor parte de los organismos a lo largo del litoral yucateco (Pech Pool, 2010).

2. Circulación del Este o vientos alisios. Durante el verano, Yucatán recibe estos vientos procedentes de la Celda Bermuda Azores, cargados de humedad y que depositan cada vez más precipitación conforme se adentran al interior de la península. La profundidad de estos vientos determina los distintos regímenes de lluvia que prevalecen en el estado.

3. Ondas tropicales. Se producen en el cinturón de los vientos alisios. Son líneas de flujo onduladas superpuestas a los vientos del este. Apuntan la baja presión hacia el norte y tienen una dirección este-oeste. Ya que son un reforzamiento de los alisios, es muy posible que constituyan los principales contribuyentes de la lluvia durante el verano.

4. Depresiones o tormentas tropicales. Se producen en el seno de las ondas tropicales. Constituyen zonas de baja presión temporal que se forman por el calentamiento del océano y pueden llegar a crecer hasta formar los huracanes en las diferentes categorías. Las tormentas tropicales que afectan a Yucatán se generan en el Atlántico Oriental (Cabo Verde) o en el Mar de las Antillas; raramente en la Sonda de Campeche⁷. (McGregor y Nieuwolt, 1998).

5. Los frentes fríos, nortes o masas de aire polar modificados se generan por el choque de los vientos circumpolares con los vientos del oeste provenientes de los anticiclones de latitudes medias. A veces ocasionan una bajada abrupta de temperatura con vientos fuertes y en ocasiones con lluvias de ligeras a muy fuertes, dependiendo de la saturación que hayan tenido en el Golfo de México.

Fenómenos climatológicos

A partir del mes de agosto, hasta los inicios de enero, pero con frecuencia aun en los tres meses siguientes, la Península de Yucatán sufre los efectos de los llamados nortes, los cuales según registros estadísticos, cuentan con un período de retorno de 10 años para temporadas de mayor intensidad. Se trata de fenómenos meteorológicos de corta duración, con lluvias y vientos de mediana intensidad que provienen de altas latitudes, de donde deriva su nombre.

A diferencia de estos fenómenos meteorológicos leves, los huracanes se presentan durante el verano y otoño en el Golfo de México y el Mar Caribe, que son áreas de baja presión por lo que en ellos se facilita su formación. Estos sí son con lluvias y vientos intensos que pueden causar desastres y daños significativos a bienes y personas (**Tabla IV.1**).

⁷ McGregor G. & Nieuwolt S. 1998. Tropical Climatology: An Introduction to the Climates of the Low Latitudes, 2nd Edition. Ed. WILEY. 352 pp.

Ocasionalmente se presentan lluvias torrenciales, generalmente de corta duración, pues los vientos arrastran rápidamente a las nubes y en razón del tipo de suelo, la ocurrencia de inundaciones es poco frecuente.

Tabla IV.1. Registro de Huracanes en la zona.

No.	Nombre	Año	No.	Nombre	Año
1	GLIBERT	1998	12	ROXANNE	1995
2	KEITH	1988	13	DOLLY	1996
3	CHNTAL	1989	14	KYLE	1996
4	KAREN	1989	15	MITCH	1998
5	DIANA	1990	16	HARVEY	1999
6	FABIAN	1991	17	KATRINA	1999
7	ARLENE	1993	18	KEITH	2000
8	GERT	1993	19	GORDON	2000
9	ALBERTO	1994	20	IRIS	2001
10	ALLISON	1995	21	ISIDORE	2002
11	OPAL	1995	22	WILMA	2005

b) Geología y geomorfología

De acuerdo a datos de SEDUMA y CONABIO (2006), el proyecto se desarrollará en la Plataforma Continental marina (figura IV.4).

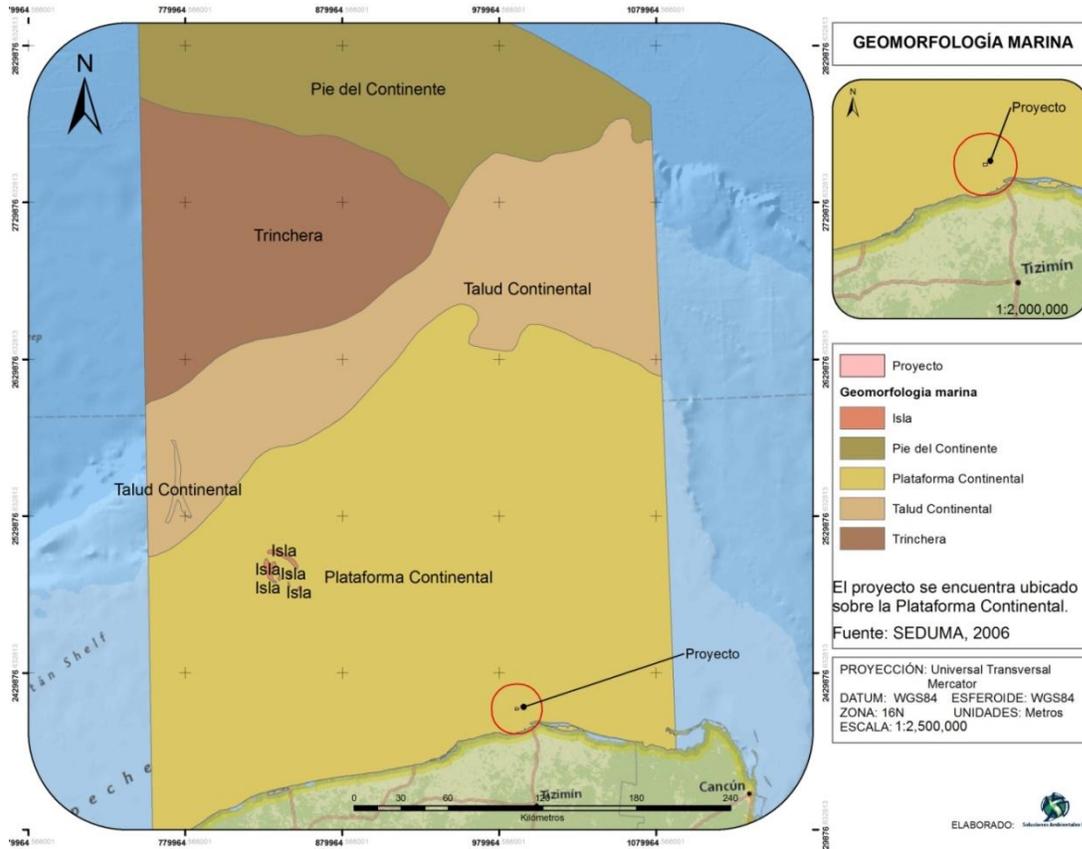


Figura IV.4. Ubicación del proyecto de acuerdo a la Geomorfología marina de la costa de Yucatán.

La costa del estado comprende una amplia (hasta 245 km de la línea de costa) y somera (50 m en promedio) plataforma continental (Figura 1). Se encuentra en medio del Golfo de México y el Mar Caribe: dos grandes ecosistemas comunicados a través del Canal de Yucatán que mide 196 km de ancho y llega hasta 2000 m de profundidad⁸.

La geomorfología de la costa noroccidental de Yucatán consta, en su mayoría, de planicies de playas bajas acumulativas, que forman el tramo frontal de las islas de barrera y se extienden por poco más de 608.6 km. El resto (37.2 km) está constituido de costas rocosas, lo que suma un total de 650.3 km de margen frontal (Buenfil Friedman, 2009).

⁸ Pech Pool D, Mascaró Miquelajauregui M, Simoes N. y Enrique Ortiz C. 2010. Ambiente marinos. En: Durán R. y M. Méndez (Eds.) 2010. Biodiversidad y Desarrollo Humano en Yucatán. CICY, PPD-FMAM, CONABIO, SEDUMA. 496 pp.

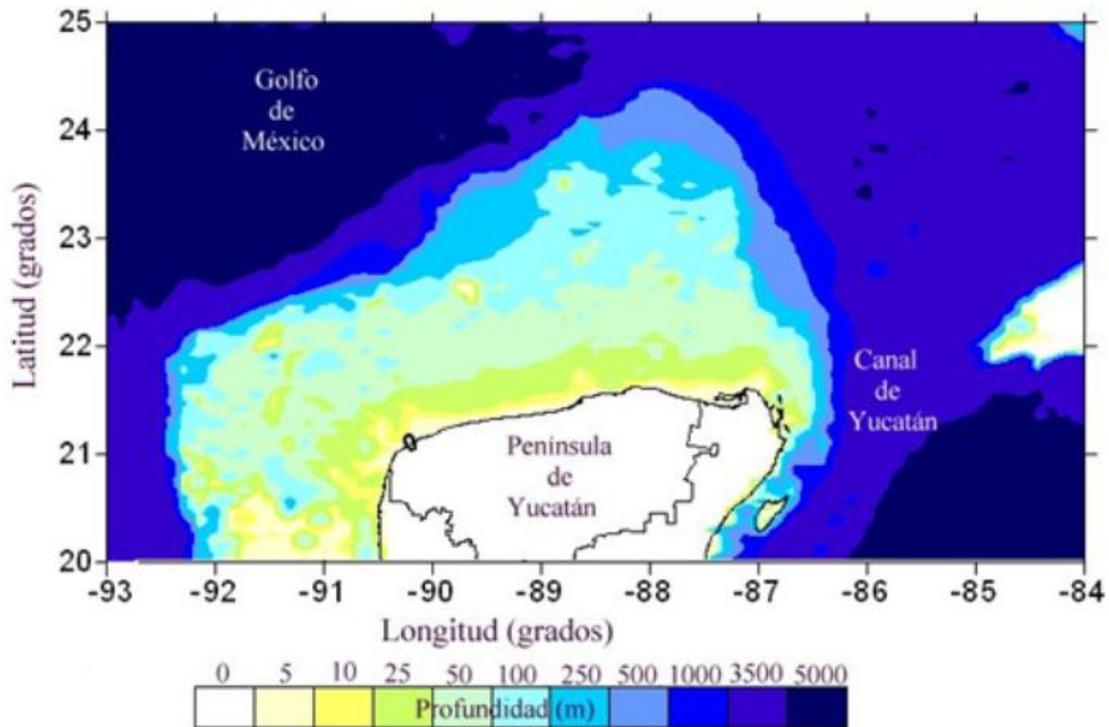


Figura IV.5. Mapa batimétrico de la región costera de Yucatán (Pech Pool *et al.* 2010)

c) Suelos

El sitio del proyecto presentó cuatro tipos de fondos marinos, siendo el “chochol” el tipo de fondo predominante. Para saber el tipo de fondo presente se tomaron fotos del mismo durante las inmersiones en los sitios de muestreo de flora y fauna (Figura IV.11). Los tipos de fondo se identificaron de acuerdo a la clasificación realizada por Ríos Lara y colaboradores, 2011⁹:

1. Blanquizal. Fondo suave conformado principalmente por arena con parches de vegetación dispersos.

⁹ Ríos Lara G.V., Zetina Moguel C.E., Sánchez Molina I., Peniche Ayora J.I., Medina González R., Espinoza Méndez J.C. y Moreno Mendoza R. 2011. Caracterización del Hábitat de Juveniles de Langosta *Panulirus argus* en la Costa Central (Dzilam de Bravo) del Estado de Yucatán, México. GCFI:63: 462-469.



Figura IV.6. Imagen de un área de blanquizar en el sitio del proyecto, se observa la presencia de vegetación aislada

2. Chochol. Complejo de rocas semiplanas de diferente tamaño y forma, rodeadas de pastos y algas.



Figura IV.7. Sitio con tipo de suelo “chochol”. Se observa la presencia de rocas aplanadas de tamaño pequeño y algas.

3. Laja y blanquizal. Roca plana y alargada de diferente tamaño en fondo suave conformado principalmente por arena con parches de vegetación dispersos.

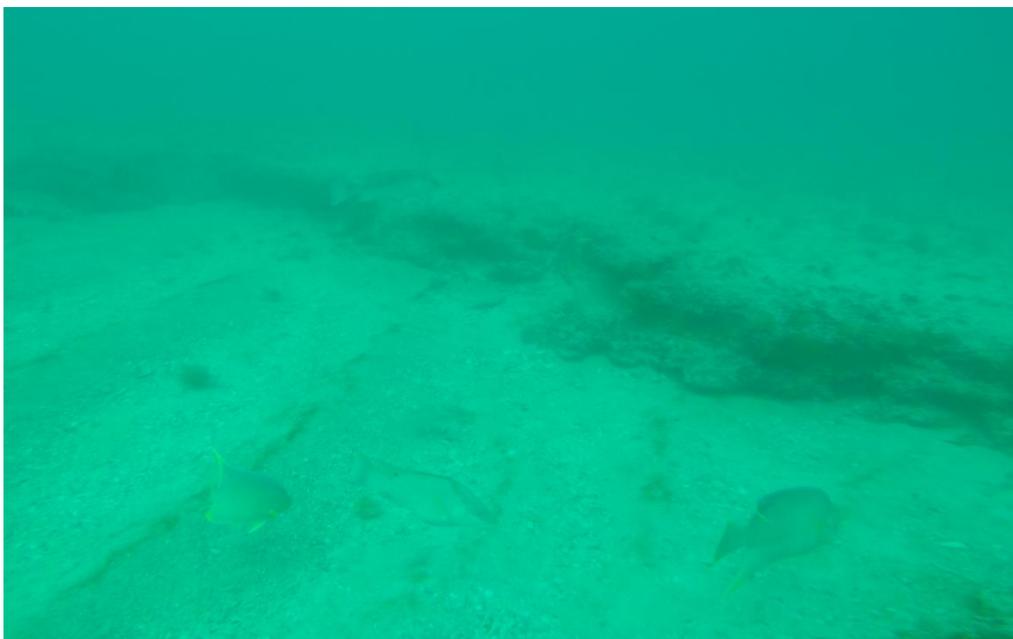


Figura IV.8. Tipo de fondo Laja y Blanquizal. Se observa la interrupción repentina del blanquizal por áreas rocosas.

4. Pastizal – Laja – Arena (PLA). Manchones de pastos compuestos por *Thalassia*, *Syringodium*, (dzil grueso) y algas verdes y rojas; rocas planas y alargadas de diferente tamaño y zonas de fondo suave compuesto principalmente por arena.



Figura IV.9. Sitio con tipo de fondo pastizal-laja-arena. Se observa la presencia de rocas de buen tamaño, así como parches de vegetación.

Tabla IV.2. Tipos de fondo marino encontrados en el sitio del proyecto.

FONDO MARINO	PUNTO DE MUESTREO								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Blanquizal	X								
Chochol		X		X		X	X	X	X
Laja y Blanquizal			X						
Pastizal-Laja-Arena					X				

Como puede observarse en la tabla anterior, el tipo de fondo predominante fue el chochol, estando presente en 6 de los 9 puntos de muestreo.

A excepción de los suelos con “laja”, tanto el blanquizal como el chochol son aptos para la colocación de las jaulas ya que proveen suficiente área estable de anclaje de las jaulas. Vale la pena mencionar que en todos los tipos de suelo fueron encontrados pepinos de mar.

d) Hidrología superficial y subterránea

El proyecto se llevará a cabo en un área de aproximadamente 300 hectáreas del Golfo de México, ubicada a 14 kilómetros hacia el Norte de la costa del puerto de San Felipe, Yucatán (figura IV.10).

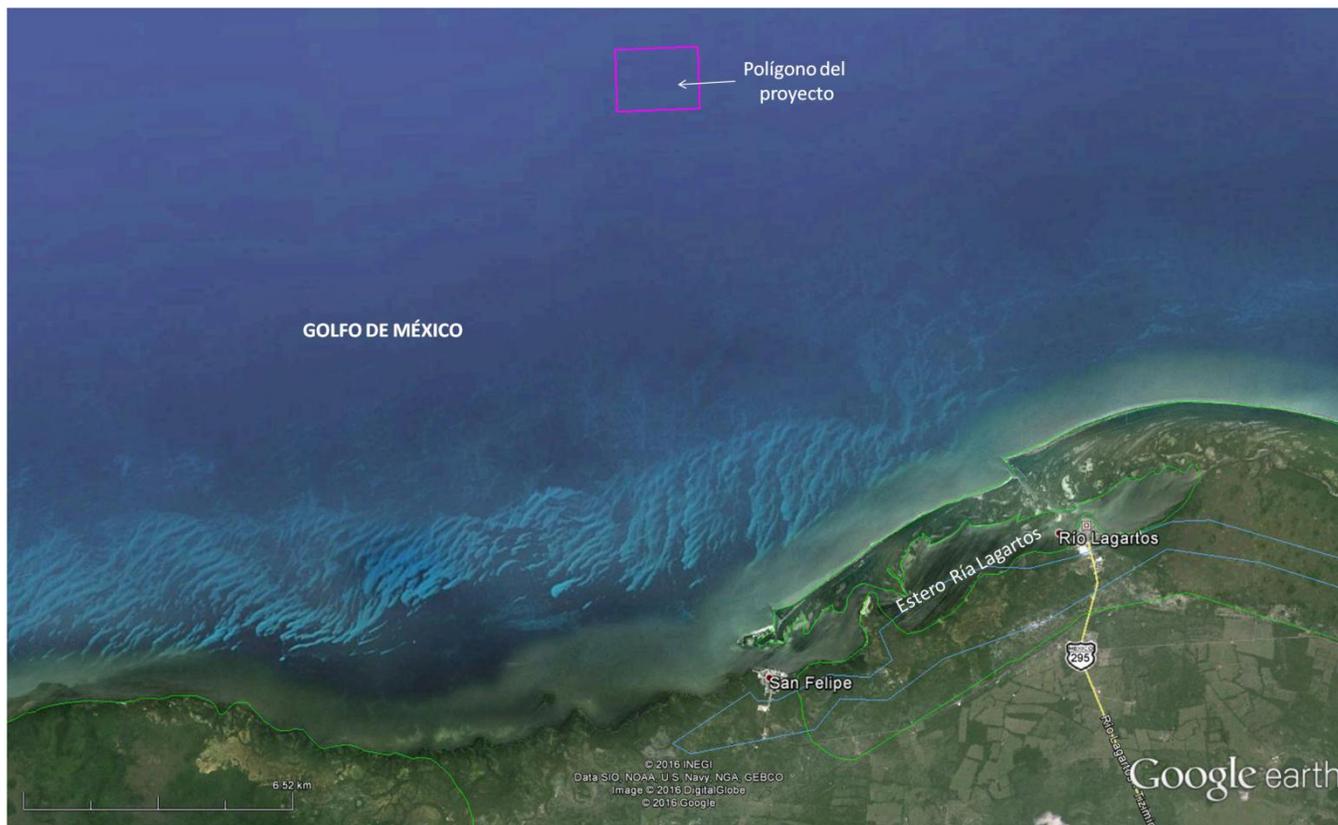


Figura IV.10. Ubicación del proyecto de acuerdo a la costa yucateca y el Golfo de México.

Como ya se mencionó anteriormente, la costa del estado comprende una amplia (hasta 245 km de la línea de costa) y somera (50 m en promedio) plataforma continental¹⁰ (ver figura IV.5).

De acuerdo a la zonificación de la costa del Golfo de México y Mar Caribe, el proyecto se ubica en la costa noroccidental de la península de Yucatán, que abarca el norte de Campeche y Yucatán.¹¹

¹⁰ Pech Pool D, Mascaró Miquelajauregui M, Simoes N. y Enrique Ortiz C. 2010. Ambiente marinos. En: Durán R. y M. Méndez (Eds.) 2010. Biodiversidad y Desarrollo Humano en Yucatán. CICY, PPD-FMAM, CONABIO, SEDUMA. 496 pp.

¹¹ Buenfil Friedman J. (editor). 2009. Adaptación a los impactos del cambio climático en los humedales costeros del Golfo de México. Volumen I. INECOL-SEMARNAT. México, D.F. 373 pp.

Esta región se extiende 650.3 km, cubriendo el flanco oriental de la cuenca del golfo. En Campeche, la costa se orienta con rumbo norte-sur; mientras que en Yucatán, la orientación es de este a oeste. Al circundar la península de Yucatán por el flanco marino del golfo, la línea de costa se eleva en tres grados de latitud.

Desde el punto de vista climático se reconoce como otra región, pues durante todo el año la península está sujeta a la influencia de los vientos alisios del este y del noreste. En verano y otoño, la influencia más notoria es la de los ciclones tropicales y, en invierno, la de los “nortes”. Estos frentes fríos presentan vientos húmedos y contribuyen a elevar el porcentaje de lluvia invernal (entre 5 y 10% de la total anual). El tipo climático representativo por su temperatura pertenece al cálido, con temperatura media anual entre los 22 y 26 °C.

La distribución de la precipitación pluvial muestra marcados gradientes pluviométricos, toda vez que la costa norte de Yucatán forma una franja entre Celestún y la laguna de Yalahau (Hol Box), con valores entre 600 y 800 mm. En la costa de Campeche la precipitación varía desde 800 mm en el norte hasta 1 300 mm en la laguna de Términos, ubicada en el sur.

La costa, de composición de rocas calizas, en donde domina el carbonato de calcio, forma parte de la geología de la península de Yucatán, pues, aunada a una estructura tabular u horizontal, y a las condiciones de humedad, permite la presencia del modelo cárstico en el relieve.

Uno de los rasgos más notables es la carencia de ríos, ya que el escurrimiento se lleva a cabo a través de una red subterránea de drenaje, la cual se manifiesta en la llanura costera a través de manantiales cársticos. El afloramiento del agua subterránea imprime condiciones particulares a las marismas de la zona costera.

IV.2.2 Aspectos bióticos

1. Metodología.

Con el fin de determinar la diversidad de flora y fauna en el sitio del proyecto se escogieron 9 puntos dentro del polígono de desarrollo del proyecto; en cada punto de muestreo se realizó un transecto en banda (Figura IV.11).

Como puede verse, los puntos fueron escogidos para abarcar tanto longitudinal como latitudinalmente los diferentes sitios dentro del polígono del proyecto.

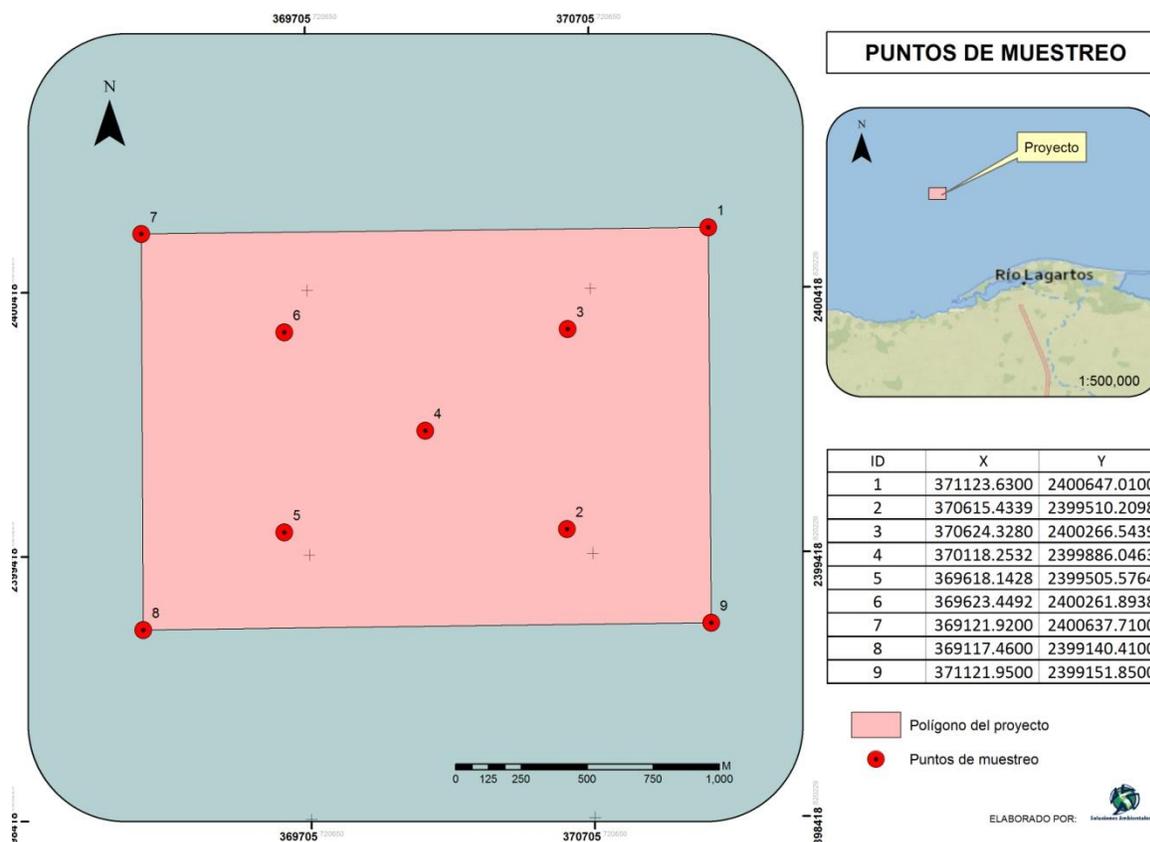


Figura IV.11. Puntos de muestreo para la caracterización de flora y fauna marina.

La metodología de muestreo en cada sitio fue la siguiente:

Transecto de banda.¹²

- a. Para la realización de los muestreos se utilizó buceo tipo Hooka. En el cual el buzo se desplaza conectado a un equipo de aire que se encuentra en la superficie; si bien la manguera limita un poco los desplazamientos del buzo, permite mayor tiempo de permanencia bajo el agua.

¹² P.C. Almada-Villela, P.F. Sale, G. Gold-Bouchot y B. Kjerfve. 2003. Manual de Métodos para el Programa de Monitoreo Sinoptico del SAM. Métodos Seleccionados para el Monitoreo de Parámetros Físicos y Biológicos para Utilizarse en la Región Mesoamericana. Coastal Resources Multi-Complex Building. Belice. 149 pp.

- b. Para cada transecto, se registró la siguiente información: nombre del evaluador, fecha, fecha de inicio del transecto, nombre del Sitio y lectura GPS, número del transecto.
- c. Se estableció un transecto de 30 m, colocando una línea en la cual la punta se sujetó con un peso en el fondo (Figura IV.12), en un punto seleccionado previamente dentro de los límites generales del Sitio.

Después, se nadó en línea recta mientras se realizó el conteo e identificación de organismos. Se procuró nadar a lo largo del contorno del terreno para minimizar cambios en la profundidad.

Este método de conteo, minimiza la perturbación a los peces antes del conteo.

- d. Mientras se nadó la línea completa de los 30 m del transecto, se contaron y registraron los peces (y organismos) encontrados a lo ancho de una banda de 2 m de transecto estimada visualmente.

Para cada medio se realizaron transectos de:

- **30 m x 1 m a ambos lados para Bentos** (algas, coral, equinodermos, etc)
- **30 m x 3 m a ambos lados para Necton** (peces y otros organismos en la columna de agua)

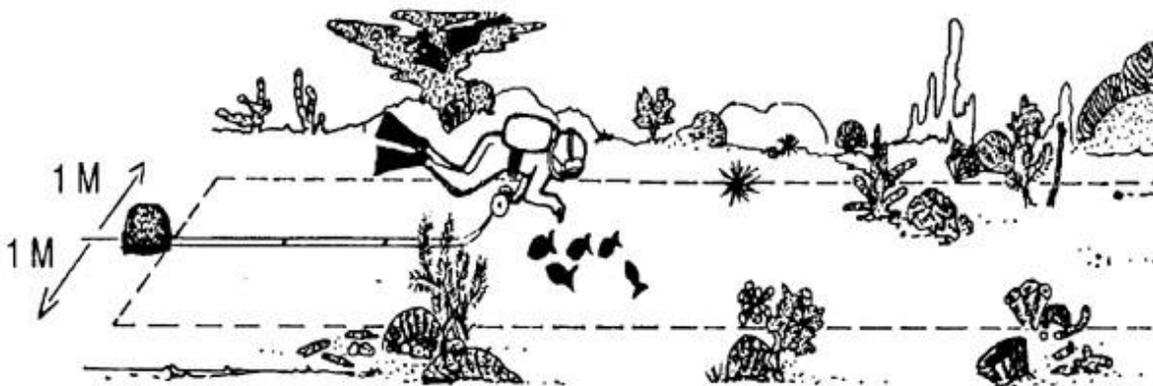


Figura IV.12. Ejemplificación del método de muestreo de transecto en banda utilizado durante la caracterización de flora y fauna marina.

- e. También se registró la profundidad y transparencia en cada sitio con ayuda de un disco de Secchi.

2. Resultados.

a) Vegetación

La vegetación acuática sumergida está constituida por pastos marinos y macroalgas. Los pastos marinos son plantas con flores (angiospermas) y sistema radicular bien desarrollado; mientras que las algas son organismos menos complejos y, aunque realizan fotosíntesis, no poseen un sistema radicular. Ambos son elementos clave en la estructura y funcionamiento de los litorales¹³.

La función ecológica de los pastos marinos es amplia. Son considerados hábitat crítico, por cuanto sostienen alta biodiversidad, son requeridos para la supervivencia de especies amenazadas -como el caracol rosado (*Strombus gigas*) y las tortugas marinas- y para la alimentación del manatí del Caribe (*Trichechus manatus manatus*), y constituyen sitios de crianza y resguardo para etapas juveniles de peces, moluscos y crustáceos de importancia comercial. Además, modifican las condiciones ambientales de su entorno. Sus hojas atenúan la acción de las mareas y reducen la velocidad de las corrientes; su sistema radicular funciona como una trampa de sedimentos que disminuye su resuspensión y mejora la transparencia del agua; y participan en el aumento de la calidad del agua, a través de la remoción de contaminantes acumulados en los sedimentos hacia las hojas y las raíces (Herrera Silveira, 2010).

Por su parte, la comunidad de macroalgas es un conjunto extremadamente diverso de organismos fotosintéticos que también juegan un papel importante en el ecosistema. Funcionan como estabilizadores de sustrato y resguardo para especies de importancia comercial; algunas larvas dependen de sustancias químicas despedidas por ellas para establecerse (Herrera Silveira, 2010).

¹³ Herrera Silveira J., Morales Ojeda S. y Ramírez Ramírez J. 2010. Plantas Marinas. En: Durán R. y M. Méndez (Eds.) 2010. Biodiversidad y Desarrollo Humano en Yucatán. CICY, PPD-FMAM, CONABIO, SEDUMA. 496 pp.

Resultados.

La vegetación en los sitios de muestreo fue escasa, encontrándose principalmente en parches o bien de manera aislada. Los suelos predominantes fueron “chochol”, blanquizales, y asociaciones de lajas con pastizales y blanquizales.

Se registraron un total de 15 especies: 2 pastos marinos, 3 algas rojas, 7 algas verdes y 3 algas café o pardas. Ninguna de las especies se encuentra clasificada dentro de alguna categoría de riesgo de la NOM-059-SEMARNAT-2010.

A continuación se enlista el número de especies de flora observados durante los muestreos.

Tabla IV.3. Listado de especies de flora (algas y pastos) observados en el polígono del proyecto.

GRUPO	ESPECIE
PASTOS MARINOS	<i>Syringodium filiforme</i>
	<i>Thalassia testudinum</i>
ALGAS ROJAS	<i>Acanthophora spicifera</i>
Rhodophyta	<i>Bryothamnion triquetrum</i>
	<i>Gracilaria sp</i>
ALGAS VERDES	<i>Acetabularia crenulata</i>
Chlorophyta	<i>Avrainvillea longicaulis</i>
	<i>Chaetomorpha sp.</i>
	<i>Halimeda incrassata</i>
	<i>Halimeda sp.</i>
	<i>Penicillus capitatus</i>
	<i>Udotea flabellum</i>
ALGAS PARDAS	<i>Lobophora sp</i>
Phaeophyta	<i>Padina gymnospora</i>
	<i>Sargassum filipendula</i>

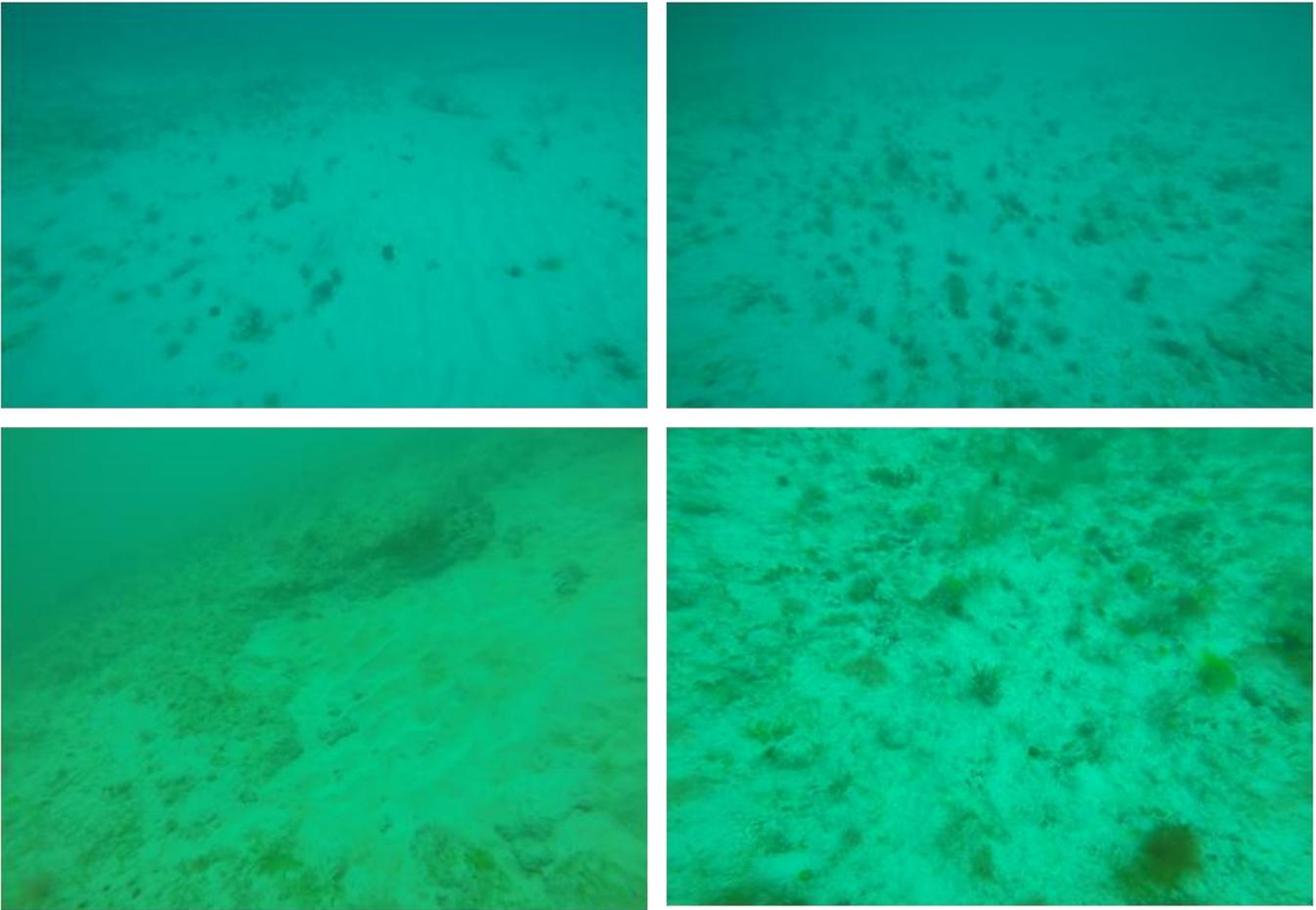


Figura IV.13. Vegetación presente en el sitio del proyecto. Se puede observar la predominancia de blanquizales y la presencia de algas de manera aislada y/o en parches.

b) Fauna

En el estado de Yucatán se han registrado 457 especies de peces, de las cuales, 38 corresponden a Elasmobranquios y 419 a Teleósteos. La naturaleza cárstica del estado, con el desarrollo de cenotes, la presencia de afloramientos de agua de los acuíferos que confluyen a los sistemas costeros, una plataforma continental extensa, ecosistemas de manglar, de pastos marinos y arrecifal, son algunos de los factores principales que propician una alta diversidad¹⁴.

¹⁴ Vega Cendejas M.E. 2010. Peces. En: Durán R. y M. Méndez (Eds.) 2010. Biodiversidad y Desarrollo Humano en Yucatán. CICY, PPD-FMAM, CONABIO, SEDUMA. 496 pp.

Algunas de las especies son muy particulares al tipo de ambiente donde se encuentran, de tal manera que al conocer la especie se puede deducir su tipo de hábitat y algunas características particulares del medio. De hecho, podríamos considerar que los peces son la representación biológica del ambiente (Vega Cendejas, 2010).

Como podemos observar en esta breve reseña, la diversidad de los peces es asombrosa en Yucatán gracias a su posición estratégica, ubicada en el Golfo de México y el Mar Caribe, y a sus características cársticas. En los sistemas costeros de Celestún y Río Lagartos se tiene un registro de más de 100 especies, mientras que en el ambiente arrecifal su número se incrementa a 250 (Figura IV.14).

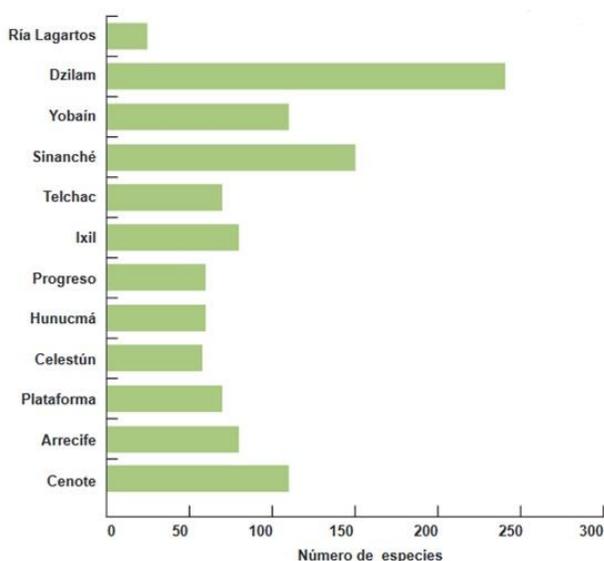


Figura IV.14. Riqueza de especies de peces en diferentes ambientes, localidades y municipios costeros del Estado de Yucatán (tomado de Vega Cendejas, 2010)

Por otro lado, México alberga una significativa diversidad de equinodermos. Hasta el momento, se han reportado casi 600 especies que habitan nuestro mar territorial, o sea, alrededor de 10% de las especies de equinodermos existentes en el planeta. En Yucatán se han reportado, hasta la fecha, 102 especies (Crinoidea: 11 spp.; Asteroidea: 32 spp.; Ophiuroidea: 16 spp.; Echinoidea: 37 spp.; y Holothuroidea: 6 spp.), distribuidas en 74 géneros, 56 familias, 19 órdenes y 5 clases. El estado posee el 16.4% de la fauna de equinodermos de los mares mexicanos, que corresponde al 1.4% de los equinodermos del planeta. Por su composición, la fauna de equinodermos de Yucatán se

asemeja a las de los estados de Quintana Roo y Campeche, con las que comparte muchas especies.¹⁵

En las costas de Yucatán, los equinodermos se encuentran en diversos hábitats. En las aguas someras, uno de los hábitat más representativos es el arrecifal donde se encuentran biotopos diversos; lo cual da lugar a una amplia diversidad de substratos y de especies. Los equinodermos de aguas someras pueden vivir sobre coral vivo, vegetación sumergida, arena, rocas, coral muerto, etc. (Solís y Laguarda, 2010).

La importancia de los equinodermos estriba fundamentalmente en el papel que desempeñan en la trama trófica (nichos), así como en su capacidad para modificar las condiciones del substrato en el que viven (bioturbación). Además de su importancia ecológica, tienen un valor económico. El pepino de mar es uno de los recursos pesqueros de México poco conocidos, pero en otros países se consume principalmente en sopas y ensaladas (recetas de países asiáticos); generalmente, primero se deshidrata para después comercializarse. También se extraen diversas sustancias de los pepinos de mar para elaborar productos farmacéuticos de consumo humano (Solís y Laguarda, 2010).

Respecto a los moluscos, su distribución geográfica es muy amplia. Se han registrado en todos los ambientes, desde el mar hasta los ríos, del trópico hasta los glaciares, a nivel del mar, en altas latitudes y a diferentes profundidades, aunque en ocasiones están limitados a hábitat específicos. Algunas especies han sido introducidas en áreas diferentes de su intervalo natural. En Yucatán se han localizado moluscos en todo tipo de ambientes terrestres, dulceacuícolas o marinos. En Yucatán se han registrado 365 especies distribuidas en 42 localidades de su zona costera y lagunar¹⁶.

La variedad en tamaño es muy diversa, muchos moluscos son pequeños con menos de dos centímetros y otros de grandes dimensiones; algunas especies marinas se encuentran confinadas a grandes profundidades. Las formas larvales dedican parte de su vida a derivar en los niveles superiores del mar, siendo precaria su existencia en el piso oceánico a grandes profundidades (González y Torruco, 2010).

La importancia de estos organismos radica en sus múltiples usos: son una fuente alimenticia fundamental desde tiempos prehistóricos, como lo revelan los restos de sus conchas en cuevas y albergues primitivos o en concheros localizados por arqueólogos en

¹⁵ Solís Marín F.A. y Laguarda Figueras A. 2010 Equinodermos. *En*: Durán R. y M. Méndez (Eds.) 2010. Biodiversidad y Desarrollo Humano en Yucatán. CICY, PPD-FMAM, CONABIO, SEDUMA. 496 pp.

¹⁶ González Solís A. y Torruco Gómez D. 2010 Estado actual de los moluscos. *En*: Durán R. y M. Méndez (Eds.) 2010. Biodiversidad y Desarrollo Humano en Yucatán. CICY, PPD-FMAM, CONABIO, SEDUMA. 496 pp.

diferentes zonas. Algunas especies sostienen pesquerías muy importantes en diferentes partes del mundo. Desde el punto de vista ecológico, los moluscos inciden en muchos niveles de la cadena trófica e influyen como vectores para que otros invertebrados concluyan su ciclo de vida. Se han utilizado como indicadores del estado y tendencia de los ambientes, ya que responden a las perturbaciones antrópicas o del ambiente, convirtiéndose en indicadores simples para cualquier nivel de gestión (González y Torruco, 2010).

Resultados.

De los muestreos realizados se pudo obtener un total de 15 especies de peces (óseos y cartilagosos) y 8 especies de invertebrados (equinodermos, crustáceos y moluscos) (Tabla IV.16). Es necesario destacar que ninguna de las especies se encuentra enlistada dentro de las categorías de riesgo de la NOM 059 SEMARNAT 2010.

Tabla IV.4. Número de especies de fauna (peces e invertebrados) observados por cada punto de muestreo.

TOTAL DE ESPECIES = 23	PUNTO DE MUESTREO								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
NÚMERO DE ESPECIES X PUNTO	6	4	8	7	12	7	5	6	6

Tabla IV.5. Listado de especies de fauna (peces e invertebrados) observados en el polígono del proyecto.

GRUPO	ESPECIE	NOMBRE COMUN	# INDIVIDUOS X PUNTO DE MUESTREO									TOTAL
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	
PECES	<i>Balistes caprisus</i>	pez ballesta, chon kay	0	4	0	0	0	6	0	0	0	10
	<i>Balistes vetula</i>	pez ballesta, cochino	0	0	4	0	0	0	0	0	0	4
	<i>Dasyatis americana</i>	raya blanca, balá	0	0	0	0	1	1	0	0	0	2
	<i>Epinephelus morio</i>	mero	3	2	10	3	10	4	2	6	2	42
	<i>Epinephelus striatus</i>	cabrilla, mero estriado	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
	<i>Haemulon aurolineatum</i>	ronco	3	0	0	5	0	0	0	15	0	23
	<i>Haemulon plumieri</i>	chac chi	20	0	20	0	20	0	0	15	1	76
	<i>Holacanthus bermudensis</i>	pez ángel azul	0	0	0	0	6	0	0	0	0	6
	<i>Lachnolaimus maximus</i>	boquinete	0	8	20	0	5	3	0	5	0	41
	<i>Lutjanus analis</i>	pargo lunar	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
	<i>Lutjanus griseus</i>	pargo mulato	20	0	0	0	20	0	0	0	0	40
	<i>Mycteroperca bonaci</i>	negrillo	0	0	1	0	0	0	0	2	0	3
	<i>Mycteroperca microlepis</i>	abadejo	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
	<i>Ocyurus chrysurus</i>	canané, rubia	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
	<i>Urobatis jamaicensis</i>	pastinaca	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
INVERTEBRADOS	<i>Isostichopus badionotus</i>	pepino de mar	8	6	15	12	20	4	5	6	10	86
	<i>Echinaster sentus</i>	estrella de mar negra-naranja	0	0	0	3	5	0	2	0	2	12
	<i>Echinometra lucunter</i>	erizo de mar	0	0	2	5	5	0	3	0	2	17
	<i>Luidia alternata</i>	estrella de mar bicolor	0	0	0	2	0	0	1	0	0	3
	<i>Octopus maya</i>	pulpo	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
	<i>Oreaster reticulatus</i>	estrella de mar gigante	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
	<i>Panulirus argus</i>	langosta del caribe	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
	<i>Turbinella angulata</i>	caracol negro o tomburro	2	0	0	0	0	0	0	0	0	2
TOTAL INDIVIDUOS			56	20	73	31	95	20	13	49	18	375

Análisis de datos.

Con la finalidad de evaluar la diversidad alfa en las comunidades de fauna marina de cada sitio de muestreo, fueron utilizados los siguientes índices¹⁷:

Índice de Shannon (Shannon index) abreviado como “H”. También conocido como índice de Shannon-Wiener o índice Shannon-Weaver. Expresa la uniformidad de los valores de importancia a través de todas las especies de la muestra. Mide el grado promedio de incertidumbre en predecir a que especie pertenecerá un individuo escogido al azar de una colección (Magurran, 1988; Peet, 1974; Baev y Penev, 1995). Asume que los individuos son seleccionados al azar y que todas las especies están representadas en la muestra. Adquiere valores entre cero, cuando hay una sola especie, y el logaritmo de S, cuando todas las especies están representadas por el mismo número de individuos.

Índice de Simpson (Simpson’s index of diversity) abreviado como “λ”. Manifiesta la probabilidad de que dos individuos tomados al azar de una muestra sean de la misma especie. Está fuertemente influido por la importancia de las especies más dominantes (Magurran, 1988; Peet, 1974). Como su valor es inverso a la equidad, la diversidad puede calcularse como $1 - \lambda$ (Lande, 1996).

Riqueza de especies: (Species richness) abreviado como “S”. El cálculo más simple de diversidad: Número total de especies obtenido por un censo de la comunidad.

Los cálculos se realizaron con el programa PAST (PAleontological STatistics, versión 3.11).¹⁸ Los resultados obtenidos se muestran en la siguiente tabla:

Tabla IV.6. Índices de diversidad de especies en los sitios de muestreo.

	Sitio 1	Sitio 2	Sitio 3	Sitio 4	Sitio 5	Sitio 6	Sitio 7	Sitio 8	Sitio 9
Riqueza de especies (S)	6	4	8	7	12	7	5	6	6
Índice de Simpson (1- λ)	0.7175	0.7	0.7848	0.7742	0.8432	0.8	0.7456	0.7705	0.6481
Índice de Shannon (H)	1.446	1.28	1.682	1.696	2.052	1.739	1.479	1.603	1.38

¹⁷ <http://www.ba.ieo.es/bioatlasmarino/indices-de-biodiversidad>

¹⁸ Hammer, Ø., Harper, D.A.T., and P. D. Ryan, 2001. PAST: Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis. Palaeontologia Electronica 4(1): 9pp.

Como puede observarse en la tabla anterior, el sitio con mayor diversidad es el sitio 5 ($H=2.052$, $1-\lambda=0.8432$), este mismo sitio es el que presentó el mayor número de especies con 12, seguido del sitio 3 con 8 y los sitios 4 y 6 con 7 (figura IV.15).

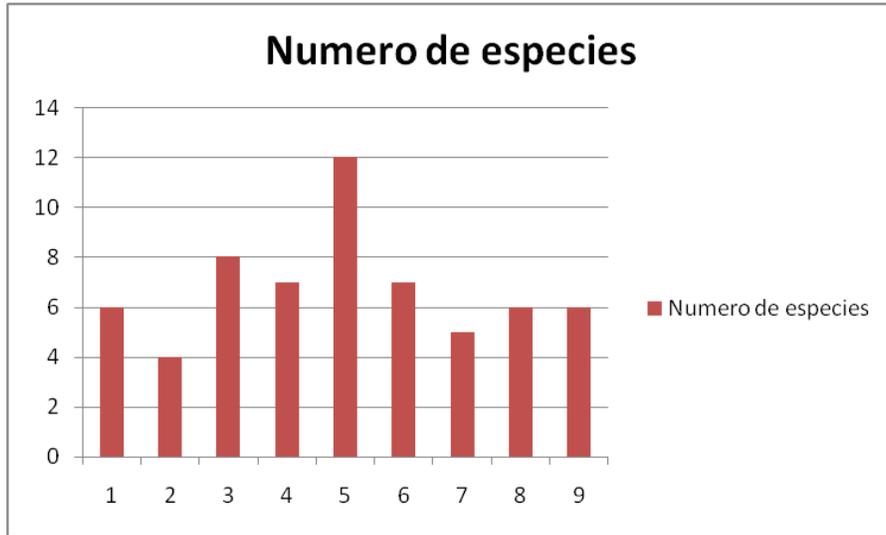


Figura IV.15. Número de especies presentes en cada sitio de muestreo.

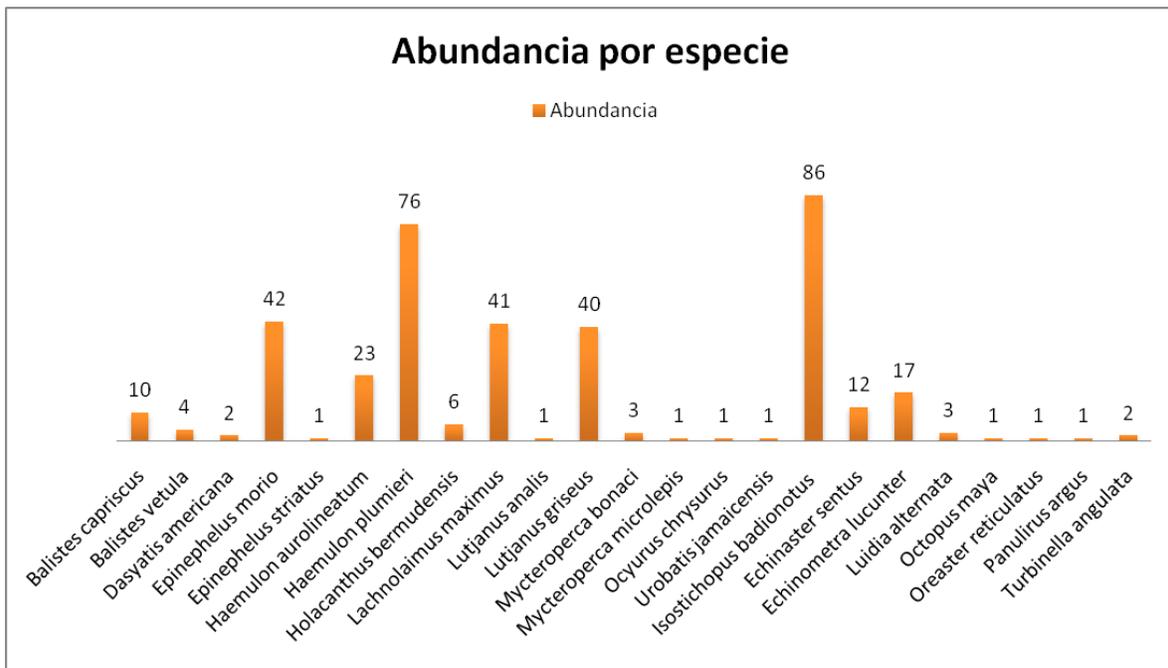


Figura IV.16. Número de individuos por especie avistada en el sitio del proyecto.

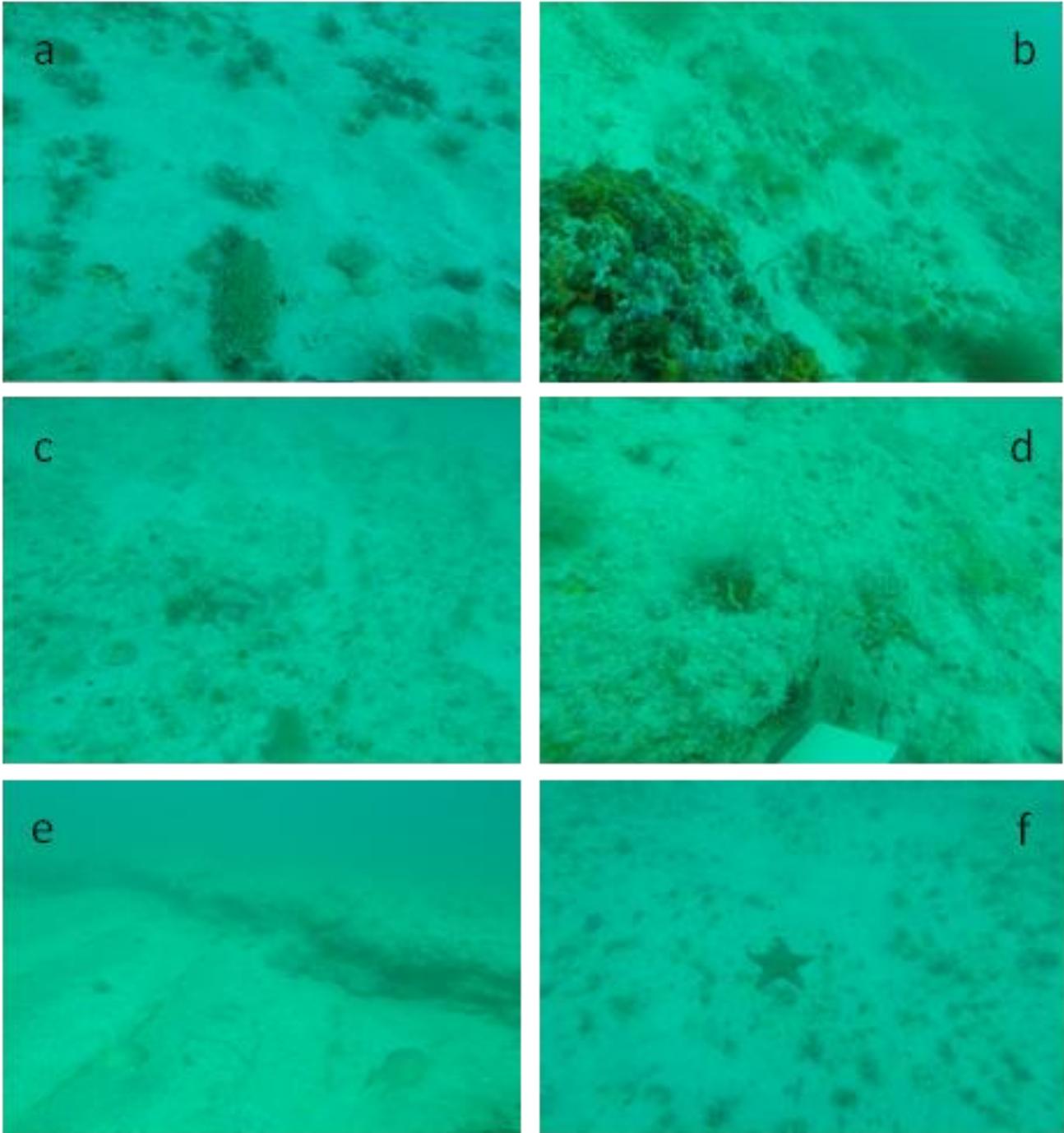


Figura IV.17. Especies de peces e invertebrados observados en el sitio del proyecto. a: individuo de *I. badionotus*, especie que será objeto de cultivo en el presente proyecto; b: cardumen de juveniles de *H. aurolineatum*; c: individuo de *E. striatus* camuflajeándose en una oquedad; d: individuo de *O. maya*; e: ejemplares de *L. maximus* y *H. bermudensis*; f: individuo de *O. reticulatus*.

Al parecer existe una relación entre el número de especies y el tipo de suelo encontrado en cada sitio, ya que los sitios donde se encontraron asociaciones de fondos: Laja-blanquizal y pastizal-laja-arena, presentaron el mayor número de especies con 7 y 12 respectivamente, esto también se vio reflejado en el número de individuos registrados (Tabla IV.5).

Además, es importante mencionar que el pepino de mar *I. badionotus* (especie de cultivo en el presente proyecto) fue registrado en todos los puntos de muestreo, lo cual evidencia que el sitio donde se desarrollará el proyecto es hábitat natural de esta especie, distribuyéndose en todos los tipos de fondo marino.

Tabla IV.7. Relación entre el tipo de fondo y el número de especies.

FONDO MARINO	PUNTO DE MUESTREO								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Blanquizal	X								
Chochol		X		X		X	X	X	X
Laja y Blanquizal			X						
Pastizal-Laja-Arena					X				
NÚMERO DE ESPECIES	6	4	8	7	12	7	5	6	6

IV.2.3 Paisaje

La inclusión del paisaje en un estudio de impacto ambiental se sustenta en dos aspectos fundamentales: el concepto paisaje como elemento aglutinador de toda una serie de características del medio físico y la capacidad de asimilación que tiene el paisaje de los efectos derivados del establecimiento de proyectos acuícolas.

La descripción del paisaje encierra la dificultad de encontrar un sistema efectivo para medirlo, puesto que en todos los métodos propuestos en la bibliografía hay, en cierto modo, un componente subjetivo. Es por ello que existen metodologías variadas, pero casi todas coinciden en tres aspectos importantes: la visibilidad, la calidad paisajística y la fragilidad visual.

Para el caso del proyecto, al llevarse a cabo en la zona marina a 14 km de distancia de la costa, el paisaje del proyecto se encuentra totalmente dominado por la presencia de mar.

Además, las características del paisaje son particulares ya para poder ver el sitio del proyecto es necesario sumergirse.

Primeramente es necesario establecer que la profundidad del sitio del proyecto estaba entre los 11 y 12 metros, por lo tanto, **la visibilidad** a esa profundidad está determinada por las condiciones ambientales, como luz del sol, mareas y vientos. Los muestreos en el sitio del proyecto se realizaron entre marzo y abril del presente año, teniendo una visibilidad entre los 3 a 10 metros de distancia. Además, la zona es utilizada como área de pesca para los pescadores de San Felipe y puertos cercanos; explotando los recursos como pepino de mar, langosta, mero, pulpo y otras especies de peces. Por lo tanto podemos considerar que es visitada con frecuencia, teniendo una visibilidad moderada.



Figura IV.18. Diferentes tipos de paisaje presente en el sitio del proyecto. Se observa la relativa heterogeneidad del mismo; siendo dominado por blanquizales y chochol.

Por otro lado, la **calidad paisajística** del sitio está determinada por los tipos de fondo marino que se observaron, blanquizales, rocosos, pastizales, chochol y asociaciones entre los mismos. En general se observa un buen estado de conservación del sitio; sin señales de contaminación o degradación del ambiente. De tal manera se puede asegurar que la calidad paisajística del sitio es buena.

Por último, la **fragilidad del paisaje** puede considerarse como alta ya que se trata de sitios bien conservados, los cuales, sin embargo; son explotados con regularidad ya que el sitio del proyecto forma parte de una zona de concesión para la pesca de la langosta por parte de una Cooperativa de pescadores del puerto de San Felipe. Además, como ya se mencionó en el sitio se capturan especies de alta importancia comercial y el sitio es frecuentemente visitado por pescadores de la región para la captura de pulpo, pepino de mar, langosta y pesca de mero entre otras especies.

IV.2.4 Medio socioeconómico

A pesar de que el proyecto se encuentra en el Golfo de México, los beneficios e impactos del mismo se verán reflejados en el municipio de San Felipe, estado de Yucatán. El proyecto se encuentra situado a aproximadamente 14 km hacia el norte del puerto de San Felipe, cabecera municipal del municipio del mismo nombre (figura IV.19).

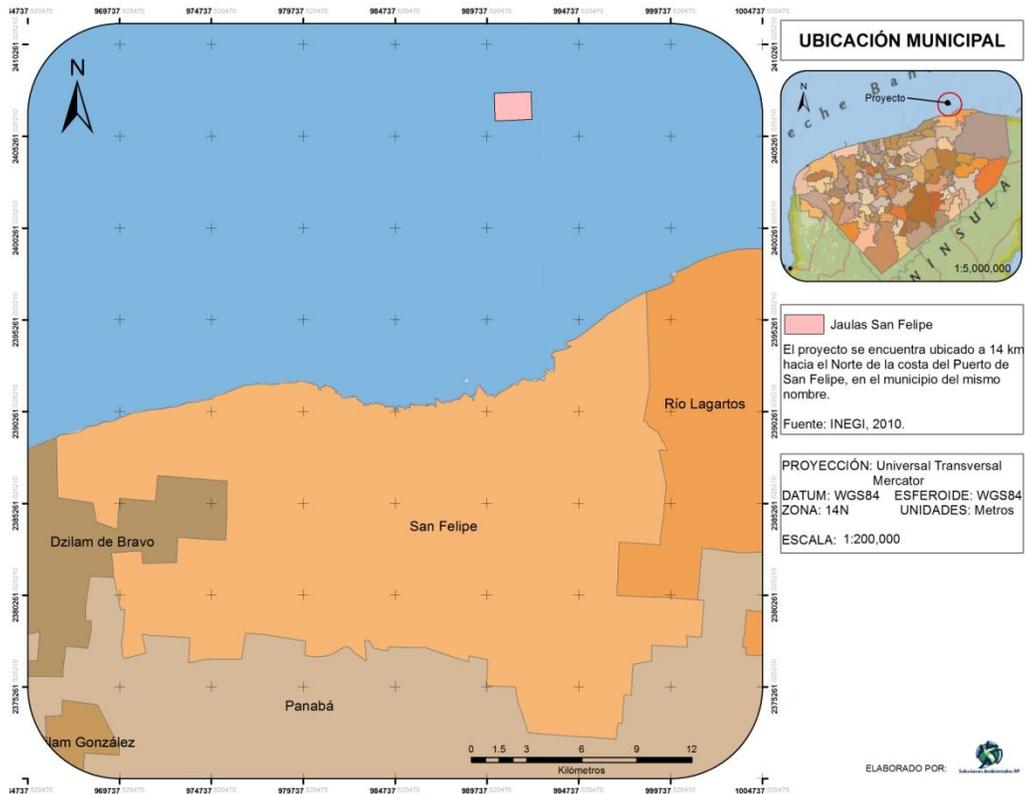


Figura IV.19. Ubicación municipal del proyecto.

El municipio de San Felipe, Yucatán se ubica entre los paralelos 21°23' y 21°37' de latitud norte; los meridianos 88°09' y 88°31' de longitud oeste; altitud entre 7 y 10 m. Colinda al

norte con el Golfo de México y el municipio de Río Lagartos; al este con los municipios de Río Lagartos y Panabá; al sur con el municipio de Panabá y al oeste con los municipios de Panabá y Dzilam de Bravo y el Golfo de México. Ocupa una superficie de 680.85 Km², es decir, el 1.21% de la superficie del estado¹⁹.

Demografía. El municipio cuenta con 1,839 habitantes de acuerdo al Censo Nacional del INEGI (2010), de los cuales 956 son varones y 883 mujeres. De acuerdo al INAFED (2010), la densidad poblacional del municipio es 4.07 habitantes/km². Cuenta con un total de 28 localidades.

Vivienda. El total de viviendas en el municipio es de 553 de las cuales la mayoría (549) son casas, con tres cuartos o piezas (177) y con un dormitorio (270) (Tablas IV.8 y IV.9).

Tabla IV.8. Viviendas habitadas por tipo de vivienda en el municipio de San Felipe, Yucatán en 2010 (INEGI, 2010; SNIM, 2013). (1) Incluye viviendas particulares y colectivas.

Tipos de vivienda	Número de viviendas habitadas	%
Total viviendas habitadas⁽¹⁾	553	100
Vivienda particular	553	100.00
Casa	549	99.28
Departamento en edificio	0	0
Vivienda o cuarto en vecindad	0	0
Vivienda o cuarto en azotea	0	0
Local no construido para habitación	0	0
Vivienda móvil	0	0
Refugio	0	0
No especificado	4	0.72
Vivienda colectiva	0	0
1 cuarto	59	10.67
2 cuartos	163	29.48
3 cuartos	177	32.01
4 cuartos	96	17.36
5 cuartos	39	7.05
6 cuartos	16	2.89
7 cuartos	1	0.18
8 cuartos	1	0.18
9 y más cuartos	0	0

¹⁹ Instituto Nacional de Geografía e Informática. 2009. Prontuario de información geográfica municipal de los Estados Unidos Mexicanos. San Felipe, Yucatán. Clave geoestadística 31065.

Tabla IV.9. Viviendas particulares habitadas por número de dormitorios en el municipio de San Felipe, Yucatán en 2010 (INEGI, 2010; SNIM, 2013).

Número de dormitorios	Número de viviendas particulares habitadas	%
1 dormitorio	270	48.82
2 dormitorios	228	41.23
3 dormitorios	46	8.32
4 dormitorios	7	1.27
5 y más dormitorios	0	0

En el municipio del número de viviendas particulares habitadas (553), el 96.56% cuentan con energía eléctrica, el 96.38% con agua entubada, el 95.66% con drenaje y el 93.49% cuentan con los 3 servicios (Tabla IV.10).

Tabla IV.10. Viviendas particulares habitadas por tipo de servicios con los que cuentan, en el municipio de Progreso, Yucatán en 2010 (INEGI, 2010; SNIM, 2013).

Tipo de servicio	Número de viviendas particulares habitadas	%
Disponen de excusado o sanitario	536	
Disponen de drenaje	529	
No disponen de drenaje	21	
No se especifica disponibilidad de drenaje	3	
Disponen de agua entubada de la red pública	533	
No disponen de agua entubada de la red pública	19	
No se especifica disponibilidad de drenaje de agua entubada de la red pública	1	
Disponen de energía eléctrica	534	
No disponen de energía eléctrica	19	
No se especifica disponibilidad de energía eléctrica	0	
Disponen de agua entubada de la red pública, drenaje y energía eléctrica	517	

Salud y seguridad social.

De los 1,839 habitantes del municipio, 1,704 son derechohabientes a servicios de salud: 902 al IMSS, 58 al ISSSTE, 3 al ISSSTE estatal, 765 a PEMEX o SEMAR, 0 al Seguro Popular, 18 a una institución privada y 132 personas son no derechohabiente (INEGI, 2010).

Del total de la población 129 personas presentan alguna discapacidad de las cuales 125 son derechohabientes y la mayoría (80 personas) son población económicamente inactiva, por lo que es relevante considerar a este grupo vulnerable en las actividades de desarrollo económico.

Educación.

En el municipio, 80 personas mayores a 15 años no saben leer ni escribir, 85 personas mayores a 15 años no tienen ningún grado de escolaridad y el grado promedio de escolaridad en personas mayores a 15 años es de 6.77 (INEGI, 2010).

El total de alumnos en todos los niveles (preescolar, primaria y secundaria) inscritos en escuelas públicas es de 441 alumnos. El municipio cuenta con 3 escuelas públicas, de las cuales 1 es de preescolar, 1 de nivel primaria, y 1 secundaria (Tablas IV.11 y IV.12) (INAFED, 2010).

Tabla IV.11. Alumnos(as) inscritos en escuelas públicas por nivel educativo en el municipio de Progreso, Yucatán en 2010 (INEGI, 2010).

Nivel	Alumnos			Promedio de alumnos por escuela			Promedio de alumnos por docente		
	Tot	Hom	Muj	Tot	Hom	Muj	Tot	Hom	Muj
Preescolar	91	43	48	91	43	48	23	11	12
Primaria	251	142	109	251	142	109	31	18	14
Secundaria	99	48	51	99	48	51	12	6	6

Tabla IV.12. Instalaciones de escuelas públicas por nivel educativo en el municipio de Progreso, Yucatán en 2010 (INEGI, 2010; SNIM, 2013).

Nivel Educativo	Escuelas	Aulas					Promedio de aulas por escuela
		Total	En uso	Adaptadas	Talleres	Laboratorios	
Preescolar	1	4	4	0	0	0	4
Primaria	1	8	8	0	0	0	8
Secundaria	1	3	3	0	0	0	3

Índice de marginación.

El grado de marginación en el municipio se considera medio con un índice del -0.3383, ocupando el lugar 91 a nivel estatal y 1,490 a nivel nacional (CONAPO, 2010).

Tabla IV.13. Indicadores del Índice de marginación municipal, San Felipe, Yucatán (2010).

Indicador	%
Población analfabeta de 15 años ó más	6.10
Población sin primaria completa de 15 años ó más	34.27
Población en localidades con menos de 5000 habitantes	100.00
Población Económicamente Activa ocupada, con ingresos de hasta 2 salarios mínimos	73.78

Sin embargo, el índice de desarrollo humano (IDH) del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD, 2005), ubica a San Felipe con un valor alto de 0.81, y un Alto Grado de Desarrollo Humano. Es importante mencionar que ningún municipio de Yucatán reportó un IDH bajo, es decir, menor a 0.5 y la media estatal es de 0.8210.

Tabla IV.14. Indicadores del Índice de Desarrollo Humano, San Felipe, Yucatán (2005).

Indicador	Valor
Tasa de mortalidad infantil	16.20
Tasa de alfabetismo ⁽¹⁾	93.17
Tasa de asistencia escolar de la población de 6 a 24 años de edad	68.14
Ingreso per cápita anual ajustado a cuentas nacionales (dólares PPC)	6,602
Índice de salud	0.8865
Índice de educación	0.8483
Índice de ingreso	0.6993

Actividades económicas.

En el municipio se estima que hay 727 personas económicamente activas, de las cuales 557 son hombres y 170 mujeres. De ese total, se encuentran ocupadas 680 y desocupadas 47. La población no económicamente activa asciende a 691 (INEGI, 2010).

Las actividades productivas de San Felipe están divididas en sectores: agropecuario (agricultura, ganadería y pesca), industrial (captación, suministro y tratamiento de agua, e industrias manufactureras) y el de servicios (comercio, transportes, correos y almacenamiento, servicios inmobiliarios y de alquiler de bienes muebles e intangibles, servicios profesionales y técnicos, servicios de apoyo a los negocios y manejo de desechos, y servicios turísticos)²⁰.

Las actividades productivas han variado en el tiempo. De 1930 a 1940, la actividad principal era la agricultura, compuesta por ejidos con un manejo colectivo de las tierras; de 1950 a la actualidad, se incrementó la actividad ganadera; sin embargo, entre 1940-1970 también se realizaba la pesca en el estero; la pesca costera se desarrolla a partir de la primera cooperativa pesquera en 1970 a la actualidad y el turismo desde mediados de los noventa hasta la actualidad (Aguilar Cordero. *et al.* 2012).

La pesca es la actividad de mayor importancia en el municipio de San Felipe, Yucatán, por su contribución al ingreso familiar (50%) y por el porcentaje de la población que resulta beneficiada con esta actividad (65%).²¹

Factores socioculturales²²

Arqueológicos

Existen sitios arqueológicos en Isla Cerritos y Paso del Cerro.

Fiestas Populares

El 5 de febrero se lleva a cabo la fiesta de San Felipe de Jesús. El 4 de agosto, la de Santo Domingo de Guzmán.

²⁰ Aguilar Cordero, Wilian de Jesús, Castro Castillo, Nesmi Neredva, & Couoh Cab, Juana Griselda. 2012. El manejo del área marina y costera protegida Actam Chuleb y los beneficios económicos que genera a los usuarios del municipio de San Felipe, Yucatán, México. *Estudios sociales (Hermosillo, Son.)*, 20(40), 127-153. Recuperado en 28 de abril de 2016, de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0188-45572012000200005&lng=es&tIng=es.

²¹ MCRNT, (2004) Diagnóstico para la elaboración del Plan de Desarrollo Forestal del Municipio de San Felipe, Yucatán. Mérida, Yucatán, México, Departamento de Manejo y Conservación de Recursos Naturales Tropicales, FMVZ, UADY

²² <http://www.inafed.gob.mx/work/enciclopedia/EMM31yucatan/index.html>

Leyendas

La que narra el origen del nombre del puerto: Francisco, Celso y Felipe, aventureros españoles, descubren el cementerio de los nobles mayas de Chichén Itzá. Los tesoros enterrados en las tumbas despiertan la codicia de los españoles riñen. Celso muere y Felipe huye con parte de los tesoros. Entierra las joyas en la playa de Actum Chuleb. Tiempo después de su muerte, se funda en dicha playa el puerto que lleva el nombre del aventurero español.

Tradiciones y Costumbres

Para las festividades de todos los Santos y fieles difuntos se acostumbra colocar un altar en el lugar principal de la casa; donde se ofrece a los difuntos la comida que mas les gustaba y el tradicional Mucbil pollo, acompañado de atole de maíz nuevo, y chocolate batido con agua. En las fiestas regionales los habitantes bailan las jaranas, haciendo competencias entre los participantes.

IV.2.5 Diagnóstico ambiental

En términos generales podemos decir que ambientalmente el área de influencia del proyecto posee una buena calidad ambiental; el sitio del proyecto forma parte de las áreas de pesca de especies comercialmente importantes como el pepino de mar, langosta, pulpo, mero, entre otras.

Por lo cual se encuentra sujeto a la explotación frecuente de los recursos pesqueros; sin embargo se advirtió el buen estado en el que se encuentra, no presentando indicios de contaminación ni disposición de residuos.

En la siguiente tabla se presenta el diagnóstico ambiental del sitio del proyecto y área de influencia.

Tabla IV.15. Diagnóstico ambiental del sitio donde se realizará el proyecto.

Atributo	Descriptor de presencia-incidencia del indicador en el área del proyecto
Clima	La temperatura media mensual es de 25 °C, presentando una oscilación térmica de 3.9 °C. La precipitación total anual es de 550.1 mm. El mes más seco es abril, con 7.7 mm, y el más lluvioso es septiembre, con 104.4 mm. La mayor parte del año, los vientos dominantes son los alisios con dirección noreste-suroeste,

Atributo	Descriptor de presencia-incidencia del indicador en el área del proyecto
Geomorfología	El proyecto se desarrollará en la Plataforma Continental marina. Esta se encuentra en medio del Golfo de México y el Mar Caribe: dos grandes ecosistemas comunicados a través del Canal de Yucatán que mide 196 km de ancho y llega hasta 2000 m de profundidad.
Suelos	El sitio del proyecto presentó cuatro tipos de fondos marinos: Blanquizal. Fondo suave conformado principalmente por arena con parches de vegetación dispersos. Chochol. Complejo de rocas semiplanas de diferente tamaño y forma, rodeadas de pastos y algas. Laja y blanquizal. Roca plana y alargada de diferente tamaño en fondo suave conformado principalmente por arena con parches de vegetación dispersos. Pastizal – Laja – Arena (PLA). Manchones de pastos compuestos por <i>Thalassia</i> , <i>Syringodium</i> , (dzil grueso) y algas verdes y rojas; rocas planas y alargadas de diferente tamaño y zonas de fondo suave compuesto principalmente por arena.
Hidrología	El proyecto se llevará a cabo en un área de aproximadamente 300 hectáreas del Golfo de México, ubicada a 14 kilómetros hacia el Norte de la costa del puerto de San Felipe, Yucatán. El proyecto se ubica en la costa noroccidental de la península de Yucatán, que abarca el norte de Campeche y Yucatán.
Vegetación	Se registraron un total de 15 especies: 2 pastos marinos, 3 algas rojas, 7 algas verdes y 3 algas cafés o pardas. Ninguna de las especies se encuentra clasificada dentro de alguna categoría de riesgo de la NOM-059-SEMARNAT-2010.
Fauna	De los muestreos realizados se pudo obtener un total de 15 especies de peces (óseos y cartilagosos) y 8 especies de invertebrados (equinodermos, crustáceos y moluscos). Es necesario destacar que ninguna de las especies se encuentra enlistada dentro de las categorías de riesgo de la NOM 059 SEMARNAT 2010.
Paisaje	La zona es utilizada como área de pesca para los pescadores de San Felipe y puertos cercanos; explotando

Atributo	Descriptor de presencia-incidencia del indicador en el área del proyecto
	<p>los recursos como pepino de mar, langosta, mero, pulpo y otras especies de peces. Por lo tanto podemos considerar que es visitada con frecuencia, teniendo una visibilidad moderada.</p> <p>Por otro lado, la calidad paisajística del sitio está determinada por los tipos de fondo marino que se observaron, blanquizales, rocosos, pastizales, chochol y asociaciones entre los mismos. En general se observa un buen estado de conservación del sitio; sin señales de contaminación o degradación del ambiente. De tal manera se puede asegurar que la calidad paisajística del sitio es buena.</p> <p>Por último, la fragilidad del paisaje puede considerarse como alta ya que se trata de sitios bien conservados. Es necesario recordar que el sitio del proyecto forma parte de una zona de concesión para la pesca de la langosta por parte de una Cooperativa de pescadores del puerto de San Felipe. Además, como ya se mencionó en el sitio se capturan especies de alta importancia comercial y el sitio es frecuentemente visitado por pescadores de la región.</p>
Ambiente Socioeconómico	<p>A pesar de que el proyecto se encuentra en el Golfo de México, los beneficios e impactos del mismo se verán reflejados en el municipio de San Felipe, estado de Yucatán. El proyecto se encuentra situado a aproximadamente 14 km hacia el norte del puerto de San Felipe, cabecera municipal del municipio del mismo nombre.</p>
Áreas Naturales Protegidas	<p>El predio del proyecto NO se ubica dentro de ninguna ANP</p>

V. IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES

V.I Metodología para evaluar los impactos ambientales

Con base al proceso para determinar y analizar las posibles afectaciones que repercutirán en la estructura y función del ecosistema, tomando en cuenta el diagnóstico ambiental y los cambios posibles por el uso de jaulas circulares sumergibles en aguas de jurisdicción federal del Golfo de México, en la zona ubicada frente al Puerto de San Felipe en el estado de Yucatán para la producción de pepino de mar (*I. badionotus*); se aplican las metodologías para la evaluación de los impactos conocidas como:

- **Técnica de Listado Simple o CheckList.**
- **Matriz de Interacción Proyecto-Ambiente.**

V.I.1 Indicadores de impacto

Considerando las características propias del proyecto y del sitio donde se pretende implementar, se han establecido los indicadores para los aspectos ambientales: agua, suelo, flora y fauna; así como los no ambientales, por su importancia socioeconómica, tales como oportunidades de empleo y la calidad de vida de los habitantes en la zona de influencia del proyecto.

Se realizó una lista de las actividades que han de llevarse a cabo durante el desarrollo del proyecto, dichas actividades fueron agrupadas en dos etapas para una mejor evaluación.

Tabla V.1. Actividades generales del proyecto.

ETAPA	ACTIVIDAD
Preparación del sitio y construcción	Selección del lugar para la colocación de jaulas
	Colocación e instalación de las jaulas
	Generación y manejo de residuos
	Circulación vehicular acuática
	Contratación de personal
Operación	Contratación de personal
	Siembra de juveniles

ETAPA	ACTIVIDAD
	Suministro de alimento (fermentado de algas marinas)
	Monitoreo en los sitios
	Cosecha
	Generación y manejo de residuos

Con base al listado anterior, se realizó un análisis de los componentes que pueden ser afectados en menor o mayor grado durante la realización de dichas actividades. Cabe recalcar que los efectos sobre dichos indicadores pueden ser positivos o negativos y variar según las distintas etapas del proyecto.

De acuerdo a lo antes mencionado se propone el listado de Indicadores ambientales:

Tabla V.2. Componentes e indicadores identificados.

COMPONENTE	INDICADOR	
FÍSICO	Agua	Afectación del bentos
		Calidad físico-Química
		Acumulación de sedimentos
	Aire	Calidad
	Suelo	Calidad
BIÓTICO	Flora	Vegetación marina
	Fauna	Especie en estatus
SOCIO-CULTURALES	Empleo	Contratación de personal
	Desarrollo económico	Promoción potencial del flujo económico regional
PAISAJE	Paisaje	Cualidades estético paisajísticas

V.1.2 Relación general de algunos indicadores de impacto

A continuación se presenta una descripción de cada uno de los indicadores de impacto ambiental, implementados para la evaluación de los impactos previstos por las acciones del proyecto:

Eutrofización: Acumulación de residuos orgánicos en el litoral marino que causa la proliferación de ciertas algas.

Afectación del bentos, Calidad físico-Química y Acumulación de sedimentos. Los pepinos de mar tienen una importante función en los ecosistemas del piso marino al alimentarse de material depositado o sedimentos. Estos organismos limpian la arena superficial del fondo marino.

Vegetación marina. Para medir este indicador se utiliza el grado de afectación o daño producido a la vegetación.

Especies en estatus. Se pretende tomar este factor como indicador indirecto de las acciones del proyecto sobre los elementos faunísticos del sitio; cabe señalar el término de referencia de la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, donde la aparición de especies en esta norma incrementa la valoración del impacto ambiental sobre el factor biótico considerado.

Contratación de personal. Este factor será indicativo de la capacidad de participación del proyecto sobre las condiciones económicas a nivel local, a través de la generación de empleo.

Promoción potencial del flujo económico regional. Este factor será indicativo de la capacidad de participación del proyecto sobre las condiciones económicas de la región, a través de la reactivación económico y el desarrollo sectorial.

Cualidades estético paisajísticas. Este factor es netamente apreciativo, indicador del grado de variación que puede sufrir el paisaje en función de su condición original; lo anterior a partir de las acciones del proyecto.

V.2 Criterios y metodologías de evaluación

Para la aplicación de la metodología Checklist, se realiza una identificación general de los impactos esperados del proyecto de acuerdo con los factores ambientales involucrados y con las actividades que se desarrollarán en la implementación del proyecto.

De esta manera se pueden analizar cada una de las acciones del proyecto que permitan determinar los impactos potenciales (positivos y negativos) a los diferentes factores ambientales. Esta técnica consiste en la construcción de dos tablas:

En la primera, se indican las acciones que la obra requiere para su desarrollo y enlace con los factores ambientales.

- En la primera columna se indican las diferentes etapas en las que se subdivide el proyecto.
- En la segunda columna se colocan las actividades que se llevarán a cabo durante el proyecto, las cuales se agrupan de acuerdo con las etapas que le corresponda, a fin de hacer manejable la tabla sin que pierda su representatividad y objetividad.

La segunda tabla se construye, colocando en la primera columna los componentes susceptibles a impactos identificados, y en la segunda columna el indicador del impacto.

La identificación de los impactos ambientales generados por la implementación de dicho proyecto, serán fundamentadas con la experiencia en la evaluación de impactos ambientales, mediante la metodología de Leopold (1971), el cual consiste en la elaboración de una matriz en la que se disponen como filas los factores ambientales que pueden ser afectados, tanto del medio natural como del medio socioeconómico que potencialmente se verían impactados y con columnas las acciones derivadas de la ejecución del proyecto en sus diferentes etapas y que serán causa de los posibles impactos. Se admiten valores que corresponden a la evaluación de cada interacción de acuerdo a dos criterios:

Magnitud: se refiere al grado de incidencia de la acción sobre el factor, en el ambiente específico en que actúa, precedido por un signo (-) o de (+) para indicar si los efectos probables de las interacciones son positivos o negativos, en una escala del 1 al 10 (asignando el valor 1 a la alteración mínima y el 10 a la máxima).

La magnitud expresa el grado de alteración potencial de la calidad ambiental del factor considerado, haciendo referencia a la dimensión, trascendencia y medida del efecto en sí mismo.

Importancia: pondera (juicio de valor) el peso relativo de la interacción. En la matriz de impacto ambiental se incluyen únicamente aquellas etapas de proyecto que interaccionan de manera benéfica o perjudicial con el medio ambiente, también haciendo uso de una escala del 1 al 10.

V.3 Impactos ambientales generados.

V.3.1 Identificación de los efectos en el sistema ambiental

La identificación de los impactos ambientales se determinó en base al análisis de interacción entre los componentes del proyecto y los factores ambientales presentes. A continuación se realiza una descripción de impactos ambientales conforme a su importancia y magnitud, agrupándolos de acuerdo a la etapa del proyecto en la que se presentarán (Tabla V.3, Matriz de impactos):

A continuación se enlistan los impactos identificados sobre cada componente:

V.3.1.1 Preparación del sitio y Construcción

Selección del lugar para la colocación de jaulas.- se refiere al monitoreo y selección del área acuática necesaria para la implementación del proyecto, las actividades consistirán solamente en la delimitación del área con boyas, puesto que las jaulas llegarán ya fabricadas listas para su colocación.

Los monitoreos se realizarán con ayuda de embarcaciones menores de fibra de vidrio con motor fuera de borda (**Circulación vehicular acuática**).

Con la utilización de motor fuera de borda, máquina de combustión interna durante las actividades de preparación e instalación de las jaulas, se afectará temporalmente la calidad del aire, por las emisiones contaminantes generadas por la combustión de motores que utilizan gasolina. Esta alteración en la atmosfera se verá incrementada en caso de que dicha maquinaria no se le realice el mantenimiento periódico del motor (afinación). El impacto a la calidad del aire es negativo mínimo y temporal.

Colocación e instalación de las jaulas.- una vez delimitada el área, las jaulas serán trasladadas hasta el sitio, con ayuda de embarcaciones menores de fibra de vidrio con motor fuera de borda (**Circulación vehicular acuática**).

Con la utilización de motor fuera de borda, máquina de combustión interna durante las actividades de preparación e instalación de las jaulas, se afectará temporalmente la calidad del aire, por las emisiones contaminantes generadas por la combustión de

motores que utilizan gasolina y aceite. Esta alteración en la atmosfera se verá incrementada en caso de que dicha maquinaria no se le realice el mantenimiento periódico del motor (afinación). El impacto a la calidad del aire es negativo mínimo y temporal.

Generación y manejo de residuos.- se generarán residuos por las actividades propias del personal contratado para llevar a cabo las tareas de traslado y colocación de jaulas.

La dispersión de los residuos, el manejo inadecuado de los mismos podría afectar la calidad del agua y suelo marino.

Contratación de personal.- Sobre este aspecto se advierten cambios benéficos de dimensiones significativas sobre aquellos factores que se relacionan directamente con la actividad proyectada.

El mayor impacto positivo se refleja en el aumento de los ingresos económicos ya que los mismos pescadores afiliados a la cooperativa serán los beneficiados por la implementación del proyecto, al momento de realizar las cosechas ellos obtendrán ganancias proporcionales por la venta del pepino procesado. Esto se considera como un impacto positivo alto y temporal.

V.3.1.1 Operación

Siembra de juveniles.- El desarrollo de esta actividad probablemente tenga una influencia directa sobre la calidad físico-química, acumulación de sedimentos y los bentos, ya que el pepino de mar (*I. badionotus*) tiene una importante función en los ecosistemas del piso marino al alimentarse de material depositado o sedimentos. Estos organismos limpian la arena superficial del fondo marino.

Suministro de alimento (fermentado de algas marinas).- esta actividad es para el complemento alimenticio de los organismos en cuestión, las cantidades a suministrar serán controladas, para evitar así acumulación de residuos. Sin embargo, si se generan excedentes, estos se depositarían en el fondo, pero a la vez servirían de alimento a las poblaciones silvestres cercanas, por lo que su presencia genera un impacto positivo significativo y temporal.

Monitoreo en los sitios.- se realizarán dos monitoreo por mes a las jaulas durante cada ciclo, una vez ubicados en ellas se procederá al muestreo de los organismos, dicho

muestro consiste en que de por medio de buceo semiautónomo tipo hooka se realice el conteo de los organismos para estimar su supervivencia, además se realizará la toma de los datos biométricos de los mismos.

Esta actividad incluye el uso de embarcaciones menores de fibra de vidrio con motor fuera de borda (***Circulación vehicular acuática***), por lo que se afectará temporalmente la calidad del aire, por las emisiones contaminantes generadas por la combustión de motores que utilizan gasolina y aceite. Existiendo el riesgo de posible alteración en la calidad del agua, por algún derrame o fuga de combustible, la probabilidad de ocurrencia es baja, representado un impacto negativo mínimo y temporal.

Esta actividad también será benéfica sobre los individuos de pepino de mar que se encuentren en las jaulas debido a que se detectarán posibles anomalías en el ciclo de producción, como introducción de depredadores, aparición de parásitos, muerte de individuos, etc.

Cosecha (*Circulación vehicular acuática*).- La cosecha se realiza mediante la utilización de embarcaciones menores de fibra de vidrio de 25 pies de eslora con motor fuera de borda de 60 hp para el transporte hasta la zona de producción y el empleo de la técnica de la cosecha, la cual se realizará a través buceo semiautónomo utilizando un compresor de baja presión, tipo hooka, en donde el buzo supervisa las condiciones del producto. Al igual que la actividad anterior, los impactos generados afectan la calidad de aire y agua, siendo estos impactos negativos mínimos y temporales.

Contratación de personal.- El mayor impacto positivo se refleja en el aumento de los ingresos económicos ya que los mismos pescadores afiliados a la cooperativa serán los beneficiados por la implementación del proyecto, al momento de realizar las cosechas ellos obtendrán ganancias proporcionales por la venta del pepino procesado. Esto se considera como un impacto positivo alto y permanente.

Generación y manejo de residuos.- la generación de residuos en las actividades de siembra y monitoreo es considerada como mínima, ya que serán residuos sólidos urbanos, propios de las actividades del personal empleado en esta etapa.

V.3.2 Evaluación de los impactos

Los posibles efectos de los impactos ambientales en el proyecto, fueron clasificados mediante la metodología de LEOPOLD (1971). Los impactos se presentan según su importancia y su magnitud.

Las interacciones posibles entre las actividades del proyecto y los factores que serán impactados son 80, de las cuales se presentan 19 negativos, 10 positivos y 51 sin interacción.

En la Matriz de interacciones (Tabla V.3), se puede observar los valores de magnitud e importancia de cada impacto que el proyecto generará. A manera de síntesis y análisis, a continuación se presentan los impactos que cada factor del ambiente tendrá debido a las actividades del proyecto.

Tabla V.3. Matriz de interacción entre las actividades del proyecto y los factores ambientales (Matriz de impactos).

PROYECTO: MARICULTURA DE PEPINO DE MAR EN LA COSTA NORTE DEL ESTADO DE YUCATÁN, MÉXICO																
Magnitud: indica el tamaño y la naturaleza de la interacción. (+ o -) Importancia: pondera el peso relativo de la interacción 		Actividades durante el desarrollo de la obra										Totales				
		Preparación del sitio y construcción				Operación										
		Selección del lugar para la colocación de jaulas	Colocación e instalación de las jaulas (Circulación vehicular acuática)	Generación y manejo de residuos	Contratación de personal	Siembra de juveniles	Suministro de alimento (fermentado de algas marinas)	Monitoreo en los sitios (Circulación vehicular acuática)	Cosecha (Circulación vehicular acuática)	Contratación de personal	Generación y manejo de residuos	sin impacto ambiental	impactos ambientales positivos	impactos ambientales negativos	total de impactos	
FACTORES E INDICADORES DE IMPACTO SUSCEPTIBLES A SER AFECTADOS	Físico - Químicos	Calidad de Agua	-1/1	-3/5	-1/1		+5/7		-3/5	-3/5		-1/1	3	1	6	7
		Calidad de Aire	-1/1	-2/3			-2/3		-2/3	-2/3			5	0	5	5
		Calidad de Suelo		-5/5	-3/3						-1/1		7	0	3	3
	Biótico	Flora		-2/5									9	0	1	1
		Fauna		-3/5			+7/9	+3/3	+5/5				6	3	1	4
	Socio-culturales	Empleo				+3/5				+5/7	+3/5		7	3	0	3
		Desarrollo económico				+3/5				+5/7	+3/5		7	3	0	3
Paisaje			-1/1	-1/1							-1/1	7	0	3	3	
Totales	Sin impacto ambiental	8	2	5	6	5	7	5	4	6	5	51				
	Impactos ambientales positivos	0	0	0	2	2	1	1	2	2	0		10			
	Impactos ambientales negativos	2	6	3	0	1	0	2	2	0	3			19		
	Total de impactos	2	6	3	2	3	1	3	4	2	3				29	

V.3.2.1 Caracteres fisicoquímicos

- **Calidad del agua (6 impactos negativos; 1 positivo).** La calidad del agua se verá afectada durante la colocación de las jaulas y el monitoreo durante la operación del proyecto, esto debido a la posible contaminación con los combustibles utilizados en las embarcaciones, en sí el impacto producido es negativo mínimo y temporal. Además, la incorrecta disposición de residuos sólidos aunque con una magnitud e importancia mínima; al respecto se establecerán procedimientos adecuados de manejo de residuos sólidos.

Sin embargo, existe un impacto positivo por la siembra de los individuos, puesto que su importancia ecológica radica en que son recicladores de nutrientes; consumidores de detritus y sedimento, los sedimentos que ingieren lo devuelven en forma más sencilla y asimilable al medio. Baten constantemente la parte superior de los sedimentos, permitiendo su oxigenación y las de otras especies de la comunidad bentónica. Por ello, se considera que la colocación de los individuos de la especie mencionada, genera un impacto positivo alto y temporal.

- **Calidad del aire (5 impactos negativos).** Este factor se verá impactado principalmente por las actividades que implican la circulación vehicular acuática, esto debido a la utilización de embarcaciones con motor fuera de borda, generando las emisiones contaminantes generadas por la combustión. Sin embargo, estos impactos serán negativos mínimos y temporales, y de fácil mitigación.

- **Calidad del suelo (3 impactos negativos).** El impacto de mayor magnitud e importancia sobre este factor será la colocación de las jaulas, esto debido a que se realizará la dispersión de sedimento durante la colocación y cambiará las características físicas del mismo.

Las actividades que generarán un menor impacto negativo será la generación de residuos sólidos en las dos etapas identificadas a lo largo del proyecto, la implementación de adecuadas medidas de prevención y mitigación reducirán significativamente el impacto.

V.3.2.2 Condiciones biológicas

- **Flora (1 impacto negativo).** Un factor a considerar es la cantidad y tipo de vegetación presente en el sitio seleccionado para la colocación de las jaulas,

compuesta principalmente de algas y pastos marinos. Ninguna de las especies observadas en el sitio se encuentra en algún estatus de la NOM-059-SEMARNAT-2010. El proyecto procurará la colocación de las jaulas en sitios de blanquizar (arenales, desprovistos de vegetación), a fin de que el impacto generado sea negativo mínimo y temporal.

- **Fauna (1 impacto negativo, 3 impactos positivos).** De los impactos identificados, la colocación de las jaulas se considera como negativo mínimo, ya que los organismos bénticos (moluscos, crustáceos, entre otros) presentes deberán ser reubicados. Sin embargo, considerando la especie a colocar en esa zona el proyecto presenta una propuesta para el establecimiento de un área estratégica de producción de pepino de mar (*I. badionotus*), evitando la depredación de los organismos de su medio natural, con tecnología de punta para el seguimiento del desarrollo y crecimiento de los mismos, con el equipamiento adecuado y un esquema de producción de acuerdo a las necesidades del proyecto. Por lo que esto genera un impacto positivo alto.

V.3.2.2 Factores socio-culturales.

- **Empleo (3 impactos positivos).** La implementación del proyecto contribuirá positivamente con los factores socioeconómicos, generando empleos directos, temporales durante la preparación del sitio y permanentes durante la operación del proyecto.
- **Desarrollo económico (3 impactos positivos).** La especie a utilizar en el proyecto es de gran valor económico, y en los últimos años ha sido parte fundamental para el sostén y desarrollo de la región, con la implementación del proyecto se pretende incrementar las condiciones económicas de los pescadores de la región, a través de una generación sustentable del pepino de mar, así como una comercialización adecuada.
- **Paisaje (3 impactos negativos).** El paisaje podría ser afectado negativamente por un incorrecto manejo de residuos sólidos, por lo que será necesario establecer mecanismos de manejo adecuados.
Además, la colocación de las jaulas modificará el paisaje natural del sitio del proyecto.

VI. MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE MITIGACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES

VI.1 Descripción de la medida o programa de medidas de mitigación por componente ambiental

El conjunto de las medidas preventivas y de mitigación que se exponen en este capítulo, tienen como fin la minimización de los posibles impactos ambientales generados por el conjunto de las actividades del proyecto que implican la etapa de preparación del sitio y operación. Estas medidas están en función de su naturaleza con respecto a las etapas mencionadas anteriormente, de acuerdo a lo siguiente:

Las llamadas medidas preventivas o protectoras, se aplican para evitar, prevenir, en la medida de lo posible, o minimizar los daños ocasionados por el proyecto, antes de que ocurran los posibles deterioros detectados sobre el medio circundante.

Por su parte las medidas de mitigación o correctoras, son aquellas que empleadas para reparar o reducir los daños que son inevitables que se generen por las acciones del proyecto, de manera que sea posible concretar las actuaciones que son necesarias llevar a cabo sobre las causas que las han originado.

Tabla VI.1. Medidas de prevención, mitigación y compensación.

Descripción de la Medida	Seguimiento	Tipo de medida			Factor afectado						Etapa de Proyecto	
		Prevención	Mitigación	Compensación	Agua	Aire	Suelo marino	Flora	Fauna	Paisaje	Preparación del sitio y Construcción	Operación y mantenimiento
Mantenimiento periódico de afinación de las embarcaciones para evitar posibles fugas y derrames de combustible. Así como para minimizar la emisión de humos y gases excesivos.	Bitácora de mantenimiento. Evidencia fotográfica de buen estado de las embarcaciones a usar.	X	X		X	X	X	X	X	X	X	X
Las embarcaciones a utilizar (lanchas) contarán con motores ecológicos de 4 tiempos, los cuales disminuyen la emisión de partículas al ambiente y además evitan la contaminación del agua por aceites.	Evidencia fotográfica de las embarcaciones a usar.	X	X		X	X					X	X
La calidad del agua y suelo también puede verse afectada por la sedimentación de partículas, lo cual se mitigara con el	Evidencia fotográfica.		X		X		X	X	X		X	X

Descripción de la Medida	Seguimiento	Tipo de medida			Factor afectado					Etapa de Proyecto		
		Prevención	Mitigación	Compensación	Agua	Aire	Suelo marino	Flora	Fauna	Paisaje	Preparación del sitio y Construcción	Operación y mantenimiento
manejo adecuado de la orientación y separación entre jaulas para permitir mayor recambio y mejorar la corriente; y así la dispersión de las partículas sea aprovechada óptimamente por las especies de peces, bentos y plancton lo que permitirá una abundancia y diversidad de la biota acuática.												
Almacenamientos de los residuos sólidos temporalmente en bolsas de plástico debidamente anudadas para trasladarlos a tierra y de ahí al basurero municipal para su disposición final.	Evidencia fotográfica	x	x		x		x	x	x	x	x	x

Descripción de la Medida	Seguimiento	Tipo de medida			Factor afectado					Etapa de Proyecto		
		Prevención	Mitigación	Compensación	Agua	Aire	Suelo marino	Flora	Fauna	Paisaje	Preparación del sitio y Construcción	Operación y mantenimiento
Colocación de las jaulas en sitios de blanquial (arenales, desprovistos de vegetación), para así evitar y/o minimizar una posible afectación a las algas y pastizales presentes en la zona.	Evidencia fotográfica durante la colocación de las jaulas	x	x					x			x	
Previo a la colocación de las jaulas, se considera una reubicación de los organismos bénticos presentes, los cuales puedan ser dañados durante las actividades de colocación, tales como equinodermos, moluscos, crustáceos entre otros.	Evidencia fotográfica. Llenado de bitácora de reubicación.	x	x						x		x	

Descripción de la Medida	Seguimiento	Tipo de medida			Factor afectado					Etapa de Proyecto		
		Prevención	Mitigación	Compensación	Agua	Aire	Suelo marino	Flora	Fauna	Paisaje	Preparación del sitio y Construcción	Operación y mantenimiento
La colocación de boyas para señalización y delimitación de los sitios de colocación de las jaulas brindarán orden y seguridad a otras embarcaciones y facilitará la ubicación de las mismas.	Evidencia fotográfica	x								x		x
Las jaulas y las estructuras de soporte serán revisadas de manera periódica con el fin de detectar posibles daños a las mismas y evitar la disposición de residuos en el fondo y/o su arrastre por las corrientes y su consecuente daño a flora y fauna.	Evidencia fotográfica. Llenado de bitácoras de limpieza y mantenimiento.	x					x	x	x	x		x
Las jaulas y estructuras de soporte serán sometidas a limpieza periódica con el fin de evitar la acumulación excesiva de algas, crustáceos u otros organismos que puedan dañar la infraestructura.	Evidencia fotográfica. Llenado de bitácoras de limpieza y mantenimiento.	x	x					x	x			x

VI.2 Impactos residuales

Se entiende por impacto residual al efecto que permanece en el ambiente después de aplicar las medidas correctivas o de mitigación.

Se considera que pudieran permanecer en el ambiente los siguientes impactos residuales:

1. Modificación del suelo marino.

Se procurará que los sitios donde se establezcan las jaulas sean primordialmente áreas desprovistas de vegetación marina, como arenales y/o suelo tipo chochol; sin embargo existirá impacto permanente debido a que las jaulas impedirán la colonización de estos sitios por otras especies tanto de flora como de fauna.

Sin embargo, hay que tener en cuenta que el sitio donde se desarrollará el proyecto es hábitat natural del pepino de mar, y que al ser esta especie sobreexplotada, se ha visto disminuido drásticamente la abundancia de esta especie en la zona. El cultivo de pepino de mar en jaulas permitirá la reintroducción de esta especie en la zona, y el consecuente beneficio ecológico (aunque de manera puntual) que la misma brinda al medio marino. Además, se prevé la colonización de algas en las jaulas, las cuales servirán de alimento natural a los pepinos.

VII. PRONÓSTICOS AMBIENTALES Y EN SU CASO, EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS

VII.1 Pronóstico del escenario

Para la región del Atlántico, Golfo de México y Mar Caribe, a inicios del año 2000 se generó un interés en la explotación de pepino de mar. Inició la explotación furtiva y a través de permisos de pesca de fomento del pepino café, *Isostichopus badionotus*. Tradicionalmente, el aprovechamiento del pepino de mar se ha desarrollado artesanalmente por parte de sociedades cooperativas de la flota ribereña yucateca. Su aprovechamiento representa una de las fuentes más importantes de ingresos para las comunidades pesqueras locales. Esta derrama económica tiene una repercusión directa en el bienestar social y económico de las comunidades pesqueras, pues permite una mayor participación que otras pesquerías (empleando indirectamente a jóvenes, mujeres y personas de la tercera edad). Este recurso provee también ingresos económicos a pobladores de las comunidades rurales cercanas a la costa, que migran hasta estas para brindan servicios básicos o referentes al procesamiento del producto final del pepino de mar.²³

Sin embargo, existen serios problemas en el manejo del recurso que está conduciéndolo al deterioro y la sobreexplotación en las áreas tradicionales de pesca; podría pensarse que esto se debe sobre todo a la naturaleza sedentaria de los pepinos de mar y a que son fáciles de pescar. Sin embargo, respecto a la pesquería de *I. badionotus* en el estado de Yucatán, las reglas de manejo existentes son apropiadas, pero el sistema de gobernanza es débil, lo que ha propiciado la desconfianza, la ilegalidad, la corrupción, el egoísmo y la frustración, factores que predicen la insostenibilidad de la pesquería.²⁴

Ante esta problemática actual, el proyecto se establece como una alternativa para el aprovechamiento sustentable del pepino de mar; siendo pionero en su tipo en el Estado de Yucatán. Obviando el importante beneficio social y económico que el proyecto generará, la puesta en marcha del mismo con las consecuentes medidas preventivas y de mitigación propuestas permitirá la prevención y/o disminución de los impactos ambientales que el proyecto potencialmente producir, permitiendo la sustentabilidad del mismo.

²³ Tuz Sulub A. y Aguilar Perera A. 2011. Aprovechamiento del pepino de mar: pesquería potencial para el desarrollo económico y social en la costa norte de la Península de Yucatán. *Bioagrociencias*. 4 (2): 17.22.

²⁴ Poot-Salazar A., Hernández Flores A. y Ardisson P.L. 2015. Indicadores de sostenibilidad para la evaluación de las pesquerías de pepino de mar en la península de Yucatán, México. *Cinecia Pesquera* 23(2): 11-24.

VII.2 Programa de Vigilancia Ambiental

La Supervisión ambiental tendrá por objeto establecer la sistemática que debe seguirse para la programación de las actividades de Vigilancia Ambiental, para alcanzar los objetivos y metas contemplados en la normatividad ambiental vigente de acuerdo al proyecto. Esta supervisión se llevará a cabo durante todas las fases del proyecto, apegándose a las medidas preventivas y de mitigación propuestas y a los términos y condicionantes que la SEMARNAT establezca en la autorización del proyecto.

La vigilancia en campo o supervisión es la herramienta para control, seguimiento y medición de los aspectos ambientales contemplados en el proyecto.

- Por tal motivo existirán supervisores ambientales encargados de vigilar el cumplimiento de los aspectos ambientales considerados en la normatividad ambiental vigente y aplicable. Cada supervisor ambiental será encargado de verificar el cumplimiento, en el ámbito de las actividades que se desarrollen bajo su cargo, de los aspectos y requisitos ambientales del proyecto.
- Las actividades de supervisión ambiental se deberán programar de acuerdo a las condicionantes ambientales de la autorización del proyecto.
- Se deberá programar la supervisión de todas aquellas acciones generales que conformen las actividades indicadas en el resolutivo de impacto ambiental, de manera que incluyan los elementos necesarios para cumplir con la normatividad ambiental vigente.
- Todas las actividades de supervisión programadas deberán contar con el comprobante respectivo de supervisión y cumplimiento. El comprobante de supervisión lo constituye el registro correspondiente y el comprobante de cumplimiento será documental y/o fotográfico.
- Conforme al programa de obras o actividades del proyecto, se programarán las actividades de supervisión ambiental.
- Se establecerán bitácoras de verificación de cumplimiento de las medidas de mitigación y prevención propuestas en el presente documento; así como de los términos y condicionantes establecidos por SEMARNAT en el Resolutivo correspondiente.

- Se elaborarán informes internos de los resultados de la Vigilancia Ambiental, y al finalizar la colocación de las jaulas se entregará un informe final. De la misma manera durante la Operación se verificará el cumplimiento de los términos y condicionantes del Resolutivo en materia de Impacto Ambiental del proyecto y de las medidas de prevención y mitigación propuestas en la presente manifestación de Impacto Ambiental.
- Se realizará retroalimentación de las áreas de oportunidad a fin de realizar las acciones que corrijan los posibles incumplimientos.
- Con toda esta información se realizará un reporte de las actividades realizadas y cumplidas por el Promoviente del proyecto (Anual o Semestral de acuerdo a lo estipulado en el resolutivo en materia de impacto ambiental que emita SEMARNAT).

VII.3 Conclusiones

Ya realizados los estudios de campos pertinentes y la vinculación del proyecto con las leyes y normas aplicables, se concluye lo siguiente:

1. De acuerdo al **Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe (POEMyRGMycMC)**, el proyecto se encuentra ubicado en la Unidad de Gestión Ambiental (UGA) no. 171, Zona Marina de Competencia Federal. La cual es una UGA Marina, aplicándole los criterios de Zona Costera Inmediata Canal de Yucatán, siendo compatible con los criterios y acciones aplicables a esta UGA.
2. Por otro lado, el proyecto no se encuentra dentro del polígono de alguna Área Natural Protegida; sin embargo se encuentra dentro del área de la Región marina Prioritaria Dzilam-Contoy, cumpliendo con las acciones de protección establecidas para la misma.
3. En el sitio del proyecto se identificaron un total de 15 especies vegetales: 2 pastos marinos, 3 algas rojas, 7 algas verdes y 3 algas cafés o pardas; mientras que de fauna se identificaron 15 especies de peces (óseos y cartilagosos) y 8 especies de invertebrados (equinodermos, crustáceos y moluscos). Es necesario destacar que ninguna de las especies se encuentra enlistada dentro de las categorías de riesgo de la NOM 059 SEMARNAT 2010.

4. Del análisis del proyecto y su valoración ambiental, se obtuvo que los impactos negativos más fuertes se presentarán por las actividades de colocación de las jaulas, monitoreo y colecta, estos impactos son mayormente temporales y se darán de manera puntual, tomándose medidas de prevención en cada caso. El factor ambiental que será más afectado negativamente será el suelo marino, debido a la colocación de las jaulas; como medidas de mitigación se escogerán lugares desprovistos de vegetación y se reubicarán los individuos de fauna que se encuentren en el área de manera previa a la instalación de las jaulas.
5. Vale la pena destacar el alto beneficio social, económico y ecológico que el proyecto generará ya que se presenta como una alternativa a la sobre explotación del pepino de mar en la zona, proveyendo además una fuente de ingreso estable para pescadores de la localidad.

Por todo lo anterior, se considera que el proyecto posee un equilibrio ambiental – social – económico, por lo que la ejecución del proyecto se considera **VIABLE** si, y solo si, se toman las medidas precautorias y se llevan a cabo eficientemente medidas de mitigación y corrección planteada en el presente documento.

VIII. IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LA INFORMACIÓN SEÑALADA EN LAS FRACCIONES ANTERIORES

VIII.1 Formatos de presentación

De acuerdo al artículo 19 del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en materia de Evaluación de Impacto Ambiental, y a lo estipulado en el trámite SEMARNAT-04-002-A, por un uso responsable del papel, se entregará original impreso de la Manifestación de Impacto Ambiental, el resumen del contenido de la misma y sus anexos. Así como 2 copias en CD de la Manifestación de Impacto Ambiental, el resumen del contenido de la misma y sus anexos, incluyendo el CD con la leyenda “Consulta al Público”

VIII.2 Anexos

ANEXO 1. Documentos legales.

ANEXO 2. Responsable técnico.

ANEXO 3. Resumen ejecutivo.

VIII.3 Glosario de términos

Beneficioso o perjudicial: Positivo o negativo.

Componentes ambientales críticos: Serán definidos de acuerdo con los siguientes criterios: fragilidad, vulnerabilidad, importancia en la estructura y función del sistema, presencia de especies de flora, fauna y otros recursos naturales considerados en alguna categoría de protección, así como aquellos elementos de importancia desde el punto de vista cultural, religioso y social.

Componentes ambientales relevantes: Se determinarán sobre la base de la importancia que tienen en el equilibrio y mantenimiento del sistema, así como por las interacciones proyecto-ambiente previstas.

Especies de difícil regeneración: Las especies vulnerables a la extinción biológica por la especificidad de sus requerimientos de hábitat y de las condiciones para su reproducción.

Daño ambiental: Es el que ocurre sobre algún elemento ambiental a consecuencia de un impacto ambiental adverso.

Daño a los ecosistemas: Es el resultado de uno o más impactos ambientales sobre uno o varios elementos ambientales o procesos del ecosistema que desencadenan un desequilibrio ecológico.

Daño grave al ecosistema: Es aquel que propicia la pérdida de uno o varios elementos ambientales, que afecta la estructura o función, o que modifica las tendencias evolutivas o sucesionales del ecosistema.

Desequilibrio ecológico grave: Alteración significativa de las condiciones ambientales en las que se prevén impactos acumulativos, sinérgicos y residuales que ocasionarían la destrucción, el aislamiento o la fragmentación de los ecosistemas.

Duración: El tiempo de duración del impacto; por ejemplo, permanente o temporal.

Impacto ambiental: Modificación del ambiente ocasionada por la acción del hombre o de la naturaleza.

Impacto ambiental acumulativo: El efecto en el ambiente que resulta del incremento de los impactos de acciones particulares ocasionado por la interacción con otros que se efectuaron en el pasado o que están ocurriendo en el presente.

Impacto ambiental sinérgico: Aquel que se produce cuando el efecto conjunto de la presencia simultánea de varias acciones supone una incidencia ambiental mayor que la suma de las incidencias individuales contempladas aisladamente.

Impacto ambiental significativo o relevante: Aquel que resulta de la acción del hombre o de la naturaleza, que provoca alteraciones en los ecosistemas y sus recursos naturales o en la salud, obstaculizando la existencia y desarrollo del hombre y de los demás seres vivos, así como la continuidad de los procesos naturales.

Impacto ambiental residual: El impacto que persiste después de la aplicación de medidas de mitigación.

Importancia: Indica qué tan significativo es el efecto del impacto en el ambiente. Para ello se considera lo siguiente:

- a) La condición en que se encuentran el o los elementos o componentes ambientales que se verán afectados.
- b) La relevancia de la o las funciones afectadas en el sistema ambiental.
- c) La calidad ambiental del sitio, la incidencia del impacto en los procesos de deterioro.
- d) La capacidad ambiental expresada como el potencial de asimilación del impacto y la de regeneración o autorregulación del sistema.
- e) El grado de concordancia con los usos del suelo y/o de los recursos naturales actuales y proyectados.

Irreversible: Aquel cuyo efecto supone la imposibilidad o dificultad extrema de retornar por medios naturales a la situación existente antes de que se ejecutara la acción que produce el impacto.

Magnitud: Extensión del impacto con respecto al área de influencia a través del tiempo, expresada en términos cuantitativos.

Medidas de prevención: Conjunto de acciones que deberá ejecutar el promovente para evitar efectos previsibles de deterioro del ambiente.

Medidas de mitigación: Conjunto de acciones que deberá ejecutar el promovente para atenuar el impacto ambiental y restablecer o compensar las condiciones ambientales existentes antes de la perturbación que se causare con la realización de un proyecto en cualquiera de sus etapas.

Naturaleza del impacto: Se refiere al efecto benéfico o adverso de la acción sobre el ambiente.

Reversibilidad: Ocurre cuando la alteración causada por impactos generados por la realización de obras o actividades sobre el medio natural puede ser asimilada por el entorno debido al funcionamiento de procesos naturales de la sucesión ecológica y de los mecanismos de autodepuración del medio.

Sistema ambiental: Es la interacción entre el ecosistema (componentes abióticos y bióticos) y el subsistema socioeconómico (incluidos los aspectos culturales) de la región donde se pretende establecer el proyecto.

Urgencia de aplicación de medidas de mitigación: Rapidez e importancia de las medidas correctivas para mitigar el impacto, considerando como criterios si el impacto sobrepasa

umbrales o la relevancia de la pérdida ambiental, principalmente cuando afecta las estructuras o funciones críticas.