



Línea de Base Ambiental
Área Hokchi
Contrato: CNH-R01-L02-A2/2015



Elaborado por:
Instituto de Ciencias del Mar y Limnología
Universidad Nacional Autónoma de México

Para:
Hokchi Energy S.A. de C.V.

Mayo de 2016.

Responsable técnico

**Dr. Carlos René Green Ruiz
Instituto de Ciencias del Mar y Limnología
Universidad Nacional Autónoma de México**

CONTENIDO

Resumen ejecutivo

1. INTRODUCCIÓN

2. OBJETIVO

3 ALCANCES Y ZONA DE ESTUDIO

4 PERSONAL Y EQUIPO

4.1 Personal participante

4.2 Equipo

5. METODOLOGÍAS

5.1 Minería de datos en gabinete

5.1.1 Clima y meteorología

5.1.2 Hidrodinámica y batimetría

5.1.3 Medio biótico

5.1.4 Identificación de infraestructura existente y patrimonio arqueológico

5.2 Desarrollo de muestreo de campo en la zona marina del área Hokchi

5.2.1 Etapa 1.- Lavantamiento batimétrico

5.2.2 Etapa 2: Colecta de datos físico-químicos y muestras de agua y sedimento

5.2.3 Etapa 3.- Colecta de organismos

5.3 Desarrollo de muestreo de campo en la zona costera de influencia ambiental del área Hokchi

5.3.1 Tortugas marinas

5.3.2..Manglar

5.3.3.. Identificación de infraestructura existente y patrimonio arqueológico en campo

5.4 Análisis de laboratorio

5.4.1 Agua y sedimento

5.4.2 Biota

6 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

6.1 Clima y meteorología

6.1.1 Temperatura

6.1.2 Precipitación

6.1.3 Humedad relativa

6.1.4 Evaporación

6.1.5 Nubosidad

6.1.6 Eventos extremos

6.1.7 Vientos

6.1.8 Presión atmosférica

6.2 Hidrodinámica y batimetría

6.2.1 Corrientes marinas

6.2.2 Modelo de dispersión de contaminantes

6.2.3 Batimetría

6.3 Calidad de agua

6.3.1 Salinidad, temperatura, oxígeno disuelto y temperatura

6.3.2 Potencial de hidrógeno, salinidad, sólidos suspendidos totales y turbidez

6.3.3 Clorofilas a, b y c

6.3.4 Hidrocarburos

6.3.5 Nutrientes

6.3.6 Metales

6.4 Calidad del sedimento

6.4.1 Materia orgánica (MO), carbono orgánico total (COT) y potencial de óxido reducción (REDOX)

6.4.2 Hidrocarburos

6.4.3 Metales

6.4.4.. Granulometría y textura de sedimentos

6.5 Biota

6.5.1 Fitoplancton

6.5.2 Zooplancton

- 6.5.3 Bentos
- 6.5.4 Necton
- 6.6 Áreas y organismos sensibles
 - 6.6.1 Tortugas marinas
 - ...6.6.2 Manglar
 - 6.6.3 Aves acuáticas y marinas
 - 6.6.4..Mamíferos marinos
 - 6.6.5 Composición y distribución de las comunidades terrestres y acuáticas
 - 6.6.6 Áreas sensibles
- 6.7 Identificación de infraestructura existente
 - 6.7.1 Municipio de Paraíso, Tabasco
 - 6.7.2 Municipio de Centla, Tabasco
 - 6.7.3 Municipio de Cárdenas, Tabasco
 - 6.7.4 Infraestructura regional
- 6.8 Actividades económicas
 - 6.8.1 Pesca y acuicultura
 - 6.8.2 Turismo
- 6.9 Patrimonio arqueológico

7 IDENTIFICACIÓN DE PASIVOS AMBIENTALES

- 7.1 Estructuras en el lecho marino
 - 7.1.1 Levantamiento batimétrico
 - 7.1.2.. Prospección geofísica SBP
 - 7.1.3 Inspección visual submarina
- 7.2 Residuos de hidrocarburos encontrados durante la prospección en sitio
- 7.3 Condiciones ambientales en el área Hokchi
 - 7.3.1 Agua
 - 7.3.2 Sedimento
 - 7.3.3 Biota

8. REFERENCIAS

- 9 LISTAS DE TABLAS**
- 10 LISTAS DE FIGURAS**
- 11 ANEXOS**

RESUMEN EJECUTIVO

En el año 2015, la empresa Hokchi Energy S.A. de C.V., en consorcio con EyP Hidrocarburos y Servicios S.A. de C.V., resultó adjudicada para llevar a cabo el proyecto que consiste en la perforación de cuatro pozos petroleros en el Área 2 de la Licitación 2 en la Ronda 1, denominada aquí área Hokchi y ubicada frente a las costas del estado de Tabasco. El 7 de enero de 2016 se firmó el Contrato N° CNH-R01-L01-A2/2015 para la Extracción de Hidrocarburos bajo la modalidad de Producción Compartida entre la Comisión Nacional de Hidrocarburos (CNH) y Hokchi Energy S. A. de C. V. y EyP Hidrocarburos y Servicios.

En cumplimiento con la regulación vigente, la empresa Hokchi Energy S. A. de C. V. ha solicitado a la Universidad Nacional Autónoma de México, a través del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, que elabore la Línea de Base Ambiental (LBA) en la zona marina y zona costera del área del bloque petrolero Hokchi e identifique los posibles Daños Preexistentes (pasivos ambientales), previo al desarrollo de las actividades petroleras a realizar por la mencionada empresa.

La zona marina de estudio se ha definido como la zona delimitada por la misma área Hokchi, además de las áreas marinas adyacentes, hasta 3 km en dirección norte, este y oeste, y 15 km en dirección sur. Asimismo, con base en la posible migración de contaminantes desde la zona de perforación de los cuatro pozos de delineación debido a corrientes marinas, se considera una zona costera de influencia ambiental que abarca desde la ciudad de Frontera, Tabasco hasta Coatzacoalcos, Veracruz.

Es necesario recalcar que los resultados obtenidos a partir de las visitas a la zona de estudio y su interpretación reflejan las condiciones imperantes en la zona, únicamente durante el mes de febrero de 2016, y que la mayoría de los factores

ambientales aquí discutidos presentan una variación a lo largo de las diferentes estaciones climáticas.

Además de realizar una investigación bibliográfica sobre los aspectos ambientales de las zonas marina y costeras estudiadas, se llevó a cabo un crucero oceanográfico a bordo del B/O Justo Sierra, que en una primera etapa realizó un levantamiento batimétrico y en la segunda etapa se colectaron muestras de agua, sedimento y organismos, así como información de algunos parámetros susceptibles de ser recabados en campo. También se realizaron visitas a la zona costera de influencia ambiental por tres grupos de académicos para evidenciar el estado actual de las zonas de anidación de tortugas marinas y de los manglares, así para el diagnóstico y análisis de los aspectos sociales y económicos en la región.

Las muestras de agua y sedimentos fueron caracterizadas en términos de contaminantes tales como hidrocarburos, nutrientes y metales, en tanto que las muestras biológicas fueron identificadas, cuantificadas, medidas y pesadas para calcular densidades y conocer su diversidad.

Los valores de salinidad a lo largo de la columna de agua muestran la presencia de 2 ó 3 masas de agua, que evidencian la mezcla entre agua marina y agua proveniente del continente. El aporte de nutrientes (concentraciones elevadas de acuerdo a las guías respectivas en fosfatos, nitratos, nitritos y amonio), que conllevan a que el área sea considerada mesotrófica a eutrófica con base en las concentraciones de clorofila a; así como de material orgánico que aparentemente propicia una baja biodiversidad en organismos macrobentónicos indicadores de contaminación orgánica, probablemente debido al acarreo de estos materiales desde el continente.

En términos generales las concentraciones de hidrocarburos y metales en agua y sedimento se presentaron en niveles que sugieren poca posibilidad de daños

tóxicos a los organismos que habitan la zona; sin embargo, se observaron algunos sitios con concentraciones que pudiesen causar daños a la biota, de acuerdo a valores de referencia internacionales.

En las visitas a la zona costera, se observaron daños a las playas debido falta de cobertura vegetal que facilita la erosión, asimismo se identificaron diferentes tipos de materiales impregnados con hidrocarburos.

Asimismo, se confirmó la presencia de dos pozos perforados: Hokchi 1 y Hokchi 101, cuya existencia fue previamente reconocida y comunicada a la CNH a través del oficio dirigido al Comisionado Presidente de la misma CNH, fechado el 4 de abril de 2016.

Finalmente, se identificaron los siguientes Daños Preexistentes:

1. Infraestructura petrolera sobre el lecho marino consistentes en las tuberías de revestimiento de los pozos Hokchi 1 y Hokchi 101, cuya presencia ha sido mostrada con información indirecta derivada de ecosondas, perfiladores del subsuelo marino y magnetómetro, y confirmada por inspección física de buzos.
2. Objetos no identificados y registrados a través de información magnética que indica la presencia de objetos extraños en el subsuelo marino, presumiblemente correspondientes a un ducto, y ductos o cables submarinos.
3. Residuos de hidrocarburos en la zona de influencia ambiental de Hokchi, 200 km de línea de costa monitoreada, en forma de roca, caucho y gel con tamaños que van de centímetros hasta un par de metros.
4. Concentraciones superiores, en el agua, a los considerados como seguros para la protección de la vida acuática en lo que respecta a fosfatos, nitratos, nitritos y amonio de acuerdo a los Criterios Ecológicos de Calidad del Agua CE-CCA-001/89.

5. Concentraciones de metales como Fe, Zn y Cu, en algunos de los puntos de muestreo de agua en el área Hokchi, mayores a los límites para evitar efectos tóxicos en los organismos que habitan el área Hokchi de acuerdo con *NOAA Screening Quick Reference Tables* (Buchman, 2008) .
6. Concentración de Hg en los sedimentos por arriba del umbral para evitar efectos tóxicos en la biota en tres puntos, tomando como referencia *NOAA Screening Quick Reference Tables* (Buchman, 2008).
7. Diferentes condiciones de enriquecimiento orgánico donde la zona central del área Hokchi está ligeramente contaminada (Pearson y Rosemberg, 1978).

CAPÍTULO 1

INTRODUCCIÓN

En el año 2015, la empresa Hokchi Energy S.A. de C.V., en consorcio con EyP Hidrocarburos y Servicios, S.A. de C.V., resultó adjudicada en la licitación correspondiente para llevar a cabo el proyecto que consiste en la perforación de cuatro pozos petroleros en el Área 2, Licitación 2, y Ronda 1, denominada aquí Área Hokchi y ubicada frente a las costas del estado de Tabasco. Por tal motivo, el 7 de enero de 2016 se firmó el Contrato N° CNH-R01-L01-A2/2015 para la Extracción de Hidrocarburos bajo la modalidad de Producción Compartida entre la Comisión Nacional de Hidrocarburos (CNH) y Hokchi Energy S. A. de C. V. y EyP Hidrocarburos y Servicios.

Hokchi, con una superficie aproximada de 40 km², se ubica en la provincia petrolera denominada Cuencas del Sureste, entre las coordenadas 18° 36' 00.2'' y 18° 39' 30.0'' de latitud norte y 93° 18' 30.0'' y 93° 23' 29.7'' de longitud oeste, a una distancia aproximada de 30 km al NW de la ciudad de Paraíso y el puerto de Dos Bocas, en la costa de Tabasco, México. La profundidad en esta zona es aproximadamente de 30 m. De acuerdo con la CNH, el bloque petrolero Hokchi contiene reservas 2P de 61 millones de barriles de aceite ligero y 29 mil millones de pies cúbicos de gas. Además, se ha reconocido que en el área existen dos pozos perforados: Hokchi 1 y Hokchi 101 (Figura 1.1), cuya presencia ha sido confirmada y comunicada a la CNH a través del oficio dirigido al Comisionado Presidente de la misma CNH, fechado el 4 de abril de 2016, y cuya inspección física se adjunta en el Anexo I.

Con la finalidad de delimitar la acumulación de petróleo y precisar la interpretación geológica del área, y diseñar un plan de desarrollo que maximice tanto la recuperación final como el beneficio económico del proyecto, se perforarán cuatro pozos de delineación, cada uno con objetivos estratégicos (Figura 1.2). Los trabajos de perforación y subsecuente análisis comenzarán en el segundo

semestre de 2016, con una duración aproximada de 18 meses. Para su perforación, se contempla el posicionamiento de un equipo de perforación en dos localidades definidas, desde las cuales se perforarán y operarán la totalidad de los pozos de desarrollo e inyectores en el área, si es el caso. De acuerdo a su resultado y posición estructural, los pozos serán utilizados como productores o inyectores en la etapa de desarrollo del campo. Asimismo, en función del plan de desarrollo nacional y la posible ubicación de las plataformas de producción, los pozos existentes Hokchi-1 y Hokchi-101 no resultan de utilidad para las actividades petroleras a desarrollar por el contratista.

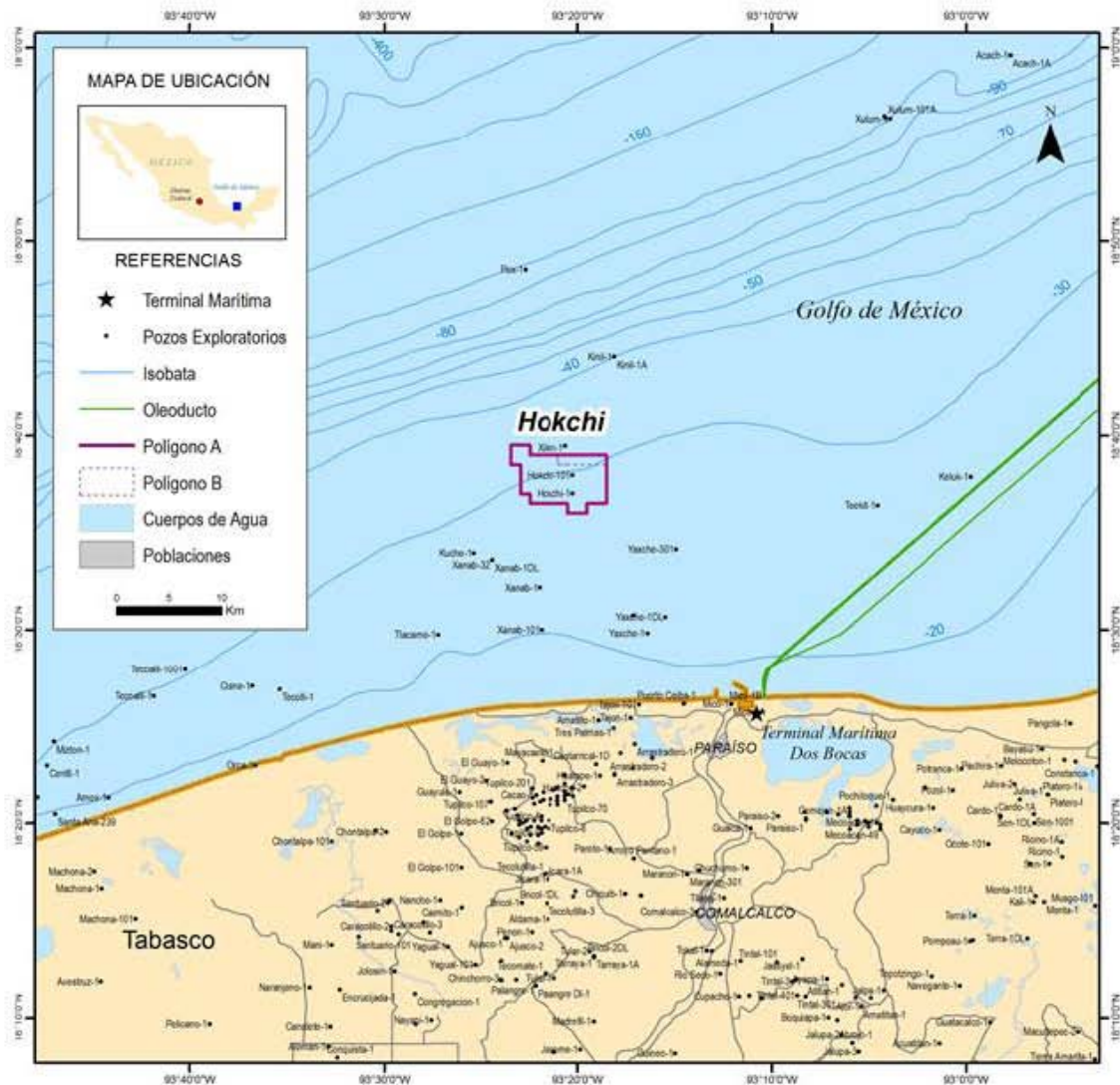


Figura 1.1. Ubicación geográfica, poblados, estados y pozos. Tomada de Plan de Evaluación Área Contractual Hokchi (Hokchi Energy S. A. de C. V. 2016).

En cumplimiento con la regulación vigente, la empresa Hokchi Energy S. A. de C. V. ha solicitado a la Universidad Nacional Autónoma de México, a través del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, que elabore la Línea de Base Ambiental (LBA) en la zona marina y zona costera del área del bloque petrolero Hokchi e identifique los posibles daños pre-existentes (pasivos ambientales), previo al desarrollo de las actividades petroleras a realizar por la mencionada empresa.

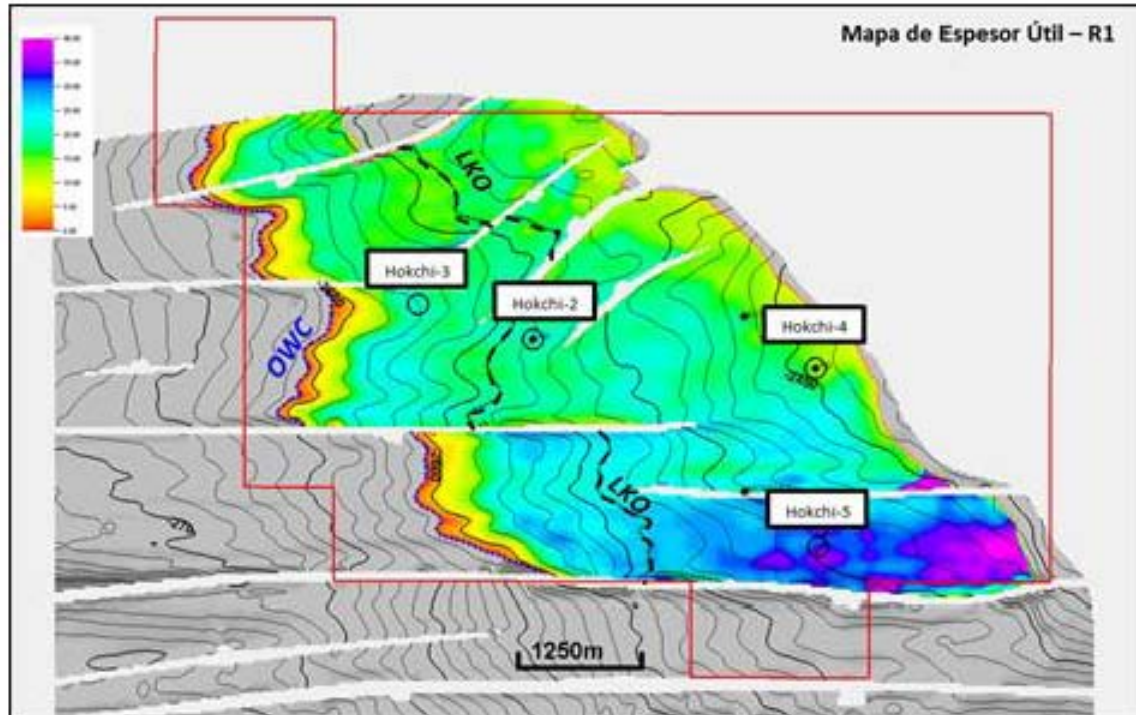


Figura 1.2. Posición de cada uno de los pozos a perforar. Mapa estructural de la roca almacén principal R1, superpuesto con la distribución de espesores netos de acuerdo a la escala de colores. La línea punteada negra corresponde al aceite más bajo comprobado (LKO por sus siglas en inglés), verificado a través del pozo Hokchi-1, mientras que la línea punteada azul representa el contacto de fluidos (OWC), interpretado a partir de la información sísmica. Tomada de Plan de Evaluación Área Contractual Hokchi (Hokchi Energy S. A. de C. V. 2016).

La estructura del presente documento consta de once capítulos de acuerdo a la Guía para Definir la Línea Base Ambiental previo al inicio de las Actividades Petroleras y al Plan de Desarrollo de la Línea Base Ambiental, presentado a la Agencia Nacional de Seguridad Industrial y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos, mejor conocida como Agencia de Seguridad, Energía y Ambiente (ASEA), en enero de 2016. El primer capítulo es una introducción donde el contexto de los trabajos realizados es presentado. El segundo capítulo describe los alcances de la investigación, así como la zona de estudio marina y costera de influencia ambiental. El objetivo está definido en el capítulo tres y el personal participante y equipo empleado se enlistan en el capítulo cuatro.

En el capítulo cinco se describen todas y cada de las metodologías utilizadas en la investigación. Se hace referencia, en primer instancia, al trabajo de minería de datos en gabinete, para posteriormente describir el trabajo de campo tanto a bordo del Buque Oceanográfico “Justo Sierra”, abarcando una prospección geofísica y la toma de muestras de agua, sedimento y organismos, así como el llevado a cabo en la zona costera de influencia ambiental. Finalmente, se presentan los métodos analíticos para el estudio de los parámetros requeridos por la ASEA.

Los resultados de los análisis descritos en el capítulo cinco, se muestran en el capítulo seis, siempre siguiendo el orden estipulado en la Guía mencionada, en tanto que el registro y descripción de los pasivos ambientales identificados a largo de la investigación para el área de estudio se abordan en el capítulo siete.

Asimismo, los capítulos siguientes incluyen el listado de referencias (capítulo 8), de tablas (capítulo 9), de figuras (capítulo 10) y de los anexos (capítulo 11).

CAPÍTULO 2

OBJETIVO

El conjunto de las actividades desarrolladas tienen como propósito definir la Línea de Base Ambiental (LBA) en las zonas marina y costera del área correspondiente al área Hokchi, en el estado de Tabasco, previa al inicio de las actividades petroleras que realizarán las empresas Hokchi Energy S. A. de C. V. y EyP Hidrocarburos y Servicios, a partir del segundo semestre del año 2016. Cabe mencionar, como ya se indicó, que el marco de referencia para alcanzar este propósito han sido la Guía para Definir la Línea Base Ambiental previo al inicio de las Actividades Petroleras y al Plan de Desarrollo de la Línea Base Ambiental, presentado a la misma ASEA. Cabe destacar que los análisis físicos y químicos de aguas y sedimentos han sido realizados en laboratorios acreditados por la EMA y autorizados por la ASEA y CNH.

Asimismo, en la identificación de daños preexistentes, tanto información indirecta como perfiladores e información magnética han sido empleados para localizar objetos extraños al lecho marino como inspecciones físicas en los pozos existentes en el área Hokchi 1 y Hokchi 101 fueron realizados. El capítulo y los anexos correspondientes ilustran los hallazgos encontrados.

CAPÍTULO 3

ALCANCES Y ZONA DE ESTUDIO

La presente Línea Base Ambiental contiene información bibliográfica sobre generalidades de la zona de estudio en términos de factores meteorológicos e hidrodinámicos, batimetría, información del medio biótico, conservación de ecosistemas y aspectos sociales y económicos. Asimismo, se presentan datos de batimetría, calidad del agua y sedimentos y una evaluación de las comunidades plantónicas, bentónicas y de peces correspondientes a muestras recolectadas mediante una campaña oceanográfica en la zona de estudio en el mes de febrero de 2016. Finalmente, se incluyen datos sobre los humedales costeros, registros de aves, tortugas marinas y manglares en la zona costera comprendida entre la ciudad de Frontera, Tabasco y Coatzacoalcos, Ver., con el propósito de establecer la línea base ambiental del área referida y establecer las condiciones actuales

En términos de temporalidad, es necesario recalcar que, a excepción de la información bibliográfica, los resultados obtenidos a partir de las visitas a la zona de estudio y su interpretación reflejan las condiciones imperantes en la zona, únicamente durante el mes de febrero de 2016, y que la mayoría de los factores ambientales aquí discutidos presentan una variación a lo largo de las diferentes estaciones climáticas. En ese sentido, cualquier estudio futuro que pretenda hacer alguna comparación ambiental, deberá realizarse en la misma época del año, así como una cabal comprensión del estado ambiental que guarda el área Hokchi requiere un monitoreo que considere los cambios de estación.

En lo que se refiere al ámbito espacial, la zona de estudio se define como el área delimitada por la misma área Hokchi, además de las áreas marinas adyacentes en las cuales se recolectaron muestras de agua, sedimentos y organismos y que se muestran en la figura 3.1. Asimismo, con base en la posible migración de contaminantes desde la zona de perforación de los cuatro pozos de delineación debido a corrientes marinas, se considera una zona costera de influencia que

abarca desde la ciudad de Frontera, Tabasco hasta Coatzacoalcos, Veracruz (Figura 3.2).

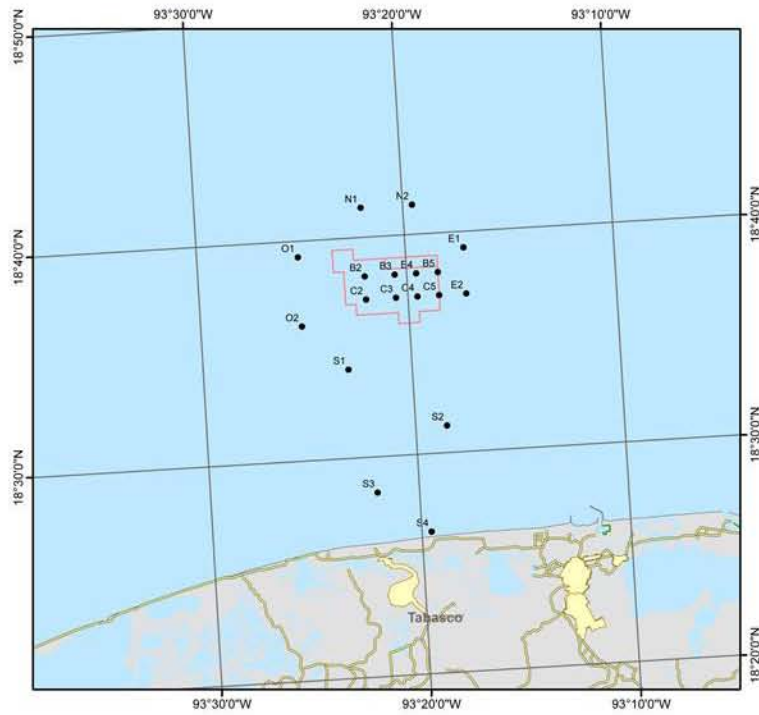


Figura 3.1. Acercamiento a la zona de estudio en el mar. El polígono rojo representa el área Hokchi y los puntos los sitios de colecta.



Figura 3.2. Zona costera de influencia ambiental de las actividades que se realizarán en el área Hokchi.

CAPÍTULO 4 PERSONAL Y EQUIPO

4.1 Personal participante

Instituto de Ciencias del Mar y Limnología

Instituto de Ciencias del Mar y Limnología

Dr. Carlos René Green Ruiz.- Coordinador

[Redacted list of names]

Eliminados nombres por ser datos personales. Fundamento en el art. 113 Fracción I de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

[Redacted text block]

Instituto de Geofísica [Redacted]

[Redacted text block]

[REDACTED]

[REDACTED]

Centro de Ciencias de la Atmósfera

[REDACTED]

[REDACTED]

[REDACTED]

[REDACTED]

Programa Universitario de Estrategias para la Sustentabilidad

[REDACTED]

[REDACTED]

[REDACTED]

[REDACTED]

[REDACTED]

[REDACTED]

4.2 Equipo

El Instituto de Ciencias del Mar y Limnología de la UNAM tiene cuatro sedes (Ciudad de México, Mazatlán, Puerto Morelos y Ciudad del Carmen) en las cuales cuenta con el personal calificado y laboratorios especializados en biología, sedimentología, química, geoquímica e isotopía para realizar los análisis requeridos en la presente propuesta, además de contar con el soporte cibernético que le permite tener acceso a diversas bases de datos, para la búsqueda de la información electrónica. Asimismo, personal del Instituto de Geofísica, el Centro de la Atmósfera y el Programa Universitario de Estrategias para la Sustentabilidad participaron en la elaboración de esta Línea Base Ambiental y contaron con los equipos de cómputo y software necesarios para los análisis batimétricos, del modelo de dispersión de contaminantes y análisis de la problemática social en la zona costera de influencia.

Además, la UNAM es propietaria del Buque Oceanográfico Justo Sierra (Figura 4.1), que se ha empleado para la realización de la campaña oceanográfica. Dicha embarcación, con capacidad para 15 tripulantes y 21 científicos, cuenta con una póliza que incluye P&D (PANDI), con una cobertura de 6 millones de dólares EUA, así como una cobertura para casco y maquinaria. El equipo de muestreo como botellas Niskin, CTD, draga, redes para fito y zooplancton y red de arrastre son propiedad de la UNAM.



Figura 4.1. Buque Oceanográfico Justo Sierra, propiedad de la UNAM.

Los análisis de calidad de agua y sedimentos se realizaron a través de los laboratorios acreditados IDECA S. A. de C. V. y LAQMISA de C. V., autorizados por la ASEA, los cuales poseen la infraestructura requerida para cada análisis de acuerdo a sus técnicas acreditadas por la Entidad Mexicana de Acreditación A. C. (EMA).

CAPÍTULO 5

METODOLOGÍAS

De acuerdo con el documento “Guía para definir la Línea Base Ambiental previo al inicio de las actividades petroleras”, emitido por la ASEA, la elaboración de esta Línea Base Ambiental se realizó en cuatro etapas.

5.1. Minería de datos en gabinete.

Esta etapa constó de la revisión bibliográfica de la información publicada y/o datos disponibles sobre el contexto regional y local del área como pueden ser: documentos públicos del Servicio Meteorológico Nacional, de la Comisión Nacional de Acuacultura y Pesca, Secretaría de Turismo, Secretaría de Salud, Secretaría de Comunicaciones y Transportes, CONABIO, ICML-UNINMAR, Programas de Ordenamiento Ecológico Marino y/o Costero aplicables, informes de proyectos de investigación, artículos en revistas especializadas, Anuarios Estadísticos de Tabasco y Veracruz del INEGI, etc.

5.1.1 Clima y Meteorología.

Se obtuvieron registros meteorológicos de las estaciones del Servicio Meteorológico Nacional de la región costera de Tabasco, haciendo énfasis en la estación 27034 “Paraíso” (ubicada 30 km al SE del bloque petrolero Hokchi), y se obtuvo información sobre los siguientes parámetros:

- temperatura media anual
- temperatura media mensual
- precipitación media anual
- precipitación media mensual
- humedad relativa (mensual y anual)
- evaporación media anual

- nubosidad promedio anual
- eventos extremos (ciclones, huracanes, tormentas y depresiones tropicales, "nortes")
- vientos dominantes
- velocidad y dirección de los vientos
- presión atmosférica

5.1.2 Hidrodinámica y batimetría.

Como resultado de diversos proyectos de investigación, la UNAM y otras instituciones de investigación han generado y publicado información relativa a la hidrodinámica y batimetría del Golfo de México. Se realizó una búsqueda de los trabajos que corresponden al área Hokchi y la costa de influencia ambiental adyacente, en lo referente a:

- oleaje
- corrientes marinas
- mareas

5.1.3 Medio Biótico.

Como resultado de diversos proyectos de investigación, la UNAM, CONABIO y otras instituciones de investigación han generado y publicado información relativa a la flora y fauna existente en las costas del Golfo de México. Se realizó una búsqueda de información bibliográfica relacionada con el área Hokchi y la costa de influencia ambiental adyacente en lo referente a:

- Composición y distribución de las comunidades terrestres y acuáticas de ecosistemas de humedales, fitoplanctónicas y zooplanctónicas de la zona.

- Ubicación, distribución, diversidad y abundancia de las especies de flora y fauna que componen los ecosistemas existentes, enfatizando en aquellas especies que se encuentren en alguna categoría de protección y de importancia ecológica, (nacional e internacional).

-Áreas donde puedan generarse contingencias sobre la población, sus bienes y/o el medio ambiente, incluyendo regiones prioritarias para la conservación y sitios ambientalmente sensibles.

- Rutas de migración de mamíferos marinos y aves, pradera de pastos marinos, dunas costeras, playas de anidación de tortugas, áreas naturales protegidas, y arrecifes coralinos, áreas protegidas, sitios prioritarios para la conservación de la biodiversidad marina, Áreas Importantes para la Conservación de las Aves (AICAS), Regiones Prioritarias.

5.1.4 Identificación de infraestructura existente y patrimonio arqueológico.

La información de gabinete fue obtenida para la zona costera de influencia ambiental, que considera un análisis inicial en los municipios de Paraíso, Frontera en el estado de Tabasco, y Coatzacoalcos en Veracruz.

Los datos en primera instancia fueron los publicados por fuentes oficiales del gobierno de México, dando prioridad al Censo Poblacional 2010 y Censo Económico 2014 del INEGI, así como, los datos históricos requeridos de esta misma fuente. En esta primera instancia de minería de datos en gabinete y por las características económicas de la zona de influencia ambiental se consultó información de la SAGARPA, en específico por las actividades de pesquerías y otras del sector primario relevantes en la zona.

En la segunda parte de la búsqueda de datos de gabinete se consideraron los índices e indicadores contruidos por instituciones nacionales e internacionales para la zona de influencia relacionados con los aspectos de análisis (identificación de infraestructura existente y patrimonio arqueológico), entre los cuales se consultaron: grado de marginación, índice de marginación, índice de desarrollo humano, índice de competitividad, principalmente.

La tercera consulta de datos de gabinete fue en publicaciones de investigación social y económica, nacionales e internacionales, que tuvieron estudios hasta de cinco años de antigüedad en la zona de influencia.

5.2. Desarrollo de muestreo de campo en la zona marina del área Hokchi

Con la finalidad de ampliar el conocimiento directo en campo sobre el área Hokchi y su vecindad para establecer la línea base ambiental previo a las actividades petroleras que la empresa Hokchi S.A. de C. V. realizará en el área Hokchi, fue necesario realizar trabajo de campo que consistió en una campaña oceanográfica a bordo del Buque Oceanográfico Justo Sierra, la cual se denominó Hokchi I y constó de tres etapas:

5.2.1 Etapa 1.- Levantamiento batimétrico

La primera etapa de la campaña oceanográfica se llevó a cabo entre el 6 y 10 de febrero de 2016, de acuerdo al Plan de Campaña de la Etapa 1 (Anexo 2) y se registraron datos de batimetría multihaz, retrodispersión acústica y sísmicos de alta resolución, usando los sistemas de ecosondeo que se encuentran a bordo del B/O Justo Sierra. Ambas ecosondas multihaz, EM300 de 30 kHz y EM3002 de 300 kHz de Kongsberg, fueron utilizadas en las mediciones de batimetría multihaz y de la intensidad de retrodispersión acústica en la superficie del lecho marino.

Simultáneamente, datos sísmicos de alta resolución fueron obtenidos usando la ecosonda paramétrica (de penetración o también referida como subbottom profiler) de Kongsberg, modelo TOPAS PS18. Las bitácoras de trabajo para esta etapa se presentan en el Anexo 2 y un informe completo del levantamiento batimétrico multihaz se presenta en el anexo 2.

El posicionamiento y movimiento del barco son obtenidos usando un sistema diferencial de GPS, Seapath 200 de la marca Kongsberg/Seatex con una unidad de referencia de movimiento, MRU5. Este sistema provee una solución integrada de posición y referencia de movimientos angulares del buque.

La Figura 5.1 muestra el derrotero de la campaña Hokchi I en el área de Hokchi. Previamente al levantamiento en el área, se llevó a cabo un ecosondeo preliminar con el objeto de calibrar ambas ecosondas multihaz en un área pequeña, ubicada a 22 km del área de Hokchi. También un perfil vertical de la velocidad del sonido en la columna de agua fue adquirido para ser utilizado durante las mediciones hidroacústicas en el bloque.

El levantamiento de datos hidrográficos en el bloque Hokchi tiene 93 líneas orientadas Este – Oeste, con una separación de 75 m, dando una cobertura del 100 % del lecho marino con un traslape del 20% entre barridos. También 5 líneas, orientadas Norte – Sur, fueron adquiridas como líneas de cierre, que adicionalmente sirven como control de calidad en la correlación entre los perfiles sísmicos de alta resolución. El levantamiento de datos se realizó a una velocidad promedio de 6 nudos (3 m/s).

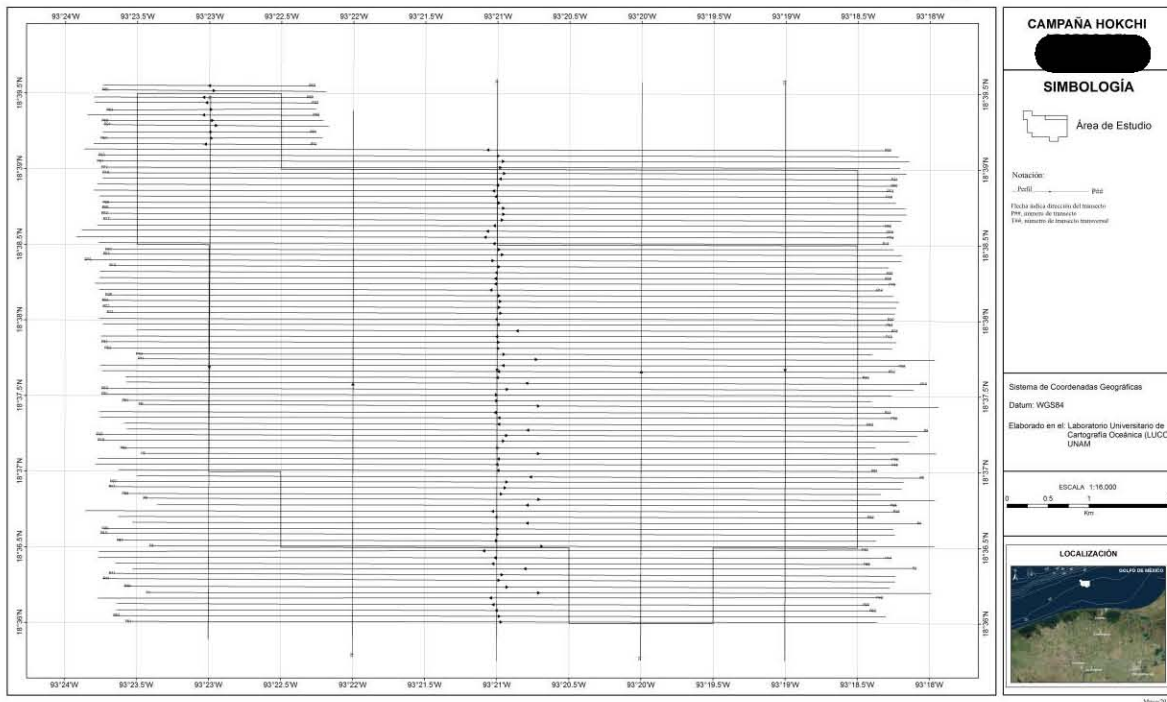


Figura 5.1. Levantamiento hidroacústico Hokchi-I en el área Hokchi.

De los 93 perfiles en la Figura 5.1, orientados en dirección Este – Oeste o viceversa, 82 de ellos tienen longitudes de casi 10.5 km, cubriendo una superficie de 64.785 km²; los 11 restantes tienen una longitud promedio de 3.2 km y cubren una superficie de 2.56 km². Las cinco líneas orientadas norte sur y viceversa en la Figura 5.1 que se utilizaron para el cierre entre perfiles sísmicos, tienen una longitud promedio de 7.9 km y en las longitudes de 93° 23.0 ' W, 93° 22.0' W, 93° 21.0' W, 93° 20.0' W y 93° 19.0' W.

Debido a la existencia de dos pozos exploratorios perforados por PEMEX, denominados Hokchi-1 y Hokchi-101, se tomó la decisión de realizar prospecciones más detalladas del relieve del lecho marino en ambas áreas con las dos ecosondas multihaz, EM300 y EM3002. Para estas dos áreas, tres perfiles con dirección Norte – Sur fueron realizados a lo largo de 2.6 km y separados a 25 m, a una velocidad de 4 nudos.

5.2.2. Etapa 2.- Colecta de datos físico-químicos y muestras de agua y sedimentos

Con el objeto de establecer los sitios de muestreos de agua, sedimento y organismos, de una manera representativa del área Hokchi, se consideró una cuadrícula con una malla de 2 km², que se superpuso al polígono del área (Figura 5.2), y se seleccionaron 8 sitios de muestreo al centro de los cuadrantes internos B2, B3, B4, B5 y C2, C3, C4, C5 (Tabla 5.1). Adicionalmente, se tomaron muestras de 10 sitios en el área marina adyacente al área Hokchi, que se distribuyeron de la siguiente manera:

- Dos sitios a una distancia de 3 km al oeste del límite de la cuadrícula.
- Dos sitios a una distancia de 3 km al este del límite de la cuadrícula.
- Dos sitios a una distancia de 3 km al norte del límite de la cuadrícula.
- Cuatro sitios localizados en dirección sur entre el límite de la cuadrícula y la línea costera adyacente al puerto de Dos Bocas, Tabasco.

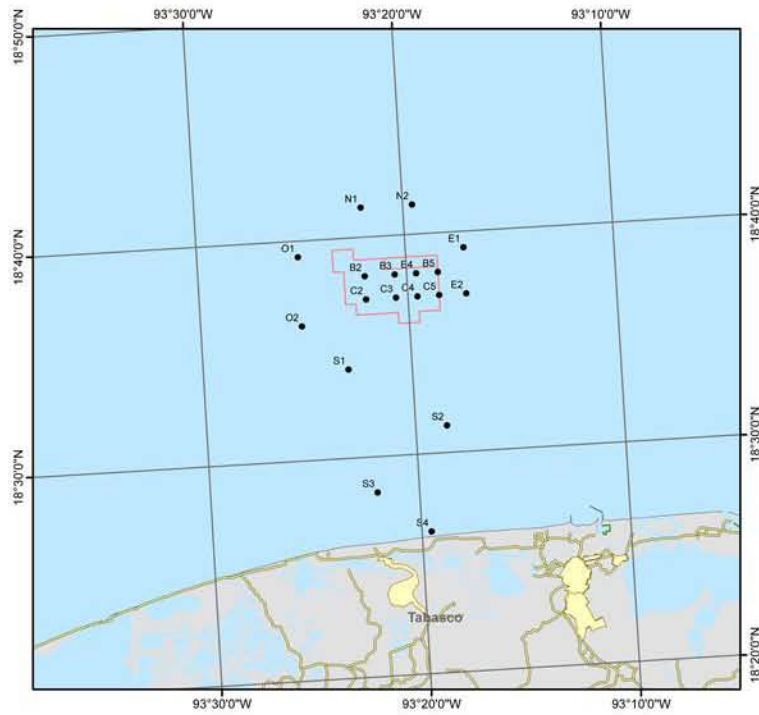


Figura 5.2. Ubicación de los sitios de muestreo en el área Hokchi y su vecindad.

Tabla 5.1. Coordenadas geográficas de los sitios de muestreo.

Código del sitio de muestreo	Latitud Norte	Longitud Oeste
B2	18° 38' 23.5''	93° 22' 01.0''
B3	18° 38' 23.5''	93° 20' 57.4''
B4	18° 38' 23.5''	93° 19' 54.8''
B5	18° 38' 23.5''	93° 18' 50.6''
C2	18° 37' 18.3''	93° 22' 01.0''
C3	18° 37' 18.3''	93° 20' 57.4''
C4	18° 37' 18.3''	93° 19' 54.8''
C5	18° 37' 18.3''	93° 18' 50.6''
N1	18° 41' 36.5''	93° 22' 01.0''
N2	18° 41' 36.5''	93° 19' 54.8''
O1	18° 39' 28.7''	93° 25' 15.7''

O2	18° 36' 13.0''	93° 25' 15.7''
E1	18° 39' 28.7''	93° 17' 20.9''
E2	18° 37' 18.3''	93° 17' 20.9''
S1	18° 34' 05.2''	93° 23' 5.2''
S2	18° 31' 24.5''	93° 18' 50.6''
S3	18° 28' 39.1''	93° 22' 01.0''
S4	18° 26' 47.0''	93° 19' 54.8''

Siguiendo el Plan de Campaña para la Etapa 2 (Anexo 3), en cada sitio de muestreo se procedió a:

- Llenado de la planilla de muestreo con datos como la clave del sitio de muestreo, sus coordenadas geográficas, fecha y hora de inicio y fin de muestreo, profundidad, condiciones de oleaje, luz, nubosidad, etc. (Anexo 4)

- Toma de registros de profundidad (calculada a partir de presión), temperatura, salinidad (calculada a partir de conductividad), oxígeno disuelto y fluorescencia en la columna de agua, los cuales se realizaron con un CTD SEABIRD SBE 9 PLUS.

- Toma de agua con 4 botellas Niskin de 10 l de capacidad en cada uno de 3 niveles (superficial, medio fondo y fondo, Tabla 5.2), para determinar en laboratorio parámetros de calidad del agua (Figura 5.3). Las muestras de agua se almacenaron en envases de plástico o vidrio, de acuerdo a los análisis de compuestos orgánicos (hidrocarburos), nutrientes o inorgánicos (metales) (Anexo 5), se etiquetaron y se almacenaron en el cuarto congelador del buque hasta su análisis en el laboratorio. Para el estudio de las clorofilas tipo a, b y c, se colectaron 5 litros en recipientes de polipropileno de 5L y se filtraron de 2.3 a 5 l de agua de cada muestra en membranas de fibra de vidrio Whatman de 47 mm de diámetro y 0.7 μm de poro. Se colocó cada filtro en un tubo Eppendorf y se sometió a congelación (-10°C a -20°C) hasta su análisis.

Tabla 5.2 Profundidades de muestreo en superficie, medio fondo y fondo para cada sitio de muestreo.

Sitio de muestreo	Superficie	Medio fondo	Fondo
B2	2.0	12.0	25.0
B3	2.0	13.0	26.5
B4	3.2	12.0	24.0
B5	3.0	11.0	24.0
C2	2.5	10.0	24.0
C3	3.0	12.0	22.0
C4	2.5	10.0	22.0
C5	2.5	10.0	22.0
N1	2.5	20.0	36.0
N2	3.0	20.0	35.0
O1	3.0	18.0	33.0
O2	2.0	11.0	27.0
E1	3.5	13.0	26.0
E2	3.0	10.0	22.0
S1	2.5	11.0	23.0
S2	2.5	10	16
S3	2.3	9.0	17.0
S4	2.5	11.0	15.0

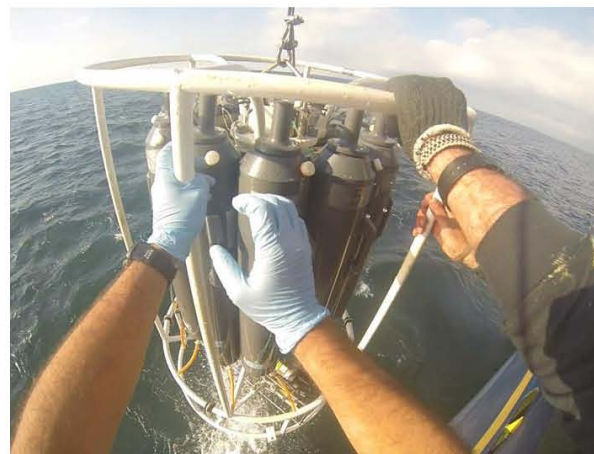


Figura 5.3. Muestreo de agua con botellas Niskin de 10 l de capacidad cada una.

- Colecta de sedimentos superficiales con una draga tipo Smith McIntyre, recuperando los 10 cm superficiales al centro del nucleador (evitando el contacto con las paredes metálicas), para los análisis geoquímicos y sedimentológicos posteriores (Figura 5.4). Las muestras fueron recolectadas por separado para los análisis de compuestos orgánicos (hidrocarburos), en frascos de vidrio y tapa con contra de papel aluminio, nutrientes o inorgánicos (metales) en botellas de plástico (Anexo 5). Las muestras se etiquetaron y almacenaron en el cuarto congelador del buque hasta su análisis en el laboratorio.

Los envases requeridos para la preservación, almacenamiento y transporte de las diferentes muestras fueron proporcionados por IDECA S. A. de C. V., de acuerdo con el Anexo 5.



Figura 5.4. Muestreo de sedimento con una draga Smith McIntyre,

5.2.3. Etapa 3.- Colecta de muestras de organismos.

Se realizaron colectas de fitoplacton y zooplacton mediante arrastres con redes específicas. En el caso del muestreo de fitoplantón, se realizaron arrastres verticales con una red de nylon de 22 micrómetros de luz de malla, 30 cm de diámetro y 1 m de longitud. Las muestras fueron fijadas con lugol concentrado para su posterior análisis en el laboratorio.

Para el zooplancton, se realizaron arrastres oblicuos con una red bongo de 0.6 m de diámetro, con luz de malla de 300 y 500 μm , equipadas con medidores de flujo digitales General Oceanics calibrados previamente para calcular el volumen filtrado por las redes haciendo arrastres de al menos 10 minutos, pretendiendo arrastrar en toda la columna de agua desde el fondo hasta la superficie a una velocidad de 1.0 m/seg (Figura 5.5). Las muestras recolectadas se vaciaron en frascos de 500 cc que contenían una cantidad de formaldehído que al diluirse en agua de mar quedó en una concentración del 4% para su fijación y análisis posterior. Para este estudio se utilizaron las muestras provenientes de la malla de 300 μm , por lo en todos los casos la luz de malla define a los organismos capturados como parte del mesozooplancton.



Figura 5.5.- Colecta de zooplancton con redes bongo.

De cada muestra de sedimento se tomó una submuestra para el análisis de la fauna bentónica. Para la meiofauna, se tomó una submuestra con un tubo de acrílico transparente de 6.5 cm de diámetro interno (33.18 cm^2 de área de muestreo). El tubo de acrílico se introdujo lentamente con el objeto de no perturbar la submuestra de sedimento. Una vez introducido, se colocó un tapón de hule en la parte superior y posterior del tubo de acrílico para extraer la submuestra con seguridad. Una vez extraído, se retiraron los tapones y se extrajeron los 3 cm superficiales de sedimento haciendo uso de un extrusor. Cada submuestra de sedimento recuperada se colocó en un frasco de vidrio. A la muestra se le agregó alcohol al 96% teñido con rosa de bengala para facilitar la separación posterior de

los organismos. La muestra de sedimento con alcohol y rosa de bengala se homogeneizó manualmente de manera que toda la muestra se impregnó con el alcohol teñido con rosa de bengala. En el exterior del frasco se anotó la información necesaria, y de forma adicional, se colocó también una etiqueta de papel albanene en el interior del frasco con la información necesaria para identificar el origen de la muestra y fecha de colecta.

Asimismo, se obtuvieron submuestras para el análisis de organismos del macrobentos, tanto del muestreo de sedimento con la draga como de redes camaroneras. En el caso del sedimento dragado, las submuestras consistieron en un litro de sedimento, el cual se tamizó y preservó con una solución de formol al 4% (Figura 5.6), hasta su análisis en laboratorio.



Fotografías eliminadas por ser datos personales. Fundamento en el art. 113 Fracción I de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

Figura 5.6. Muestreo de macrobentos: primer tamizado y almacenamiento de la muestra.

Adicionalmente, se llevaron a cabo 2 arrastres de redes tipo camaronera de 80 pies de longitud, con línea de 50 mm en el cono terminal; luz de malla de 2 pulgadas y 24 m de relinga superior (Figura 5.7). El tiempo de operación de cada arrastre fue de 45 minutos a una velocidad promedio de buque de 2.5 nudos. Para cada arrastre, las muestras de peces se separaron y se conservaron todos los organismos de cada arrastre. Se almacenaron en bolsas de plástico etiquetadas para su congelación, y posteriormente, trasladadas al laboratorio.



Fotografías eliminadas por ser datos personales. Fundamento en el art. 113 Fracción I de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

Figura 5.7. Lance de red de camarонера.

5.3. Desarrollo de muestreo de campo en la zona costera de influencia ambiental del área Hokchi

Además de la Campaña Oceanográfica que se realizó para la toma de muestras de agua, sedimento y organismos en el área Hokchi, tres grupos de profesionistas especialistas realizaron visitas a la zona costera de influencia, con la finalidad de:

a) Identificar posibles impactos ambientales pre-existentes sobre las tortugas marinas y sus hábitats de anidación (playa) y alimentación- desarrollo (zona marina) y rutas migratorias de conectividad entre dichos hábitats.

b) Caracterizar el grado de desarrollo de los manglares en términos de parámetros forestales de los complejos lagunares de El Carmen-Pajonal-La Machona y Mecoacán, como referencia de su estado de salud dentro de la franja costera del estado de Tabasco entre Frontera (río Usumacinta) y río Tonalá.

c) Identificación de infraestructura existente y patrimonio arqueológico en campo.

5.3.1. Tortugas marinas

Esta investigación se organizó en cuatro etapas descritas en la Figura 5.8.



Figura 5.8. Fases metodológicas del componente tortugas marinas.

Se organizó una salida de prospección en sitio del 8 al 12 de febrero de 2016 (Anexo 6). La extensión del litoral sujeto a este estudio tiene una distancia aproximada de 200 Km (Figura 5.9), y se consideró como zona de influencia ambiental, la superficie desde el área Hokchi, con las líneas cruzadas hacia la costa en el límite de Tabasco con Campeche (río San Pedro y San Pablo y la línea hasta el río Coatzacoalcos, Ver.). Para el recorrido del litoral se utilizaron un vehículo todo terreno 4x4 (cuatrimoto) para el patrullaje en playa y una camioneta pick-up para el desplazamiento en paralelo por caminos vecinales que comunican a los poblados adyacentes a la playa.

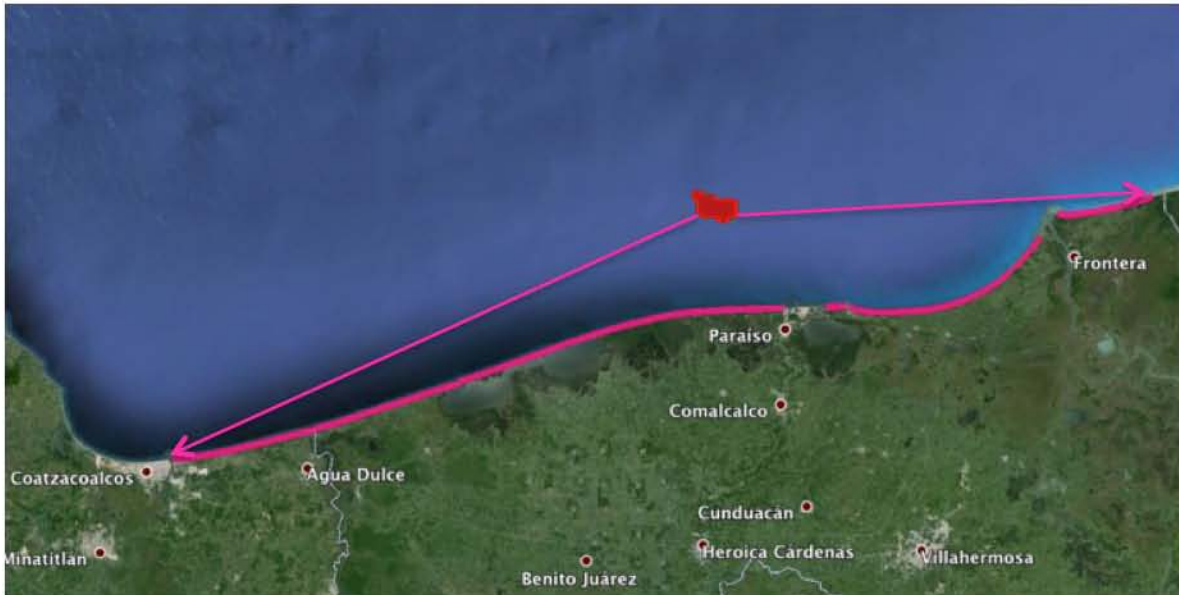


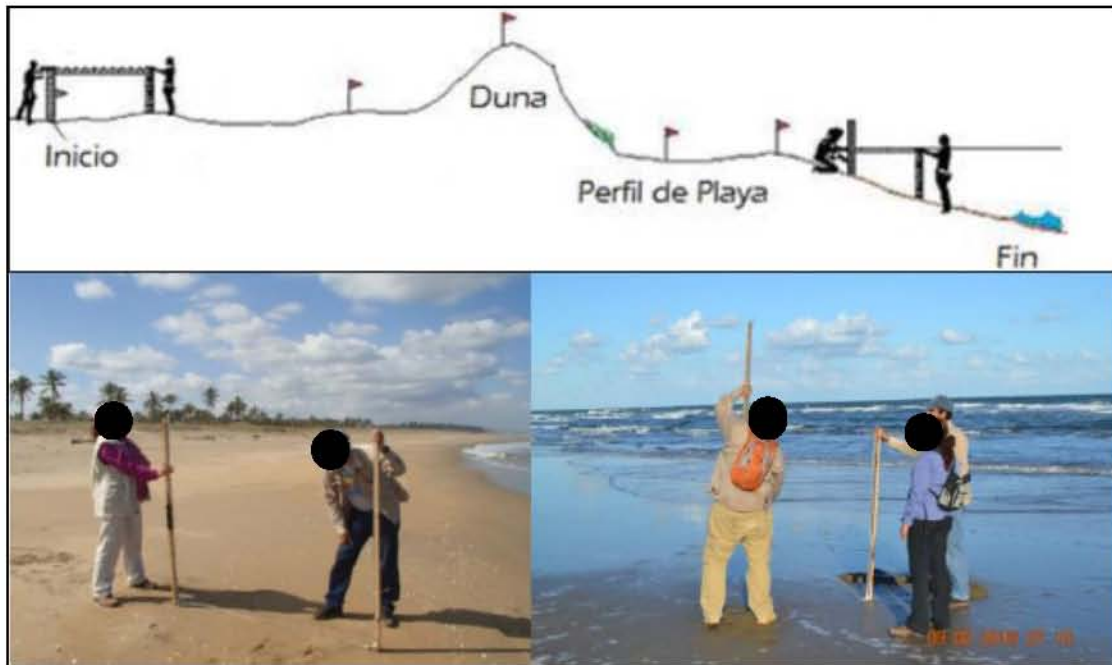
Figura 5.9. Área de Influencia ambiental y área Hokchi.

Asimismo, en el campo, se diseñó y aplicó un formato de encuesta semiestructurada, bajo la premisa de que este procedimiento tiene aplicación en temas que se pueden investigar por método de observación, análisis de fuentes documentales y demás sistemas de conocimiento.

Se realizaron 20 registros de perfiles de playa de acuerdo al método propuesto por Andrade y Ferreira (2006) fundamentado en el principio de vasos comunicantes. El dispositivo de campo consta de dos estadales graduados unidos por una manguera plástica de 1.5 m de longitud que se llena con agua. El desnivel del perfil de playa queda expresado en términos del desplazamiento de agua a lo largo de la manguera. La diferencia acumulada a través del transecto, determina la variación topográfica del terreno (Figura 5.10).

Durante el monitoreo de prospección en sitio, además del levantamiento de los perfiles de playa se realizó una zonificación de las playas recorridas en dirección de este a oeste (Campeche a Veracruz). También se adicionaron observaciones relevantes de las características físicas que presentan las playas, por los impactos costeros antropogénicos, que han provocado entre otras modificaciones, erosión,

pérdida de dunas costeras, cambios en las pendientes de la playa, la dispersión de residuos provocados por las avenidas de los ríos, acumulación de residuos sólidos producto de la actividad antropogénica costera, así como de residuos de hidrocarburos.



Fotografías eliminadas por ser datos personales. Fundamento en el art. 113 Fracción I de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

Figura 5.10. Diagrama de la metodología para obtener los perfiles de la playa con el método de vasos comunicantes. Fotos inferiores, demostración de la obtención del perfil de playa en dos sitios.

En complemento a la información documental sobre la vegetación de las dunas y playas se realizó un levantamiento fotográfico de las especies representativas del sitio prospectado. Se generó un archivo para identificar especies o grupos encontradas en el área de influencia ambiental de Hokchi del estado de Tabasco y sur de Veracruz para ser comparado con los listados publicados y consultados para este trabajo.

Adicionalmente, se elaboró un muestrario fotográfico con los distintos tipos de residuos de hidrocarburos observados durante la prospección en playa. Se realizaron anotaciones cualitativas para definir tipos de residuos y persistencia por

zonas, así como las formas y tamaño de las aglomeraciones de hidrocarburos encontradas. Asimismo, se obtuvo información sobre este tema a través de las entrevistas realizadas durante la prospección al sitio de estudio.

5.3.2. Manglar

Con el propósito de obtener una clasificación del bosque de manglar en términos de estructura forestal, se realizaron recorridos terrestres de verificación a lo largo del sistema hidrológico donde se ubican los manglares (lagunas costeras, esteros y venas de marea, marismas, playas y dunas). Se seleccionaron las zonas más representativas del bosque de manglar en los cuerpos lagunares más representativos de la región como son el complejo de humedales El Carmen-Pajonal-La Machona y Dos Bocas-Paraíso-Mecoacán. La metodología seguida para este propósito se describe en el “Estudio de Línea Base de humedales distribuidos en el tramo Coatzacoalcos-Frontera, estado de Tabasco (Golfo de México)” (Anexo 7).

5.3.3. Identificación de infraestructura existente y patrimonio arqueológico en campo.

La visita de campo para el diagnóstico y análisis de los aspectos sociales y económicos para la Línea Base Ambiental de Hokchi se realizó del lunes 22 al sábado 27 de febrero del 2016.

Se realizaron entrevistas y visitas en las cabeceras municipales y zonas costeras principalmente, de los municipios de Coatzacoalcos, Veracruz, así como los municipios de Cárdenas, Paraíso y Centla en Tabasco. Lo anterior, debido a que estos municipios son considerados dentro de la Línea Base Ambiental, como zona de influencia social y económica de las actividades que realizará la empresa Hokchi S. A. de C. V.

Se realizaron entrevistas con autoridades municipales de los cuatro municipios, así como con Sociedades Cooperativas Pesqueras, Ostrícolas y población general. En los cuatro municipios se aplicaron técnicas cualitativas como entrevistas abiertas y semiestructuradas, así como observación no participante, con el objetivo de conocer la percepción de las distintas comunidades sobre los impactos de los proyectos petroleros en la región sobre la pesca, el turismo, la población indígena.

Se hizo una visita al Área Natural Protegida de los Pantanos de Centla, en compañía de la coordinadora de turismo en el municipio. En esta visita se entrevistó a población indígena de la región.

5.4. Análisis de laboratorio

5.4.1. Agua y sedimento

Además de medirse en campo, con ayuda de un CTD, la salinidad y la turbidez se midieron nuevamente en el laboratorio acreditado (IDECA S. A. de C. V.), mediante técnicas potenciométricas. El mismo laboratorio acreditado cuantificó el pH, mediante un potenciómetro, y el contenido de sólidos suspendidos totales (SST), con el método de evaporación y calcinación (Anexo 8).

El laboratorio acreditado IDECA S. A. de C. V también realizó los análisis de hidrocarburos, nutrientes, metales pesados y clorofilas a, b y c en muestras de agua, y de carbono orgánico, materia orgánica, potencial de óxido reducción, granulometría, metales pesados e hidrocarburos en las muestras de sedimento. Las técnicas analíticas que se emplearon, así como los límites de detección del método y práctico de cuantificación se presentan en el Anexo 8.

Cabe recordar que, en cumplimiento de la Guía para Definir la Línea Base Ambiental previo al inicio de las actividades petroleras, que establece que los

análisis deber ser realizados por un laboratorio acreditado por la Entidad Mexicana de Acreditación (EMA), dichos análisis fueron llevados a cabo por el laboratorio acreditado IDECA S. A de C. V. en conjunto con Laboratorio de Química del Medio Industrial S. A. de C. V. (LAQMISA). Las acreditaciones por la EMA para ambos laboratorios se presentan en el Anexo 9. Las muestras de agua y sedimento para dichos análisis fueron entregadas en el domicilio de IDECA S. A. de C. V., en la Ciudad de México (Anexo 10).

5.4.2. Biota

Las muestras de fitoplancton fueron observadas al microscopio invertido a 200X en cámaras de Utermohl (Reguera et al., 2011). Se hicieron diluciones de acuerdo a la abundancia y se identificó y contó todas las células encontradas en la cámara de sedimentación. Se tomaron fotografías de las microalgas al microscopio a 200X. La identificación del fitoplancton se realizó con literatura general y con publicaciones de taxonomía de fitoplancton del Golfo de México. La biomasa o abundancia total (cél/m³) se estimó mediante el cálculo del volumen del cilindro, considerando el radio de la red y la altura de la columna de agua.

Cada una de las muestras de zooplancton se lavó con abundante agua para eliminar el formaldehído, se separaron, identificaron y cuantificaron cada uno de los diferentes grupos presentes en la muestra. Para cuantificar los organismos presentes en cada muestra, primeramente, se separaron los organismos más grandes y menos abundantes, y en el caso de los más pequeños y generalmente más abundantes, la muestra se dividió sucesivamente, cuantas veces fue necesario, utilizando el separador de Folsom. En todos los casos, la separación se realizó utilizando una lupa con luz, y posteriormente la identificación se realizó utilizando microscopios estereoscópicos o compuestos, de acuerdo a lo propuesto por Smith (1977) y Boltovskoy (1999).

Para determinar la composición de la macrofauna bentónica, las muestras de sedimento se lavaron en el laboratorio y se tamizaron con una malla de 0.5 mm. Todo el sedimento retenido en la malla se revisó bajo lupa para separar los organismos contenidos en la muestra y éstos se preservaron en alcohol etílico al 70%. Los organismos se revisaron bajo un microscopio estereoscópico LEICA S6E y, cuando fue necesario, uno compuesto OLYMPUS CH30. Se utilizaron las clasificaciones propuestas por Brusca y Brusca (2003) para los grupos de la macrofauna y, para el caso de las familias de los poliquetos, se utilizó Fauchald (1977) y de León-González et al. (2009). Adicionalmente, de las redes de arrastre se obtuvieron algunos especímenes de organismos de la macrofauna, los cuales fueron separados, medidos, pesados e identificados taxonómicamente.

Para estudiar la meiofauna bentónica, una vez en el laboratorio, cada muestra se tamizó a través de tamices de mallas de 500 y 40 μm para separar la macrofauna (material retenido en el tamiz de 500 μm) y la meiofauna (material retenido en el tamiz de 40 μm). La meiofauna se separó del sedimento de manera manual colocando la muestra en una caja de petri cuadrículada. Los organismos recolectados se colocaron en viales de vidrio de 1 ml de capacidad con alcohol etílico al 96%, hasta su posterior análisis y cuantificación. Cada grupo de la meiofauna recolectado en cada sitio de muestreo se cuantificó y su densidad se expresó en individuos/10 cm^2 . Para el caso de los anélidos, poliquetos y oligoquetos, los cuales se rompen con mucha facilidad, se consideró solo el conteo de las cabezas o la parte posterior solamente en cada sitio, es decir, por cada cabeza o cada parte posterior se contabilizó un organismo (Anexo 11).

Respecto a los arrastres de redes camaroneras, los peces se identificaron a nivel de especie, medidos (longitud total) con un ictiómetro al milímetro más cercano y pesados en una balanza digital (01-2000 g) al 0.1 g. más cercano. Con estas medidas se generan matrices a partir de bases de datos que incluyan la información de la estación, profundidad y los parámetros ambientales de salinidad

y temperatura. Con dichas matrices se realizarán análisis estadísticos descriptivos e inferenciales (Anexo 12).

CAPÍTULO 6

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

6.1. Clima y meteorología

El clima de Tabasco es cálido con influencia marítima debido a que se encuentra en la zona tropical con escasa elevación con respecto al nivel medio del mar. La influencia del mar es notoria por encontrarse en el margen sur del Golfo de México, y con su escasa variabilidad de relieve, donde no se rebasan los 100 m de altitud, permite el flujo directo del viento proveniente del mar (INEGI, 2001).

6.1.1 Temperatura

Hacia la zona costera el clima se caracteriza por ser cálido húmedo con abundantes lluvias en verano (INEGI, 2009). El régimen térmico de la zona oscila en una media anual entre 24 y 28 °C. De acuerdo a los registros de la estación del Servicio Meteorológico Nacional 27034 “Paraíso”, la temperatura media anual más baja en los últimos cinco años fue 26.2 °C y corresponde al año 2014; en tanto que la temperatura media anual más alta fue 27.4 °C, la cual ocurrió en 2011 (Figura 6.1). El promedio mensual más bajo (23.0 °C) ocurrió en enero; por el contrario, el promedio mensual más alto (29.2 °C) sucedió en mayo (Figura 6.2). Los mapas de distribución de la temperatura media por año muestran que en el área Hokchi la temperatura promedio estimada varía entre los 26.6 y los 27.4 °C (Anexo 13) en los últimos 5 años, y en los mapas de temperatura mensual se observan las temperaturas más bajas durante enero y las más altas durante mayo (Anexo 14).

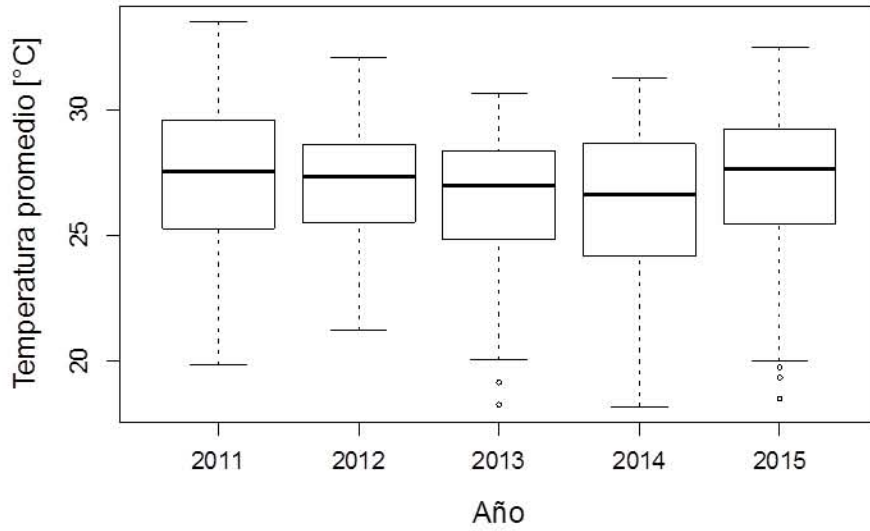


Figura 6.1. Temperatura promedio anual de la estación meteorológica 27034 "Paraíso".

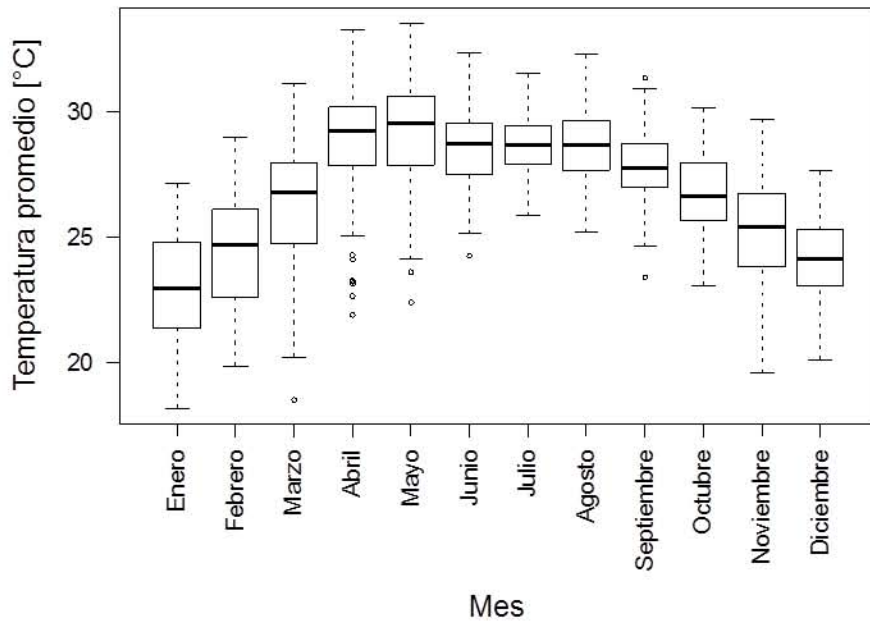


Figura 6.2. Temperatura promedio mensual de la estación meteorológica 27034 "Paraíso".

6.1.2. Precipitación

El viento marítimo tiene como consecuencia la alta pluviosidad que se registra en el estado, principalmente en la temporada de lluvias que se extiende de junio a

octubre, con dos máximos promedios mensuales en junio y en octubre (220.5 y 371.6 mm al mes, respectivamente). En los meses posteriores, se presentan lloviznas derivadas de los frentes fríos que se presentan en la región, siendo su ocurrencia en promedio de 20 a 25 veces por año. La temporada de secas ocurre entre marzo y abril, donde la precipitación promedio desciende hasta los 40 mm en total al mes (SMN, 2016).

El Servicio Meteorológico Nacional (SMN) indica que la precipitación promedio anual máxima en los últimos 5 años (7 mm/d) sucedió en el 2013 (Figura 6.3), y en el 2010 se calculó el valor promedio anual más bajo (4 mm/d). El valor máximo medio de precipitación mensual ocurre en octubre con 10.8 mm/d (Figura 6.4), en tanto que el valor mínimo ocurre en abril con 1.4 mm/d.

Los mapas de pluviosidad indican que la pluviosidad promedio anual estimada para el Área Hokchi varía de 4 a 7 mm/d (Anexo 15), y el promedio mensual estimado máximo se presenta en octubre con promedios de hasta 11.0 mm/d y el promedio estimado inferior se obtuvo en abril con 1.0 mm/d (Anexo 16).

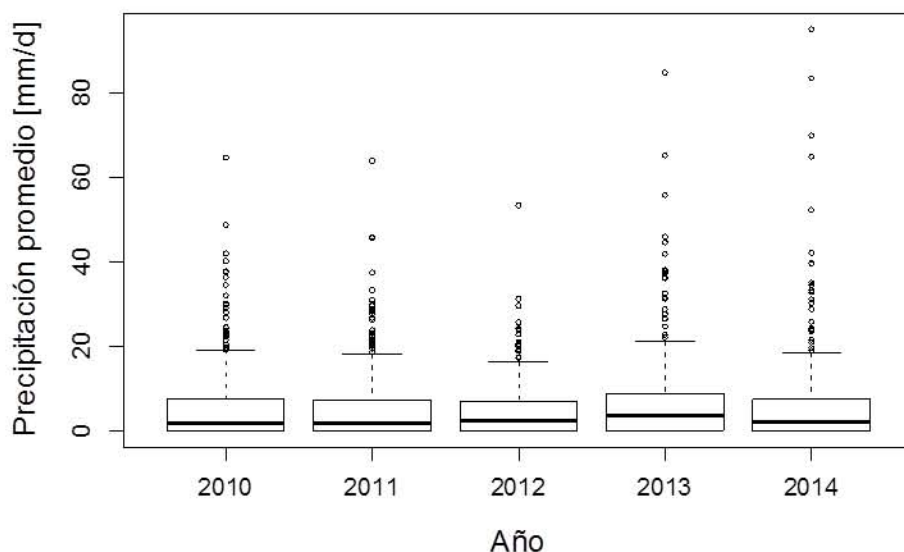


Figura 6.3. Precipitación promedio anual de la estación meteorológica 27034 “Paraíso”.

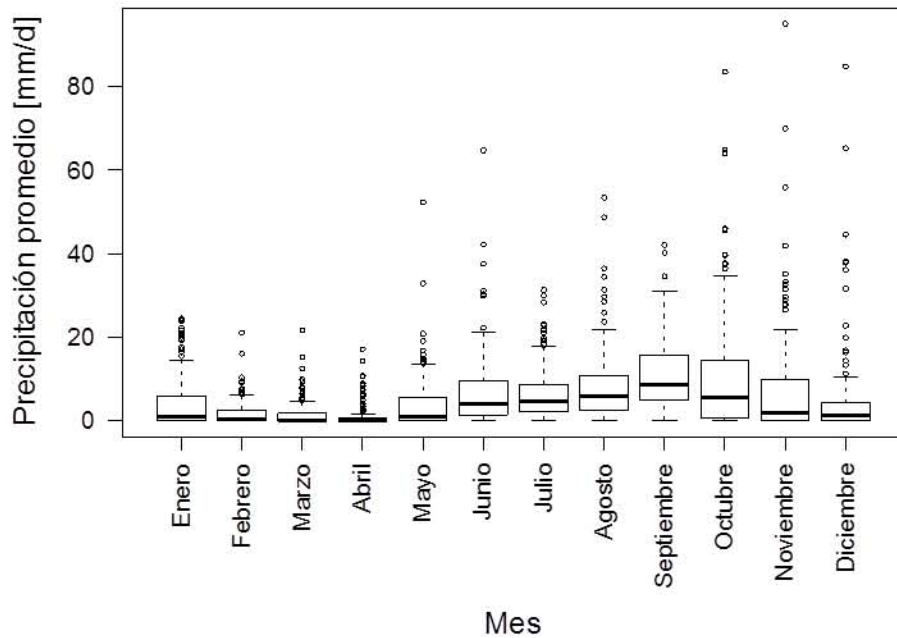


Figura 6.4. Precipitación promedio mensual de la estación meteorológica 27034 “Paraíso”.

6.1.3. Humedad relativa

La presencia del viento marítimo, en la cercanía a la costa, ocasiona que la humedad relativa permanezca en un intervalo de 75.5 – 78.3 % de promedio anual en la estación meteorológica “Paraíso” (Figura 6.5). En el análisis mensual se encontró que en abril ocurre la humedad relativa promedio más baja (69.5 %), a diferencia de enero donde se presenta la humedad relativa promedio más alta (83.9 %) (Figura 6.6).

En los mapas de distribución estimada se observa una variabilidad entre el 74 al 76 % de humedad relativa anual entre 2011 y 2015. Analizando el comportamiento mensual se observan valores estimados desde 68 % (abril), hasta 79 % de humedad relativa (enero, septiembre y diciembre) (Anexos 17 y 18).

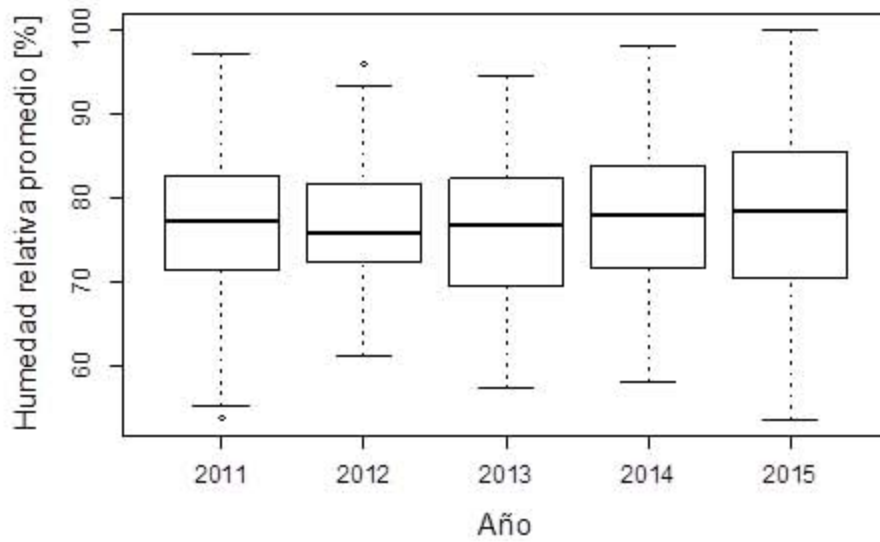


Figura 6.5. Humedad relativa promedio anual de la estación meteorológica 27034 "Paraíso".

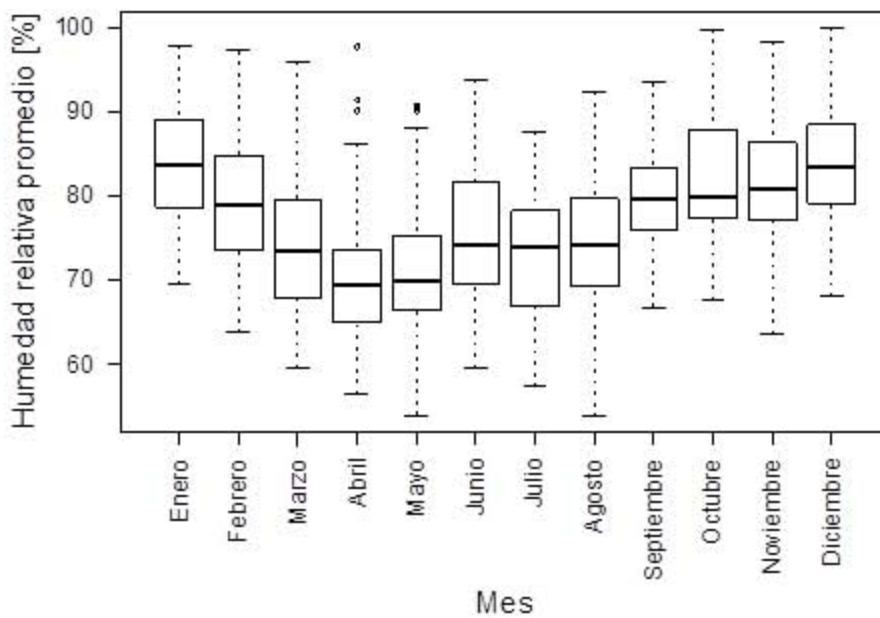


Figura 6.6. Humedad relativa promedio mensual de la estación meteorológica 27034 "Paraíso".

6.1.4. Evaporación

La evapotranspiración real es la cantidad de agua, expresada en mm, que es efectivamente evaporada desde la superficie del suelo y es transpirada por la

cubierta vegetal. La evapotranspiración real media anual, según el método de Turc (1961) con los datos de 543 estaciones en un período de 35 años (1945 - 1980), indica que el valor promedio anual, en la región costera del municipio de Paraíso es de 1400 a 1500 mm (Anexo 19). Hacia el este y oeste del municipio de Paraíso, el promedio de evapotranspiración real disminuye (1300 – 1400 mm). Al sur del municipio y en dirección al estado de Chiapas, la evapotranspiración es aún mayor, siendo superior a los 1500 mm.

6.1.5. Nubosidad

La información de nubosidad se suministra como proporción de nubosidad, la cual se define como la porción de superficie cubierta por nubes en relación con aquella superficie que no tiene cobertura alguna. La proporción de nubosidad es derivada de una máscara de nubosidad de 1 km de resolución. Ésta máscara fue generada a partir de las mediciones de radianza y reflectancia de la Tierra registradas por la misión MODIS a bordo de los satélites Terra y Aqua.

De acuerdo a los mapas de nubosidad promedio anual (Anexo 20), la cobertura de nubes varía de 40 a 50 % sobre el área de estudio. En el análisis mensual la variabilidad es de 30 % en abril hasta un 60 % de cobertura de nubes en enero y septiembre (Anexo 21).

6.1.6. Eventos extremos

En el área de estudio se registraron un total de 41 eventos meteorológicos extremos (Tabla 6.1), en el periodo de 1867 a 2013. De los eventos registrados 18 fueron depresiones tropicales, 13 tormentas tropicales y 3 huracanes categoría 1, mientras que siete eventos no tienen categoría asignada (NOAA, 2016) (Anexo 22A).

Tabla 6.1. Eventos meteorológicos extremos en el área Hokchi

Número de Serie	Temporada	Número	Nombre	Vientos (kn)	Presión	Categoría
1867200N19268	1867	2	Sin nombre	Sin datos	Sin datos	Sin categoría
1876200N16293	1876	1	Sin nombre	Sin datos	Sin datos	Sin categoría
1879254N14300	1879	8	Sin nombre	Sin datos	Sin datos	Sin categoría
1880254N19267	1880	11	Sin nombre	Sin datos	Sin datos	Sin categoría
1883260N19280	1883	8	Sin nombre	Sin datos	Sin datos	Sin categoría
1891278N12277	1891	9	Sin nombre	Sin datos	Sin datos	Sin categoría
1892267N17277	1892	9	Sin nombre	Sin datos	Sin datos	Sin categoría
1898300N18299	1898	16	Sin nombre	30	0	Depresión Tropical
1902172N17268	1902	2	Sin nombre	30	0	Depresión Tropical
1902276N14266	1902	1	Sin nombre	60	0	Tormenta Tropical
1922284N12285	1922	4	Sin nombre	45	0	Tormenta Tropical
1922284N12285	1922	4	Sin nombre	70	0	Huracán Categoría 1
1924170N18275	1924	1	Sin nombre	30	0	Depresión Tropical
1924170N18275	1924	1	Sin nombre	35	0	Tormenta Tropical
1931223N14299	1931	3	Sin nombre	50	0	Tormenta Tropical
1931252N15307	1931	7	Sin nombre	65	0	Huracán Categoría 1
1932253N19267	1932	6	Sin nombre	35	0	Tormenta Tropical
1935242N21274	1935	4	Sin nombre	50	0	Tormenta Tropical
1936254N19266	1936	14	Sin nombre	25	0	Depresión Tropical
1936284N20269	1936	16	Sin nombre	35	0	Tormenta Tropical
1941267N14300	1941	4	Sin nombre	30	0	Depresión Tropical
1941267N14300	1941	4	Sin nombre	40	0	Tormenta Tropical
1942215N16275	1942	1	Sin nombre	30	0	Depresión Tropical
1944263N19276	1944	8	Sin nombre	60	0	Tormenta Tropical
1944263N19276	1944	8	Sin nombre	70	0	Huracán Categoría 1
1960174N19266	1960	1	Sin nombre	15	0	Depresión Tropical
1960192N13304	1960	2	Abby	25	Sin datos	Depresión Tropical
1969290N17275	1969	26	Laurie	30	1006	Depresión Tropical
1980265N15283	1980	13	Hermine	60	993	Tormenta Tropical
1989167N21266	1989	1	Sin nombre	25	0	Depresión Tropical
1998295N12284	1998	13	Mitch	20	1003	Depresión Tropical
1999277N20266	1999	11	Sin nombre	30	0	Depresión Tropical
2003271N19275	2003	17	Larry	50	997	Tormenta Tropical
2007244N12303	2007	6	Felix	20	1007	Depresión Tropical
2008280N19268	2008	13	Marco	30	1005	Depresión Tropical
2008280N19268	2008	13	Marco	40	1002	Tormenta Tropical
2011231N15278	2011	8	Harvey	30	1005	Depresión Tropical
2012215N12313	2012	5	Ernesto	60	992	Tormenta Tropical
2012223N14317	2012	7	Helene	25	1011	Depresión Tropical
2013149N14264	2013	2	Barbara	30	1001	Depresión Tropical
2013167N12279	2013	2	Barry	30	1007	Depresión Tropical

Ciclones Tropicales

El área bajo estudio puede considerarse como de bajo riesgo por el impacto de ciclones tropicales (Anexo 22B), con una probabilidad máxima del 20 % de impacto de huracanes categoría 1 (Anexo 22C) y del 10 % de huracanes categoría 2 (Anexo 22D) (CENAPRED, 2010a y 2010b). A nivel municipal, el riesgo de impacto de este tipo de eventos meteorológicos es “bajo” en el municipio de Centla y “muy bajo” en el resto del estado de Tabasco (CENAPRED, 2012a) (Anexo22B).

Inundaciones

Tabasco es un estado con grandes extensiones inundables que ha sido históricamente una de las regiones que ha sufrido más daños a consecuencia de fenómenos hidro-meteorológicos (Tabla 6.2), existiendo registros históricos de inundaciones desde el año 1579 (Álvarez y Tuñón, 2016). Un ejemplo más reciente de los anterior es la inundación de octubre de 2007, cuando en 17 municipios del estado, cerca del 62 % del territorio quedó cubierto por el agua, dejando a cerca del 75 % de la población damnificada en 679 localidades debido a una combinación de elementos naturales (lluvias, escurrimientos, características hidrogeológicas, mareas y el fenómeno del Niño) y antrópicos (cambios de uso de suelo y el inadecuado manejo de las presas) (Perevochtchikova y Lezama, 2010).

En el zona continental adyacente al área Hokchi, se encuentran 1,591 km² de áreas inundables, la mayor parte de ellas en los municipios de Centro y Huimanguillo. Los municipios de Centla, Paraíso, Comalcalco, Jalpa de Méndez, Cárdenas, Nacajuca, Cunduacán, Huimanguillo, Teapa y Macuspana presentan una vulnerabilidad “media” de inundación, mientras que el municipio Centro presenta un índice “alto” (CENAPRED, 2007) (Anexo 22E).

Tabla 6.2. Inundaciones históricas del estado de Tabasco.

Año	Referencia a la inundación registrada en el estado de Tabasco
1782	Diluvio de Santa Rosa
1820	Diluvio grande
1868	Lluvias continuas
1879	800 casas inundadas
1886	Nivel: 13.71 msnm
1888	Ciclón inunda Villahermosa
1889	Casas inundadas (155), muertos y barcos desaparecidos
1909	2,953 damnificados
1912	Se desborda el río Grijalva
1936	Se desborda el río Grijalva
1944	Se desbordan río y lagunas
1955	Ciclón Janet
1969	Se desborda el río Grijalva
1973	Se desborda el río Grijalva
1980	Precipitaciones históricas
1995	Ciclones Opal y Roxanne
1999	Desbordo de ríos en las inmediaciones de Villahermosa por conjunción de fenómenos hidrometeorológicos
2007	Fenómeno El Niño y ciclón tropical Bárbara
2008	Lluvias continuas
2010	Lluvias continuas y ciclones tropicales Karl y Mathew

Sequías

La presencia de episodios de sequía en el estado de Tabasco no es un fenómeno recurrente y los índices de precipitación tienden a presentar condiciones normales a través del tiempo (SEMARNAT y CONAGUA, 2014). La distribución de las precipitaciones para el periodo 1961–2010 tienen una anomalía mínima de 0.5 %, con una tasa de incremento anual de 0.21 mm/año (Rivera-Hernández et al., 2016). Sin embargo, la presencia de los fenómenos climáticos El Niño y La Niña tienen un efecto directo en la climatología del estado, ya que los periodos secos son más notorios durante ambos fenómenos, con una disminución en las precipitaciones del 27 % con presencia de El Niño y de 36 % con presencia de La Niña, mientras que el periodo húmedo presenta un aumento en las precipitaciones de 0.5 % durante El Niño y de 8 % durante La Niña (Pereyra-Díaz et al., 2004).

El riesgo de sequía por municipio en el área continental cercana del área Hokchi es congruente con la información citada anteriormente, ya que los municipios de Centro, Nacajuca, Huimanguillo, Paraíso, Comalcalco, Cárdenas, Teapa, Jalapa, Cetla, Tlacotalpa y Macuspana presentan un riesgo “muy bajo” de sequía, mientras que en los municipios de Cunduacán y Jalpa de Méndez el riesgo es “bajo” (CENAPRED, 2012b) (Anexo 22F).

6.1.7. Vientos

De acuerdo a la estación meteorológica situada en el Aeropuerto Internacional Carlos Rovirosa Pérez (MMVA, según el código OACI), ubicado a 84 km al suroeste del área Hokchi, los vientos, en sus promedios anuales, provienen del Este de manera constante (cerca del 40% de ocurrencia), con pocas variaciones provenientes del Noreste y Sureste, y con una intensidad que en promedio varía anualmente entre 4.64 a 3.68 m/s (Figura 6.7).

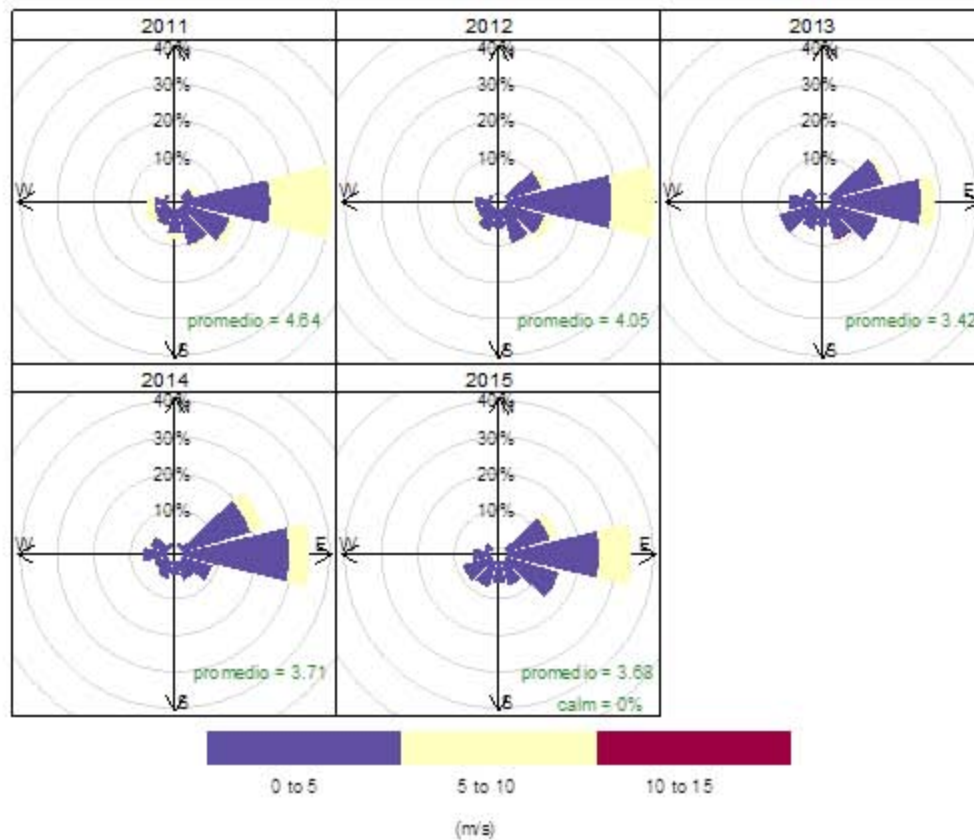


Figura 6.7. Rosa de los vientos para el promedio anual en el aeropuerto MMVA

En el análisis de promedio mensuales del viento, se observa que el viento predominante en todos los meses proviene del Este; sin embargo, la intensidad de los vientos varía en el transcurso del año, siendo los meses de junio y julio en donde se presentan en promedio con mayor intensidad (4.21 a 4.44 m/s), a diferencia de los meses de septiembre a enero en donde las variaciones son de (3.52 a 3.85 m/s) (Figura 6.8).

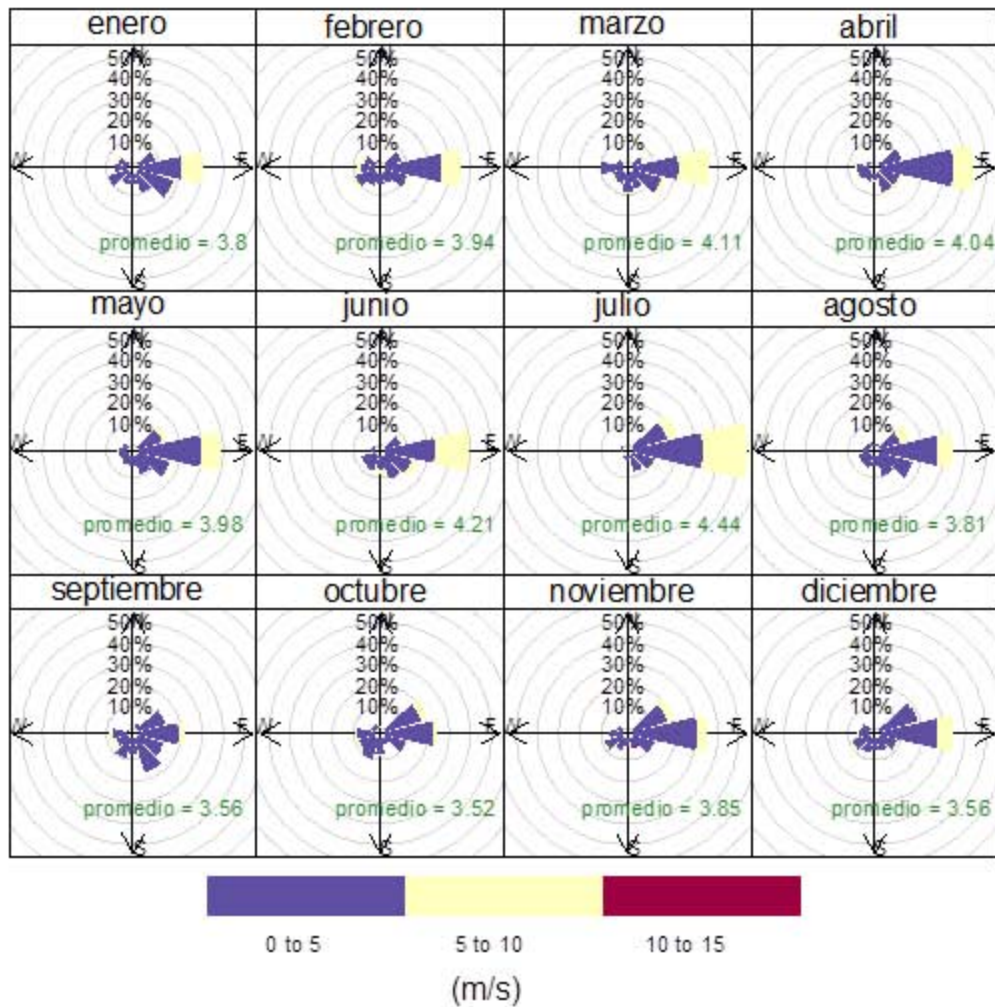


Figura 6.8. Rosa de los vientos para el promedio mensual en el aeropuerto MMVA

6.1.8. Presión atmosférica

Los valores históricos de presión atmosférica fueron obtenidos y procesados a partir de los datos registrados por la estación meteorológica ubicada en el Aeropuerto Internacional Carlos Rovirosa Pérez, Las mediciones realizadas por el sensor de presión del aeropuerto fueron estandarizadas de acuerdo al nivel medio del nivel del mar para obtener la presión barométrica estandarizada. Este

procesamiento asegura que las variaciones de presión en el sitio se deben a las condiciones meteorológicas, sin depender de la altitud real donde se encuentra el sensor.

El promedio anual de presión barométrica estandarizada varía en un intervalo de 1011.7 a 1014.0 hPa, lo cual indica condiciones ligeras de baja presión en la mayor parte del año (Figura 6.9).

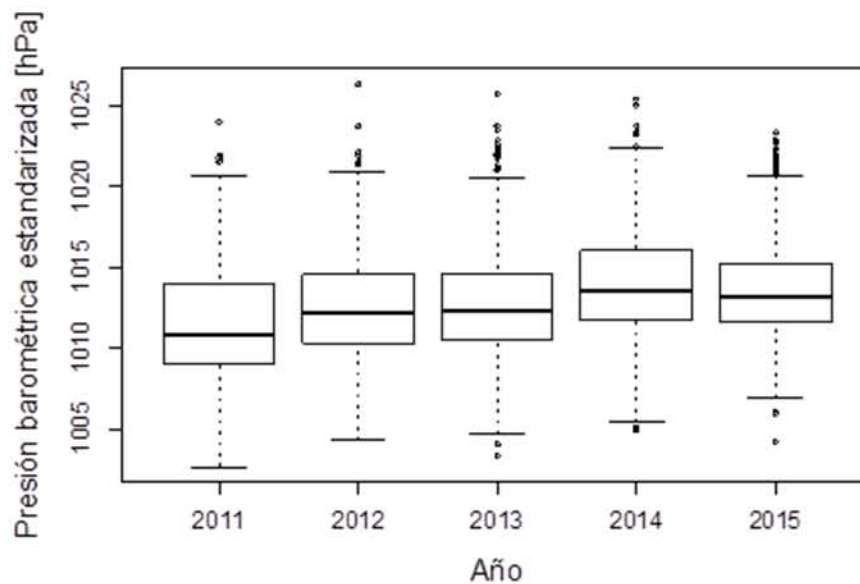


Figura 6.9. Promedio anual de la presión barométrica estandarizada en el aeropuerto MMVA

El promedio mensual (Figura 6.10) indica que en los meses de abril a octubre se presentan condiciones de baja presión (1010.5 – 1012.4 hPa), a diferencia de los meses de noviembre a febrero en que se presentan ligeras condiciones de alta presión (1014.4 – 1016.7 hPa).

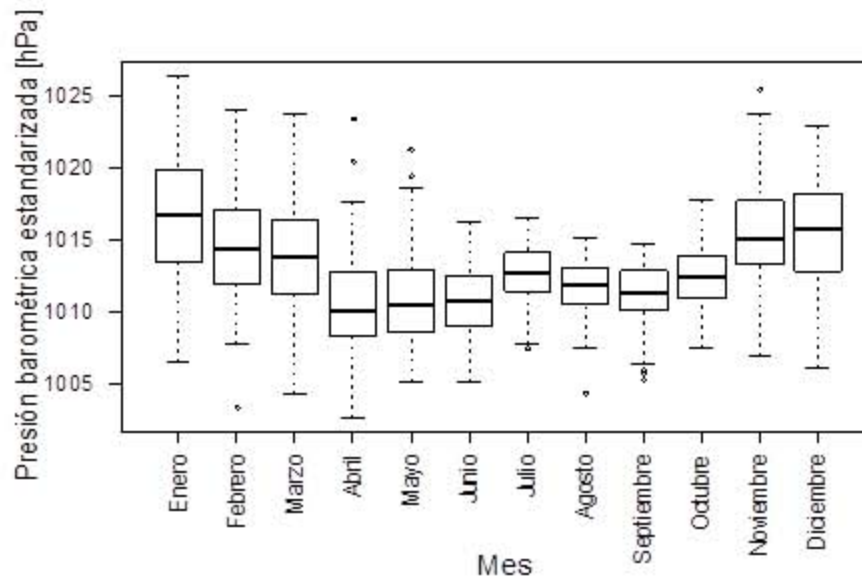


Figura 6.10. Promedio mensual de la presión barométrica estandarizada en el aeropuerto MMVA

6.2. Hidrodinámica y batimetría

6.2.1. Corrientes marinas

La circulación de las masas de agua del Golfo de México está determinada por dos características semipermanentes: (1) la corriente de Lazo en la parte oriental, y (2) una celda de circulación anticiclónica en la frontera occidental (Nowlin y McLellan, 1967 en Martínez-López y Pares-Sierra, 1998). La Corriente de Lazo se mueve del Mar Caribe al Golfo de México con un volumen de agua estimado de 29-33 Sv ($1\text{Sv} = 10^6 \text{ m}^3 / \text{s}$), mientras que la celda anticiclónica mueve hacia adentro del Golfo de México volúmenes entre 8-10 sV (Vidal et al., 1992 en Hernández-Aguilera, 2013). Además de la Corriente de Lazo, existe otra corriente muy intensa, conocida como "Corriente de Frontera Oeste" o "Corriente Mexicana", hacia el norte en la costa oeste del Golfo de México, la cual es generada por la variación de la fuerza de Coriolis con la latitud, los vientos y el flujo de masas de agua a través del Canal de Yucatán. Esta corriente se genera por el desprendimiento de un giro anticiclónico de la Corriente de Lazo que se

mueve hacia el oeste y que se desintegra al entrar en contacto con el talud continental, generando giros ciclónicos y anticiclónicos más pequeños y que da origen a la masa de Agua Común del Golfo (Monreal-Gómez et al., 2004) (Figura 6. 11)

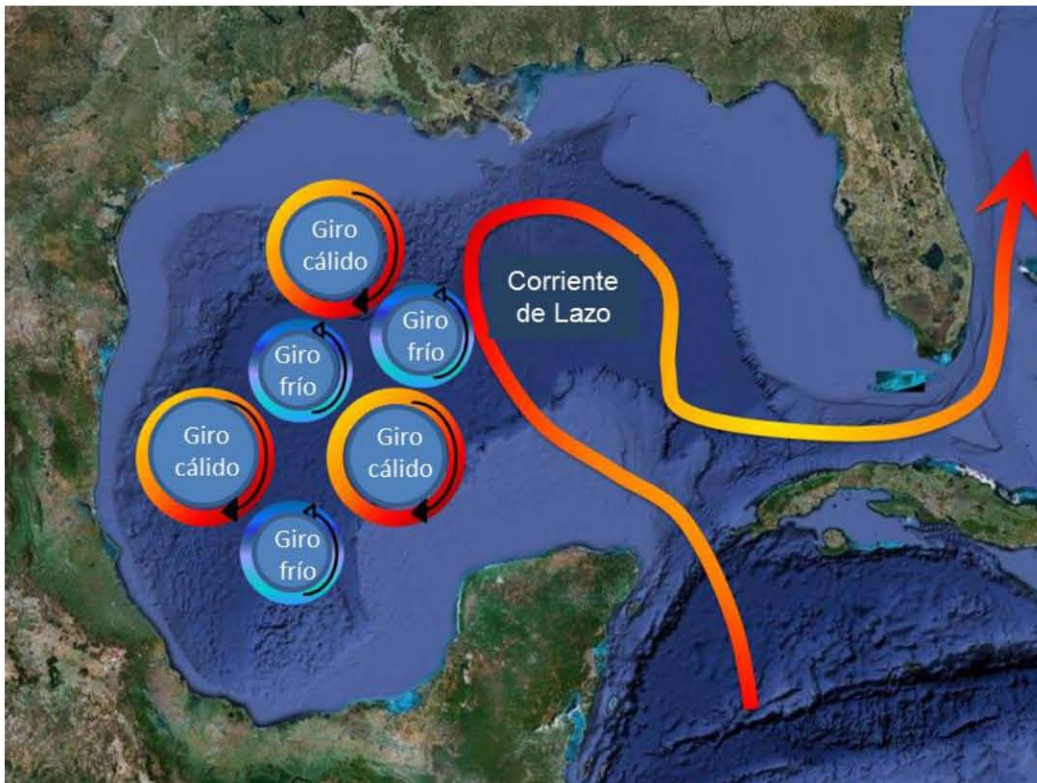


Figura 6.11. Corriente de Lazo en el Golfo de México. Tomada de <http://texaspelagics.com/gom-info/gom-loop/>, consultado el 26 de mayo de 2016.

La bahía de Campeche, adyacente al área Hokchi, es una zona donde se producen de manera común giros ciclónicos con diámetros aproximados de 150 km y velocidad entre 30–40 cm/s, generados por el rotacional ciclónico del esfuerzo del viento, el encuentro de los giros anticiclónicos con el talud, la formación del gran giro anticiclónico y la geometría de la costa. Se encuentra, además, influenciada por una corriente de intrusión que se dirige hacia el sur y la topografía del cañón de Campeche, el cual favorece la formación de giros debido al movimiento vertical del agua, a lo largo de su eje (Monreal-Gómez et al., 2004). Además de lo anterior, se debe mencionar que en la zona de plataforma

continental (hasta 200 m de profundidad) de la península de Yucatán y el Banco de Campeche, las corrientes superficiales se mueven a lo largo del año en dirección este-oeste (Zavala-Hidalgo et al., 2003) ya que responden de manera directa a cambios en la fuerza y dirección de los vientos, siendo entonces el componente de la fuerza del viento a lo largo de la costa el parámetro que define en mayor manera la dinámica de las corrientes marinas superficiales en el área Hokchi (Carrillo et al., 2007).

El patrón de circulación promedio anual en la superficie del mar, donde se localiza Hokchi, para el periodo 2010–2015 (Anexo 23), tiene un patrón muy bien definido, con corrientes que provienen del Canal de Yucatán, desplazándose en dirección este–oeste y que corren paralelas a la línea de costa (Tabla 6.3), lo cual coincide con la dinámica de corrientes reportada por Zavala-Hidalgo et al. (2003). En la zona de Hokchi, las corrientes que están a más de 15 km de la costa comienzan a desplazarse hacia el norte en sentido de las manecillas del reloj (anticiclón) mientras que las corrientes más cercanas a continente siguen su curso paralelo a la línea de costa. Hacia el oeste, aproximadamente a 40 km de Hokchi, se presenta un giro ciclónico que se termina desplazando hacia el noroeste, en las costas de Veracruz. De manera general, las mayores velocidades de corrientes (0.12–0.17 m/s) se registran al este (10–80 km de distancia) de Hokchi y las menores (0.003–0.04 m/s) al oeste (27–75 km de distancia) del mismo, coincidiendo con lo reportado por Martínez-López y Pares-Sierra (1998), quienes indican velocidades de 0.03 m/s hasta 0.18 m/s-1 en el Banco de Campeche y costas de Tabasco.

Tabla 6.3. Velocidades anuales de corrientes marinas en la porción sur del Golfo de México.

Año	V. mínima (m/s)	V. máxima (m/s)
2011	0.04	0.14
2012	0.02	0.17
2013	0.008	0.12
2014	0.009	0.16

2015	0.003	0.17
------	-------	------

El comportamiento de las corrientes marinas en la zona de Hokchi a lo largo del año tiene un comportamiento homogéneo, con pocos cambios a través de los meses (Tabla 6.4, Anexo 24). La dinámica es la misma que se describió para la velocidad geostrofica superficial promedio anual, observándose un movimiento dominante de oeste-este, con corrientes superficiales que corren paralelas a la línea de costa, siendo los meses de febrero, abril, mayo y diciembre los más estables en este aspecto, ya que prácticamente no se presentan giros ciclónicos y/o anticiclónicos. Para el resto de los meses, las corrientes a menos de 15 kilómetros de la costa siguen su trayectoria paralela a ésta, mientras que las más alejadas del continente comienzan a moverse en dirección al norte, generando un giro anticiclónico al noreste del campo Hokchi con velocidades que oscilan de 0.03 a 0.27 m/s, siendo este fenómeno más notable en los meses de enero, marzo, junio, septiembre, octubre y noviembre, mientras que es menos notable en julio y agosto. En los meses de enero, marzo, septiembre y octubre se observa, además, la presencia de un giro ciclónico de las corrientes marinas al oeste-norte del campo Hokchi con velocidades de 0.03 a 0.17 m/s).

Tabla 6.4. Velocidades mensuales de corrientes marinas en la porción sur del Golfo de México.

Mes	V. mínima (m/s)	V. máxima (m/s)
Enero	0.006	0.19
Febrero	0.015	0.46
Marzo	0.002	0.18
Abril	0.05	0.23
Mayo	0.029	0.27
Junio	0.004	0.26
Julio	0.015	0.33
Agosto	0.002	0.27
Septiembre	0.009	0.27
Octubre	0.002	0.25
Noviembre	0.01	0.28
Diciembre	0.02	0.32

Las ubicación de las mayores velocidades de corrientes superficiales cambia a lo largo de los meses del año, localizándose al este de Hokchi en los meses de enero, mayo y agosto; al norte en los periodos de febrero a abril y de septiembre a diciembre); al oeste el junio y al este y norte en julio. En el área Hokchi, la mayor velocidad de corrientes es durante mayo, corriendo en dirección este-oeste y registrando velocidades de 0.22 m/s, mientras que la menor velocidad ocurre en marzo, con dirección este-oeste y velocidades de 0.04 m/s.

6.2.2. Modelo de dispersión de contaminantes.

De acuerdo el Plan de Desarrollo de la Línea Base Ambiental del campo petrolero Hokchi autorizado por la ASEA, personal del Centro de Ciencias de la Atmósfera de la UNAM, elaboró un modelo de dispersión de contaminantes, analizando las condiciones de circulación e hidrológicas basado en el modelo de circulación oceánica HYbrid Coordinate Ocean Model (HYCOM). La simulación que se analizó para este estudio tiene una resolución horizontal de 1/25 de grado, lo cual permite modelar tanto las condiciones de aguas profundas como las observadas en la plataforma continental. Se usó la versión 2.2 de HYCOM, experimento 31.0 (hycom.org), el cual tiene un dominio adecuado los objetivos propuestos. El informe completo se presenta en el anexo 25. El presente estudio se enfoca en el punto localizado en $93^{\circ} 20' 23.6''$ W y $18^{\circ} 38'05.3''$ N, dentro del área Hokchi (Figura 6.12), que está ubicada en el Banco de Campeche, frente a la costa de Tabasco. La profundidad máxima en del punto de referencia es de 25 m.

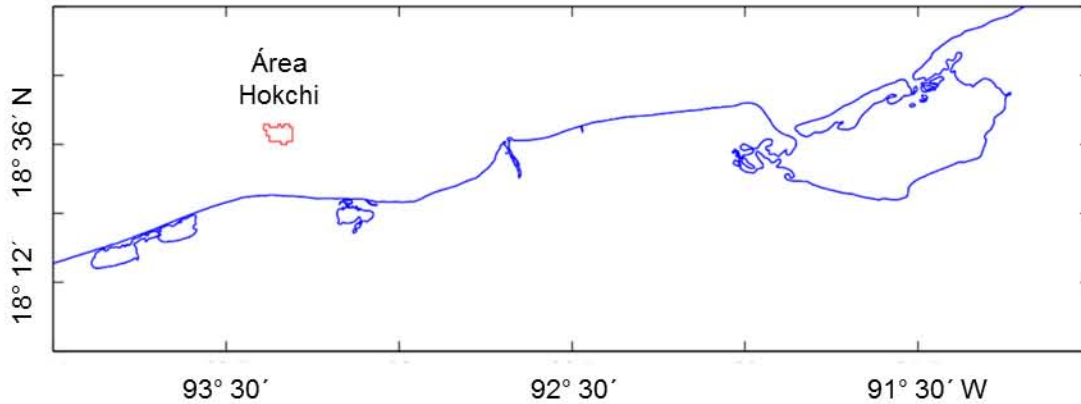


Figura 6.12. Ubicación del área en el Golfo de México (con rojo). La línea de costa está representada por la línea azul.

Los resultados obtenidos con el modelo muestran una buena indicación de la intensidad de las corrientes esperadas, así como de sus causas, de su dirección e intensidad. También indican cuales son los forzamientos causantes de estas corrientes en la región. Un análisis general muestra lo siguiente:

- Las corrientes predominantes son zonales, es decir con dirección este-oeste, en ambas direcciones. Esto es debido a la cercanía con la zona costera, lo cual restringe las corrientes perpendiculares a la costa.
- Las corrientes modeladas muestran que las mayor intensidades son de alrededor de 0.6 m/s; sin embargo, con base en estudios previos, estas pueden estar subestimadas hasta un 50 %, debido a que los forzamientos por viento no son de alta frecuencia.
- El principal forzamiento causante de las corrientes en esta zona es el esfuerzo del viento y en segundo lugar las ondas atrapadas a la costa.
- Los nortes en la zona de estudio no son tan importantes en la generación de corrientes intensas. Esto se debe a que esta zona se encuentra en el extremo sur del Golfo en donde los vientos de norte no son tan intensos

(Osorio-Tai, 2015) y además son perpendiculares a la costa. El factor que afecta principalmente las corrientes en la región es el forzamiento asociado al impacto de los ciclones tropicales y huracanes.

- Debido a que la región es muy somera no hay cizalla importante en las corrientes; es decir, que no se observan situaciones en que las corrientes en superficie tengan una dirección diferente de las corrientes en el fondo en la dirección zonal (este-oeste). En la dirección norte-sur, perpendicular a la costa, sí se observa cizalla, asociada a flujos en superficie hacia la costa (o desde la costa) y flujos en el fondo desde la costa (o hacia la costa). La componente norte sur indica que el transporte de derrames en la superficie puede dirigirse en poco tiempo, hacia la costa, principalmente en otoño-invierno y en verano asociada a la ocurrencia de ciclones tropicales.
- Debido a que las corrientes más importantes son debidas al esfuerzo del viento, estas son generalmente más intensas cerca de la superficie.
- Las simulaciones de escenarios de derrame de petróleo muestran que la región se encuentra afectada por la convergencia de corrientes, provenientes del Este (a lo largo de las costas de Campeche) y del Oeste (a lo largo de las costas de Tabasco), lo que genera un flujo costa afuera. También se observa que, dependiendo de los vientos, en ocasiones el petróleo alcanzaría las costas cercanas a la región de Hokchi, no así a costas alejadas. Esto muestra un comportamiento muy particular de esta región.

6.2.3. Batimetría

Como resultado del levantamiento batimétrico multihaz, realizado con las ecosondas EM300 y EM3002, se elaboraron dos cartas batimétricas (una para los datos obtenidos con cada ecosonda) del lecho marino en el área Hokchi, las

cuales se presentan en el Anexo 2. A continuación se presenta la carta batimétrica correspondiente a la ecosonda EM3002, debido a que ésta es más sensible y se realizaron los ajustes requeridos para eliminar el efecto de la variación de las alturas de la superficie marina (Figura 6.13).

La Figura 6.13 muestra la carta batimétrica obtenida con los registros de la ecosonda EM3002. La resolución espacial de la carta tiene un tamaño de celda de 0.25 m debido a la configuración angular del ecosondeo y la separación entre haces y entre barridos, donde valores de profundidades fuera de rango fueron invalidados.

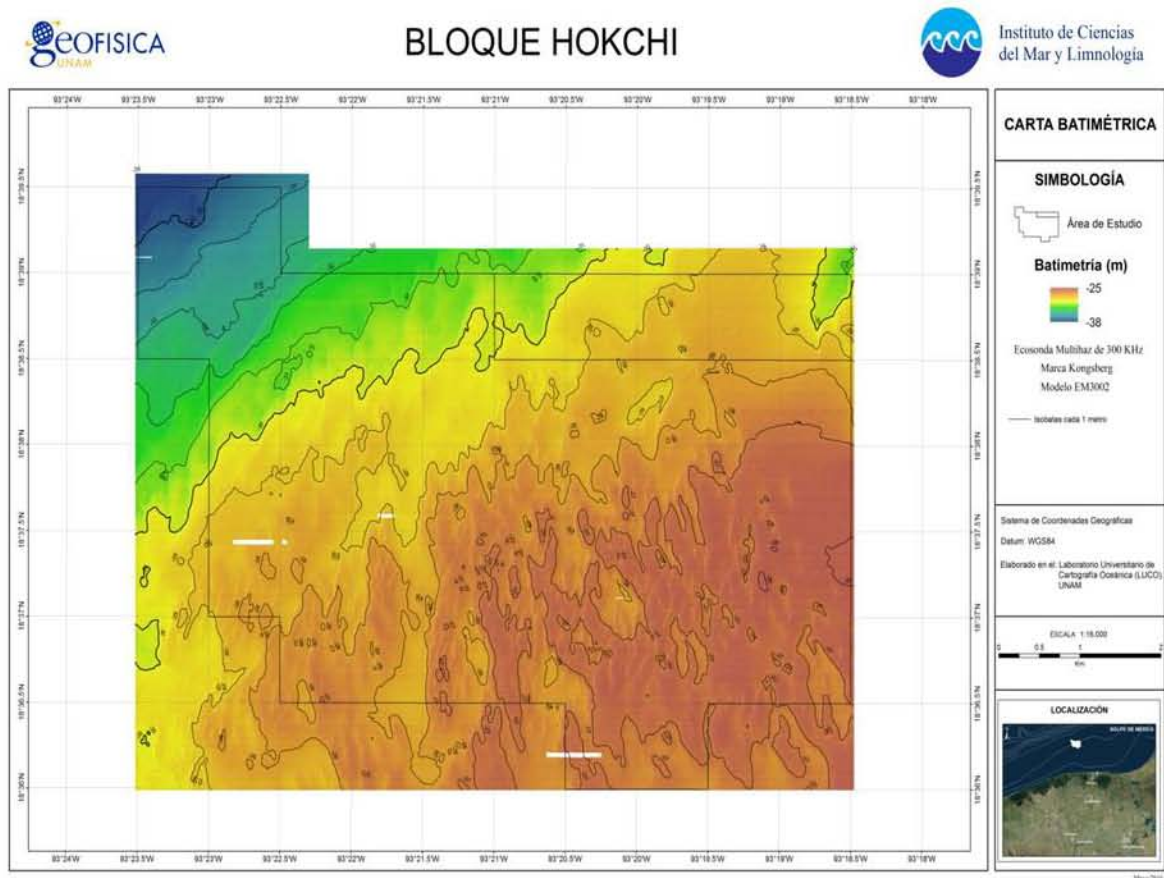


Figura 6.13. Carta batimétrica multihaz con base a los datos del ecosonda EM3002, 300 kHz.

La carta muestra profundidades desde los 23 m hasta los 37 m, siendo el sector SE la parte más somera. La profundidad promedio es entre los 28 m a 30 m. La profundidad aumenta en dirección NW, con una pendiente promedio de 0.14 %. Asimismo, la carta muestra que la pendiente es mayor en el sector NW, aproximadamente de 0.2 %.

Se observa una textura en el relieve batimétrico, formada por ondulaciones con orientaciones Norte – Sur. Estas ondulaciones están asociadas con los bordes de saltos de profundidad. También la carta muestra otra textura en dirección Este – Oeste, que corresponde a la dirección de la adquisición. Esta textura es debida al efecto de la marea, y causa diferencias de relieve de hasta 60 cm entre barridos adyacentes.

6.3. Calidad del agua

6.3.1. Salinidad, temperatura, oxígeno disuelto y fluorescencia

A través del empleo de un CTD, se midieron “in situ” la salinidad, temperatura, oxígeno disuelto y fluorescencia, durante la campaña oceanográfica realizada en febrero de 2016. Los valores para estos cuatro parámetros son homogéneos a lo largo de área Hokchi y en la zona marina adyacente muestreada (Tabla 6.5) y son característicos de zonas marinas para la época de muestreo. La salinidad osciló entre 32.4 Unidades Prácticas de Salinidad (UPS), en la superficie del sitio O2, y 36.2 UPS, en el fondo de la columna de agua en el sitio O1. La temperatura varió desde 22.7 hasta 24.6 °C, ambas en superficie (sitios E1 y O1, respectivamente). Esta diferencia de 1.9 °C puede deberse a la diferencia de horario en que fueron tomados los datos. El sitio E1 fue muestreado a las 6 am, mientras que el sitio O1 a las 3 pm. El oxígeno disuelto varió de 4.0 ml/l, en el fondo del sitio S1, hasta a 5.2 ml/l, en la superficie del sitio O2. En lo que respecta a la fluorescencia, en más del 50% de los sitios de muestreo los valores fueron menores a 0.2 mg/l a lo largo

de la columna de agua, lo que significa que existen poco material suspendido. El sitio S3 alcanzó un valor de 0.8 mg/l.

La obtención de datos de los cuatro parámetros por el CTD, permite elaborar perfiles de los valores observados a lo largo de la columna de agua. Estos perfiles se presentan en el Anexo 26. A manera de ejemplo se muestra el perfil del sitio (Figura 6.14), en el que se puede ver que, a pesar de las oscilaciones pequeñas entre los valores de salinidad, temperatura, oxígeno disuelto y fluorescencia, al incrementar la escala del perfil, se evidencia la presencia de 2 ó 3 masas de agua dependiendo del sitio de muestreo. Una capa superficial hasta una profundidad que varía entre los 5 y 10 m de menor densidad, con una capa de mezcla que alcanzó los 9 a 15 m, seguida de una capa intermedia entre dicha profundidad (9 a 15 m) y, dependiendo del sitio de muestreo, hasta el fondo o entre los 27 y 34 m. En los sitios de muestreo más profundos, se observó una tercera capa más allá de estas últimas profundidades. Los pequeños cambios entre los parámetros son el resultado de la mezcla del agua marina con los aportes de aguas dulces provenientes del continente (ríos Grijalva y Usumacinta, principalmente).

Tabla 6.5: Valores máximos y mínimos en superficie y fondo de parámetros fisicoquímicos obtenidos mediante el CTD.

	Superficie				Fondo			
	Mín	Sitio	Máx	Sitio	Mín	Sitio	Máx	Sitio
Salinidad (UPS)	32.4	O2	34.6	N1	35.0	S3 S4	36.2	O1
Temperatura (°C)	22.7	E1	24.6	O1	23.4	N2 N1 C3 S3	24.5	O1 E1

S4								
O disuelto (ml/l)	4.7	B3	5.2	O2	4.0	S1	4.6	C4
		B4				S2		C3
		E1						O2
		E2						
Fluorescencia (mg/l)	< 0.2	*	0.8	S3	< 0.2	*	0.4	C4
								C3

*Más del 50 % de los sitios presentaron valores de fluorescencia menores a 0.2 mg/l, tanto en la superficie como en el fondo.

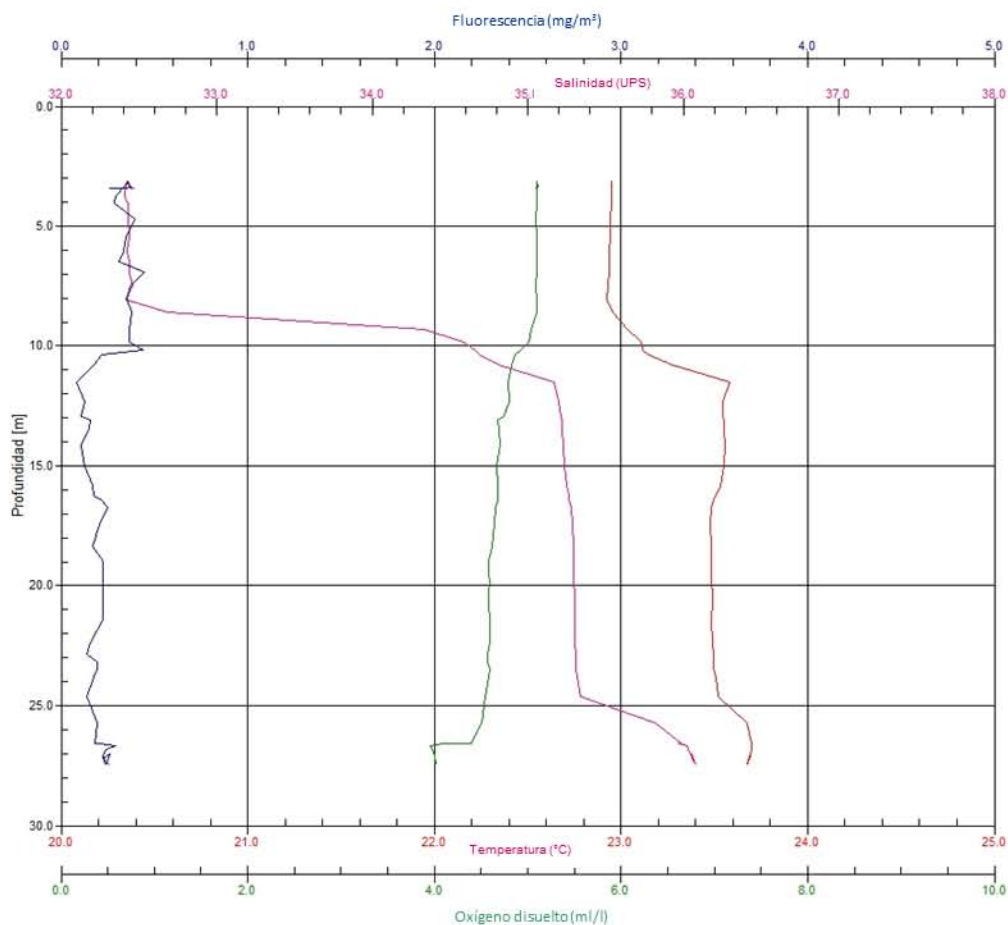


Figura 6.14. Perfil de salinidad, temperatura, oxígeno disuelto y fluorescencia del sitio de muestreo O2.

6.3.2. Potencial de hidrógeno (pH), salinidad, sólidos suspendidos totales (SST) y turbidez

El pH, salinidad, sólidos suspendidos totales y turbidez de las muestras de aguas, tomadas de 3 niveles de la columna de agua en cada sitio de muestreo, se analizaron en el laboratorio acreditado de IDECA S. A. de C. V. El pH osciló entre 8.3 y 8.5, los cuales son valores normales para agua de mar (Tabla 6.6, Anexo 8). Respecto a la salinidad, los valores variaron entre 27.8 y 35.5 UPS, mostrando una diferencia con los valores obtenidos “in situ” mediante el uso de un CTD, que no tuvieron ninguna manipulación de muestras. Los valores menores obtenidos en el laboratorio pueden deberse a la manipulación de las muestras ó en su caso a una dilución del agua de mar por agua dulce proveniente del continente.

Las concentraciones de sales en la superficie siempre fueron menores que las de las muestras de fondo, como se espera debido a su menor densidad. La concentración de sólidos suspendidos totales varió desde el límite de detección del método empleado (5 mg/l) hasta 87 mg/L. No se observa ningún patrón en el comportamiento de este parámetro con respecto a la distancia de la costa. La turbidez osciló entre 0.5 y 6.5 Unidades de Turbidez Nefelométricas (UTN), con los valores mayores en las muestras de fondo, indicando un posible acarreo y/o resuspensión de sedimento fino o material orgánico a nivel de límite agua-sedimento.

Tabla 6.6. Valores máximos y mínimos de parámetros fisicoquímicos en tres niveles de la columna de agua, obtenidos mediante análisis químicos en laboratorio.

		Mínimo	Máximo	Promedio	Desv. Est.
pH	Superficie	8.3	8.5	8.4	0.0
	Media	8.4	8.4	8.4	0.0
	Fondo	8.4	8.4	8.4	0.0
Salinidad (g/l)	Superficie	27.8	35.5	33.3	2.1
	Media	27.9	36.5	34.2	2.5

	Fondo	31.6	37.5	35.3	1.6
SST (mg/l)	Superficie	<5.0	73.0	46.6	15.0
	Media	< 5.0	87.0	49.5	16.8
	Fondo	9.0	66.0	45.4	16.0
Turbidez (UTN)	Superficie	0.6	5.3	1.4	1.2
	Media	0.5	4.6	1.4	1.2
	Fondo	0.7	6.5	1.9	1.8

6.3.3. Clorofilas a, b y c.

El objetivo de este apartado es determinar la condición trófica de la zona de estudio por medio de la determinación de los pigmentos fotosintéticos, clorofila a, b y c. La clorofila a se utiliza como una estimación de la biomasa fitoplanctónica y se encuentra presente en todos los grupos fitoplanctónicos; las clorofilas b y c son pigmentos accesorios presentes en algunos grupos de fitoplancton.

El límite de práctico de cuantificación de clorofila a, b y c, es de 0.54 mg/m^3 . La concentración de clorofila a en la superficie en los sitios de muestreo varió de <0.54 a 1.53 mg/m^3 . La clorofila b normalmente (aproximadamente en el 90 % de los casos) presentó valores menores a 0.54 mg/m^3 ; sin embargo, en el sitio C3 alcanzó una concentración de 1.51 mg/m^3 . La clorofila c siguió el mismo comportamiento, con un máximo de 1.46 mg/m^3 , en el sitio O1 (Tabla 6.7, Anexo 8). En media agua, la clorofila a se presentó entre $<0.54 \text{ mg/m}^3$ y 3.9 mg/m^3 , la clorofila b entre <0.54 y 1.27 mg/m^3 y la clorofila c de <0.54 hasta 1.1 mg/m^3 (Figura 6.20). En tanto que, en el fondo, la concentración de clorofila a se presentó en el intervalo de <0.54 a 1.75 mg/m^3 ; la clorofila b, desde <0.54 hasta 1.18 mg/m^3 ; y la clorofila c de <0.54 a 0.83 mg/m^3 .

Tabla 6.7.- Valores máximos y mínimos de clorofilas a, b y c en tres niveles de la columna de agua, obtenidos mediante análisis químicos en laboratorio.

		Mínimo	Máximo	Promedio*
Clorofila a	Superficie	< 0.54	1.53	0.92
	Media	< 0.54	3.90	1.09
	Fondo	0.58	1.98	1.05

Clorofila b	Superficie	< 0.54	1.51	1.51
	Media	< 0.54	1.27	1.10
	Fondo	< 0.54	1.18	0.88
Clorofila c	Superficie	< 0.54	0.62	0.62
	Media	< 0.54	1.10	0.86
	Fondo	< 0.54	1.46	1.15

*El 63.5 % de todos los valores fueron menores al límite de detección del método, el promedio únicamente considera los valores por arriba de dicho valor.

La productividad se refiere a la producción de materia orgánica realizada por las microalgas a través de la fotosíntesis. En cuanto a la productividad, la totalidad de las concentraciones de clorofila a encontradas en este estudio corresponden, de acuerdo a Tapia y Naranjo (2009), a aguas productivas. El estado trófico de un cuerpo de agua se refiere a un estado dentro del proceso de eutroficación, ya sea natural o antropogénica. Un estado oligotrófico (< 0.25 mg de clorofila a/m³), se caracteriza por su baja biomasa fitoplanctónica, alta transparencia del agua y limitada concentración de nutrientes y sustancias húmicas. Por el contrario, un estado eutrófico (> 1.0 mg de clorofila a/m³) implica una elevada biomasa algal, reducida transparencia del agua, alta carga de nutrientes y baja concentración de sustancias húmicas. Existe un estado intermedio entre los extremos antes mencionados que se define como estado mesotrófico (0.25 – 1.0 mg de clorofila a/m³).

Con respecto al estado trófico de la zona de estudio, usando la clorofila a como indicador, de acuerdo a Gaxiola-Castro et al. (2011) , las concentraciones de clorofila a en la superficie indican que los sitios B3, C3, C4, S4, N2, C2, S1, N1, E2, O1, B4, B5, B2 y E1 corresponden a aguas mesotróficas y los sitios C5, O2, S2 y S3 a aguas eutróficas (Figura 6.15).

Para el nivel de media agua, la concentración de clorofila a de los sitios B3, C4 y C5 corresponden a aguas eutróficas, el resto de los sitios de muestreo corresponden a aguas mesotróficas (Figura 6.15).

Finalmente, aplicando la misma escala y también para la clorofila a, para aguas de fondo los sitios E1, O2, N1, C4, E2, C5, O1, C2 y S4 corresponden a aguas mesotróficas, y los sitios B4, B5, S2, C3, N2, S3, B2, S1 y B3 corresponden a aguas eutróficas (Figura 6.15).

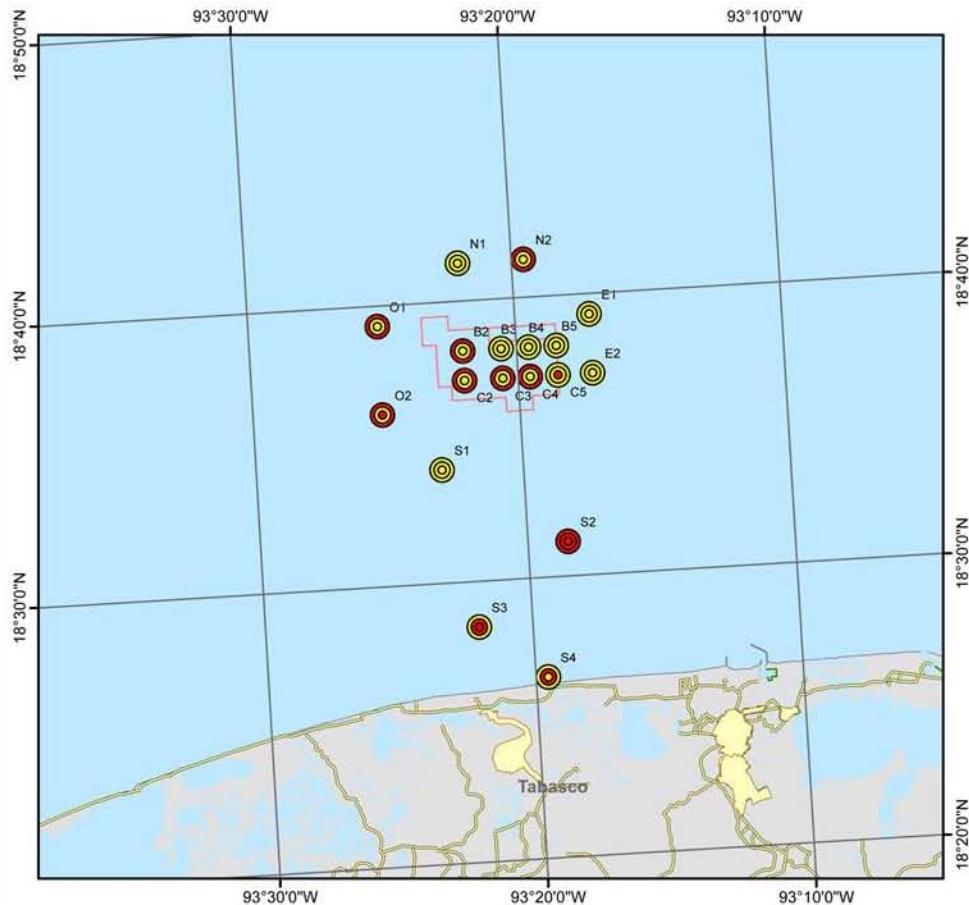


Figura 6.15. Clasificación del estado trófico en los tres niveles muestreados, de acuerdo Lara-Lara et al. (2008), con base en la concentración de clorofila a (mg/m^3): amarillo=mesotrófico, rojo=eutrófico. Círculo externo= muestras de fondo, círculo mediano=medio fondo y círculo interno=superficie.

La mayor concentración de clorofila a se presentó a media agua dentro del área Hokchi, seguido de las concentraciones encontradas en el fondo en un 50% de los sitios muestreados, esta condición se relaciona con la termoclina en esta zona donde la luz penetra en toda la columna de agua (Signoret et al., 2006).

La zona oceánica del Golfo de México se reconoce como oligotrófica (Lara-Lara et al., 2008); sin embargo, las zonas someras cercanas a la costa del Estado de Tabasco, debido al aporte de agua dulce de los sistemas fluviales, principalmente del sistema Grijalva-Usumacinta, pertenecen a una zona de alta productividad primaria (Yañez-Arancibia et al., 2007; Zetina-Rejón et al., 2015), lo cual es corroborado por los resultados del presente estudio, en el que se clasificó a la zona de estudio de acuerdo a la concentración de clorofila a como predominantemente productiva y un estado mesotrófico (0.20 - 0.50 mg de clorofila a/m³). Esta condición trófica es corroborada por Manzano-Sarabia et al. (2008), quienes afirman que durante la mayor parte del año la plataforma continental de Tabasco es mesotrófica y que en el otoño-invierno las condiciones son eutróficas, alcanzándose una concentración de clorofila a de 1.66 mg/m³.

Las concentraciones más altas de clorofila b fueron en el sitio C3 en la superficie, N1 y C4 en media agua y S4 en el fondo, e indican la posible presencia de clorofitas; sin embargo, en el análisis de fitoplancton en esos sitios no se encontraron este tipo de organismos, solo diatomeas centrales, pennadas y dinoflagelados. La presencia de este pigmento también se puede deber a la presencia de pigmentos de plantas terrestres aportados por las descargas fluviales.

En los sitios B5 (superficie), B4 (media agua) y S1 (fondo), se encontraron concentraciones detectables de clorofila c. Este pigmento se encuentra principalmente en diatomeas y dinoflagelados. El análisis de fitoplancton indica que estos grupos son los que dominan la comunidad fitoplanctónica.

6.3.4. Hidrocarburos

Se determinaron las concentraciones de hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAP's). monoaromáticos (BTEX) y totales de petróleo (HTP) por el laboratorio

acreditado IDECA S.A de C. V. En el caso de los dos primeros grupos, todas las concentraciones fueron menores a los límite de detección de los métodos empleados (Tabla 6.8, Anexo 8), los cuales a su vez son menores que el nivel mínimo de efecto deseable (LOEL, por sus siglas en inglés), sugerido por Buchman (2008).

Tabla 6.8. Concentración de hidrocarburos en agua. En todos los sitios se presentaron valores por debajo de los límites de detección de los métodos usados.

	Concentración ($\mu\text{g/l}$)	LOEL ¹	
		Aguda ²	Crónica ²
Hidrocarburos Monoaromáticos (BTEX)			
Benceno	< 0.040	5100	110
Tolueno	< 0.045	630	215
Etilbenceno	< 0.038	430	25
Xileno (tres isómeros)	< 0.039		
Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos (HAP's)			
Naftaleno	< 0.160	2350	14
Acenaftileno	< 0.050	300	
Acenafteno	< 0.050	970	40
Fluoreno	< 0.060	300	
Fenantreno	< 0.052	77	46
Antraceno	< 0.066	300	
Fluoranteno	< 0.060	40	11
Pireno	< 0.052	300	
Benzo (a) antraceneo	< 0.097	300	
Criseno	< 0.068	300	
Benzo (b) fluoranteno	< 0.080	300	
Benzo (k) fluoranteno	< 0.750	300	
Benzo (a) pireno	< 0.123	300	
Indeno (1,2,3-cd) pireno	< 0.092	300	
Dibenzo (a,h) antraceno	< 0.004	300	
Benzo (g,h,i) perileno	< 0.108	300	

¹Nivel mínimo de efecto observable; ²Exposición

Respecto a los hidrocarburos totales del petróleo, las concentraciones oscilaron entre 0.013 y 0.45 mg/l (Tabla 6.9). En las tablas de referencia rápida de la

National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA) no se sugieren valores de referencia respecto a efectos tóxicos (Buchman 2008).

Tabla 6.9. Valores máximos y mínimos de hidrocarburos totales del petróleo en tres niveles de la columna de agua (mg/l).

	Mínimo	Máximo	Promedio	Desv. est.
Superficie	0.013	0.045	0.027	0.010
Media	0.014	0.055	0.030	0.010
Fondo	0.014	0.045	0.029	0.011

6.3.5. Nutrientes

El fósforo (P) se presenta en las aguas costeras en forma disuelta y particulada, y como una fracción orgánica e inorgánica. En las aguas superficiales marinas la concentración de fosfatos es generalmente muy baja (<0.031 mg de P/l), primordialmente debido a la captura de fosfato por productores primarios.

En este trabajo, la concentración de fosfatos total varió desde 0.011 a 0.081 mg/l, con un promedio de 0.0337 y una desviación estándar de 0.013 mg/L (Tabla 6.10). No se aprecia ninguna tendencia respecto a la latitud (Figura 6.16) o longitud (Figura 6.17). Los niveles promedios de fósforo en las diferentes capas muestreadas no presenta diferencias significativas. Aunque las normas de calidad de agua no han establecido un límite definitivo, se considera que valores por debajo a 0.002 mg/L son valores seguros para la protección de la vida acuática en ambientes costeros y marinos (CECA, 1989). Basado en estos resultados, los niveles de concentración de fosfatos de este estudio fueron entre 5.5 y 40 veces mayores a este valor de referencia.

Tabla 6.10. Valores máximos y mínimos de nutrientes en tres niveles de la columna de agua (mg/l).

		Mínimo	Máximo	Promedio	Desv. Est.
Fosfatos	Superficie	0.03	0.08	0.04	0.02

	Media	0.01	0.05	0.03	0.01
	Fondo	0.01	0.08	0.03	0.01
N-Nitratos	Superficie	0.07	0.26	0.11	0.05
	Media	0.07	0.18	0.11	0.03
	Fondo	0.07	0.29	0.13	0.07
N-Nitritos	Superficie	0.01	0.06	0.04	0.02
	Media	0.01	0.06	0.04	0.01
	Fondo	0.03	0.07	0.05	0.01
Amonio	Superficie	0.01	0.22	0.11	0.07
	Media	0.01	0.30	0.12	0.09
	Fondo	0.01	0.33	0.13	0.09

El nitrógeno puede estar presente en las aguas costeras en forma de especies orgánicas e inorgánicas, y en forma disuelta o particulada. La suma de todas estas especies conforma al nitrógeno total (NT). El N inorgánico disuelto (NID) se encuentra como especie oxidada: como nitratos (NO_2^-) y nitritos (NO_3^-) y especies reducidas: amonio (NH_4^+), amoniaco (NH_3) y gas nitrógeno (N_2). Las formas inorgánicas del N (nitratos, nitritos y amonio) son utilizadas por los productores primarios para formar aminoácidos de las proteínas que finalmente se incorporan a la cadena trófica.

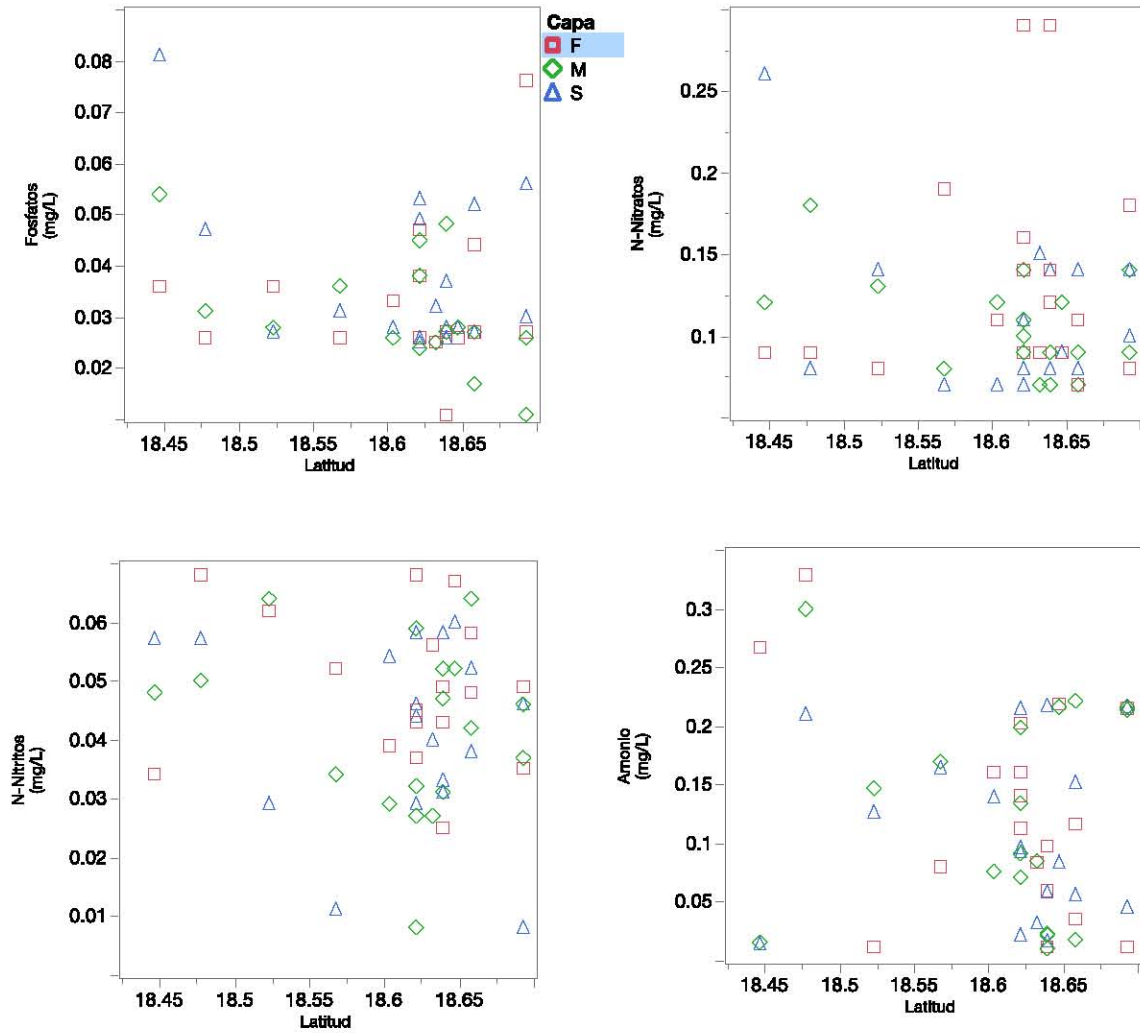


Figura 6.16. Variación de los niveles de concentración de nutrientes en función de la latitud. Símbolos representan nivel de profundidad de colecta (cuadro rojo Fondo, rombo verde Media agua, triangulo azul Superficie).

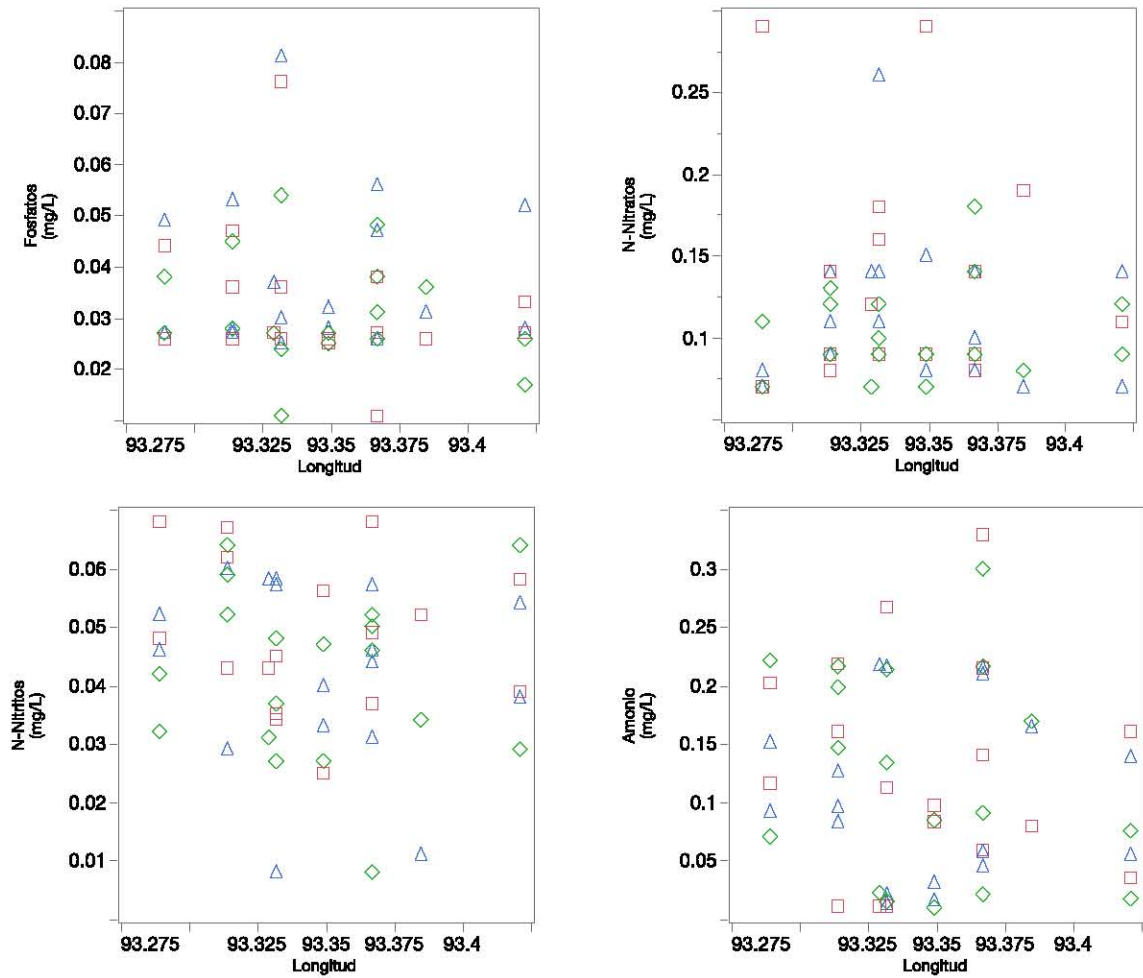


Figura 6.17. Variación de los niveles de concentración de nutrientes en función de la longitud. Símbolos representan nivel de profundidad de colecta (cuadro rojo Fondo, rombo verde Media agua, triangulo azul Superficie).

Generalmente, el N inorgánico se encuentra en bajas cantidades en las aguas costeras y es considerado el nutriente limitante para la producción primaria. Esto significa que con la luz solar adecuada, el N regula la velocidad de crecimiento y cantidad de biomasa de los productores primarios. Si se incrementa el suministro de N, entonces los productores primarios (plantas, microalgas, macroalgas) utilizarán este elemento y crecerán más rápidamente.

En este trabajo, los niveles de concentración de nitratos promediaron 0.118 y tuvieron una desviación estándar de 0.05 mg/L, desde 0.07 a 0.29 mg/l (Tabla

6.10). No se aprecia ninguna tendencia respecto a la latitud (Figura 6.16) o longitud (Figura 6.17). Los niveles promedios de nitratos en las diferentes capas muestreadas no presentan diferencias significativas. Basado en las guías de los Criterios Ecológicos de Calidad del Agua CE-CCA-001/89, se considera que valores por debajo a 0.04 mg/L de nitratos son valores seguros para la protección de la vida acuática en ambientes costeros y marinos (CECA, 1989). Basado en estos resultados, todos los niveles de concentración de nitratos de este estudio fueron entre 1.7 a 7.3 veces mayores a este valor de referencia.

Los niveles de concentración de nitritos promediaron 0.044 con una desviación estándar de 0.015 mg/l, desde 0.008 a 0.068 mg/L (Tabla 6.10). No se aprecia ninguna tendencia respecto a la latitud (Figura 6.16) o longitud (Figura 6.17). Los niveles promedios de nitritos en las diferentes capas muestreadas no presentan diferencias significativas. Basado en las guías de los Criterios Ecológicos de Calidad del Agua CE-CCA-001/89, se considera que valores por debajo a 0.02 mg/L de nitritos son valores seguros para la protección de la vida acuática en ambientes costeros y marinos (CECA, 1989). Basado en estos resultados, los niveles de concentración de nitritos de este estudio promedian 2.2 veces (0.5 a 3.4) mayores al valor de referencia. Los nitritos en agua costeras suele interpretarse como indicativo de contaminación de origen agrícola y/o urbano.

Los niveles de concentración de amonio promediaron 0.12 con una desviación estándar de 0.084 mg/l, desde 0.01 a 0.328 mg/l (Tabla 6.10). De acuerdo con la Figura 6.16, se observa una cierta tendencia a disminuir en las concentraciones de amonio con respecto a la latitud (distancia a la costa), lo cual pudiera estar indicando la fuente de aporte continental. No se aprecia ninguna tendencia respecto a la longitud (Figura 6.17). Los niveles promedios de amonio en las diferentes capas muestreadas no presentan diferencias significativas. Basado en las guías de los Criterios Ecológicos de Calidad del Agua CE-CCA-001/89, se considera que valores por debajo a 0.01 mg/L de amonio son valores seguros para la protección de la vida acuática en ambientes costeros y marinos (CECA, 1989).

Basado en estos resultados, los niveles de concentración de amonio de este estudio promedian 12 veces (1 a 33) mayores al valor de referencia. El amonio es nitrógeno procedente de la descomposición de materia orgánica, excreción producida por organismos, y/o desechos fecales de origen humano. Junto con el nitrógeno, el fosforo es considerado el macronutriente limitante para el crecimiento del fitoplancton.

Basado en la suma de las tres formas de nitrógeno inorgánico (nitratos + nitritos + amonio) es posible clasificar los ambientes costeros como con una contaminación Alta (> 1 mg/L), Media (> 0.1 , < 1 mg/L) y Baja (< 0.1 mg/L). En la zona de estudio estos valores promedian 0.28, variando desde 0.124 a 0.56 mg/L, por lo que presentan una contaminación media por nitrógeno. La NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration) utiliza como criterio de un valor alto de nutrientes para la eutrofización costera una concentración de nitrógeno disuelto total (NDT) > 1.0 mg/L (Buchman 2008). Sin embargo, en este estudio no se realizó la determinación de nitrógeno orgánico disuelto por lo que no se puede calcular el NDT. En la Figura 6.18 se presenta un resumen de los cocientes de enriquecimiento para cada nutriente (nivel de concentración del nutriente/valor guía según el Acuerdo por el que se establecen los Criterios Ecológicos de Calidad del Aguas (CECA, 1989). Prácticamente todos los analitos, en todas las muestras, sobrepasaron la unidad, pero en particular el amonio y fosfato están muy por encima de sus valores guía.

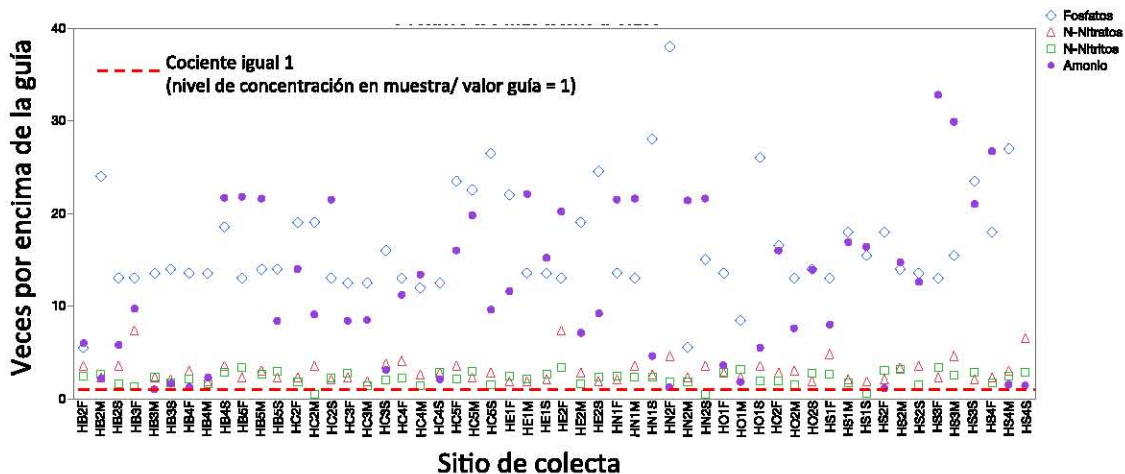


Figura 6.18. Relación entre nivel de concentración del nutriente/valor guía según Acuerdo por el que se establecen los Criterios Ecológicos de Calidad del Aguas (CECA, 1989). Valor >1 indica que la concentración de nutrientes está por encima del valor guía.

6.3.6. Metales

Se cuantificaron las concentraciones de Ba, Cd, Cu, Cr, Co, Sn, Fe, Hg, Ni, Pb, Si, Zn y V en muestras de agua de superficie, medio fondo y fondo en el laboratorio acreditado IDECA S.A. de C.V. Los resultados se muestran en el Anexo 8 y la tabla 6.11. Las concentraciones de Ba, Cd y Cr en los diferentes niveles de la columna de agua fueron menores a los sugeridos por Buchman (2008) como límites máximos para evitar daños a la biota por una exposición crónica a estos elementos.

Tabla 6.11. Valores máximos y mínimos de metales en tres niveles de la columna de (mg/l).

		Mínimo	Máximo	Promedio	Desv. Est.	Aguda	Crónica
Bario	Superficie	0.01	0.01	0.01	0.00	1.00	0.20
	Media	< 0.08	0.03	0.03			
	Fondo	< 0.08	0.01	0.01	0.00		
Cadmio	Superficie	< 0.003	< 0.003			0.0400	0.0088
	Media	< 0.003	< 0.003				
	Fondo	< 0.003	< 0.003				

Cobre	Superficie	0.08	0.09	0.08	0.00	0.0048	0.0031
	Media	0.08	0.09	0.08	0.00		
	Fondo	0.07	0.10	0.09	0.01		
Cromo	Superficie	0.01	0.01	0.01	0.00	1.10	0.05
	Media	< 0.005	0.02	0.02		Como Cr (VI)	
	Fondo	< 0.005	< 0.005				
Cobalto	Superficie	< 0.02	< 0.02				0.001
	Media	< 0.02	< 0.02				
	Fondo	< 0.02	< 0.02				
Estaño	Superficie	< 0.05	1.10	0.61	0.30		
	Media	< 0.05	0.94	0.62	0.24		
	Fondo	< 0.05	1.08	0.67	0.25		
Fierro	Superficie	< 0.007	0.05	0.04	0.01	0.300	0.050
	Media	< 0.007	0.05	0.04	0.02		
	Fondo	< 0.007	0.10	0.05	0.02		
Mercurio	Superficie	0.0002	0.0010	0.00	0.00	0.00180	0.00094
	Media	< 0.0002	0.0012	0.00	0.00		
	Fondo	0.0002	0.0009	0.00	0.00		
Níquel	Superficie	< 0.03	< 0.03			0.07400	0.00820
	Media	< 0.03	< 0.03				
	Fondo	< 0.03	< 0.03				
Plomo	Superficie	< 0.01	< 0.01			0.21000	0.00810
	Media	< 0.01	< 0.01				
	Fondo	< 0.01	< 0.01				
Silicatos	Superficie	4.96	25.90	10.05	5.13		
	Media	1.72	26.84	9.60	6.17		
	Fondo	1.83	33.86	10.43	8.57		
Zinc	Superficie	< 0.001	0.14	0.13	0.00	0.09000	0.08100
	Media	< 0.001	0.13	0.07	0.09		
	Fondo	< 0.001	0.13	0.13			
Vanadio	Superficie	< 0.2	< 0.2				0.05000
	Media	< 0.2	< 0.2				
	Fondo	< 0.2	< 0.2				

En el caso de Co, Ni, Pb y V, las concentraciones fueron menores al límite de detección del método utilizado, las cuales fueron ligeramente mayores a lo estipulado como valores de referencia para evitar daños a la biota por exposición crónica y, específicamente para Ni y Pb menores al valor considerado como dañino si hubiese una exposición aguda.

Las concentraciones de Fe y Hg oscilaron entre el límite de detección del método (0.007 para Fe y 0.0002 mg/l) y 0.10 y 0.0012 mg/l, respectivamente. Las concentraciones de estos metales en el agua normalmente fueron menores al valor guía sugerido como límite para evitar daños tóxicos durante una exposición crónica; sin embargo, los sitios S4 (superficie), C2 (medio fondo), S3, S1 B5 y B3 (fondo) presentaron valores de Fe mayores al límite máximo para evitar daños a la biota durante una exposición aguda. Asimismo, los sitios B4 (superficie) y N1 (media) mostraron el mismo comportamiento para las concentraciones de Hg.

En general, las concentraciones de Zn fueron menores al valor guía para evitar daños por exposición crónica; sin embargo, los sitios S4, en sus tres niveles, y S3, en la superficie, presentaron valores que sobrepasan el nivel considerado como límite para evitar efectos tóxicos por una exposición aguda. Las concentraciones de Cu oscilaron entre 0.07 y 0.10 mg/l y en todos los casos fueron mayores al valor considerado como dañino para organismos expuestos de forma aguda a este elemento.

6.4. Calidad del sedimento

6.4.1. Materia orgánica (MO), carbono orgánico total (COT) y potencial de óxido reducción (REDOX)

El contenido de materia y carbono orgánicos oscilaron entre 0.32 y 2.82 %, y 0.18 y 1.64 %, respectivamente (Tabla 6.12, Anexo 8). Aunque no se observa un patrón geográfico definido en estas concentraciones, los valores más altos de estos parámetros se presentaron en el sitio de muestreo S1, el cual es uno de los sitios más costeros, ubicados al sur del área Hokchi (aproximadamente 12 km de la costa). En general, los valores presentados son típicos de ambientes costeros, que reflejan el aporte de material continental, en este caso del sistema fluvial Grijalva-Usumacinta.

Tabla 6.12. Valores máximos, mínimos, promedio y desviación estándar de parámetros fisicoquímicos en sedimentos.

	Mínimo	Máximo	Promedio	Desv. est.
Materia Orgánica (%)	0.32	2.82	1.23	0.48
Carbono Orgánico Total (%)	0.18	1.64	0.71	0.28
Potencial REDOX (mV)	59	186	162	30

De igual manera, se observa un mínimo del potencial REDOX (59 mV) en el sitio S4, que es el más cercano al continente (aproximadamente 2 km). Este valor reducido es característico de zonas una oxidación de material orgánico significativa y posiblemente se asocia al aporte de dicho material por los ríos.

6.4.2. Hidrocarburos

Se cuantificaron las concentraciones de hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAP's) y de hidrocarburos totales del petróleo (HTP) en sedimentos del área Hokchi. En todos los casos, las concentraciones fueron menores a los límites de detección de los métodos empleados (0.1026 y 0.3318, respectivamente) (Tabla 6.13, Anexo 8). Los valores observados de benzo(a)pireno y benzo(b)fluoranteno son menores al valor umbral de efectos tóxicos (TEL, por sus siglas en inglés); esto quiere decir que no existe ningún riesgo potencial sobre la biota que habita estos sedimentos, de acuerdo a Buchman (2008).

Respecto a las concentraciones de dibenzoi(a,h)antraceno, benzo(a)antraceno, benzo(k)fluoranteno y indeno(1,2,3-cd)pireno, que estuvieron por debajo del límite de detección, son menores al nivel probable de efecto (PEL, por sus siglas en inglés); es decir que no existe una probabilidad alta de efecto tóxico; sin embargo, no se pueda saber si son menores al TEL, por lo que no se puede asegurar que no hay efectos tóxicos potenciales.

Tabla 6.13. Concentración de hidrocarburos en sedimentos.

	Concentración	TEL / T ₂₀	PEL / T ₅₀
--	---------------	-----------------------	-----------------------

Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos (HAP's)			
Benzo (a) pireno	<0.1026	0.08880	0.73600
Dibenzo (a,h) antraceno	<0.1026	0.00622	0.11300
Benzo (a) antraceno	<0.1026	0.07480	0.69300
Benzo (b) fluoranteno	<0.1026	1.30000	
Benzo (k) fluoranteno	<0.1026	0.07000	0.53700
Indeno (1,2,3-cd) pireno	<0.1026	0.06800	0.48800
Hidrocarburos totales del petróleo			
Fracción Media (Diesel)	<0.3318		

6.4.3. Metales:

Las concentraciones de Ba, Co, Cd, Cu, Cr, Sn, Fe, Mn, Hg, Mo, Ni, Ag, Pb, Se, V y Zn en sedimento del área de estudio fueron cuantificadas por el laboratorio acreditado IDECA S. A. de C. V. Todas las concentraciones de Ba, Cd, Cu, Cr, Ni, Ag, Pb, V y Zn fueron menores a los límites de detección de los métodos utilizados. En el caso de Co, Fe, Mn, Se y Zn estos valores son menores a lo reportado como valores base naturales para sedimentos marinos (Buchman 2008). Las concentraciones de Sn y Hg oscilaron entre 18.59 y 56.31 mg/kg, y <0.0243 (límite de detección) y 0.9771 mg/kg, respectivamente, Estas concentraciones, junto con las obtenidas para Cr, fueron menores al valor umbral de efectos tóxicos (TEL), excepto para los sitios S4 y B4, que mostraron valores entre el TEL y PEL para Hg; y C5 con un valor intermedio de Sn. Únicamente, el sitio S3 presentó un valor por encima del nivel probable de efecto tóxico (PEL) para Hg.

Tabla 6.14. Valores máximos, mínimos, promedio y desviación estándar de metales en sedimento. Unidades en mg/kg.

	Máximo	Mínimo	Promedio	Desv. Est.	Bckgrd ¹	TEL ¹	PEL ¹
Bario	<199.101	<199.101			0.7	130	
Cobalto	10	2.19	5.011	1.572	10		
Cadmio	<9.9551	<9.9551			0.1-0.3	0.68	4.21
Cobre	<24.887	<24.887			10-25	18.7	108
Cromo	<19.9101	<19.9101			7-13	52.3	160
Estaño	56.31	18.59	33.112	12.977	5	48	
Fierro	208.8	36.76	95.704	43.437	9900-18000		

Manganeso	245.92	77.19	171.3661	47.511	400		
Mercurio	0.9771	<0.0243	0.283	0.328	0.004-0.051	0.13	0.7
Molibdeno	6.51	0.87	2.849	1.376			
Níquel	<24.8877	<24.8877			9.9	15.9	42.8
Plata	<19.9101	<19.9101			< 0.5	0.73	1.77
Plomo	<99.5507	<99.5507			4-17	30.24	112
Selenio	0.27	0.03	0.141	0.053	0.29		
Vanadio	<497.753	<497.753			50		
Zinc	<24.887	<24.887			7-38	124	271

¹ Background (Bckgrd), Threshold Effect Level (TEL) y Probable Effect Level (PEL) tomados de Buchman (2008).

Dado que las concentraciones de Ba, Cu, Ni, Pb y V son menores a los límites de detección correspondientes, se puede mencionar que estos valores son mayores al TEL, pero no se puede indicar si también son mayores que el PEL (nivel por encima del cual, es muy probable que exista efecto tóxico).

Por otra parte, los valores límite de detección de Cd y Ag son mayores que el PEL, pero no se puede inferir si la concentración real en el sedimento es mayor o menor que el TEL o PEL.

6.4.4. Granulometría y textura de sedimentos

En la tabla 6.15 se muestran los resultados del análisis de tamaño de partícula de los sedimentos muestreados en el área Hokchi y su vecindad. Como se puede observar el tamaño predominante es menor a 0.05 mm, que corresponden a limos y arcillas, cuyo valor varió entre 46.4 y 73.2%, con un promedio de 59.4 y una desviación estándar de 6.3 %. El segundo componente en importancia porcentual es el intervalo que define a las arenas muy finas (0.05 a 0.1 mm), con un promedio de 20.5 y desviación estándar de 2.8. Con base en lo anterior, se concluye que el sedimento en la zona de estudio tiene una textura limo arenosa. Esto es importante, por su implicación en términos de adsorción de contaminantes en la fracción fina (limos y arcillas) ya que en general, los valores de metales e

hidrocarburos no muestran enriquecimientos en ningún sitio ni tampoco se observó ningún patrón que asocie sus concentraciones con la textura sedimentaria. Los sedimentos tienen un carácter continental, posiblemente debido al aporte fluvial en la zona.

Tabla 6.15. Valores máximos, mínimos, promedio y desviación estándar del tamaño del sedimento.

	Mínimo	Máximo	Promedio	Desv. Est.
Arena muy gruesa (2-1mm)	0.9	2.3	1.3	0.5
Arena gruesa (1,0-0,5mm)	1.6	5.1	2.6	0.9
Arena media (0,5-0,25mm)	2.6	9.6	5.1	2.0
Arena fina (0,25-0,10mm)	5.1	16.9	11.1	2.8
Arena muy fina (,10-,05mm)	15.2	24.8	20.5	2.8
Limo y arcilla (<0,05mm)	46.4	73.2	59.4	6.3

6.5. Biota

6.5.1. Fitoplancton

La composición del fitoplancton en la porción mexicana del Golfo de México ha sido estudiada por ambientes, tanto marinos como en lagunas costeras (Margalef, 1975), por grupos (Licea et al., 2004; Hernández-Becerril et al., 2008; Krayesky et al. 2009; Licea et al., 2011; Parra-Toriz et al. 2011), por géneros (Okolodkov, 2010; Parsons et al., 2012) y especies (Okolodkov, 2008; Aké-Castillo et al., 1995). Se han hecho estudios sobre florecimientos algales nocivos formados por el dinoflagelado *Karenia brevis* cuya toxina afecta directamente a los peces (Borbolla-Sala et al., 2006; Merino-Virgilio et al., 2012) y en bancos ostrícolas (Poot-Delgado et al., 2015).

En el estado de Tabasco se han realizado estudios de fitoplancton en las lagunas El Balsón y Las Ilusiones (CONABIO). Se tienen registros de florecimientos

algales en la Laguna del Carmen con la presencia de *Ceratium furca* y de mortandad de peces en la Barra de Tupilco (Osorio-Sánchez y López-Pérez et al., 2009).

Terán-Suárez et al. (2006) reportan los resultados de análisis de fitoplancton del complejo lagunar Carmen-Pajonal y de la laguna de Mecoacán, identificando 15 especies de dinoflagelados y una de diatomeas. Entre las especies más abundantes identificadas en este estudio están *Pyrodinium bahamense*, *Ceratium furca* y *Gambierdiscus toxicus*. Otra especie formadora de florecimientos algales nocivos es el dinoflagelado productor de toxinas *Karenia brevis*. (Terán y Suárez et al., 2006). Borbolla-Sala et al. (2006) presentan los resultados de análisis de fitoplancton y de brevetoxina de un florecimiento de *Karenia brevis* en las aguas litorales de Tabasco en 2005 y Merino-Virgilio et al. (2012) reportan un evento de especies del género *Karenia* en 2010 en las costas de Veracruz.

Los resultados de la campaña oceanográfica llevada a cabo en febrero de 2016, muestran que el grupo más abundante, considerando todos los sitios de colecta fueron las diatomeas centrales (73 %), seguidas de las diatomeas pennadas (21 %) y de los dinoflagelados tecados (6 %) (Figura 6.19). Esta alta predominancia de diatomeas fue observada en dos estudios de lagunas costeras de Tabasco (Santoyo y Signoret, 1981; De la Lanza y Gómez, 1999). Se encontraron 27 géneros pertenecientes a todos los grupos de fitoplancton mencionados, los géneros con mayor abundancia relativa (%) fueron las diatomeas centrales *Guinardia*, *Thalassionema*, *Skeletonema* y *Lauderia*, y el dinoflagelado tecado *Tripos* (=Neoceratium=Ceratium) (Figura 6.20). Este comportamiento ha sido reportado en estudios en lagunas costeras adyacentes a la zona de estudio (De la Lanza y Gómez, 1999).

Abundancia relativa por grupo

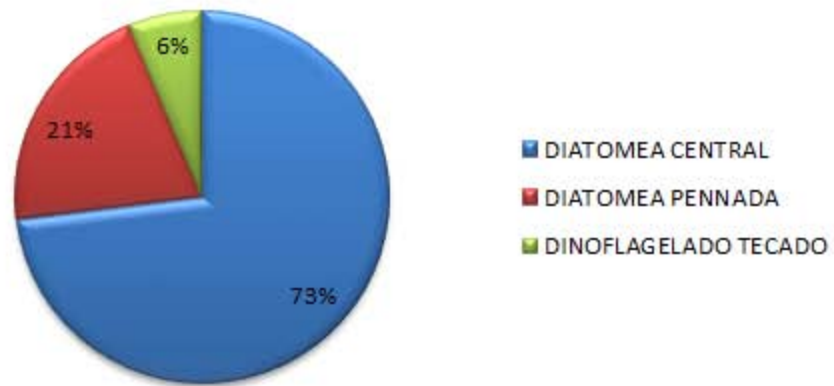


Figura 6.19. Abundancia relativa por grupo en la zona de estudio

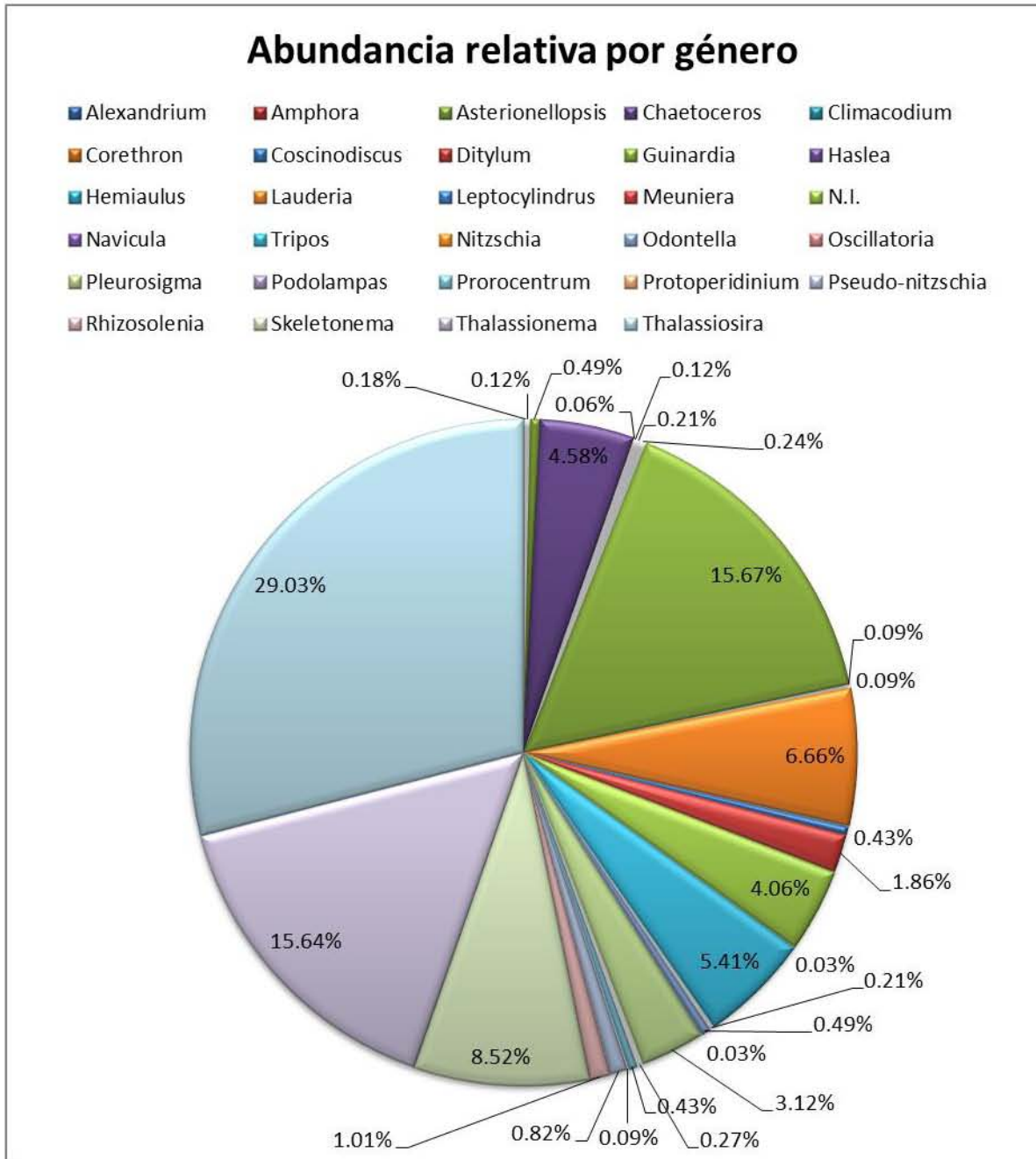


Figura 6.20. Abundancia relativa por género en los sitios de muestreo.

Por otro lado, los sitios de mayor abundancia total ($\text{cél}/\text{m}^3$) fueron los sitios más próximos a la costa (S3 y S4), los de abundancia intermedia fueron los sitios dentro del polígono más próximos a la costa (C1, C3, C5, B2, S2, S1) además de los sitios E2 y N2, abundancia moderada se encontró en los sitios dentro del polígono, más alejados de la costa y en los sitios adyacentes al polígono (B3, B4,

B5, C2, N1, O1 y O2), y, por último, el sitio con escasa abundancia fue E1 (Figura 6.21). Este gradiente en cuanto a abundancia total con respecto a la costa se explica porque se trata de un área adyacente a la región de bosque tropical, con alta descarga de nutrientes y sedimentos asociada al sistema Grijalva-Usumacinta (Yáñez-Arancibia y Day, 2004).

Si se considera la abundancia total en células/L, se tiene un intervalo de 500-5,000 células/L (abarca las categorías de escaso a muy abundante), con un promedio de 1,658 células/L, lo cual se considera abundante para aguas marinas (Tapia y Naranjo, 2009). Con respecto a la abundancia encontrada en sistemas lagunares de la zona de estudio, la abundancia es baja, característica de la época de secas y de ambientes oligotróficos (De la Lanza y Gómez-Aguirre, 2008 y Lara-Lara et al., 2008).

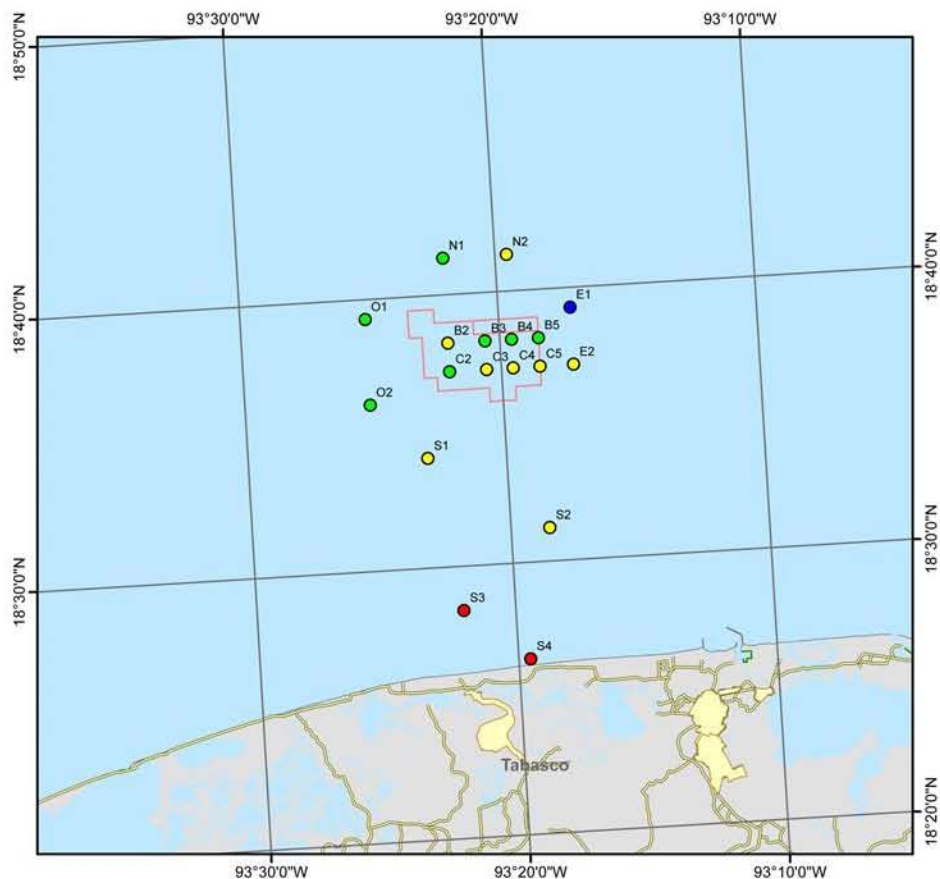


Figura 6.21. Abundancia total de fitoplancton de red estimado para los sitios de colecta ($\times 10^6$ cel/m³), azul=escaso, verde=moderado, amarillo= abundante y rojo=muy abundante de acuerdo a Tapia y Naranjo (2009).

Realizando el análisis por sitios de colecta, en los sitios S1-S4, las diatomeas centrales presentaron la mayor abundancia relativa con el 67-85%, seguida por las diatomeas pennadas con una abundancia relativa del 3-28%. El tercer grupo con mayor abundancia relativa fue el de los dinoflagelados tecados con el 2-24% (Figura 6.22).

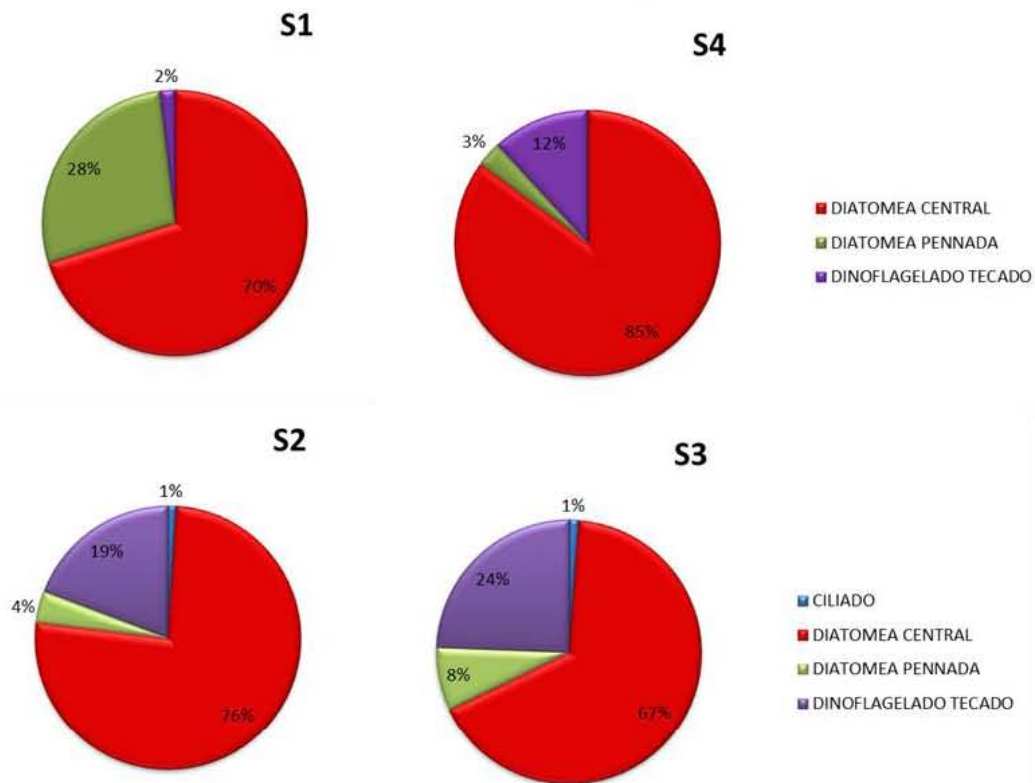


Figura 6.22. Abundancia relativa por grupo en los sitios S1-S4

En los sitios O1 y O2 las diatomeas centrales presentaron la mayor abundancia relativa del 83-86% y las diatomeas pennadas del 10-14%, el tercer grupo en

importancia fueron los dinoflagelados tecados con una abundancia relativa del 3 al 4% (Figura 6.22)

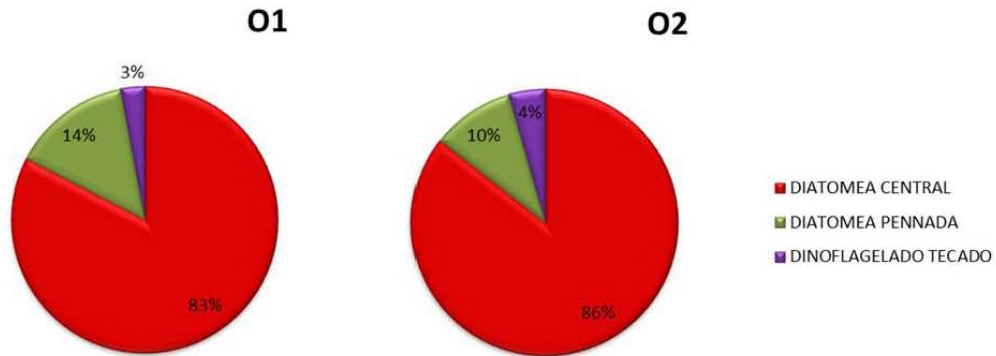


Figura 6.22. Abundancia relativa por grupo en los sitios O1 y O2.

En los sitios N1 y N2 la abundancia relativa de las diatomeas centrales fue de 63 al 97%, las diatomeas pennadas estuvieron en mayor abundancia relativa en el sitio N1 con el 34% (Figura 6.23)

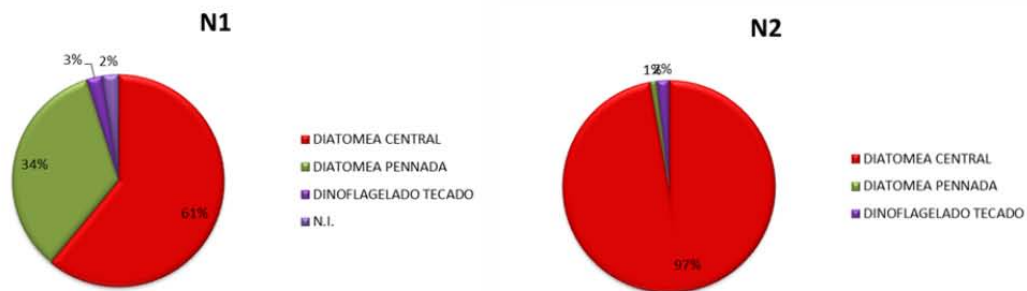


Figura 6.23. Abundancia relativa por grupos de fitoplancton en los sitios N1 y N2.

En los sitios E1 y E2 las diatomeas centrales presentaron una abundancia relativa de 70 y 81% respectivamente así como 29 y 18% para diatomeas pennadas, la abundancia relativa de dinoflagelados en ambos sitios fue de 1% (Figura 6.24)

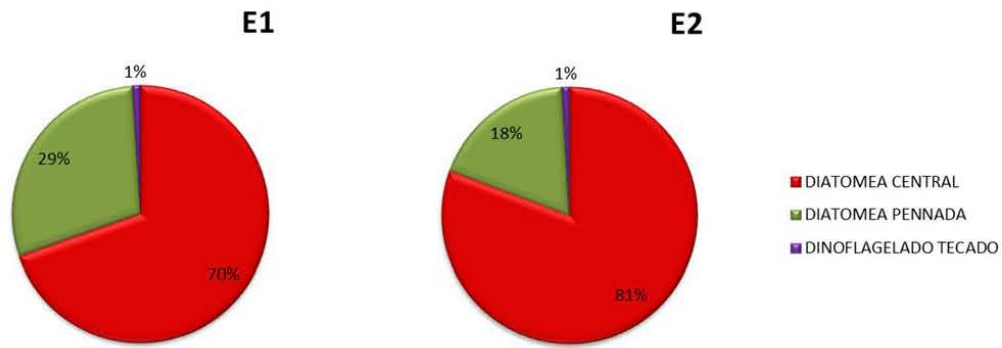


Figura 6.24. Abundancia relativa por grupos de fitoplancton en los sitios E1 y E2.

La abundancia relativa de las diatomeas centrales en los sitios B2, B3, B4 y B5 fue de 63-77% y de las pennadas de 20-36%, la de los dinoflagelados del 2 al 5% (Figura 6.25)

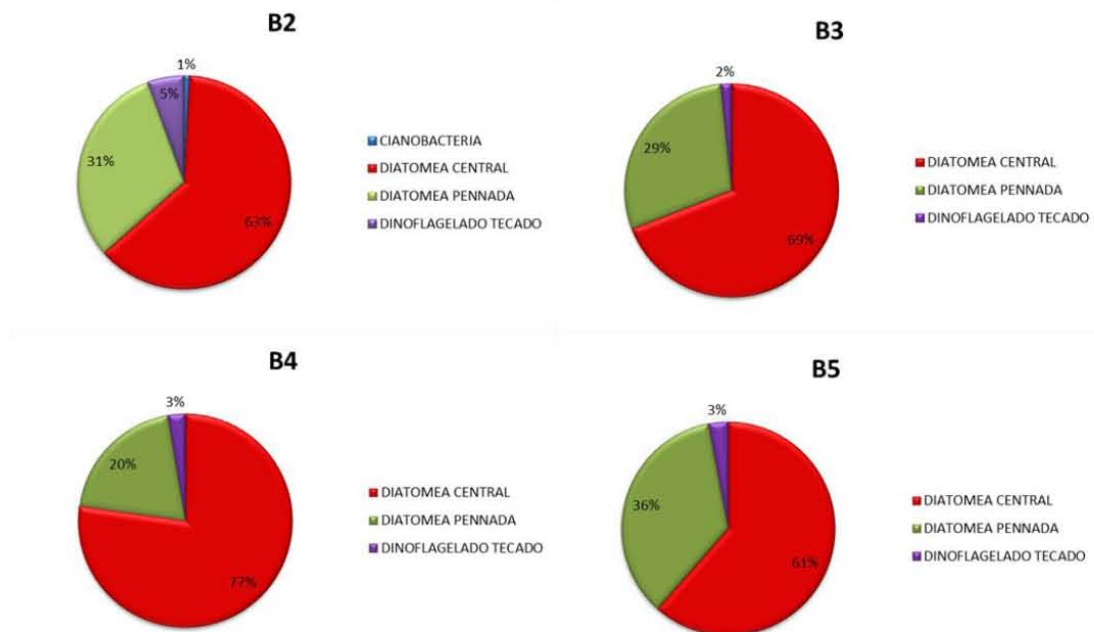


Figura 6.25. Abundancia relativa por grupos por grupos de fitoplancton en los sitios B2, B3, B4 y B5.

La abundancia relativa de las diatomeas centrales en los sitios C2, C3, C4 y C5 fue de 50-81%, de las diatomeas pennadas de 10-50% y de los dinoflagelados tecados de 0 a 3% (Figura 6.26)

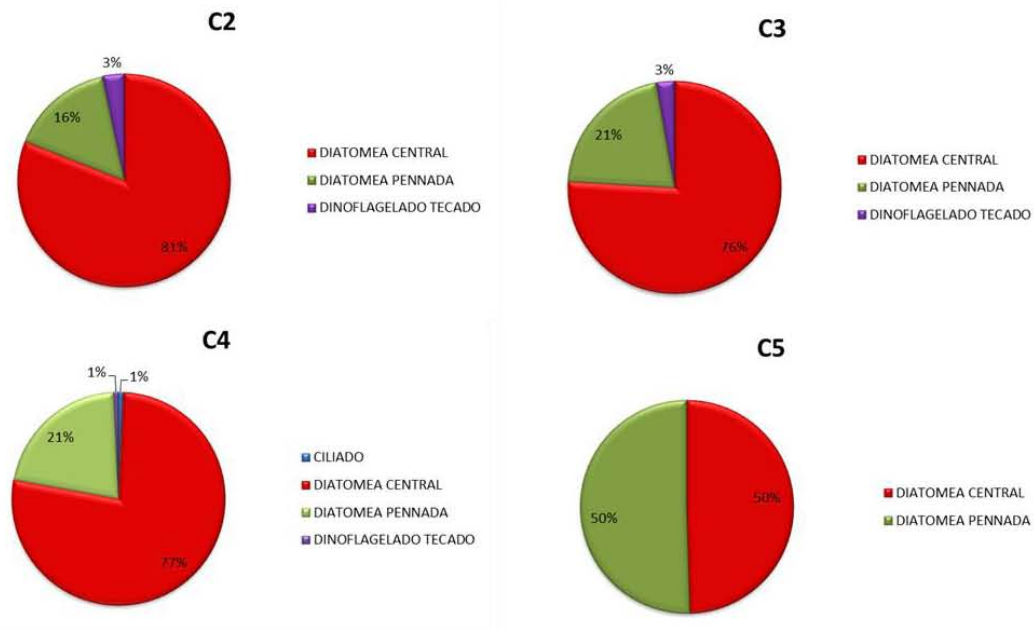
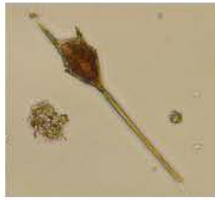


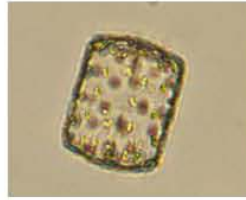
Figura 6.26. Abundancia relativa por grupos de fitoplancton en los sitios C2, C3, C4 y C5.

Se encontraron en total 37 especies (pertenecientes a 27 géneros), 19 especies de diatomeas centrales, 10 especies de diatomeas pennadas, 7 especies de dinoflagelados tecados y una especie de cianobacteria (Figura 6.27, Tabla 6.16). Las especies registradas muestran una composición típica de sistemas marinos con una alta abundancia relativa de diatomeas seguida por dinoflagelados.

Las especies potencialmente nocivas encontradas en el estudio fueron la diatomea *Pseudonitzschia* spp., con abundancias relativas menores a 5.6% y el dinoflagelado *Alexandrium* sp., encontrado en una sola muestra con abundancia relativa de 1.8%.



Tripos kofoidii



Lauderia sp.



Pseudo-nitzschia sp.



Skeletonema sp.



Meuniera membranacea



Rhizosolenia sp.



Odontella sp. 1



Thalassiosira sp. 2



Odontella sp. 2



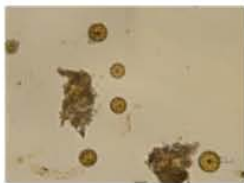
Hemiaulus sp.



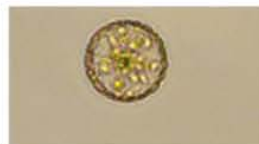
Guinardia striata



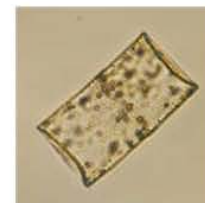
Hemiaulus sinensis



Hemiaulus sp.



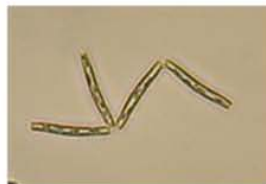
Thalassiosira sp. 3



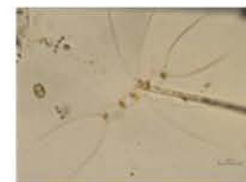
Guinardia flaccida



Ditylum brightwelli



Thalassionema nitzschioides



Chaetoceros sp.

Figura 6.27. Especies de fitoplancton encontrado en las muestras de agua del área Hokchi, recolectadas durante en febrero de 2016.

Tabla 6.16. Listado de especies de fitoplancton encontradas en los sitios de muestreo del área Hokchi en febrero de 2016.

GRUPO	GÉNERO	ESPECIE
Cianobacteria		
	<i>Oscillatoria</i>	<i>sp.</i>
Diatomea central		
	<i>Chaetoceros</i>	<i>brevis</i>
	<i>Chaetoceros</i>	<i>sp.</i>
	<i>Climacodium</i>	<i>sp.</i>
	<i>Corethron</i>	<i>sp.</i>
	<i>Coscinodiscus</i>	<i>sp.</i>
	<i>Ditylum</i>	<i>brightwelli</i>
	<i>Guinardia</i>	<i>flaccida</i>
	<i>Guinardia</i>	<i>sp.</i>
	<i>Guinardia</i>	<i>striata</i>
	<i>Hemiaulus</i>	<i>sinensis</i>
	<i>Hemiaulus</i>	<i>sp.</i>
	<i>Lauderia</i>	<i>sp.</i>
	<i>Leptocylindrus</i>	<i>danicus</i>
	<i>Meuniera</i>	<i>sp.</i>
	<i>Odontella</i>	<i>spp.</i>
	<i>Rhizosolenia</i>	<i>spp.</i>
	<i>Skeletonema</i>	<i>sp.</i>
	<i>Thalassiosira</i>	<i>spp.</i>
Diatomea pennada		

<i>Amphora</i>	<i>sp.</i>
<i>Asterionellopsis</i>	<i>glacialis</i>
<i>Chaetoceros</i>	<i>sp.</i>
<i>Haslea</i>	<i>sp.</i>
<i>Navicula</i>	<i>sp.</i>
<i>Nitzschia</i>	<i>sigma</i>
<i>Nitzschia</i>	<i>sp.</i>
<i>Pleurosigma</i>	<i>sp.</i>
<i>Pseudo-nitzschia</i>	<i>sp.</i>
<i>Thalassionema</i>	<i>nitzschioides</i>

Dinoflagelado tecado

<i>Alexandrium</i>	<i>sp.</i>
<i>Podolampas</i>	<i>sp.</i>
<i>Prorocentrum</i>	<i>gracile</i>
<i>Prorocentrum</i>	<i>micans</i>
<i>Prorocentrum</i>	<i>sp.</i>
<i>Protoperidinium</i>	<i>sp.</i>
<i>Tripes</i>	<i>kofoidii</i>

Las especies con mayor abundancia relativa >25% fueron *Thalassiosira sp.*, *Thalassionema nitzschioides* y *Pleurosigma sp.*

La abundancia del fitoplancton encontrada en este estudio concuerda con la clasificación del estado trófico a partir de la concentración de clorofila a como mesotrófico y con la escala en la que se identifica a la zona como de aguas productivas.

6.5.2. Zooplancton

En las muestras obtenidas se encontró una gran diversidad de organismos que se clasificaron en 32 grupos: Anfibios, Antozoos, Braquiuro zoeas y megalópas, Carideos, Copépodos, Copépodos parásitos, Ctenoforos, Cumaceos, Estomatópodos, Eufasidos, Hidromedusas, Isópodos, Larvaceos (Oikopleura), Misidos, Moluscos bivalvos, Mol. Cefalópodos, Mol. Gasterópodos, Mol. Gast. Heteropodos y Pteropodos, Ostrácodos, Pagúridos, Peces huevos y larvas, Peneidos Mysis y Postlarvas, Poliquetos, Porcelánidos zoeas, Portunidos megalópas y Juveniles, Quetognatos, Salpas, Sergestidos, Sicyonia mysis y postlarvas, y Sifonóforos (Anexo 6.27).

Al considerar el total de organismos presentes en cada muestra, el número de individuos presentó un mínimo de 5,447, y se registró en la estación S3; y un máximo de 141,508, registrado en la estación B3, cuya localización se muestra en la figura 5.2. El promedio en número de organismos en toda el área de muestreo fue de 26,396. Sin embargo, al estimar la abundancia relativa de organismos, es decir el número de organismos estimado por unidad de volumen, presentó un mínimo de 22 org./m³, y se registró en la estación C2; y un máximo de 592 org./m³, registrado en la estación B3. El promedio en número de organismos por unidad de volumen en toda el área de muestreo fue de 122 org./m³. (Tabla 6.17).

En casi todas las estaciones el grupo más abundante fue el de los copépodos, excepto en las estaciones O1 y N1, en las que los más abundantes fueron los ostrácodos; y la estación N2, en la que el grupo más abundante fue el de los quetognatos.

De los grupos de organismos considerados como indicadores de contaminación orgánica, solo se registraron ctenóforos, poco abundantes, en las estaciones S2, S3, y S4, con 0.4, 0.3, y 1.8 org./m³.

Todos los grupos en los que se incluyen organismos de importancia comercial, como son peces, crustáceos (camarones y jaibas) y moluscos (calamares y bivalvos) estuvieron presentes en todo el área de muestreo.

Tabla 6.17.- El promedio en número de organismos por unidad de volumen en toda el área de muestreo.

Sitio de muestreo	S4	S3	S2	S1	O2	C2	C3	C4	C5	E2	E1	B5	B4	B3	B2	O1	N1	N2
Anfípodos			4	33	46	173	68	231	355	436	291	547	632	741	1337	900	238	681
Antozoos					75	53		28	52	63	45							
Braquiuro zoeas	5	42	11	2	7	8	2	6	24	45	31	108	287	424	250	224	249	531
Braquiuro megalópas				1						1	4	12	3		1	3		
Carideos	94	67	89	18	34	83	22	68	65	77	63	277	152	903	1129	918	565	612
Copépodos	3298	3278	4562	3474	4221	3675	5349	2895	5438	4321	3498	6219	5211	84048	22433	28936	6776	9344
Copépodos parásitos						3	16	11	5	6	4	8	9	64	32		32	
Ctenóforos	275	57	73															
Cumaceos				1	2				1	6		1						
Estomatópodos	1		7	4	3	15		1	6	6	5	29	5	40	85	42	17	35
Eufasidos							2	5	5	8	4	20	11					
Hidromedusas				1	4					3	8	3	11	98			33	1
Isópodos			2	4		1		3	1	3	2	2						
Larvaceos (Oikopleura)						91	77	43	217	437	692	1874	2378	543				
Lucifer	387	645	684	235	146	437	181	302	156	97	56	283	375	1001	2588	1646	994	2529
Misidos	98	32	124	10	74	243	32	265	164	158	24	26	19	26	44	64	17	89
Moluscos bivalvos							28	53			9		4					
Mol. cefalópodos			1					5		4			2	1		8		
Mol. Gasterópodos			22	45	29	58	74	150	143	365	298	451	541	10715	1147	401	880	
Mol. Gast. heterópodos					14					11	5	23	36	53	32	24		
Mol. Gast. pterópodos					543	129	329	87	54	64	73	287	397	752	1866	1099	282	845
Ostrácodos	563	653	652	2153	1863	733	1032	853	3278	893	2111	3276	2943	23709	21901	56872	10024	688
Pagúridos						1				3								
Peces huevos		32	327	232	127	268	216	348	534	356	657	947	1281	480	160	384	128	144
Peces larvas	68	45	43	68	132	165	38	58	64	56	63	158	87	303	697	265	544	695

Peneido mysis	37	47	6	4	4	1		5	5	9	4	1	1						
Peneido Pls	5			1	8	8		5	3	5		1		1	16	2	1		
Poliquetos		1	2	21	28	43	1	43	28	51	21	33	57	3	24		32	8	
Porcelánido zoeas				1		5		4	7	8	4	6	5						
Portunido megalópas	60		41	16	22	3	8	15	6	8	9	12	7	40	55	31	3	91	
Portunidos Juv.			4	2				7	1	1			1						
Quetognatos	641	452	561	456	489	776	545	421	376	450	479	561	659	15369	12561	5655	3833	10919	
Salpas cilíndricas					47	2	8	17	24	16	11	37		24	2	17	32	1	
Sergestidos	85	61	79	8	14	46	10	79	48	53	40	2	4	1827	1223	2052	305	390	
Sicyonia Pls			2		1		1												
Sicyonia mysis	5				1				1	1									
Sifonóforos	82	35	47	87	64	68	54	82	69	43	58	84	95	344	451	394	145	2	
No. Total de Org	5704	5447	7343	6877	7998	7088	8093	6090	11130	8064	8569	15288	15213	1E+05	68019	99951	25131	27606	
Vol. Filtrado	149.7	166.5	197.6	215.5	198.0	323.6	196.6	224.2	207.7	156.2	174.9	241.3	231.0	239.2	225.6	252.2	125.6	173.7	
Org/m3	38	33	37	32	40	22	41	27	54	52	49	63	66	592	301	396	200	159	
Índice de Diversidad H'	2.5	2.2	2.4	2.2	2.5	2.8	2.2	2.8	2.3	2.6	2.7	2.7	2.9	1.9	2.4	1.8	2.5	2.4	

Por otra parte, el índice de diversidad (Índice de Shannon-Wiener) se usa en ecología para medir la biodiversidad específica. Este índice se representa normalmente como H' y se expresa con un número positivo, que en la mayoría de los ecosistemas naturales varía entre 0,5 y 5, aunque su valor normal está entre 2 y 3; valores inferiores a 2 se consideran bajos y superiores a 3 son altos. El índice de diversidad obtenido para cada una de las estaciones de muestreo, estuvo comprendido entre un valor mínimo de $H' = 1.78$ y un máximo de $H' = 2.91$. En la mayoría de los casos tal índice se mantuvo por encima de 2.0, excepto en las estaciones O1 y B3, con 1.78 y 1.92, respectivamente. El promedio para toda el área de muestreo fue de $H' = 2.43$, el cual, de acuerdo a lo mencionado anteriormente, se considera como un valor dentro de lo normal.

6.5.3. Bentos

Meiobentos

En las muestras de sedimento del área de estudio se encontraron los siguientes grupos animales del meiobentos: bivalvos, ácaros, foraminíferos, nemátodos, copépodos, poliquetos, tanaidáceos, isópodos, quinorrincos, ostrácodos y gastrotricos, siendo los grupos más frecuentes los nemátodos, copépodos y poliquetos, quienes se presentan en el 100% de los sitios de muestreo. Les siguieron los quinorrincos (83.33% del sitio de muestreo), foraminíferos (44.44%), ácaros y bivalvos (38.89%, cada uno), gastrótricos (33.33%), isópodos y tanaidáceos (5.55% cada uno), y los ostrácodos (22.2%).

En el sitio B5 se encontró la densidad total de meiofauna más elevada (143.46 ind 10cm^{-2}). Le siguieron las estaciones S1 (125.98 ind 10cm^{-2}) y E2 (92.53 ind 10cm^{-2}) (Tabla 6.18). Mientras que los sitios con menor densidad fueron: O1 (14.77 ind 10cm^{-2}), S4 (17.18 ind 10cm^{-2}) y N2 (18.08 ind 10cm^{-2}).

El grupo que presentó el valor de densidad más elevado fue el de los nemátodos ($477.70 \text{ ind cm}^{-2}$), seguido de los copépodos ($358.65 \text{ ind } 10\text{cm}^{-2}$) y de los poliquetos ($177.52 \text{ ind } 10\text{cm}^{-2}$) (Tabla 6.18).

Los sitios con mayor biomasa fueron S1 ($86.36 \mu\text{g Corg } 10\text{cm}^{-2}$) y B4 ($55.81 \mu\text{g Corg } 10\text{cm}^{-2}$), en tanto que los menores valores se presentaron en los sitios N2 ($3.66 \mu\text{g Corg } 10\text{cm}^{-2}$) y S3 ($4.23 \mu\text{g Corg } 10\text{cm}^{-2}$) (Tabla 6.19).

El grupo que presentó el valor de biomasa más elevado fue el de los poliquetos ($144.15 \mu\text{g Corg } 10\text{cm}^{-2}$), seguido de los nemátodos ($94.18 \mu\text{g Corg } 10\text{cm}^{-2}$) y los copépodos ($87.47 \mu\text{g Corg } 10\text{cm}^{-2}$) (Tabla 6.19).

Tabla 6.18.- Densidad (ind 10cm⁻²) de los grupos de la meifauna encontrados en los sitios de muestreo del área Hokchi.

Densidad (ind 10cm ⁻²)												
Sitio	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	Total
B2	0.00	0.00	0.00	21.40	33.45	4.52	0.00	0.00	0.90	0.00	1.81	62.09
B3	0.00	0.00	0.00	14.47	25.62	15.07	0.00	0.00	0.30	0.00	2.11	57.56
B4	0.90	0.30	1.21	19.89	20.19	11.75	0.00	0.00	2.11	0.00	0.00	56.36
B5	0.60	0.60	0.30	76.25	44.91	19.29	0.00	0.00	0.90	0.60	0.00	143.46
C2	0.00	0.00	0.00	8.74	8.74	3.32	0.00	0.00	0.30	0.00	0.00	21.10
C3	0.00	0.00	0.00	18.99	44.30	4.52	0.00	0.00	0.30	0.00	1.21	69.32
C4	0.00	0.00	0.00	26.82	15.07	12.36	0.00	0.00	5.12	0.00	2.41	61.78
C5	0.00	1.21	3.32	39.78	15.07	11.15	0.00	0.00	2.41	0.60	0.00	73.54
E1	0.30	0.00	1.81	29.54	12.96	12.66	0.00	0.00	0.30	0.00	0.00	57.56
E2	0.00	0.60	2.11	40.69	20.80	22.91	0.00	0.00	3.62	0.00	1.81	92.53
N1	0.00	0.00	0.00	15.37	4.82	9.95	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	30.14
N2	0.30	0.00	0.00	3.01	12.96	1.81	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	18.08
O1	0.00	0.00	0.00	3.01	8.44	3.32	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	14.77
O2	0.00	0.00	0.00	58.77	14.47	6.63	0.00	0.00	0.90	0.30	2.11	83.18
S1	2.41	0.00	10.85	61.78	24.41	23.51	1.21	0.00	0.90	0.90	0.00	125.98
S2	0.90	2.71	4.22	16.58	39.18	4.22	0.00	11.75	0.60	0.00	0.00	80.17
S3	0.00	0.60	0.00	15.37	8.44	9.04	0.00	0.00	1.21	0.00	0.00	34.66
S4	0.60	1.21	1.21	7.23	4.82	1.51	0.00	0.00	0.60	0.00	0.00	17.18
Total	6.03	7.23	25.02	477.70	358.65	177.52	1.21	11.75	20.49	2.41	11.45	1099.46

1= Bivalvia, 2=Acari, 3=Foraminifera, 4=Nematoda, 5=Copepoda, 6=Polychaeta, 7=Tanaidacea, 8=Isopoda, 9=Kinorhyncha, 10=Ostracoda y 11=Gastrotricha.

Tabla 6.19.- Boimasa ($\mu\text{g Corg } 10\text{cm}^{-2}$) de los grupos de la meifauna encontrados en los sitios de muestreo del área Hokchi.

Biomasa ($\mu\text{g Corg } 10\text{cm}^{-2}$)									
ESTACION	Nematoda	Copepoda	Polychaeta	Tanaidacea	Isopoda	Kinorhyncha	Ostracoda	Gastrotricha	Total
B2	6.95	2.29	0.67	0.00	0.00	0.04	0.00	0.37	10.33
B3	4.48	11.20	1.34	0.00	0.00	0.01	0.00	0.28	17.31
B4	5.65	3.49	46.53	0.00	0.00	0.14	0.00	0.00	55.81
B5	15.11	4.37	7.40	0.00	0.00	0.03	0.64	0.00	27.55
C2	2.07	2.06	3.49	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	7.63
C3	7.12	2.65	3.70	0.00	0.00	0.01	0.00	1.65	15.12
C4	6.27	3.17	2.75	0.00	0.00	0.26	0.00	0.25	12.70
C5	5.03	1.45	4.73	0.00	0.00	0.15	0.37	0.00	11.72
E1	5.04	2.63	2.49	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	10.16
E2	3.53	4.22	2.94	0.00	0.00	0.24	0.00	0.12	11.05
N1	4.39	1.27	5.73	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	11.40
N2	0.64	1.96	1.06	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3.66
O1	0.22	8.34	0.65	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	9.22
O2	11.65	7.43	3.45	0.00	0.00	0.02	0.27	0.10	22.91
S1	9.81	27.61	47.18	0.89	0.00	0.08	0.79	0.00	86.36
S2	4.02	2.17	0.54	0.00	2.90	0.02	0.00	0.00	9.64
S3	1.44	0.48	2.21	0.00	0.00	0.10	0.00	0.00	4.23
S4	0.77	0.70	7.30	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00	8.79
Total	94.18	87.47	144.15	0.89	2.90	1.14	2.07	2.78	335.58

Es necesario hacer notar que no se dispone de muchos antecedentes acerca de la densidad, biomasa y/o diversidad de la meiofauna de la zona económica exclusiva del Golfo de México. En septiembre de 1988, y abril y noviembre de 1989, Escobar-Briones y Soto (1997) realizaron un estudio de la fauna bentónica en la parte oeste del Golfo de México desde la zona sur del Río Bravo hasta la zona norte de la laguna de Tamiahua, a profundidades de 16-50 m, 50-100 m y 100-200 m. Los valores de biomasa observados en dicho estudio para el mes de noviembre de 1989 fueron menores al valor promedio ($18.64 \mu\text{g C } 10\text{cm}^{-2}$) registrado para el área Hokchi en febrero de 2016 (presente estudio); en tanto que, los valores para los meses de septiembre de 1988 y abril de 1989 fueron significativamente mayores.

Asimismo, Escobar et al. (1997) llevaron a cabo una investigación sobre la fauna bentónica en las zonas oeste y sur del Golfo de México, frente a las costas de Tamaulipas y Yucatán a profundidades entre 196 m a 540 m. De forma similar, los valores reportados por estos autores para las costas de Tamaulipas son muy superiores a los reportados en el presente trabajo.

Son muchos los factores que pueden ser responsables de las diferencias observadas entre los trabajos de Escobar y Soto (1997) y Escobar et al. (1997), y los hallados en este estudio. La variación espacial y temporal de la composición taxonómica, densidad y biomasa de la meiofauna está fuertemente influenciada por factores ambientales, siendo uno de los más importantes, el aporte de materia orgánica a través de ríos, esteros y lagunas. Estos aportes son normalmente mayores durante la época de lluvias, y es comparativamente más fuerte en la zona sur y oeste del Golfo de México en donde se encuentran los ríos y sistemas lagunares más importantes de la zona. Por lo anterior, comparaciones entre estudios realizados en diferentes estaciones climáticas o localidades no son recomendables.

Macrobentos

Con base en el análisis de las muestras de sedimentos colectadas en el crucero oceanográfico en febrero de 2016 en el área Hokchi y sus inmediaciones, la composición faunística de la zona comprende siete fila de invertebrados macrobentónicos: anélidos, crustáceos (Arthropoda), equinodermos, moluscos, nemátodos, sipuncúlidos y anfioxos (Cephalochordata). Los taxones identificados se presentan en la siguiente lista, indicados con negritas y seguidos de su autoridad taxonómica:

Filo Annelida

Clase Polychaeta

Subclase Errantia

Orden Eunicida

Eunicidae Berthold, 1827

Dorvilleidae Chamberlin, 1919

Lumbrineridae Schmarda, 1861

Onuphidae Kinberg, 1865

Orden Phyllodocida

Suborden Aphroditiformia

Pisionidae Ehlers, 1901

Polynoidae Kinberg, 1856

Suborden Glyceriformia

Glyceridae Grube, 1850

Goniadidae Kinberg, 1866

Suborden Nereidiformia

Nereididae Blainville, 1818

Pilargidae de Saint-Joseph, 1899

Syllidae Grube, 1850

Suborden Phyllodociformia

Phyllodocidae Örsted, 1843

Subclase Sedentaria

Orden Capitellida

Capitellidae Grube, 1862

Orden Cirratulida

Cirratulidae Rickholt, 1851

Paraonidae Cerruti, 1909

Orden Cossurida

Cossuridae Day, 1963

Orden Opheliida

Opheliidae Malmgren, 1867

Orden Orbiniida

Orbiniidae Hartman, 1942

Orden Magelonida

Magelonidae Cunningham & Ramage, 1888

Orden Sabellida

Sabellidae Latreille, 1825

Orden Spionida

Spionidae Grube, 1850

Orden Terebellida

Terebellidae Grube, 1850

Filo Arthropoda

Subfilo Crustacea

Clase Malacostraca

Subclase Eumalacostraca

Superorden Peracarida

Orden **Cumacea** Krøyer, 1846

Orden **Isopoda** Latreille, 1817

Orden **Tanaidacea** Dana, 1849

Superorden Eucarida

Orden **Decapoda** Latreille, 1802

Clase Maxillopoda

Subclase Copepoda

Superorden Gymnoplea

Orden **Calanoida** Sars, 1903

Filo Echinodermata

Clase **Asteroidea** De Blainville, 1830

Filo Mollusca

Clase **Bivalvia** Linnaeus, 1758

Filo **Nematoda** Rudolphi, 1808

Filo **Sipuncula** Rafinesque, 1814

Filo **Cephalochordata** Owen, 1846

En total, los anélidos representaron el 63.7% de la macrofauna (478 organismos), los nemátodos el 28.2% (212 organismos), los anfioxos el 3.2% (24 organismos) y los crustáceos y simpuncúlidos el 2.2 (17 organismos en cada filo), los otros grupos fueron escasos. En general, la predominancia de anélidos poliquetos se reflejó en todas las estaciones, seguidos de los nemátodos, mientras que la presencia de los demás grupos fue esporádica (Figura 6.28). Únicamente dos estaciones presentaron una proporción igual entre estos dos grupos taxonómicos (C3 y S2), y sólo en dos estaciones se encontraron más nemátodos que poliquetos (C2 y O2).

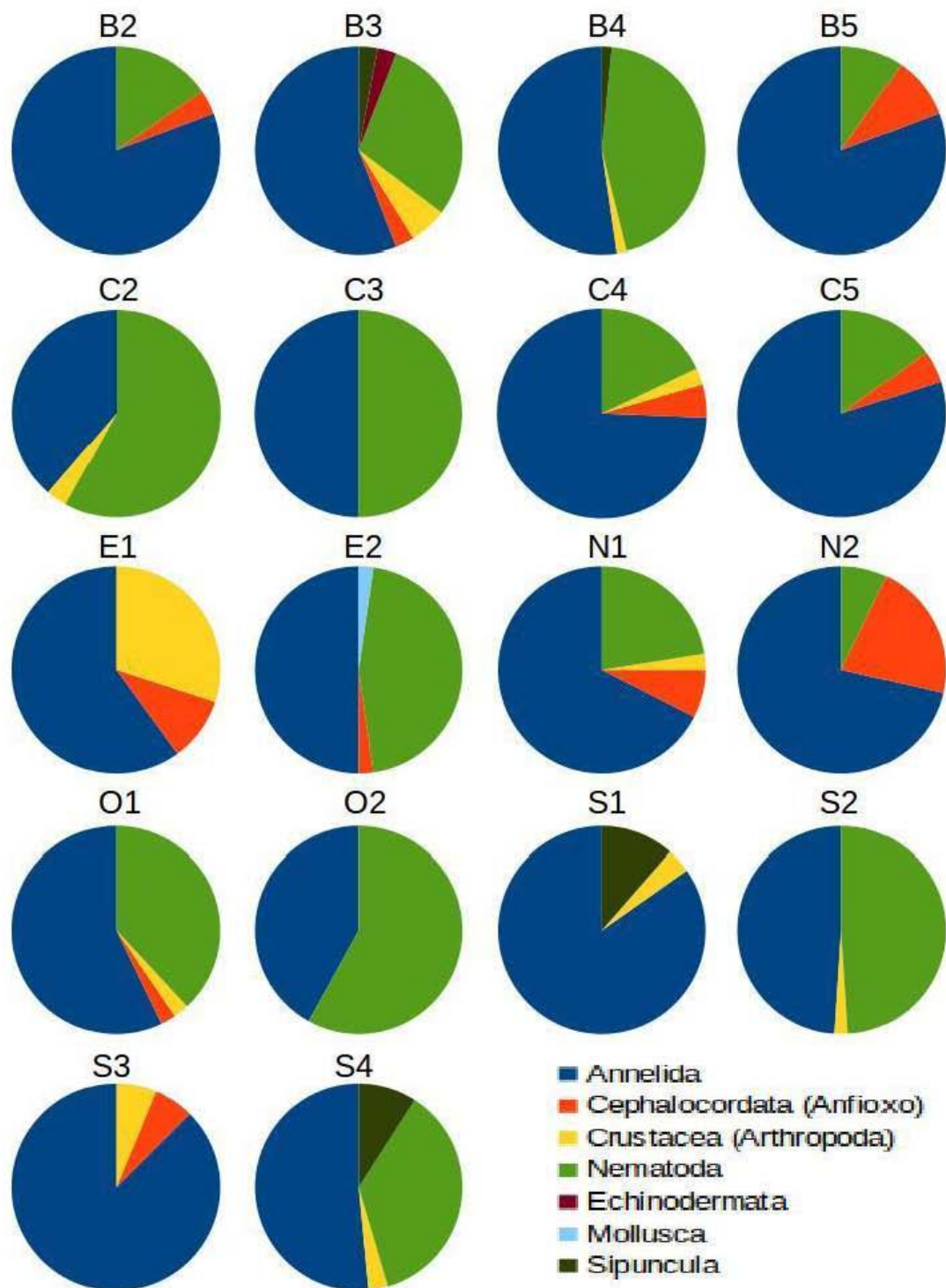


Figura 6.28. Abundancia relativa de los fila de la macrofauna bentónica por sitio.

En relación con los poliquetos, se recolectaron 22 familias, las mejor representadas en cuanto a su abundancia e incidencia en las estaciones fueron, en orden decreciente, Cirratulidae (99 individuos en 12 estaciones), Spionidae (87 individuos en 14 estaciones), Paraonidae (45 individuos en 12 estaciones), Glyceridae (41 individuos en 13 estaciones), Syllidae (36 individuos en 12 estaciones), Dorvilleidae (30 individuos en 13 estaciones) y Pisionidae (30 individuos en 9 estaciones) (Tabla 6.20, Figura 6.29).

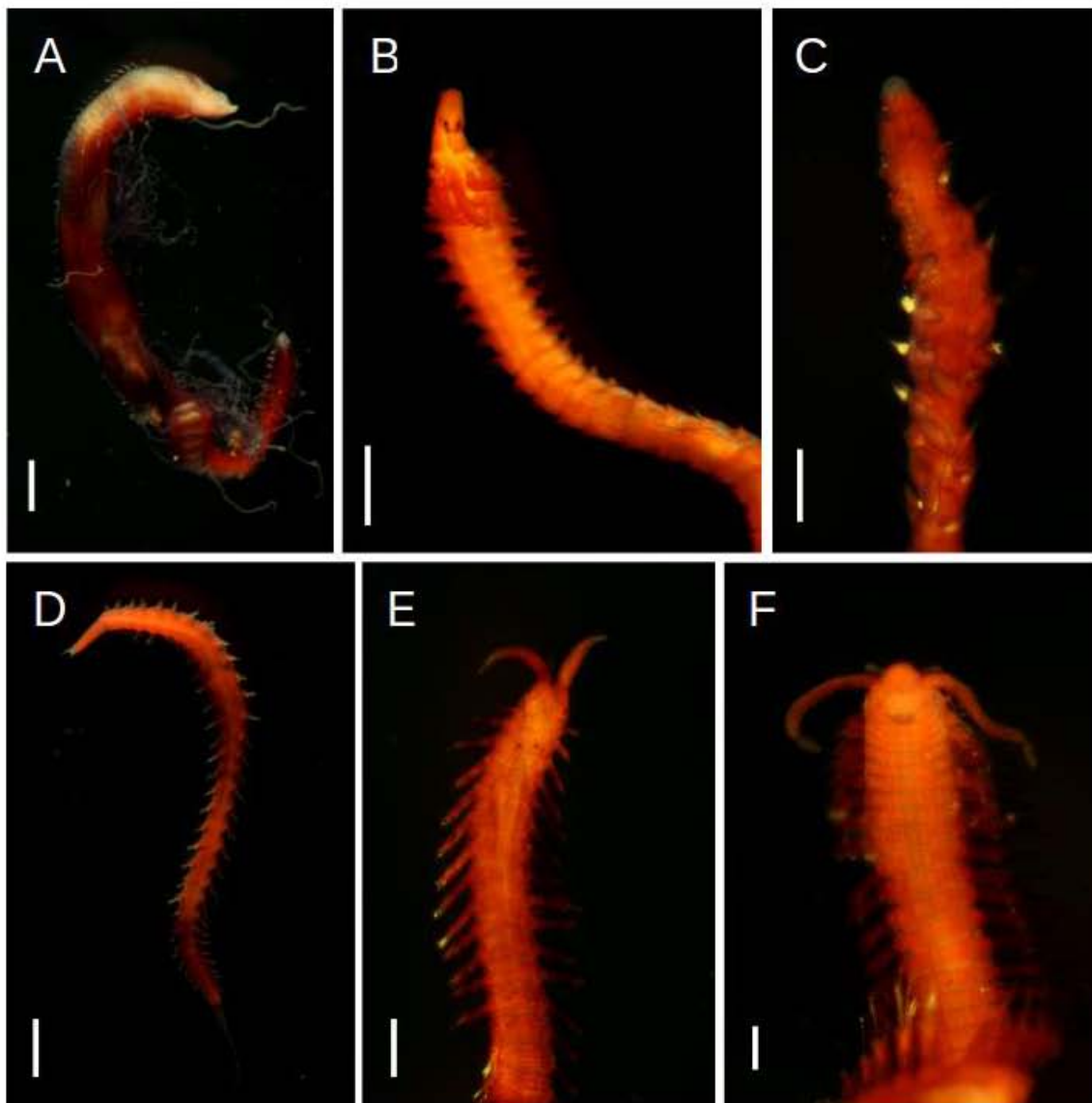


Figura 6.29. Familias representativas de poliquetos. A) Cirratulidae, B) Spionidae, C) Paraonidae, D) Glyceridae, E) Pisionidae, F) Dorvilleidae.

Tabla 6.20. Abundancia de los taxones de la macrofauna bentónica (individuos por l).

Taxa	Estaciones																Total		
	B2	B3	B4	B5	C2	C3	C4	C5	E1	E2	N1	N2	O1	O2	S1	S2		S3	S4
Annelida																			
Capitellidae	0	0	1	1	2	1	0	0	0	0	3	4	0	1	7	0	0	0	20
Cirratulidae	29	10	6	14	5	7	9	9	0	3	0	0	0	4	0	2	1	0	99
Cossuridae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0	5
Dorvilleidae	1	0	1	3	0	1	1	2	0	3	3	1	1	0	0	4	2	7	30
Eunicidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
Glyceridae	1	0	3	2	0	3	2	1	1	5	6	6	6	1	0	4	0	0	41
Goniadidae	1	0	0	0	0	4	7	0	0	0	0	0	0	0	1	0	3	1	17
Lumbrineridae	0	0	2	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	5	0	1	0	9
Magelonidae	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	2
Nereididae	2	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	2	0	1	0	0	0	7
Orbiinidae	1	2	2	0	0	1	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	8
Onuphidae	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	1	1	0	6
Ophelidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
Paraonidae	2	0	8	0	1	2	4	1	1	3	0	0	2	2	18	0	1	0	45
Phyllodocidae	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
Pilargidae	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	6
Pisionidae	1	0	0	6	0	0	0	1	0	0	1	1	3	0	0	8	3	6	30
Polynoidae	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	4
Sabellidae	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	4	0	0	8
Spionidae	1	4	7	4	4	0	2	1	0	5	4	2	0	6	44	0	2	1	87
Syllidae	1	0	2	1	0	0	2	1	0	2	5	5	10	4	0	1	0	2	36
Terebellidae	0	0	1	9	0	0	2	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	14
Crustacea																			
(Arthropoda)																			
Amphipoda	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	3
Calanoida	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Cumacea	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Decapoda	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	2
Tanaidacea	0	0	0	0	0	0	1	0	3	0	0	0	2	0	0	2	1	1	10
Echinodermata																			
Asteroidea	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Mollusca																			
Bivalvia	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Nematoda	8	10	29	5	18	20	7	3	0	20	9	2	16	29		24	0	12	212
Sipuncula	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12	0	0	3	17
Cephalocordata																			
(Anfioxo)	2	1	0	5	0	0	2	1	1	1	3	6	1	0	0	0	1	0	24
Total	52	33	65	52	31	31	39	20	10	44	40	28	44	50	102	51	16	33	750

La distribución particular de la abundancia de los poliquetos en cada estación fue variable, lo que puede observarse en el anexo 27. Destaca la estación C2, donde se registró el menor número de familias (4 familias), así como la estación E1 con la menor abundancia, ya que sólo se registró un individuo en cada una de seis familias. El mayor número de familias se encontró en la estación B2 (12 familias),

mientras que la mayor abundancia se registró en la estación S1.

Los anélidos fueron el componente dominante de la macrofauna bentónica (Figura 6.28), lo cual coincide con los registros de Salazar-Vallejo y Londoño Mesa (2004) para diferentes partes del mundo. Sin embargo, en este estudio destaca la abundancia de los nemátodos y la baja abundancia de crustáceos, equinodermos y moluscos. Los nemátodos son importantes como componentes de la meiofauna; sin embargo, eventualmente su tamaño puede superar el límite entre macro y meiofauna (0.5 mm). En la Sonda de Campeche, se han registrado elevadas abundancias (De Jesús-Navarrete 1993).

En términos generales, las tres familias dominantes de anélidos fueron Cirratulidae, Spionidae y Paraonidae (Tabla 6.20, Anexo 27). Éstos organismos son habitantes de zonas impactadas por exceso de materia orgánica en el sedimento (Méndez 2002; Ferrando y Méndez 2011). Particularmente, los cirratúlidos, paraonidos, espiónidos y capitélidos se han encontrado en encierros de engorda para maricultura debido a su gran capacidad para usar la materia orgánica disponible y convertirla rápidamente en biomasa (Díaz-Castañeda 2009).

Las estaciones localizadas en el centro del área de estudio (B2, B3, B4, B5, C2, C3, C4 y C5) se caracterizan por una fuerte dominancia de la familia Cirratulidae y, en algunos casos, de la familia Spionidae, con abundancias más elevadas que las otras zonas (Anexo 27). De acuerdo con el modelo de Pearson y Rosenberg (1978), las zonas contaminadas se caracterizan por una gran abundancia de organismos de muy pocos taxones, es decir, se encuentra una dominancia total de especies indicadoras. Los cirratúlidos y espiónidos son detritívoros (Jumars et al. 2015), lo que confirma la naturaleza del sedimento enriquecido con materia orgánica, al igual que la gran abundancia de nemátodos (Figura 6.30). Sin

embargo, la presencia de pocos individuos de otras familias de poliquetos indica que se trata de una zona ligeramente contaminada por materia orgánica (Méndez 2002; Ferrando y Méndez 2011).

A excepción de las estaciones S1 y O2, las zonas circundantes (S2, S3, S4, O1, E1, E2, N1 y N2) se caracterizan por la presencia de varias familias sin dominancias altas, entre las que destacan las familias con hábitos carnívoros tales como Glyceridae, Sylliidae, Dorvilleidae, Pisionidae y Goniadidae Polynoidae (Figuras 5-7). De acuerdo con Pearson y Rosenberg (1978), las zonas limpias se caracterizan por una gran cantidad de taxones con abundancia relativamente baja, sin dominancia. La presencia de organismos de poliquetos y crustáceos carnívoros en densidades bajas indica que se trata de especies indiferentes a la contaminación (Hily y Glémarec 1990), típica de zonas no contaminadas (Méndez et al. 1998).

Las estaciones S1 y O2 presentan grandes cantidades de nemátodos, sipuncúlidos y poliquetos detritívoros de las familias Spionidae, Cirratulidae, Paraonidae y Capitellidae, así como representantes de otras familias de poliquetos con diferentes hábitos alimenticios (Jumars et al. 2015). Estos resultados sugieren que se puede tratar de una zona de transición entre la zona central (ligeramente contaminada) y las zonas circundantes (no contaminadas) debido a la mezcla de especies indicadoras de contaminación y de zonas limpias (Méndez et al. 1998) (Figura 6.30).

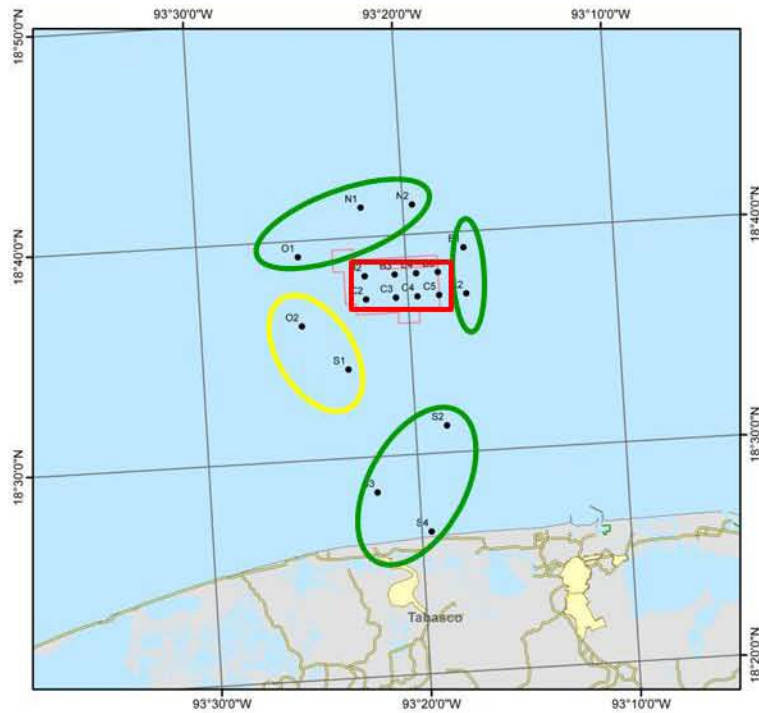


Figura 6.30. Área de estudio mostrando las zonas identificadas de acuerdo al modelo de Pearson y Rosenberg (1978), dependiendo de la composición y abundancia de la macrofauna. Óvalos verdes=zonas no contaminadas orgánicamente; Óvalos amarillos=zona de transición; cuadro rojo=área central de Hokchi con un ligero enriquecimiento orgánico.

Aparentemente, por la composición faunística del macrobentos, el área de estudio se encuentra sujeta a diferentes condiciones de enriquecimiento orgánico: la zona central ligeramente contaminada, las zonas circundantes no contaminadas y la zona de transición entre ambas. Para establecer el patrón temporal es necesario realizar estudios ecológicos detallados en diferentes épocas del año.

Adicionalmente, se realizaron dos arrastres de redes camaroneras, mediante las cuales se obtuvieron otros organismos del macrobentos, como conchas de bivalvos del género *Pecten*, (Figura 6.31), las cuales, si bien solo son restos que

podieron ser acarreados a la zona a través de corrientes, sugieren la presencia de esta especie en aguas cercanas o incluso dentro del cuadrante explorado.



Figura 6.31. Conchas de bivalvo del género *Pecten* encontradas en el segundo arrastre.

Asimismo, se capturaron algunos crustáceos, principalmente camarones comerciales de la especie *Farfantepenaeus aztecus* Ives, 1891 y un estomatópodo que debido al maltrato que sufrió durante el arrastre, no se pudo identificar (Tabla 6.21).

Tabla 6.21. Datos de captura de crustáceos.

Especie	Sexo	Longitud Total (mm)	Peso Total (g)	Observaciones
<i>F. aztecus</i>	M	141	24.2	
<i>F. aztecus</i>	M	119	15.5	
<i>F. aztecus</i>	M	136	24.1	
<i>F. aztecus</i>	F	125	20.5	
<i>F. aztecus</i>	F	178	59.2	
<i>F. aztecus</i>	F	157	39.0	
<i>F. aztecus</i> (?)	F	—	3.9	Recién mudado.

La baja presencia de macrofauna bentónica en los arrastres puede deberse a varios factores. En un gran número de localidades cercanas a la zona de arrastres los sedimentos recolectados en el fondo poseen un componente significativo de arenas finas fáciles de mover con la corriente, lo que aunado al régimen de vientos y corrientes (nortes) sugiere un importante movimiento de las arenas del fondo, generando un hábitat inestable para el asentamiento de una macrofauna bentónica.

6.4.4. Necton

Peces (ictiofauna)

En total se capturaron 25 especies de peces que representaron un total de 72.4 kilos y 723 organismos. En la Tabla 6.22 se enlistan las especies capturadas así como su abundancia y biomasa.

Tabla 6.22: Especies capturadas en ambos arrastres junto con la abundancia y biomasa total capturada.

Especie	Nombre común	Abundancia	Biomasa (gr)
<i>Acanthostracion quadricornis</i>	Pez cofre	20	3397.63
<i>Aluterus monoceros</i>	Cochito, pez gatillo	1	884
<i>Bagre marinus</i>	Bagre, pez gato.	3	883
<i>Bothus ocellatus</i>	Lenguado	18	895
<i>Opisthonema oglinum</i>	Sardina	4	186
<i>Syacium micrurum</i>	Lenguado,	21	1324
<i>Dactylopterus volitans</i>	Pez golondrina	3	490
<i>Decapterus punctatus</i>	Macarela falsa	76	3312

<i>Diplectrum bivittatum</i>	Guabina	18	926
<i>Eucinostomus argenteus</i>	Mojarra	6	291
<i>Eucinostomus melanopterus</i>	Mojarra	1	32
<i>Fistularia petimba</i>	Aguja, agujón, pipa, flauta, corneta	2	423
<i>Fistularia tabacaria</i>	Aguja, agujón, pipa, flauta, corneta	1	134
<i>Lutjanus analis</i>	Pargo	6	193
<i>Lutjanus synagris</i>	Rubia	8	1652
<i>Menticirrhus littoralis</i>	Berrugata	1	531
<i>Narcine brasiliensis</i>	Raya torpedo	1	268
<i>Prionotus ophryas</i>	Rubio	8	371
<i>Rhomboplites aurorubens</i>	Besugo	198	10938
<i>Scorpaena plumieri</i>	Pez escorpión, pez piedra.	1	607
<i>Selar crumenophthalmus</i>	Charrito ojón, Jurel ojo grande, ojón	7	361
<i>Sphyræna borealis</i>	Barracuda	284	42781
<i>Synodus foetens</i>	Chile, pez lagarto	1	65
<i>Trachurus lathami</i>	chicharito ojón	31	1370
<i>Upeneus parvus</i>	Chivito	3	97
TOTAL		723	72411.63

A pesar de que el esfuerzo fue similar en ambos arrastres, el número de especies, la abundancia y biomasa fue mayor en el primer arrastre. La Figura 6.32 muestra el logaritmo neperiano de la abundancia de cada especie por arrastre. En ésta se observa que hay mayor número de especies y abundancia en el arrastre 1.

En la figura 6.33 se muestra el logaritmo de la biomasa en gramos. Se aprecia de la misma manera que en el primer arrastre fue donde se colectaron más especies y hubo un mayor número de organismos colectados.

En estos resultados se puede observar que las especies dominantes en cada arrastre fueron diferentes, e incluso que en general éstas cambian, solo 5 especies fueron capturadas en ambos arrastres.

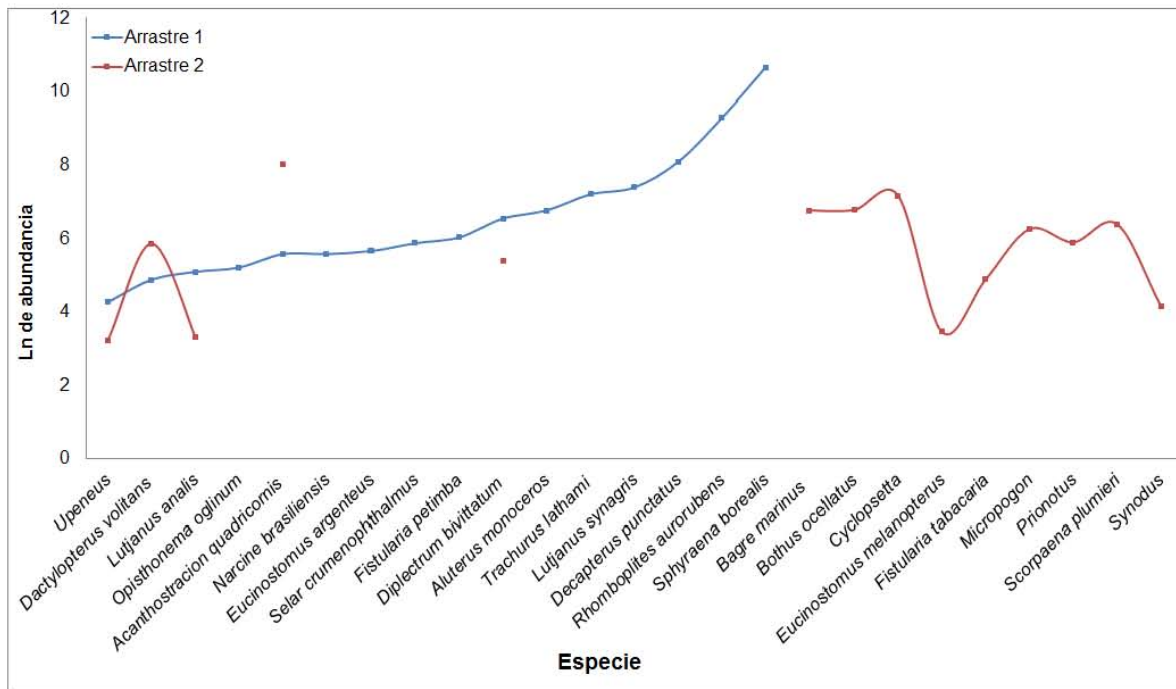


Figura 6.32. Ln de la abundancia de peces colectados durante los 2 arrastres.

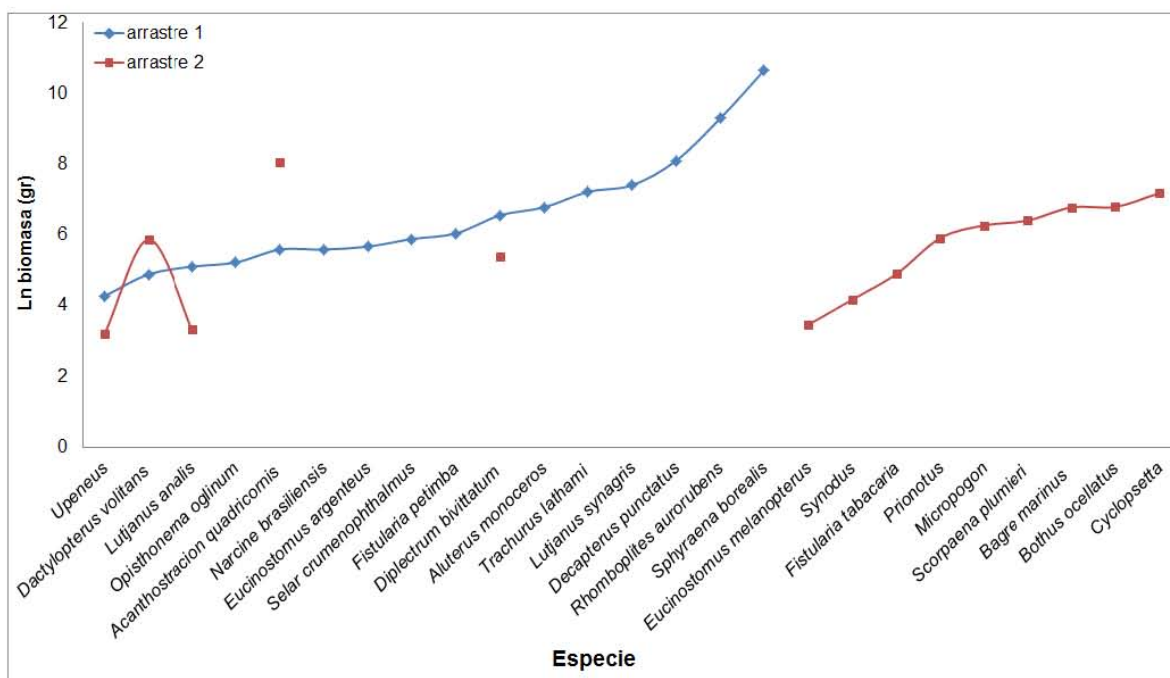


Figura 6.33. Ln de la biomasa en gramos de peces colectados durante los 2 arrastres.

En la tabla 6.23 se enlistan las especies capturadas en el primer arrastre, junto con su abundancia y porcentaje de contribución al total y en la tabla 6.24 se encuentran los resultados de los índices de diversidad.

Tabla 6.23. Especies capturadas en el primer arrastre (12 de febrero de 2016 a las 12:09 horas), acomodadas de acuerdo a su importancia relativa.

Especie	n	%
<i>Sphyraena borealis</i>	284	44.24
<i>Rhomboplites aurorubens</i>	198	30.84
<i>Decapterus punctatus</i>	76	11.84
<i>Trachurus lathami</i>	31	4.83
<i>Diplectrum bivittatum</i>	14	2.18
<i>Lutjanus synagris</i>	8	1.25
<i>Selar crumenophthalmus</i>	7	1.09
<i>Eucinostomus argenteus</i>	6	0.93

<i>Lutjanus analis</i>	5	0.78
<i>Opisthonema oglinum</i>	4	0.62
<i>Upeneus parvus</i>	2	0.31
<i>Fistularia petimba</i>	2	0.31
<i>Lactophrys tricornis</i>	2	0.31
<i>Narcine brasiliensis</i>	1	0.16
<i>Aluterus monoceros</i>	1	0.16
<i>Dactylopterus volitans</i>	1	0.16
TOTAL	642	100

Tabla 6.24. Resultados de los índices de diversidad del primer arrastre.

Símbolo	Índice	Valor
S	Riqueza específica	16
DMg	Diversidad de Margalef	2.320
DMn	Diversidad de Menhinick	0.631
λ	Índice de Simpson	0.308
d	Índice de Berger-Parker	0.442
H'	Índice de Shannon-Wiener	1.507
Hp	Índice de Diversidad ponderado	0.655

En la tabla 6.25 se enlistan las especies capturadas en el 2º arrastre, junto con su abundancia y porcentaje de contribución al total y en la tabla 6.26 se encuentran los resultados de los índices de diversidad para ese arrastre.

Tabla 6.25. Especies capturadas en al 2º arrastre (12 de febrero de 2016 a las 20:27 horas), acomodadas de acuerdo a su importancia relativa

Especie	N	%
<i>Syacium micrurum</i>	21	25.93
<i>Bothus ocellatus</i>	18	22.22
<i>Lactophrys tricornis</i>	18	22.22
<i>Prionotus</i>	8	9.88

<i>Diplectrum bivittatum</i>	4	4.94
<i>Bagre marinus</i>	3	3.70
<i>Dactylopterus volitans</i>	2	2.47
<i>Eucinostomus melanopterus</i>	1	1.23
<i>Upeneus parvus</i>	1	1.23
<i>Scorpaena plumieri ?</i>	1	1.23
<i>Synodus</i>	1	1.23
<i>Lutjanus analis</i>	1	1.23
<i>Micropogon</i>	1	1.23
<i>Fistularia tabacaria</i>	1	1.23
TOTAL	81	100

Tabla 6.26. Resultados de los índices de diversidad del primer arrastre.

Símbolo	Índice	Valor
S	Riqueza específica	14
DMg	Diversidad de Margalef	2.958
DMn	Diversidad de Menhinick	1.556
λ	Índice de Simpson	0.181
d	Índice de Berger-Parker	0.259
H'	Índice de Shannon-Wiener	1.989
Hp	Índice de Diversidad ponderado	0.864

De acuerdo a los resultados anteriores, se observa que en la zona del 2º arrastre, la diversidad es mayor, a pesar de que hay menos especies. Esto se debe a que la equidad de especies es mayor en la zona del segundo arrastre. Esto quiere decir que en el 2º arrastre las especies se distribuyen de manera más equitativa, mientras que en el primer arrastre hubo una especie que dominó claramente, que fue la barracuda (*Sphyraena borealis*).

Al analizar los datos mediante análisis multivariados como el escalamiento multidimensional (MDS, por sus siglas en inglés), se observa que no se forman

grupos que diferencien a ambos arrastres (Figura 6.34). Esto indica que a pesar de que en el 2º arrastre la diversidad es mayor, la composición general de especies entre ambos sitios no varía de manera estadísticamente significativa.



Figura 6.34. Análisis MDS de los arrastres llevados a cabo en el Golfo de México. Los círculos grises representan los datos del primer arrastre, mientras que los cuadros negros representan los datos del 2º arrastre.

Lo anterior se confirma con el análisis de similitudes (ANOSIM), que indica que no hay diferencias significativas entre la composición de especies del arrastre 1 con las del arrastre 2 ($R=0.001$, $p > 0.1$).

Debido a que no se encontraron diferencias significativas, no se procedió a realizar el análisis SIMPER, puesto que al no haber diferencias, no interesa saber cuáles son las especies que causaban las diferencias.

El número total de especies capturadas en ambos arrastres fue bajo, considerando el arte de pesca utilizado (16 y 14, respectivamente), indicando un área fuertemente impactada por las actividades antropogénicas que se llevan a

cabo en esa región del país. Por otra parte, varias de las especies capturadas son de cierta importancia comercial en la región, sobre todo para la pesca artesanal, en la denominada pesca de “escama”, que captura principalmente peces demersales. De lo anterior se deduce que es una zona con dominancia de especies demersales, una diversidad y riqueza baja en general, y que la ictiofauna a lo largo de la zona estudiada es la misma.

Isopodos parásitos

En el primer arrastre de las redes camaroneras, se encontraron 10 individuos de isopodos parásitos de la especie *Nerocila acuminata*, adheridos al pez *Aluterus monoceros* (Figura 6.35).



Figura 6.35. Isopodos parásitos de la especie *Nerocila acuminata*, adheridos al pez *Aluterus monoceros*.

Calamar

Del primer arrastre fueron recolectados dos individuos de calamar que pertenecen a la especie *Loligo pealei* Lesueur, 1821 (Figura 6.36), uno con talla de 10.5 cm de longitud total y de 6.5 cm de longitud dorsal del manto y el otro también de 10.5 cm de longitud total y 7.5 cm de longitud dorsal del manto. Ambos representan una biomasa total de 20.09 g peso fresco.



Figura 6.36. Especimen de calamar de la especie *Loligo pealei* Lesueur, 1821 recolectado en el primer arrastre.

Del segundo arrastre fueron recolectados 10 individuos de calamar que pertenecen a la especie *Loligo pealei* Lesueur, 1821 (Figura 6.37), con tallas que van de 8 a 11.5 cm (con un promedio de 8.8 cm) de longitud total y de 5.5 a 8 cm de longitud dorsal del manto. Todos los individuos representan una biomasa total de 300 g peso fresco.



Figura 6.37. Especimen de calamar de la especie *Loligo pealei* Lesueur, 1821 recolectado en el segundo arrastre.

6.6. Áreas y organismos sensibles

6.6.1. Tortugas Marinas

Investigación documental

La falta de monitoreo y de programas de conservación de tortugas marinas en el área de influencia ambiental del Hokchi fue evidenciada con la escasa información publicada. Sin embargo, se documentó la presencia en dicha área de las cinco especies de tortugas marinas reportadas para la región del Golfo de México y Atlántico.

Las especies *Lepidochelys kempii* (tortuga lora), *Chelonia mydas* (tortuga blanca o verde), *Eretmochelys imbricata* (tortuga carey), *Caretta caretta* (tortuga caguama) y *Dermochelys coriacea* (tortuga laúd) son las referenciadas para ésta zona.

Para efectos del presente estudio, la zona de influencia ambiental del área Hokchi fue dividida en 13 sectores, cuya localización se muestra en la figura 6.38. En la 0 se encuentra la compilación de los datos por especie y el sitio de los registros en mar y playa. En éste último hábitat, se diferenciaron los registro de anidamientos de los varamientos de tortugas marinas.

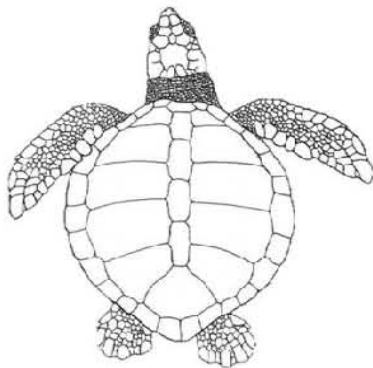
La distribución de tortugas registradas históricamente, fue ubicada de acuerdo a la zonificación de la playa realizada durante la prospección en campo realizada en febrero de 2016, a efecto de comparar ambos resultados. Los registros en el mar, relacionados con las rutas migratorias y los hábitats de alimentación y desarrollo se muestran en la 0. En el mapa, se resalta que la zona marina-costera frente a las lagunas El Carmen-La Machona y Mecoacán pueden considerarse áreas de alimentación y desarrollo de tortugas marinas.



Figura 6.38. Zonificación de la zona de influencia ambiental del área Hokchi

Datos puntuales de los sitios documentados para cada especie se describen a continuación:

***Lepidochelys kempii* (tortuga lora)**



Existen registros para playa Miramar (2004), Alacranes (1990) y Sánchez Magallanes en (1979) de Zurita *et al.*, 2010, aunque Márquez y Fritts (1983) mencionan que no se observaron rastros para esta especie en las costas de Tabasco. Sin embargo, también hubo rastros sin cuantificar por la dificultad de los censos. No obstante de formar arribadas durante la anidación, esta especie también tiene un comportamiento de nidificaciones solitaria a lo largo de las costas del Golfo de México y hasta la península de Yucatán (Guzmán-Hernández *et al.* 2007).

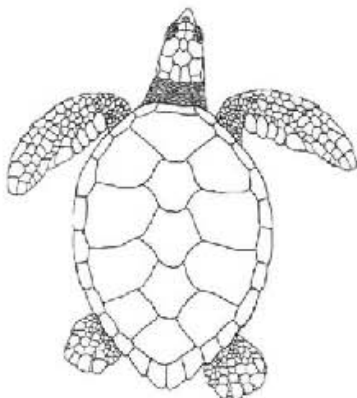
Tabla 6.27. Registros históricos de tortugas marinas según bibliografía consultada. Donde (Lk= *Lepidochelys Kempii*, Ei= *Eretmochelys imbricata*, Cm= *Chelonia mydas*, Cc= *Caretta caretta*, Dc= *Dermochelys coriacea*).

Estado	Zona	En agua					Anidaciones y tortugas en playa					Varamientos				
		Lk	Ei	Cm	Cc	Dc	Lk	Ei	Cm	Cc	Dc	Lk	Ei	Cm	Cc	Dc
Tabasco	A	X	X		X			X		X						
	B	X				X	X	X		X						
	C	X						X	X							
	D							X	X							
	E	X	X			X		X								
	F															
	G						X									
	H	X							X					X		
	I															
	J	X	X	X	X											
	K	X	X		X		X	X	X							
Veracruz	L															
	M							X	X					X		



Figura 6.39. Registros del patrón de distribución de tortugas marinas con transmisores satelitales en el ámbito marino de la zona de prospección. El polígono en rojo corresponde al área Hokchi.

Eretmochelys imbricata (tortuga carey)

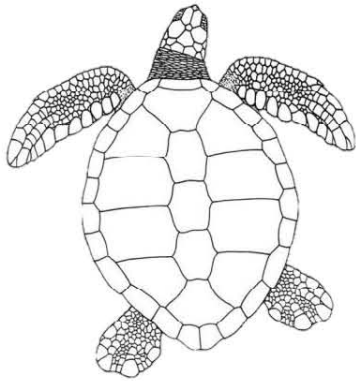


Márquez y Fritts (1983) registraron, 3 rastros de tortuga carey entre Coatzacoalcos y la laguna El Carmen y un rastro entre la barra de Mecoacán. En 2010 se registraron dos anidaciones en playa La Estrella, una anidación en Miramar, otra más en Sánchez Magallanes y tres registros en Playa Azul en 1990 (Zurita *et al.*, 2010) y en Frontera. Los datos recientes, cuentan dos anidaciones en 2013 y otras dos en 2014 en playas de Villa de Allende, entre Rabón Grande y Arroyo El Gavilán, al sur de Coatzacoalcos Veracruz; y una anidación de tortuga carey en playas de Nuevo

Centla Tabasco, dentro de la Reserva de la Biosfera Pantanos de Centla en julio del 2015.

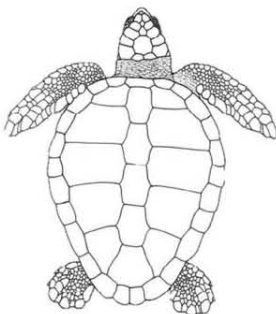
***Chelonia mydas* (tortuga blanca o verde)**

Márquez y Fritts (1983) observaron en Tabasco playas de mediana energía y médanos de 1 a 8 m, con características apropiadas para hábitat de anidación de la tortuga blanca principalmente. Sin embargo, notaron una zona costera deteriorada por la industria y el urbanismo. En el 8% de las playas ubicadas entre Coatzacoalcos y la laguna El Carmen, entre 1982 y 1983, observaron tres nidos depredados. Zurita *et al.*, 2010, mencionaron dos registros de anidaciones hace más de cinco décadas.



Entre 2013 y 2014 y 2013 ocurrieron seis anidaciones en las playas de Villa de Allende entre Rabón Grande y el Arroyo el Gavilán, al sur Coatzacoalcos Veracruz; uno más al sur de Sánchez Magallanes y otro al este de playa Miramar en Tabasco. El último registro es de julio de 2015, y reporta a una hembra atrapada en una poza cercana a la playa de Arroyo Verde en Paraíso Tabasco, posiblemente salió a anidar y al caer quedó varada.

***Caretta caretta* (tortuga caguama)**

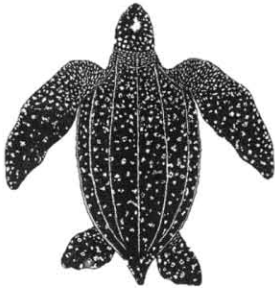


Márquez y Fritts (1983) no registraron huellas de anidaciones de tortuga caguama en los censos aéreos sobre Tabasco. Sin embargo Zurita *et al.*, 2010, informan de un reporte en los años 1950s en Playa La Estrella y dos, en la playa de Miramar en los años 1960's

***Dermochelys coriacea* (tortuga laúd)**

Para tortuga laúd, sólo se tienen registros de organismos alimentándose en mar, no hay registros de rastros o anidaciones en playa en el estado de Tabasco y en el sur de Veracruz. Los datos documentados más cercanos provienen de playa

Lechuguillas, Veracruz en 1998 (Zurita y Prado, 2007) y de tres anidaciones en Cayo Arcas durante 2008. En las costas del Caribe se consideran a las anidaciones de tortuga laúd como ocasionales (Maldonado, 2005).



Prospección en Sitio

A) Encuestas

Se aplicaron 31 encuestas a personas habitantes de la costa en diferentes sitios del litoral de Tabasco y sur de Veracruz, en febrero de 2016 (Figura 6.40).



Figura 6.40. [REDACTED] pobladores de la comunidad [REDACTED] cuya actividad económica es el cobro por el paso a vehículos que ocupan el camino de su predio.

Del total de persona entrevistadas, el 94% fueron hombres y el 6% mujeres. La mayoría de los varones se dedican a la pesca. Otras actividades fueron el comercio, la construcción, la petroquímica, la producción coprera. El promedio de edad fue de 45 años. El 90% de las personas reportó haber visto tortugas marinas; principalmente en etapa adulta, aunque también se obtuvieron los primeros reportes de avistamiento de crías en la playa y el mar.

En la integración de datos de las entrevistas, se obtuvo la actualización de distribución de los avistamientos de tortugas marinas, a lo largo de la costa de Tabasco y Veracruz, en tierra y en agua, incluyendo eventos de anidaciones y varamientos (0).

En la misma tabla, se hace un comparativo de la información colectada en la bibliografía y los resultados de las encuestas. Existen registros documentados en la bibliografía y de las encuestas con puntos de coincidencia. Se destaca que

algunos datos, no obstante de tener un origen de hasta 50 años atrás, el uso de hábitat sigue vigente.

Tabla 6.28. Distribución de tortugas marinas en la zona según resultados de las encuestas (X) y resultados de la consulta documental (cuadros en gris) (Lk= *Lepidochelys Kempii*, Ei= *Eretmochelys imbricata*, Cm= *Chelonia mydas*, Cc= *Caretta caretta*, Dc= *Dermochelys coriacea*, NI= No identificada).

Estado	Zona	En agua					Nidos y tortugas anidadoras en playa					Varamientos en playa					en Crías (observaciones)	
		Lk	Ei	Cm	Cc	Dc	Lk	Ei	Cm	Cc	Dc	Lk	Ei	Cm	Cc	Dc		NI
Tabasco	A		X														X	
	B								X									
	C						X	X	X									
	D							X	X									
	E								X								X	
	F	X					X	X	X					X				crías
	G							X						X				
	H			X					X				X					
	I						X											
	J																X	
	K		X		X	X	X	X	X									crías en julio
Veracruz	L			x			X	X	X				X		X			crías en el mar
	M							X	X					X	X			

B) Registro de Anidaciones en el litoral costero de Tabasco

Los datos compilados sobre registros de anidaciones en el área de prospección en sitio, provienen de las siguientes fuentes: 1) de las entrevistas realizadas en

campo, 2) por testimonios orales obtenidos en el 2011, con una referencia de 5 hasta 50 años atrás, 3) datos de monitoreos hechos en el sur de Veracruz durante 2013 y 2014 y 4) registros en 2015 en el estado de Tabasco (0 y 06.41).

- Tortuga Lora (*Lepidochelys kempii*) informes de anidaciones en Miramar, ranchería Las Flores, Cuauhtemoczin y el Pailebot. Registro total de 5 anidaciones.
- Tortuga carey (*Eretmochelys imbricata*) registros de anidaciones en Playa Miramar, Pico de Oro, Playa Varadero, Cuauhtemoczin, Unión Tercera, Boxal y Las Palmitas (Sur de Veracruz). Se observa, según la opinión de los testimonios obtenidos, que la frecuencia de anidaciones ha disminuido. Como periodos de anidación, mencionaron durante junio o después de semana santa. Se contaron 13 anidaciones, de las cuales 6, ocurrieron entre los años 2014 y 2015.
- Tortuga blanca o verde (*Chelonia mydas*) Avistamientos de anidaciones con eventos en las playas Miramar, Pico de Oro y Unión Tercera. con 6 anidaciones durante 2013 y 2014.
- Tortuga caguama (*Caretta caretta*) no se obtuvo información de anidaciones en fechas recientes. Los testimonios disponibles son de cincuenta años atrás en las playas La Estrella y Miramar con dos registros en total.

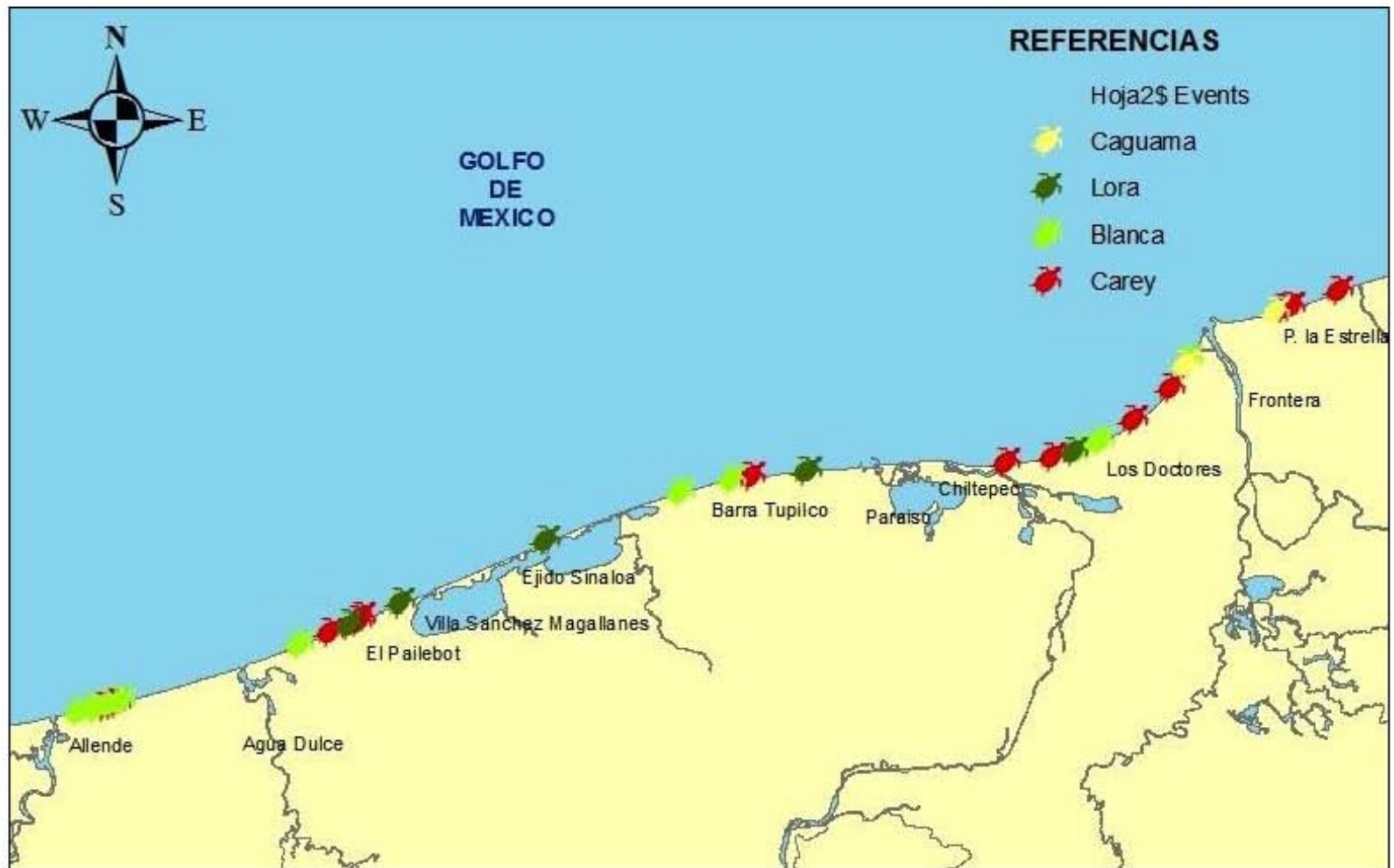


Figura 6.41. Sitios de anidaciones registradas en los estados de Tabasco y sur de Veracruz

C) Distribución de varamientos en el litoral de Tabasco

Se recabó información referente a la mortalidad de las tortugas marinas con base al número de varamientos en las playas. Se identificó un bajo índice de varamientos. En las encuestas, se mencionaron avistamientos recientes de tortugas lora y blanca muertas frente a la desembocadura del río Tonalá y frente al ejido Sinaloa, asociados a la temporada de nortes. La distribución geográfica de los varamientos reportados se muestra en el mapa de la f0.



Figura 6.42. Distribución de varamientos de tortugas marinas en los estados de Tabasco y Sur de Veracruz.

D) Registros de tortugas marinas en la zona litoral

La zona marina ubicada frente a la boca de la laguna El Carmen se identificó como zona de alimentación de las cinco especies que se encuentran en el Golfo de México. Con la información recabada en las encuestas, se registró la presencia de tortugas marinas dentro de la laguna y en el área marina circundante (0),

- Tortuga Lora (*Lepidochelys kempi*) se informó de avistamientos de ejemplares apareándose frente a Unión Segunda, región Central de Tabasco.
- Tortuga carey (*Eretmochelys imbricata*) se identificó presencia en la zona marina frente a playa La Estrella. Así mismo, los pobladores de Tonalá mencionaron la existencia de una zona rocosa frente al poblado Tortuguero donde se han observado alimentándose.
- Tortuga blanca (*Chelonia mydas*) se obtuvo información sobre la presencia de esta especie en la zona marina frente a la Redonda y Sánchez Magallanes, así como la zona rocosa frente a Tortuguero al sur de Veracruz, la misma zona donde se tienen los reportes de carey. Además, se mencionó haber observado tortugas juveniles dentro de la laguna El Carmen.
- Tortuga caguama (*Caretta caretta*) se reportaron avistamientos en la zona marina frente a Sánchez Magallanes y en la desembocadura de la laguna El Carmen.
- Tortuga Laúd (*Dermochelys coriacea*) se registraron testimonios de avistamientos en mar frente a Sánchez Magallanes, desembocadura de la laguna El Carmen, y frente a Unión Tercera.

6.6.2. Manglar

Estructura Forestal

En las tablas 6.29 a 6.31 se puede observar los diferentes parámetros de la estructura forestal del manglar del complejo lagunar del Carmen-La Machona.

Tabla 6.29. Estructura del manglar del transecto 1 en el complejo lagunar de El Carmen –Pajonal-La Machona. Para ubicación ver coordenadas en anexo 7.

Especie	Densidad/ha	Densidad R %	Diámetro promedio(cm)	Área Basal Promedio (cm ²)	Dominancia absoluta(m ² /ha)	Altura promedio(m)
<i>Avicennia germinans</i>	779.986	70	24.521	695.878	54.278	11.42
<i>Rhizophora mangle</i>	222.853	20	13.090	163.661	3.647	7.5
Muerto	111.427	10	15.358	191.881	2.138	
Total					60.063	

Tabla 6.30. Estructura del manglar del transecto 2 en el complejo lagunar de El Carmen –Pajonal-La Machona. Para ubicación ver coordenadas en anexo 7.

Especie	Densidad/ha	Densidad R %	Diámetro promedio(cm)	Área Basal Promedio (cm ²)	Dominancia absoluta(m ² /ha)	Altura promedio(m)
<i>Avicennia germinans</i>	530.738	57.5	23.486	552.533	29.325	
<i>Rhizophora mangle</i>	323.058	35	15.188	229.876	7.426	11.06
<i>Laguncularia racemosa</i>	46.151	5	16.552	226.636	1.046	
Muerto	23.076	2.5	24.191	459.638	1.061	
Total					38.858	

Tabla 6.31. Estructura del manglar del transecto 3 en el complejo lagunar de El Carmen –Pajonal-La Machona. Para ubicación ver coordenadas en anexo 7.

Especie	Densidad/ha	Densidad	Diámetro	Área Basal	Dominancia	Altura
---------	-------------	----------	----------	------------	------------	--------

		R %	promedio(cm)	Promedio (cm ²)	absoluta(m ² /ha)	promedio(m)
<i>Avicennia germinans</i>	584.417	55	24.163	606.243	35.430	
<i>Rhizophora mangle</i>	371.902	35	14.597	251.326	9.347	13.03
<i>Laguncularia racemosa</i>	26.564	2.5	6.684	35.094	0.093	
Muerto	79.693	7.5	7.958	71.434	0.569	
Total					45.439	

El complejo de manglares de este sistema lagunar se puede considerar como un bosque maduro con un buen grado de desarrollo estructural en particular de dominancia elevada (> 38 m²/ha) y relativamente saludable con una mortalidad natural de 2.5 a 7.5% con excepción del transecto 1 que presenta una mortalidad ligeramente elevada (10%) probablemente relacionada con la extracción no sustentable de madera. Aun así la presencia de una elevada densidad de plántulas sugiere áreas con tendencia a una rápida recuperación. Se detectó una importante competencia del manglar con los cultivos de cocos.

Las densidades oscilaron de 923 a 1,114 fustes/ha lo que indica un bosque abierto en buen estado de conservación donde del 55 al 70% predomina el manglar negro (*A. germinans*) con manglar rojo (*R. mangle*) en segundo término con el 20 al 35% de la densidad relativa y escasa presencia del manglar blanco (*L. racemosa*).

Las diferentes áreas presentaron la zonación clásica con manglar rojo (*R. mangle*) en un angosta franja colindando al cuerpo lagunar (tipo borde-riberaño) secundado por una amplia franja de manglar negro (*A. germinans*) y el manglar botoncillo (*C. erectus*) prácticamente ausente. Probablemente la ausencia del manglar botoncillo se deba a su desplazamiento por cultivos de coco.

Cobertura Foliar

Las coberturas foliares oscilaron entre 46.8 al 78% en el transecto 1, del 69.4 al 84.8% en el transecto 2, y en el transecto 3 del 66.6 al 85.2% como se puede observar en las figuras 6.43 a 6.52.

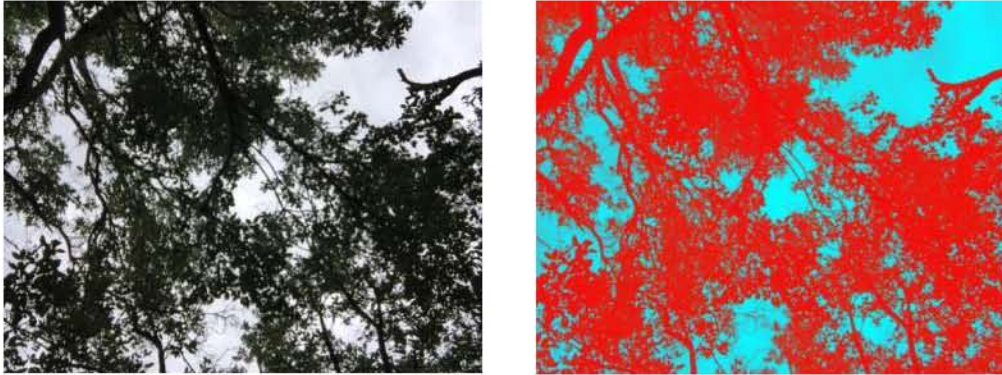


Figura 6.43. Transecto 1 El complejo de humedales El Carmen- La Machona (18°17'47.62N, 93°50'13.39W) 68.9% de cobertura foliar con un promedio de 37.52 ± 27.31 y una mediana de 27.

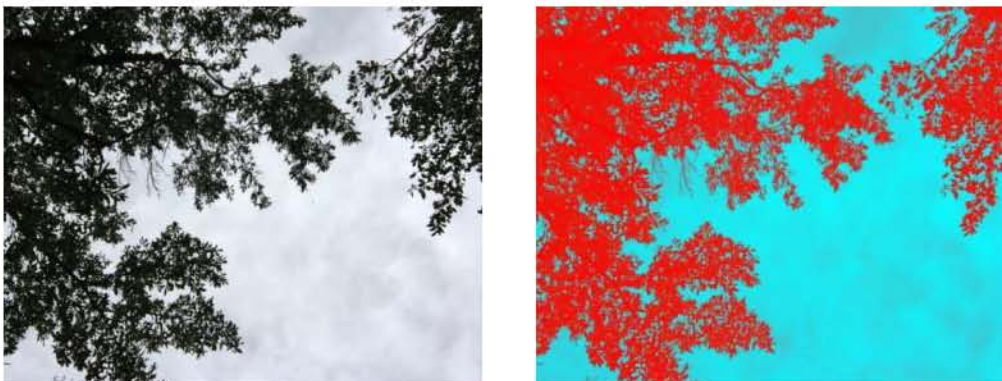


Figura 6.44. Transecto 1 El complejo de humedales El Carmen- La Machona (18°17'47.23N, 93°50'14.68W) 46.8% de cobertura foliar con un promedio de 40.05 ± 38.66 y una mediana de 24.

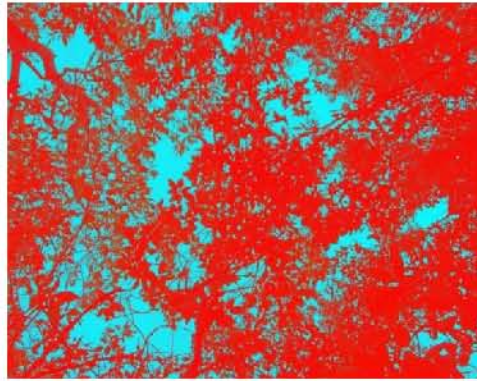


Figura 6.45. Transecto 1 El complejo de humedales El Carmen- La Machona (18°17'47.29N, 93°50'12.75W) 78.8% de cobertura foliar con un promedio de 47.13 ± 41.46 y una mediana de 30.

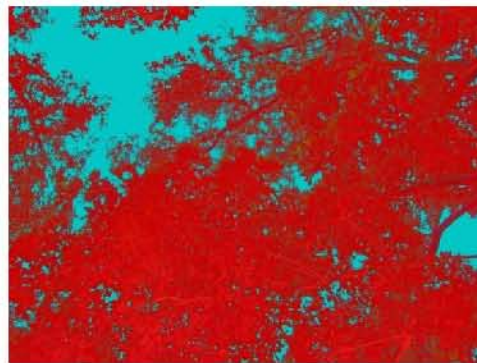


Figura 6.46. Transecto 2 El complejo de humedales El Carmen- La Machona (18°18'41.56N, 93°46'35.44W) 77.7% de cobertura foliar con un promedio de 73.72 ± 26.98 y una mediana de 67.

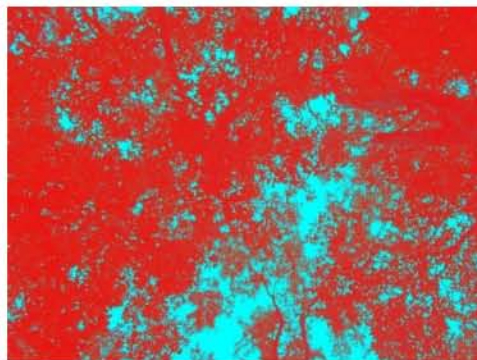


Figura 6.47. Transecto 2 El complejo de humedales El Carmen- La Machona (18°18'43.23N, 93°46'34.81W) 84.8% de cobertura foliar con un promedio de 58.25 ± 36.51 y una mediana de 44.

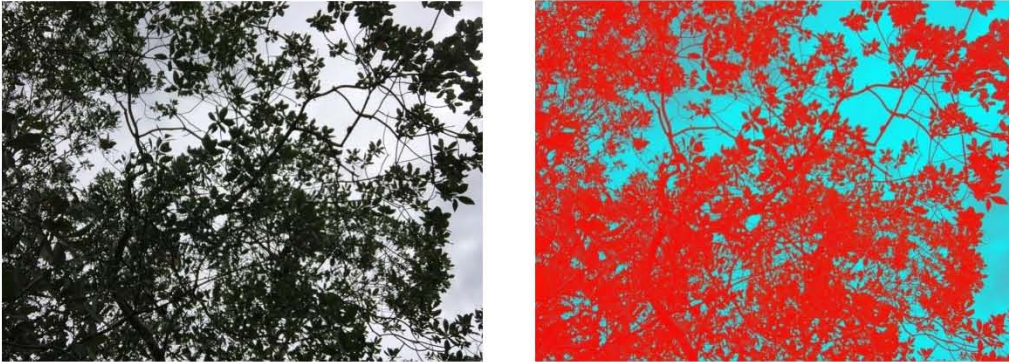


Figura 6.48. Transecto 2 El complejo de humedales El Carmen- La Machona (18°18'41.86N, 93°46'35.88W) 69.4% de cobertura foliar con un promedio de 44.45 ± 34.56 y una mediana de 32.

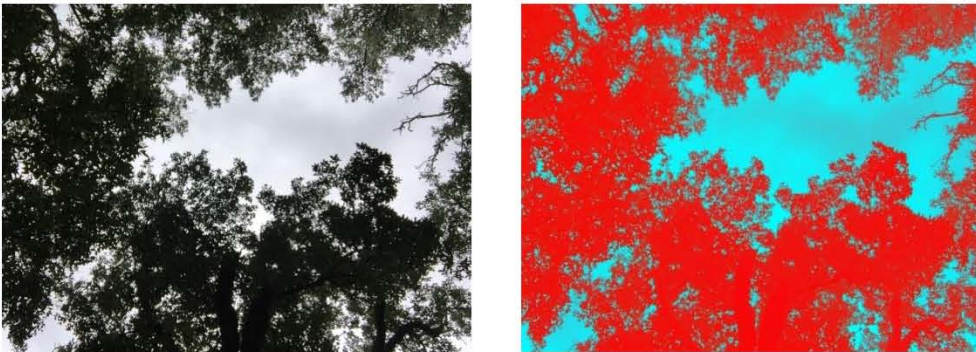


Figura 6.49. Transecto 3 El complejo de humedales El Carmen- La Machona (18°18'47.62N, 93°46'16.14W) 67% de cobertura foliar con un promedio de 36.88 ± 31.45 y una mediana de 24.

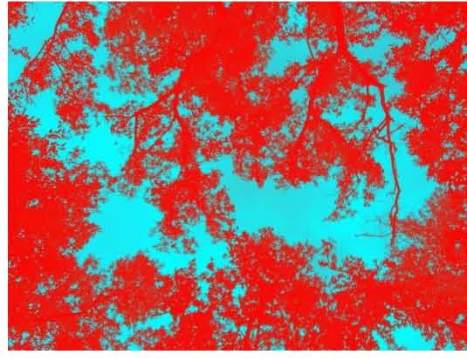


Figura 6.50. Transecto 3 El complejo de humedales El Carmen- La Machona (18°18'47.26N, 93°46'15.97W) 66.6% de cobertura foliar con un promedio de 41.60 ± 39.71 y una mediana de 25.

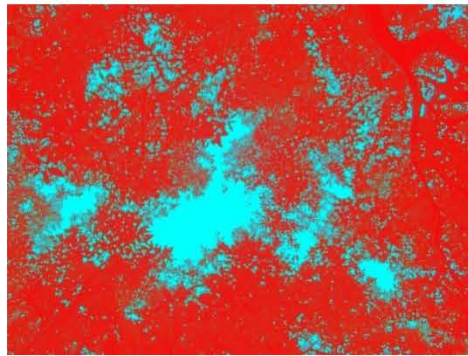


Figura 6.51. Transecto 3 El complejo de humedales El Carmen- La Machona (18°18'46.52N, 93°46'17.26W) 79.5% de cobertura foliar con un promedio de 46.11 ± 33.63 y una mediana de 34

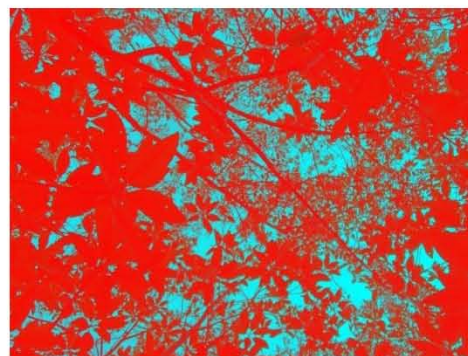


Figura 6.52. Transecto 3 El complejo de humedales El Carmen- La Machona (18°18'46.07N, 93°46'16.66W) 85.2% de cobertura foliar con un promedio de 47.81 ± 45.84 y una mediana de 27.

Con base en éstos resultados, se puede concluir que del 50 a más del 80% de las tres regiones de manglar del Carmen-La Machona están cubiertas por el dosel del bosque de manglar, lo que es indicativo de un buen grado de desarrollo como bosque, con escasa perturbación con una excepción (Transecto 1), lo que indica actividad de extracción forestal, posiblemente por su cercanía a un poblado.

Altura promedio

La altura promedio del manglar es un importante parámetro que define el grado de desarrollo del bosque en función de las condiciones hidrológicas del sitio. En la tabla 6.32, se puede observar las alturas promedio de las dos especies de manglar dominante; así como en algunos casos de los cultivos de cocos de la parte posterior a éstos. También se indica la ubicación (latitud y longitud) de los sitios de la laguna desde donde se realizó la medida. Para su localización en mapas ver anexo 7.

Tabla 6.32 Altura promedio de manglar y palmera en diferentes complejos de humedales

Nombre	Coordenadas		Especie	Altura promedio (m)
	Latitud N	Longitud W		
El pajalal (Laguna El Carmen)	18°18'24.588	93°46'56.477	<i>Avicennia germinans</i>	7.62
Transecto 1 Laguna El Carmen	18°17'48.510	93°50'08.549	<i>Rhizophora mangle</i>	7.5
			<i>Avicennia germinans</i>	11.42
Transecto 2 Laguna El Carmen	18°18'39.731	93°46'36.191	<i>Rhizophora mangle</i>	11.06
Transecto 3 Laguna El Carmen	18°18'40.722	93°46'18.330	<i>Rhizophora mangle</i>	13.03
Embarcadero Puerto Ceiba (Mecoacán)	18°24'49.848	93°10'45.911	<i>Avicennia germinans</i>	12.89
Isla-Puente (Mecoacán)	18°25'16.871	93°08'57.179	<i>Rhizophora mangle</i>	9.64
Isla antes del Puente (Mecoacán)	18°25'44.399	93°08'55.939	<i>Rhizophora mangle</i>	9.91
	18°25'44.328	93°08'55.79	Palmeras	15.22

Las alturas en Carmen-La Machona oscilaron de 11 a 13 m de altura con excepción de un sitio (7.6 m) en comparación con los otros sitios ubicados en Mecoacán que variaron de 9 a 12 m. Esta diferencia de alturas entre ambos sitios es congruente con los resultados de agrupamiento de áreas basales/hectárea (ver más adelante) lo que indica un mejor desarrollo del bosque de manglar de Carmen-La Machona en comparación con Mecoacán.

6.6.3. Aves acuáticas y marinas

La zona costera de influencia del Área Hokchi comprende el norte de Los Pantanos de Centla, que junto con la Laguna de Términos, representa el corredor de humedales más grande de Norteamérica. Estos humedales se encuentran al noreste del estado de Tabasco ($17^{\circ} 57' 45''$ y $18^{\circ} 39' 58''$ N y $92^{\circ} 06' 30''$ y $92^{\circ} 47' 58''$ O) y ocupan un área de 302 707 ha (Romero-Gil et al., 2000). Asimismo, esta zona abarca las lagunas de Mecoacán, Julivá y Santa Anita, ($18^{\circ} 45' 33''$ y $18^{\circ} 27' 06''$ N y $93^{\circ} 25' 51''$ y $92^{\circ} 94' 43''$ O) (Moreno-Cáliz et al., 2009), así como la Laguna del Ostión, la cual está asociada al río Coatzacoalcos y se extiende hasta la región de los Tuxtlas. La Laguna del Ostión se encuentra al norte del Río Coatzacoalcos en el sur del estado de Veracruz ($18^{\circ} 26' 68''$ y $18^{\circ} 09' 07''$ N y $94^{\circ} 70' 61''$ y $94^{\circ} 54' 06''$ O) (Lara-Domínguez et al., 2009). Otro sistema lagunar dentro de la zona de influencia del Área Hokchi es la laguna Machona – Carmen en el estado de Tabasco ($18^{\circ} 06' 43''$ y $18^{\circ} 23' 16''$ N y $93^{\circ} 40'$ y $93^{\circ} 52' 19''$ O). No existe información disponible sobre la avifauna de este último sistema ya que no es Área Natural Protegida, Región Terrestre Prioritaria, Región Marina Prioritaria, Región Hidrológica Prioritaria, Área de Importancia para la Conservación de las Aves ni sitio Ramsar.

El área de los Pantanos de Centla es una Reserva de la Biósfera desde 1992, forma parte de la Red Mundial de Reservas de Biósfera del Programa MAB de la UNESCO, es un Área Natural Protegida (ANP), Área de Importancia para la

Conservación de las Aves (AICA) (Arriaga et al., 2000), Región Marina Prioritaria, Región Terrestre Prioritaria, Región Hidrológica Prioritaria, Sitio RAMSAR desde 1995 (Barba-Macías et al., 2006; Romero-Gil et al., 2000) y es considerada una de las 13 maravillas de México y Patrimonio Mundial de la Humanidad por la UNESCO. Además forman parte del Corredor Migratorio Central y del Mississippi de las aves de Norteamérica y en ella habitan alrededor de 328 especies de las cuales 64 (20%) son migratorias, 8 (2%) se encuentran en alguna categoría de amenaza por la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN), 42 (13%) en alguna categoría de amenaza según la Norma Oficial Mexicana 059 (NOM-059) y 7 (2%) son endémicas (Córdova-Avalos et al., 2009).

Las lagunas de Mecoacán, Julivá y Santa Ana por sí mismas no son áreas naturales protegidas, pero porcentajes variables de su manglar pertenecen a otras categorías de protección debido a su unión con los Pantanos de Centla: 27% de los manglares es una Región Terrestre Prioritaria, el 98% una Región Marina Prioritaria, el 67% una Región Hidrológica Prioritaria, 60% un Área de Importancia para la Conservación de las Aves y no es un sitio RAMSAR. Las lagunas antes mencionadas son un tipo de humedal de ámbito marino – costero de sistema estuarino con subsistema intermareal de clase humedal arbóreo con manglares y popales, por lo que las aves que se podrían ver afectadas en caso de alguna contingencia de alguno de los diversos campos petroleros de la zona serían las aves acuáticas y las marinas (Anexo 28). Con base en la información que existe sobre los Pantanos de Centla sobre la avifauna presente en esta área, de 97 especies que habitan la zona, 79 se encuentran en el Acta para la Conservación de las Aves Migratorias Neotropicales (NMBCA) (Anexo 28) propuesta por el servicio de fauna silvestre de Estados Unidos y 7 se encuentran en la Norma Oficial Mexicana 059 (NOM 059) bajo algún estatus de protección (Anexo 28).

No se conoce con precisión el tamaño de las poblaciones de las diferentes especies y no existe información definitiva sobre el tamaño de colonias reproductivas. Sin embargo, hay que destacar que en el corredor Pantanos de

Centla – Laguna de Términos, anidan la mayoría de cigüeñas jabirú de la región (Correa-Sandoval y Luthin, 1988; Arriaga W. et al., 2000; Córdova-Avalos et al., 2009; Santiago-Alarcón et al., 2011).y existen grandes colonias reproductivas de pato real, cigüeñas americanas, y garzas como la rojiza. Así mismo, Córdova-Ávalos et al. (2009) encontraron que la riqueza de especies de aves detectadas utilizando análisis de integridad y número de especies observadas, clasificaba a los Pantanos de Centla como un humedal de importancia internacional en la conservación de la biodiversidad tropical de Mesoamérica.

Por otro lado, la laguna del Ostión en Veracruz, es un humedal de ámbito marino – costero de sistema estuarino con subsistema intermareal asociado al río Coatzacoalcos en la región costera del Istmo. La laguna del Ostión está en el municipio de Pajapan, el cual limita con Coatzacoalcos. Tiene una superficie de aproximadamente 1270 ha, recibe el aporte fluvial de los ríos Metzapan, Temoloapan y Huazuntlán y se comunica con el Golfo de México por la boca de Jicalal. Posee una barrera con llanuras de inundación y marismas con manglar con campos de dunas hacia Coatzacoalcos flanqueados por un estero, una laguna y pantanos. Esta cadena de humedales está catalogada como una Región Terrestre Prioritaria, Región Marina Prioritaria y como Región Hidrológica Prioritaria. Forma parte de la cadena de humedales del sur de Veracruz hasta el ANP de Los Tuxtlas. Entre las aves acuáticas en riesgo en la región se encuentran: la garza tigre (*Tigrisoma mexicanum*, bajo protección especial) y el pato real (*Cairina moschata*, catalogada en peligro de extinción). Esta laguna ha sido presumiblemente contaminada históricamente por actividades petroleras en la región (Lara-Domínguez et al., 2009).

De acuerdo a la información existente para el ANP Los Tuxtlas, existen en el área 487 especies de las cuales 99 son acuáticas y marinas (Anexo 28). De estas 99 especies, 95 se encuentran en el Acta para la Conservación de las Aves Migratorias Neotropicales (Anexo 28) y 14 están en la NOM-059 bajo algún estatus de protección (Anexo 28).

El conocimiento sobre la distribución de aves en los humedales de la zona de influencia del área Hokchi será usada para la elaboración del Plan de Contingencia correspondiente, con la finalidad de priorizar la protección de estos ecosistemas, aunque cabe mencionar que la información presentada en este apartado referente a aves es únicamente bibliográfica. Por ello, es necesario evaluar los comportamientos migratorios y avistaje durante un periodo más largo y durante las cuatro estaciones del año. También, es importante resaltar que esta zona de influencia de Hokchi es también la zona de influencia de múltiples actividades petroleras en la zona.

6.6.4. Mamíferos marinos

La literatura sobre estudios de mamíferos marinos en el Golfo de México, y específicamente en la zona sur donde se encuentra el área Hokchi, son escasos. De acuerdo con Manzanilla-Naim (1998), las especies que frecuentan la zona costera son el tursiÓN común o tonina (*Tursiops truncatus*) y el manatí (*Trichechus manatus*), ésta última considerada en peligro de extinción en México. Se ha reportado una población de manatíes en la zona costera de Veracruz y Tabasco, en el Golfo de México.

En Tabasco se encuentra la mayor población de estos manatíes, fluctuando entre 300 y 573 individuos (López-Hernández 1997), posiblemente debido a que posee extensos humedales que son hábitats favorables para ellos, como son los Pantanos de Centla y los ríos Grijalva y Usumacinta (Colmenero 1986; Colmenero y Hoz 1986). De acuerdo con Arriaga Weiss y Contreras Sánchez (1993) (citado por Ortega-Ortíz et al. 2004), los cuerpos de agua con mayor abundancia de éstos organismos en el área son Barra de Chiltepec, ríos González y Grijalva y arroyo Tabasquillo, en la parte norte; y los ríos y lagunas San Antonio, San Pedrito, Chashchoc, Chacamax, Chablé y Usumacinta en la parte centro y sur.

Ortega-Ortíz et al. (2004) mencionan que el hábitat disponible en algunas localidades del sur del Golfo de México para el manatí y las toninas costeras ha disminuido debido a la construcción de estructuras para exploración, extracción y transporte de hidrocarburos, así como estructuras asociadas a la navegación. Sin embargo, de acuerdo con Manzanilla-Naim (1998), no existen reportes a cerca del efecto de las actividades industrial, petrolera, urbana, comercial, turística y pesquera en el Golfo de México. Cabe hacer notar que varias de estas actividades se desarrollan en el área de influencia ambiental de Hokchi.

Asimismo, cabe resaltar que la información presentada en este apartado referente a mamíferos marinos es únicamente bibliográfica. Por ello, es necesario evaluar los comportamientos migratorios y avistaje durante un periodo más largo y durante las cuatro estaciones del año. También, es importante recordar que la zona de influencia de Hokchi es también la zona de influencia de múltiples actividades petroleras en la zona.

6.6.5. Composición y distribución de las comunidades terrestres y acuáticas

El clima de la región caracterizado por altas temperaturas, elevada humedad, así como la presencia de cuerpos acuáticos marinos y terrestres han permitido el establecimiento de una alta biodiversidad. De acuerdo a la tabla comparativa de especies registradas en el estado de Tabasco y en los alrededores del campo Hokchi se han registrado 5,567 especies en todo el estado, lo que representa el 5.6% de la biodiversidad total de México. De la cual, el 33.5% (1,867 especies) han sido encontrados en un radio de 80 km del campo Hokchi (Tabla 6.33).

Destaca en la vegetación, la adaptada a sistemas acuáticos, como el popal, el manglar y el tular. Así como distintos tipos de selva, como la alta y baja perennifolia, y la mediana y baja subperennifolia, en donde se pueden encontrar árboles característicos de la selva como la ceiba, guapaque y canshan; de maderas preciosas como cedro y caoba; pastizales y frutales como cacao, zapote,

mamey, tamarindo, naranjo, plátano y guanábana; en los pantanos icaco, cocoteros y majagua. (CONABIO, 1998).

En cuanto a la fauna, es evidente la presencia tanto de fauna marina como terrestre, así como la adaptada a los ecotonos característicos de las marismas y estuarios, característicos de la región. En las zonas de selva y pastizales se pueden encontrar papagayo, loro, ceniztonle, calandria, tordo, venado, ocelote y varias serpientes; en ríos y lagunas se han reportado nutria, manatí, iguana, tortuga, y peces como el pejelagarto, bagre, robalo y mojarra; hacia el mar es común encontrar varias especies de camarón, huachinango y pargo (CONABIO, 1998).

Tabla 6.33. Especies registradas en el estado de Tabasco y en los alrededores del área Hokchi (área de 80 km de radio).

Grupo taxonómico	Especies conocidas en México	Especies conocidas en Tabasco	Especies en la cercanía al campo Hokchi
Briofitas	1,482	8	8
Pteridofitas	1,067	187	22
Gimnospermas	150	6	1
Angiospermas dicotiledóneas	19,065	2,352	554
Angiospermas monocotiledóneas	4,726	839	171
Poríferos	268	3	3
Cnidarios	318	2	2
Helmintos	550	110	21
Anélidos	1,393	173	173
Moluscos	4,100	175	50
Equinodermos	503	41	41
Insectos	47,800	344	89
Artrópodos (no insectos)	12,280	270	167
Peces	2,693	220	416
Anfibios	361	32	8
Reptiles	804	124	17
Aves	1,096	539	101
Mamíferos	535	142	23

Modificada de CONABIO (1998), con información procedente de las Colecciones Biológicas del Instituto de Biología y del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, UNAM.

Especies de importancia ecológica o en categoría de protección

De acuerdo con la Lista Roja de Especies Amenazadas (UICN, 2015), en el área de 80 km de radio del campo Hokchi se encuentran cuatro especies en peligro crítico, *Dasyprocta mexicana* (Agutí negro), con una tendencia poblacional, en el 2008, en descenso; en tanto que *Epinephelus itajara* (Mero gigante), y las plantas *Decazyx esparzae* y *Quararibea yunckeri* se desconoce su tendencia poblacional.

En peligro se encuentran tres especies de plantas *Trichilia breviflora*, *Recchia simplicifolia*, *Blepharidium guatemalense*, de las cuales se desconoce su tendencia poblacional. En la categoría de vulnerable se encuentran 8 especies (*Aegiphila monstrosa*, *Balantiopteryx io*, *Balistes capriscus*, *Hyporthodus flavolimbatus*, *Lutjanus campechanus*, *Megalops atlanticus*, *Potamocarcinus hartmanni*, *Thunnus obesus*); de éstas especies vulnerables, sólo el cangrejo de agua dulce (*Potamocarcinus hartmanni*) tiene una tendencia poblacional estable, el resto presentan tendencia a la baja poblacional.

En la categoría de preocupación menor se encuentran 360 especies (Figura 6.52) y cuatro especies más se consideran casi amenazadas.

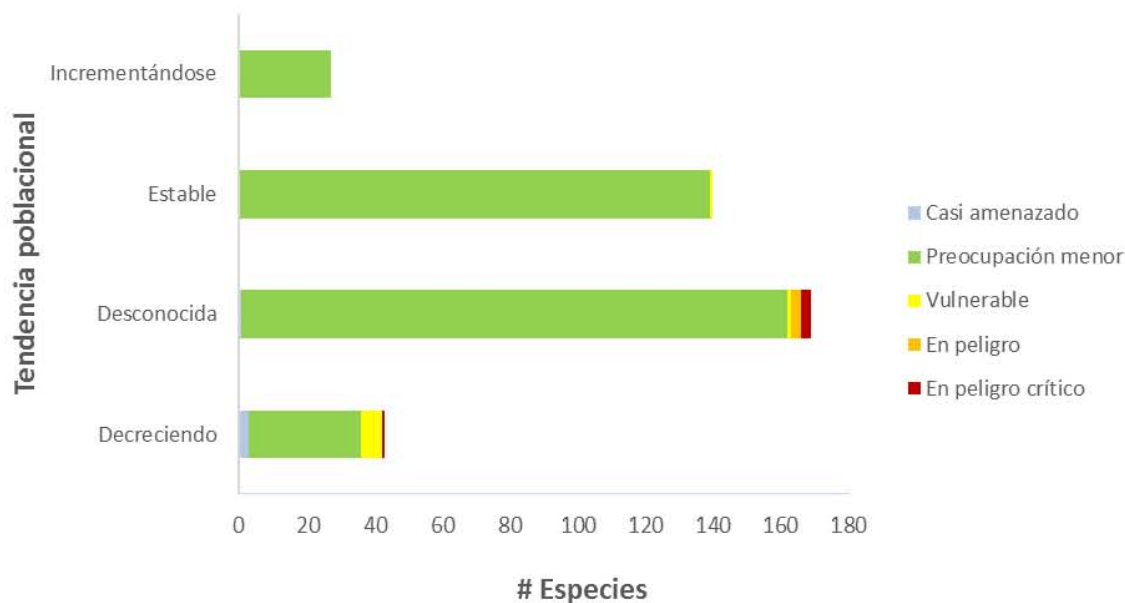


Figura 6.52. Especies amenazadas de acuerdo a la Lista Roja de Especies Amenazadas (UICN, 2015)

6.6.6. Áreas sensibles

Regiones y sitios prioritarios para la conservación

Las Áreas Naturales Protegidas (ANP) “son las zonas del territorio nacional y aquellas sobre las que la nación ejerce su soberanía y jurisdicción en donde los ambientes originales no han sido significativamente alterados por la actividad del ser humano o que requieren ser preservadas y restauradas” (CONANP, 2014).

Por otra parte, los sitios RAMSAR son humedales que revistan importancia para la conservación de la diversidad biológica mundial y para el sustento de la vida humana a través del mantenimiento de los componentes, procesos y beneficios/servicios de sus ecosistemas (RAMSAR, 2014). El énfasis inicial de la Convención fue la conservación y el uso racional de los humedales sobre todo como hábitat de aves acuáticas, sin embargo, con los años la Convención ha ampliado su alcance hasta abarcar la conservación y el uso racional de los

humedales en todos sus aspectos, reconociendo que los humedales son ecosistemas extremadamente importantes para la conservación de la biodiversidad y el bienestar de las comunidades humanas (SEMARNAT, 2013).

Las Áreas de Importancia para la Conservación de Aves (AICAS) como su nombre lo indica, son sitios previamente evaluados que revisten una importancia significativa para la conservación de aves (CONABIO, 2004). Las AICAS no son sitios que necesariamente requieren protección legal, sino que son áreas explícitamente importantes de acuerdo con las características de las especies que albergan, sean éstas poblaciones, de comunidad, de distribución, de hábitat o por incluir especies endémicas o en alguna categoría de riesgo. Incluso pueden ser designadas por ser lugares importantes para la investigación científica (del Coro Arizmendi y Berlanga, 1996).

El Área Natural Protegida con categoría de Reserva de la Biósfera, sitio RAMSAR y Área de Importancia para la Conservación de Aves “Pantanos de Centla” se localiza a 59 km al SE del campo Hokchi (Anexo 30 a y b). Fue creada el 6 de agosto de 1992 por medio de un decreto federal y tiene un área de 302,706 ha (SEMARNAP, 2000).

Las consideraciones para decretar esta zona como Reserva de la Biósfera se fundamentan en la biodiversidad de especies que posee, la productividad biológica que genera, su ubicación en el delta del sistema fluvial Grijalva-Usumacinta, la existencia de geoformas típicas de dunas bajas, la presencia de especies endémicas y/o en peligro de extinción (manatí, cocodrilo, jaguar entre otras) además de ser un sitio importante de tránsito, anidación y hospedaje de aves acuáticas tanto migratorias como residentes (Diario Oficial de la Federación, 1992).

La designación de sitio RAMSAR es del 22 de junio de 1995 y considera a los Pantanos de Centla como uno de los sitios hidrológicos más importantes de

México ya que tiene 110 cuerpos de agua dulce (permanentes y estacionales) importantes para la pesca y regulación de inundaciones. La presencia de flora acuática y fauna amenazadas, así como la relevancia de las lagunas costeras en el ciclo de vida de varias especies marinas son otros criterios que permitieron la designación de este humedal como sitio RAMSAR (RAMSAR-CONANP, 2016).

La propuesta como Área de Importancia para la Conservación de Aves (AICA) es de mayo de 1997 por medio de CONABIO (CONABIO, 2004). Tiene un área de 502,782 ha y es colindante con el AICA "Laguna de Términos". Los criterios para esta designación se basan en la presencia de 66 especies de aves migratorias, la existencia de colonias importantes de garzas y el hecho de que los Pantanos de Centla son el límite septentrional de distribución del Jabirú en esta región. Por lo anterior, esta AICA es considerada un área prioritaria por el Comité Tripartita México-Canada-Estados Unidos, la Convención RAMSAR y el North American Wetlands Conservation Council (CONABIO, 2004).

Como AICA, los Pantanos de Centla tienen la categoría MEX-1 indicando que el sitio contiene al menos una población de una especie considerada en las listas oficiales del país como amenazada, en peligro o vulnerable (NOM-ECOL, CIPAMEX), mientras que BIRDLIFE INTERNATIONAL le otorga la categoría A1, indicando la presencia de especies de aves amenazadas a nivel mundial (Vidal et al, 2009).

La vegetación de la Reserva de Biósfera "Pantanos de Centla" está compuesta por pastizales, selva perennifolia, vegetación hidrófila y manglar (SEMARNAP, 2000). La flora está representada por: Bucida buceras (Pucte), Spondias mombin (Jobo), Tabebuia rosea (Palo de rosa, guayacán), Lonchocarpus hondurensis (Mata de gusano), Vatairea lundellii (Amargoso), Bursera simaruba (Chaca o palo mulato, palo chaca), Calophyllum brasiliense (Bari), Swietenia macrophylla (Caoba), Cedrela odorata (Cedro), Rhizophora mangle (Mangle rojo), Avicennia germinans (Mangle negro), Laguncularia racemosa (Mangle blanco), Conocarpus erectus

(Mangle botoncillo), *Acoelorrhaphe wrightii* (Palmera de florida), *Ceiba pentandra* (Pochote), *Sabal mexicana* (Guano redondo), *Pithecellobium lanceolatum* (Cresta de gallo), *Typha latifolia* (Espadaño), *Eichhornia crassipes* (Camalote, jacinto de agua común), *Nymphaea ampla* (Hoja de sol), *Cladium mariscus* var. *jamaicense* (Junco), *Pachira aquatica* (Zapote de agua), *Guazuma ulmifolia* (Aquiche) (SIMEC, 2016).

La fauna del sitio la componen: *Jabiru mycteria* (Cigüeña jabirú), *Mycteria americana* (Cigüeña americana), *Cochlearius cochlearius* (Garza cucharón), *Ajaia ajaja* (Espátula rosada), *Cairina moschata* (Pato real), *Dendrocygna autumnalis* (Pijije ala blanca), *Anas discors* (Cerceta ala azul, pato media luna), *Ardea herodias santilucae* (Garza morena), *Tigrisoma mexicanum* (Jojo, garza tigre), *Ceryle torquata* (Martin pescador), *Aramus guarauna* (Carrao), *Butorides striata* (Garcita azulada), *Ardea alba* (Garza blanca), *Jacana spinosa* (Gallito de agua), *Caracara plancus* (Cara cara), *Falco peregrinus* (Halcón peregrino), *Eudocimus albus* (Ibis blanco), *Phalacrocorax brasilianus* (Cormorán), *Pandion haliaetus* (Águila pescadora), *Rostrhamus sociabilis* (Gavilán caracolero), *Dasyus novemcinctus* (Armadillo nueve bandas), *Trichechus manatus* (Manati), *Panthera onca* (Jaguar), *Leopardus pardalis* (Ocelote, tigrillo), *Alouatta palliata* (Saraguato negro), *Odocoileus virginianus* (Venado cola blanca), *Lontra longicaudis* (Nutria de río), *Procyon lotor* (Mapache), *Dermatemys mawii* (Tortuga blanca), *Kinosternon leucostomum* (Pochitoque), *Trachemys scripta* (Tortuga gravada), *Claudius angustatus* (Tortuga chopontil), *Staurotypus triporcatus* (Tortuga guao), *Chelydra serpentina* (Tortuga lagarto), *Rhinoclemmys areolata* (Mojina), *Iguana iguana* (Iguana verde), *Bothrops asper* (Nauyaca real), *Basiliscus vittatus* (Toloque), *Crocodylus moreletii* (Cocodrilo de pantano), *Centropomus undecimalis* (Róbalo blanco), *Cichlasoma fenestratum* (Mojarra paleta), *Cichlasoma urophthalmus* (Mojarra castarrica), *Atractosteus tropicus* (Pejelagarto), *Petenia splendida* (Mojarra tenguyaca), *Macrobrachium acanthurus* (Camaron de río), *Macrobrachium carcinus* (Pigua) (SIMEC, 2016).

La problemática ambiental detectada en la zona se debe al desarrollo urbano, explotación petrolera, tala clandestina, cacería ilegal, incendios forestales, expansión de la frontera agrícola, ganadería extensiva, contaminación de agua y suelo, y el desarrollo industrial (SIMEC, 2016). Sin embargo, hay que recordar que aunque hay presencia de infraestructura petrolera en esta área protegida, la regulación existente previene la construcción y puesta en marcha de nueva infraestructura petrolera, salvo las operaciones propias de mantenimiento.

Áreas Naturales Protegidas Estatales

En el área continental adyacente al área Hokchi se localizan ocho Áreas Naturales Protegidas de carácter estatal (CONABIO, 2015).

- Reserva Ecológica Río Playa (Anexo 30c): se ubica 43 km al sureste del área Hokchi en el municipio de Comalcalco (Tabasco) y tiene un área de 711 ha con presencia de popales y tulares. Fue decretada como reserva ecológica el 14 de septiembre de 2004 (SAOP, 2007).
- Zona Sujeta a Conservación Ecológica Finca Santa Ana: se ubica 115 km al sur del área Hokchi en el municipio de Pichucalco (Chiapas) y tiene un área de 553 ha con presencia de una densa cubierta forestal que permite la captura, filtración y escurrimiento de agua de lluvia hacia arroyos que alimentan al río Pichucalco. Fue decretada como reserva ecológica el 19 de junio de 1996 (SEMAHN, 2013).
- Reserva Ecológica Laguna de las Ilusiones: se ubica 77 km al sureste del campo Hokchi en el municipio Centro (Tabasco) y tiene un área de 259 ha. Es una laguna urbana con presencia de especies nativas y en peligro de extinción. Fue decretada como reserva ecológica el 8 de febrero de 1995 (SAOP, 2007). Presenta problemas de contaminación (CONAFOR, 2012).

- Zona Sujeta a Conservación Ecológica Laguna del Camarón: se ubica a 80 km al sureste del área Hokchi en el municipio Centro (Tabasco) y tiene un área de 70 ha. Es una laguna de zona inundable con presencia de vegetación hidrófita. Fue decretada como reserva ecológica el 5 de junio de 1993 (SAOP, 2007). Presenta problemas de contaminación (CONAFOR, 2012).
- Reserva Ecológica YU-BALCAH (Selva de las Mil Voces): se ubica 118 km al sureste del área Hokchi en el municipio de Tacotalpa (Tabasco) y tiene un área de 572 ha. Presenta vegetación de selva mediana de canacoite y selva alta de pío. Fue decretada como reserva ecológica el 10 de junio de 2000 (SAOP, 2007). Se encuentra en abandono (CONAFOR, 2012).
- Centro de Interpretación de la Naturaleza YUMKÁ: se ubica 82.5 km al sureste del área Hokchi en el municipio Centro (Tabasco) y tiene un área de 1,714 ha. Presenta una laguna urbana y vegetación de selva mediana perennifolia. Fue decretada como reserva ecológica el 5 de junio de 1993 (SAOP, 2007). Tiene problemas de pérdida de biodiversidad y erosión (CONAFOR, 2012).
- Reserva Ecológica Laguna La Lima: se ubica 75 km al sureste del área Hokchi en el municipio de Nacajuca (Tabasco) y tiene un área de 36 ha. Tiene la presencia de una laguna y vegetación hidrófita. Fue decretada como reserva ecológica el 8 de febrero de 1995 (SAOP, 2007).
- Parque Ecológico de la Chontalpa: se ubica 71 km al suroeste de Hokchi en el municipio de Cárdenas (Tabasco) y tiene un área de 277 ha. Presenta vegetación de selva mediana perennifolia. Fue decretada como reserva ecológica el 8 de febrero de 1995 (SAOP, 2007).

Corredores Biológicos

Un corredor biológico se define como “un espacio geográfico delimitado que proporciona conectividad entre paisajes, ecosistemas y hábitats, naturales o modificados, y asegura el mantenimiento de la diversidad biológica y los procesos ecológicos y evolutivos” (Ramírez, 2003). En 1997 se integró la iniciativa del Corredor Biológico Mesoamericano (CBM), definiendo enlaces entre las áreas protegidas de Centroamérica y proponiendo desarrollos de bajo impacto para mantener los corredores entre ellas (CONABIO, 2009a).

En México la implementación del CBM inició en 2002 (CONABIO, 2009a), teniendo como finalidad promover el uso sustentable y la conservación de la biodiversidad en el sureste del país (Eccardi, 2003).

El CBM tiene un área aproximada de 769,000 km² abarcando desde el sureste de México hasta Panamá (Ramírez, 2003). En su porción de México (CBM-M) cubre un área aproximada 199,916 km² (CONABIO, 2014) en los estados Chiapas, Quintana Roo, Yucatán, Campeche, Oaxaca y Tabasco (CONABIO, 2009a), que representa cerca del 26% del área total del CBM.

En el área continental adyacente a Hokchi se localizan tres microrregiones pertenecientes al CBM-M (Anexo 30d) (Rojas-Canales y Ríos-Valdez, 2012) abarcando un área de 18,814 km² (9.5% de la superficie total del CBM-M) (CONABIO, 2009a).

- Humedales Costeros – Sierra de Huimanguillo: se ubica 18 km al sur del campo Hokchi, distribuido en los municipios de Cárdenas, Comalcalco, Huimanguillo, Cunduacán, Jalpa de Méndez, Nacajuca y Paraíso (Tabasco) con un área de 8,431 km² (CONABIO, 2014). Los suelos dominantes son el Gleysol Vértico y Acrisol Vértico, con una vegetación predominante de sabana con una importante presencia de cultivos y plantaciones. La topografía es homogénea, compuesta principalmente de planicies y con una fuerte influencia de los ríos Grijalva y Janapa. En este corredor se encuentran las Regiones Hidrológica

Prioritarias Cabecera del río Tonalá y Laguna de Términos - Pantanos de Centla (Anexo 30e), así como el AICA Pantanos de Centla (CONABIO, 2012).

- Pantanos de Centla - Cañón de Usumacinta: se ubica 29 km al sur de Hokchi, distribuido en los municipios de Centla, Jonuta, Emiliano Zapata y Tenosique (Tabasco) con un área de 6,802 km² (CONABIO, 2014). Los suelos dominantes son Gleysoles en sus variantes Éutrico, Vértico y Húmico con vegetación menor de tipo sabana, ya que la mayor parte del área corresponde a cultivos y plantaciones. La topografía es homogénea, compuesta principalmente de planicies e influenciada por el río Grijalva. En este corredor se encuentran las Regiones Terrestres Prioritarias Pantanos de Centla, Lagunas de Catazajá-Emiliano Zapata y una franja estrecha de la región Lacandona; así mismo, incluye las Regiones Hidrológica Prioritarias Laguna de Términos-Pantanos de Centla, Balancán y Río San Pedro, así como el AICA Pantanos de Centla (CONABIO, 2012).

- Sierra de Tabasco: se ubica 97 km al sur del campo Hokchi, distribuido en los municipios de Teapa, Tacotalpa y Macuspana (Tabasco) con un área de 3,581 km² (CONABIO, 2014). Los suelos dominantes son Gleysol y Fluvisol con vegetación de selva alta perennifolia y subperennifolia, popales, tulares, así como tierras de uso agrícola, pecuario y forestal. La topografía está compuesta principalmente de planicies en el centro y norte y montañas en la parte sur con influencia hidrológica de los ríos Macuspana, Tepetitlán, Pichucalco y Tacotalpa. El corredor forma parte de las Regiones Terrestres Prioritarias El Manzanillal y Pantanos de Centla, de la Regiones Hidrológicas Prioritarias Laguna de Términos-Pantanos de Centla y Río Tulija-Altos de Chiapas así como el AICA Pantanos de Centla-Laguna de Términos (CONABIO, 2012).

Regiones Prioritarias

La delimitación de Regiones Prioritarias surge como una estrategia para concentrar los esfuerzos de investigación y conservación de la biodiversidad en México por parte de CONABIO, tomando como referencia análisis de regionalización basados en ecorregiones y grandes unidades de paisaje que mantienen el conjunto de condiciones ecológicas que prevalecen a una determinada escala geográfica, hábitat o áreas con funciones ecológicas vitales y que presentan una alta acumulación de especies, especies sensibles o bien procesos ecológicos y servicios ambientales en general (Arriaga et al., 2009).

Regiones Terrestres Prioritarias (RTP): Son sitios con un alto valor en la biodiversidad terrestre del país. Los criterios ambientales considerados para esta categoría son: 1) extensión del área, 2) integridad ecológica funcional de la región, 3) importancia como corredor biológico, 4) diversidad de ecosistemas, 5) fenómenos naturales extraordinarios (localidades de hibernación, migración o reproducción), 6) presencia de endemismos, 7) riqueza específica, 8) centros de origen y diversificación animal, 9) centros de domesticación o mantenimiento de especies útiles. Los criterios de amenaza a la biodiversidad son 1) pérdida de la superficie original, 2) fragmentación de la región, 3) cambios en la densidad de la población, 4) presión sobre especies clave o emblemáticas, 5) concentración de especies en riesgo y 6) prácticas de manejo inadecuadas. Asimismo, se consideran criterios de oportunidad para su conservación como: 1) proporción de áreas bajo algún tipo de manejo inadecuado, 2) importancia de los servicios ambientales, y 3) presencia de grupos organizados (Arriaga et al. 2009).

- La Región Terrestre Prioritaria Pantanos de Centla (Anexo 30f) se ubica 31.5 km al sureste del área Hokchi en los municipios de Centla, Centro, Jalpa de Méndez, Jonuta, Macuspana, Nacajuca, Palizada y Paraíso en Tabasco y el municipio de Carmen en Campeche, cubriendo un área de 8,366 km² y presentando a las marismas como la geoforma dominante. La vegetación presente en esta RTP son manglares, sabanas con vegetación arbórea dispersa y tierras de uso agrícola, pecuario y forestal (CONABIO, 2008d).

Esta región constituye el área de humedales más extensos de Norteamérica, sirviendo como refugio de numerosas poblaciones de aves acuáticas migratorias, constituyendo la zona con mayor población de jabirú. Asimismo, es una zona importante para la crianza y alimentación de especies de valor comercial y es receptora de nutrimentos y contaminantes transportados por uno de los sistemas hidrológicos más grandes de México (Grijalva-Usumacinta) (CONABIO, 2008d).

Las problemáticas ambientales detectadas son la desecación de los humedales, el impacto potencial por extracción petrolera, la construcción de plantas hidroeléctricas sobre el río Usumacinta, el desarrollo de granjas camaroneras, la explotación forestal, el desarrollo de infraestructura carretera y la contaminación de cuerpos de agua (CONABIO, 2008d).

- La Región Terrestre Prioritaria el Manzanillal se ubica 84 km al sur de Hokchi, en los municipios de Centro y Teapa en Tabasco y Pichucalco, Reforma, Juárez e Ixtapangajoyá en Chiapas, cubriendo un área de 606 km² y presentando las llanuras costeras como geoforma dominante. La vegetación presente en esta RTP es selva baja subperennifolia y tierras de uso agrícola, pecuario y forestal (CONABIO, 2008b).

Esta región representa la porción más extensa de las selvas inundables de anocorte (*Bravaisia integerrima*), presentando además zonas de tulares, popales y zapotanales. Al presentar condiciones de inundabilidad y un sistema de ríos que desembocan en el río Usumacinta, presenta una diversidad importante de tortugas dulceacuícolas (CONABIO, 2008b). La problemática ambiental detectada es la expansión de las tierras agrícolas, la contaminación generada por plantas de PEMEX y la desecación de tierras inundadas (CONABIO, 2008b).

Regiones Marinas Prioritarias (RMP): Los criterios ambientales considerados para esta categoría son: 1) integridad ecológica funcional, 2) diversidad del hábitat, 3)

endemismos, 4) riqueza de especies, 5) especies indicadoras, 6) zonas de migración, crecimiento, reproducción o refugio y 7) procesos oceánicos relevantes (transporte de Ekman, turbulencia, concentración, retención y enriquecimiento que se asocian a sitios de reproducción, alimentación y crecimiento). Por otra parte, los criterios económicos considerados para la selección de estas áreas son: 1) especies de importancia comercial, 2) zonas pesqueras importantes, 3) tipo de organización pesquera, 4) zonas turísticas importantes, 5) tipo de turismo, 6) importancia económica para otros sectores (petróleo, industrial, minero, etc.) y 7) recursos estratégicos (nódulos de manganeso, cobalto, gas, petróleo, etc.). Finalmente, los criterios de amenazas son los siguientes: 1) modificación del entorno (relleno de áreas inundables, fracturas arrecifales, formación de canales, descargas de agua dulce, etc.), 2) contaminación, 3) efectos a distancia (aporte de sedimentos, modificaciones de patrones de infiltración, etc.), 4) presión sobre especies clave, 5) concentración de especies en riesgo, 6) daño al ambiente por embarcaciones, 7) especies introducidas y 8) prácticas de manejo inadecuadas (Arriaga et al., 2009).

- El área Hokchi se ubica dentro de la Región Marina Prioritaria Pantanos de Centla-Laguna de Términos (CONABIO, 1998) (Anexo 30g). Esta RMP tiene una extensión de 55,114 km². Presenta playas, dunas, lagunas, esteros e islas y representa el aporte hídrico continente-océano más importante en México. La dinámica oceánica se caracteriza por la presencia constante de surgencias y el aporte continuo de agua dulce por ríos, esteros y lagunas (CONABIO, 2008e). La riqueza específica marina del área de influencia ambiental de Hokchi, se presenta en el anexo 31a. Aunque en el área se presentan cuadrantes de riqueza específica marina con valores que alcanzan intervalos de 63 a 182; dominan los cuadrantes de riqueza con intervalos de 1 a 6 y 7 a 24, indicando baja diversidad en la zona.

La biodiversidad vegetal del margen continental del sitio presenta pastos marinos, manglares, selva mediana inundable, selva alta, popales, tulares, carrizales,

palmar inundable y matorral espinoso inundable con presencia de especies endémicas (*Amaranthus greggii*, *Cithorexillum allephirum*, *Palafoxia* spp.) e indicadoras (mangle rojo, blanco y negro). La presencia de algas de los géneros *Gracillaria* y *Bangia* indica el grado de conservación del ambiente (CONABIO, 2008e).

La biodiversidad faunística del sitio está representada por moluscos, poliquetos, crustáceos, peces, mamíferos marinos y aves con presencia de especies endémicas (*Strongylura hubbsi* y *Batrachoides goldmanii*) e indicadoras, como camarones, róbalo, manatí, cocodrilo, caimán. Así mismo, es una zona de refugio, alimentación y reproducción de tortugas, aves, peces, crustáceos, manatíes, mamíferos e invertebrados (CONABIO, 2008e).

Se presentan actividades de pesca intensiva organizada en cooperativas, artesanal, cultivos, permisionarios y libres, con explotación de ostión, jaiba, camarón, moluscos, algas y peces (CONABIO, 2008e).

Las problemáticas ambientales detectadas incluyen la constante modificación del entorno debido a la tala de manglar, relleno de áreas inundables, desvío de cauces, descargas de agua dulce, así como daños por embarcaciones (petroleros, pesqueros) e impactos ambientales por actividades de exploración y producción petrolera. De la misma forma, se presenta contaminación por desechos sólidos, aguas residuales, petróleo, agroquímicos, fertilizantes, metales y desechos industriales, así como impactos negativos al ambiente por actividades petroleras (CONABIO, 2008e).

La actividad agrícola se lleva a cabo de manera intensiva en las zonas inundables y existe una marcada presión del sector pesquero sobre el camarón blanco, almejas y ostión. Se tienen reportadas varias especies en peligro, como el pejelagarto, la cacerolita *Limulus polyphemus* y la orquídea *Habenaria bractecens*. Se ha reportado el tráfico de especies, pesca ilegal y la introducción de tilapia. De

la misma forma se observa el incumplimiento de la legislación en el área protegida de Laguna de Términos (veda, usos de suelo distintos a lo establecido en el plan de manejo, etc.) y una escasa integración de política turística y pesquera entre los estados de Tabasco y Campeche (CONABIO, 2008e).

Regiones Hidrológicas Prioritarias (RHP): Los criterios para delimitar estas regiones, basados en aspectos de biodiversidad, son similares a los de las RMP en relación al valor ambiental de los recursos bióticos y abióticos, con el valor económico, así como los riesgos y amenazas a los que están sujetas las cuencas hidrológicas, aunque estos se adecuaron para los grupos biológicos que se presentan en ambientes limnológicos, a las características físicas y químicas de los cuerpos de agua epicontinentales, así como a los ecosistemas incluidos en toda la cuenca hidrográfica, desde el parteaguas hasta la zona costera (Arriaga et al., 2009).

- La Región Hidrológica Prioritaria Laguna de Términos-Pantanos de Centla se ubica 21 km al sur del campo Hokchi, en los municipios de Palizada, Jonuta, Centla, Macuspana, Centro, Nacajuca, Jalpa de Méndez, Comalcalco y Paraíso en Tabasco y Carmen en Campeche, abarcando un área de 12,681 km². Las geoformas dominantes son planicies de lomeríos y depresiones formadas por depósitos de aluvión. La vegetación presente es selva alta perennifolia y subperennifolia, selva mediana caducifolia, selva baja perennifolia, popal, tular, carrizal, matorral espinoso inundable, matorrale inerme inundable, palmar inundable, pastizal natural y cultivado, sabana y palmar inundable (CONABIO, 2008c). En esta zona se localizan alrededor de 110 cuerpos de agua dulce epicontinentales permanentes y temporales; presentando, además, algunos sistemas morfogénicos representativos de las tierras bajas de Tabasco: llanura fluvial, llanura palustre y lagunar de agua dulce, llanura de cordón litoral clasificada en alto inundable y bajo inundable y llanura lagunar costera. Esta zona representa el aporte hídrico más importante en México, del continente hacia la costa y finalmente a la Sonda de Campeche (CONABIO, 2008c).

Las problemáticas detectadas son la tala de manglar, relleno de áreas inundables, dragados, canales, efectos de la industria petrolera (exploración y producción), desecación, deforestación por ganadería, construcción de carreteras y plantas hidroeléctricas en el río Usumacinta. Asimismo, existe la modificación de la hidrodinámica local, alteración hidrológica por cambios en los volúmenes anuales de los cuerpos de agua y pérdida de la línea de costa debido a las inundaciones y la presencia de asentamientos humanos (CONABIO, 2008c).

De la misma forma, se presenta la contaminación por influencia de la ciudad de Villahermosa y por actividades de la industria petrolera, aguas residuales, desechos orgánicos, agroquímicos, metales y plaguicidas. También se ha detectado la introducción de especies invasoras (carpas, mojarra, tilapias), actividades ganaderas en zonas inundables y colecta de especies en peligro (orquídeas, peces, aves, reptiles y mamíferos) (CONABIO, 2008c).

- La Región Hidrológica Prioritaria Cabecera del Río Tonalá se ubica 84 km al suroeste de Hokchi en los municipios de Huimanguillo (Tabasco), Las Choapas (Veracruz) y Tecpatán (Chiapas) cubriendo un área de 3,196 km². La vegetación presente es selva riparina, selva alta perennifolia, tular, sabana; así como pastizal natural y cultivado (CONABIO, 2008a).

En esta región se localizan los ríos Tonalá y sus afluentes Tancochapa, Xocuapan, Zanapa, el Blasillo y el Chicozapote, con una ictiofauna característica conformada por *Astyanax fasciatus*, *Cathorops aguilera*, *Cichlasoma helleri*, *C. meeki*, *C. octofasciatum*, *C. urophthalmus*, *Gobionellus boleosoma*, *Guavina guavina*, *Ictiobus meridionalis*, *Poecilia mexicana*, *P. petenensis*, *P. sphenops*, *Profundulus punctatus*, *Rhamdia laticauda*, *Rivulus tenuis* y *Sicydium gymnogaster*. Existen un crustáceo (*Lobithelphusa mexicana*) endémico de la región y especies amenazadas de peces por contaminación del hábitat (*Strongylura hubbsi*) y reptiles por modificación del hábitat (*Chelydra serpentina*,

Crocodylus moreleti, Dermatemys mawii, Dermochelys coriacea, Kinosternon integrum, K. leucostomum, Rana brownorum, Staurotypus triporcatus y Trachemys scripta). Asimismo, la presencia del pez Batrachoides goldmani es indicador de altas concentraciones de hidrocarburos (CONABIO, 2008a).

Las problemáticas detectadas en la región son la modificación del entorno por deforestación, contaminación de agroquímicos y la explotación de peces nativos e introducción de especies invasoras (CONABIO, 2008a).

Sitios Prioritarios para la Conservación

Sitios marinos prioritarios para la conservación de la biodiversidad. Son sitios identificados como prioritarios para la conservación de la biodiversidad marina debido a sus características físicas, químicas, biológicas y geológicas. Así como por la relevancia de procesos oceanográficos como surgencias, la mezcla vertical, el oleaje, las mareas, las corrientes y contracorrientes, descargas de ríos, los giros o remolinos y los fenómenos meteorológicos y climáticos (CONABIO et al., 2007a).

- El área Hokchi se localiza dentro del Sitio Marino Prioritario (SMP) “Humedales Costeros y Plataforma Continental de Tabasco” en la ecorregión marina Golfo de México Sur, colindante al Área Natural Protegida “Pantanos de Centla” (Anexo 30h) y es considerado como “muy importante” en el análisis de CONABIO et al. (2007) debido a que presenta la mayor extensión de humedales (zonas inundables) en el país (Anexo 30i). Estas características permiten que posea una gran diversidad en lo que respecta a flora y fauna y permite sean considerados como uno de los ecosistemas más representativos de la biosfera e hidrológicamente uno de los sitios más importantes de Mesoamérica, influyendo la ecología desde el sur de México hasta el norte de Guatemala. Asimismo, el sitio consiste de varios cuerpos de agua dulce (permanente y estacionales) importantes para la pesca y la regulación de inundaciones (CONABIO et al., 2007c).

Tiene un área de 10,245 km² y presenta una fisiografía de zona costera y plataforma continental, con playas arenosas, islas continentales, lagunas costeras, barras, esteros, ríos, dunas costeras y planicies de inundación. Los hábitats representados son: manglares, marismas, pantanos, matorral espinoso inundable, selva mediana inundable, selva alta, popales, tulares, carrizales, palmar inundable, vegetación de dunas costeras y praderas de pastos marinos, además de ser una zona de crecimiento y reproducción de mamíferos marinos (CONABIO et al., 2007c).

Presenta actividad tectónica moderada, presencia de rocas sedimentarias y sedimentos de arenas, limos, arcillas y lodos. La topografía dominante es de planicies y depresiones con una plataforma continental amplia y estructuras emergentes de islas, bajos y una barra que cierra la laguna (CONABIO et al., 2007c).

Se encuentra influenciada por la presencia de la corriente de Lazo, con marea mixta y oleaje bajo a medio con vientos dominantes de noreste y sureste. La temperatura promedio es de 27.2 °C, salinidad de 13 – 34 ‰ y una profundidad media de 1.5 – 4 m. Tiene un aporte importante de agua dulce por medio de ríos, esteros y lagunas y un frente permanente de surgencias. Existen turbulencias y frentes, así como concentración y enriquecimiento de nutrientes. Asimismo, se ve afectado por la presencia de nortes, tormentas tropicales y huracanes (CONABIO et al., 2007c).

Por otra parte, presenta una transparencia promedio de 2.5 m de amplitud en la zona fótica, con alta concentración de nitratos y fosfatos y concentración media de nitritos y silicatos. La productividad primaria y secundaria, así como la eutrofización se consideran altas (CONABIO et al., 2007c).

Los grupos taxonómicos más representados son el fitoplancton, crustáceos, aves, moluscos, poliquetos, insectos, peces, reptiles, mamíferos marinos y algas con especies clave de mangle rojo, blanco y negro, robalo, manatíes, cocodrilos y caimanes (CONABIO et al., 2007c).

Los servicios ambientales que genera son: refugio y alimentación de especies estuarino-dependientes (crustáceos, peces, pulpos, langostas, tortugas, aves, manatíes e invertebrados) y los manglares son fijadores de suelo y sirven como refugio a epífitas como *Achmea bracteata*, parásitas como *Phoradendron mucronatum*, *Helosis* sp., algunas enredaderas como *Passiflora coriácea* y el helecho característico del manglar *Achrostrichum aureum* (CONABIO et al., 2007c).

La problemática ambiental que presenta se debe a las actividades petroleras, industriales, forestales, de transporte, agrícolas y ganaderas, así como la modificación del entorno por tala de manglar, relleno de áreas inundables, desvío de cauces y descargas de agua dulce. Asimismo, presenta impactos ambientales por actividades de exploración y producción petrolera y de gas. Otras fuentes de contaminación son los desechos sólidos, aguas residuales, petróleo, fertilizantes, metales, desechos industriales, quemas y recambio de aceite de motores fuera de borda (CONABIO et al, 2007c).

Sitios terrestres prioritarios para la conservación de la biodiversidad

Los sitios terrestres prioritarios para la conservación de la biodiversidad son identificados en esta categoría debido a la presencia de uno o varios elementos de biodiversidad presentes, entre los que destacan: 1) tipos de vegetación críticos; 2) riqueza de plantas; 3) Plantas en la NOM-059-Semarnat-2001; 4) Árboles en la NOM-059 Semarnat-2001; 5) Magueyes en la NOM-059 Semarnat-2001; 6) Aves residentes; 7) presencia de reptiles; 8) presencia de anfibios; 9) presencia de mamíferos y 10) riqueza de especies de vertebrados (CONABIO et al., 2007b)

- En el área continental adyacente al área Hokchi se localiza una unidad de análisis 91.5 km al suroeste, en los límites de Veracruz (municipios de Agua Dulce y Las Choapas) y Tabasco (municipio de Huimanguillo) con la categoría de prioridad extrema, indicando esta zona permite cumplir con las metas de conservación establecidas para los distintos elementos de la biodiversidad seleccionados en la menor área posible (CONABIO et al., 2007d). La riqueza específica terrestre del área de influencia ambiental de Hokchi, se presenta en el anexo 31b. Aunque en el área se presentan cuadrantes de riqueza específica marina con valores que alcanzan intervalos de 63 a 182; dominan considerablemente los cuadrantes de riqueza con intervalos de 1 a 6 y 7 a 24.

Sitios prioritarios acuáticos epicontinentales para la conservación de la biodiversidad

Son sitios acuáticos acotados a continente y considerados como prioritarios debido a la presencia de uno o varios elementos de biodiversidad: 1) hábitat (condición de acuíferos, presencia de cuerpos de agua etc); 2) vegetación; 3) especies (aves migratorias, endemismos de crustáceos y peces, presencia de vegetación adaptada a la vida acuática etc); 4) dinámica de las poblaciones humanas; 5) desarrollo de infraestructura en la zona; 5) uso de suelo; 6) especies invasoras y 7) usos de agua por sector productivo (CONABIO y CONANP, 2010b).

- En el área continental adyacente a Hokchi se localizan un total de 261 unidades de análisis hexagonales (Anexo 30j), de las cuales 133 tienen una prioridad MEDIA, 36 tienen prioridad ALTA y 92 tienen prioridad extrema (CONABIO y CONANP, 2010a). De esta última categoría, la mayoría (46) se ubican en la franja costera del estado de Tabasco, indicando la importancia de los humedales, lagunas costeras, manglares y llanuras de inundación, que proveen alimentación, refugio y sitios de anidación para muchas especies (CONABIO et al., 2007a).

Sitios prioritarios para la conservación de primates

Los sitios prioritarios para la conservación de los primates en México son aquellos sitios donde se tiene registrada la presencia de una o más de las especies de primates presentes en México como el mono aullador negro (*Alouatta pigra*), mono aullador de manto (*Alouatta palliata mexicana*) y dos subespecies de mono araña (*Ateles geoffroyi vellerosus* y *A. geoffroyi yucatanensis*). También abarcan zonas de distribución potencial de estos mamíferos debido al tipo y estado de la vegetación existente, reconociéndose tres regiones prioritarias: 1) Guerrero-Oaxaca-Chiapas, 2) Península de Yucatán y 3) Veracruz-Tabasco (Tobón et al., 2012).

- En el área continental adyacente al campo Hokchi se localiza principalmente la región Veracruz-Tabasco, y en menor grado, la región Guerrero-Oaxaca-Chiapas, debido a la colindancia de este último estado con Tabasco. Abarca un área de 3,307 km², destacando el área de los Pantanos de Centla como hábitat de primates (CONABIO et al., 2012). Es importante mencionar que en esta región son muy evidentes los efectos negativos del cambio de uso de suelo y fragmentación de los ecosistemas, aunado a la reducida extensión de la vegetación remanente que sirve de hábitat a los primates (Tobón et al., 2012).

La playa como hábitat: Estado actual

La costa de Tabasco se caracteriza por poseer los sistemas deltaicos y estuarinos más importantes del perímetro mexicano del Golfo de México. Esta condición es determinante para el aporte de agua y sedimentos a la zona marina desde el parteaguas de los ríos más caudalosos de México, como el Grijalva-Usumacinta. Los sedimentos aportados por estos ríos, son el origen de las planicies de dunas frontales de mayor extensión del país y contribuyen a que Tabasco ocupe el cuarto lugar en superficie de dunas. Las islas de barrera de la costa se han

conformado por la sucesión continua de cordones de playa a partir del Holoceno. Según el Diagnóstico General de las Dunas Costeras de México, publicado en 2013 por la Comisión Nacional Forestal (CONAFOR) y la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), en México las dunas cubren una superficie de 808,711 ha. entre dunas costeras y dunas interiores.

Las 74,653 ha de dunas de Tabasco son predominantemente frontales, aunque también cuenta con dunas transgresivas (Tabla 6.34) y representando el 9.2% del total nacional. La mayoría de las dunas de Tabasco se encuentran en mal estado de conservación, lo cual reduce su capacidad de brindar servicios ambientales. La eliminación de la vegetación original de las dunas ha afectado su dinámica natural, como consecuencia, hay una disminución de acumulación de la arena porque no existen las estructuras adecuadas para su detención (ramas y frondas) y fijación de sustrato (raíces).

Tabla 6.34. Superficie en hectáreas de los diferentes tipos de duna para el estado de Tabasco.

Estado	Dunas Frontales	Planicie de Dunas Frontales	Transgresivas	Cuerpo de Agua	Total
Tabasco	145	72,225	2,115	168	74,653

Asimismo, en la literatura, se describe que los perfiles de playa en Tabasco, son de menor anchura que los de Tamaulipas y Veracruz. Muestras de arena de las playas tabasqueñas indicaron un mayor carácter terrígeno; tamaño de arena fino a muy fino. La gran carga de sedimentos procedente de los ríos Grijalva, Usumacinta y Tonalá hace que las aguas costeras del estado sean turbias, inhibiendo la precipitación de carbonatos (Carranza–Edwards et al., 2004).

Se llevó a cabo un estudio de campo para conocer el estado actual de las playas en la zona de influencia del área Hokchi. Para ello, la costa se dividió en 13 zonas ordenadas alfabéticamente de la “A” a la “M”. En la Tabla 6.35, se muestran los datos para los siguientes parámetros: 1) la extensión de cada zona, referentes geográficos para identificar inicio y final de cada zona, coordenadas en unidades UTM, y los nombres locales de las playas (en algunas zonas el final es el mismo que el inicio de la siguiente por lo que estas tienden a repetirse). En la figura 6.53 se muestra el mapa con la zonificación georreferenciada.

Tabla 6.35. Zonificación de la playa de estudio de acuerdo con sus características físicas.

ESTADO	Zona	Ubicación	Coordenada Inicio		Coordenada Fin		Long. km
			E	N	E	N	
Tabasco	A	Desembocadura del río San Pedro (Grijalva) a Desembocadura Río Usumacinta, playas de Nuevo Centla, la estrella y el bosque.	555783.32	2062209.56	532757.16	2058602.22	23.7
	B	Desembocadura Río Usumacinta a Playa Miramar, playas de Isla del Buey, Caracoles y Miramar	531714.20	2056893.88	522924	2045158	14.12
	C	Playa Miramar a Fraccionamiento Pico de Oro, Playas Miramar y Pico de Oro	522924	2045158	513507	2040025	10.93
	D	Fraccionamiento Pico de Oro a Playa azul, playas de Pico de Oro y playa Azul.	513507	2040025	504048	2038205	9.71
	E	Playa Azul al Bellote desembocadura de laguna Mecoacán,	504048	2038205	485868.18	2039061.33	18.48

ESTADO	Zona	Ubicación	Coordenada Inicio		Coordenada Fin		Long. km
			E	N	E	N	
		playa Azul, Playas de Jalapita y la Bruja.					
	F	Escollera Puerto de Dos Bocas a Unión Tercera, playas de Paraíso, caracol, ranchería Las Flores, Playa Dorada, Amatillo, Unión Segunda y Unión Tercera	477337.50	2039107.43	459008	2038199	18.39
	G	Unión Tercera a Barra Tupilco, playas Unión Tercera, Juan Asulo, y Barra Tupilco.	459008	2038199	449033	2036459	10.19
	H	Barra Tupilco a El Alacrán, Playas de Barra Tupilco, La Redonda y El Alacrán	449033	2036459	435143	2032589	14.41
	I	El Alacrán al ejido Sinaloa, laguna pajonal, playas El Alacrán y del Ejido Sinaloa	435143	2032589	426513	2029569	9.21
	J	Ejido Sinaloa a Acapulquito, Barra de Laguna el Carmen, playas Ejido Sinaloa y Acapulquito	426513	2029569	410572.49	2024244.69	16.87
	K	Villa Sánchez Magallanes a Ohoshal, Cuauhtemoczin, playas de Sánchez Magallanes el Pailebot, El Boxal, el Bari y Cuauhtemoczin	410083.35	2023593.42	380668.39	2014157.16	31.11

ESTADO	Zona	Ubicación	Coordenada Inicio		Coordenada Fin		Long. km
			E	N	E	N	
Veracruz	L	Tonalá desembocadura rio Tonalá a Guillermo Prieto, playas de Tonalá, las palmitas, Tortuguero y Guillermo prieto	380351.88	2014010.34	365721	2010680	15.15
	M	Guillermo Prieto a Villa Allende desembocadura rio Coatzacoalcos, playas de Guillermo Prieto, playa azul y de Villa Allende	365721	2010680	351124.56	2008453.64	14.88



Figura 6.53. Zonificación y perfiles de playa trabajados en el litoral de Tabasco y Sur de Veracruz.

En la Figura 6.54 se muestran el mapa con la distribución georreferenciada del levantamiento de los 20 perfiles de playa realizados durante la prospección en sitio. Con excepción del P14 (Acapulquito), todos los perfiles presentaron una pendiente “suave”. El escarpe del P14 fue debido a su ubicación cercana a una desembocadura del río. En la tabla 6.36 se compila la información obtenida de cada perfil: 1) coordenadas, 2) tipo de pendiente, 3) nombre de la localidad y 4) tamaño de la duna.

El promedio de la longitud de playa (ancho de playa), fue 26.25 m. Se observó que el máximo ancho de playa corresponde al P07 (Playa Caracol) con una longitud de 48 m; y el ancho de playa mínimo correspondió al punto P06 (Paraíso) con una longitud de 9.25 m.

Se destaca que en el segmento de playa del punto P06 (Paraíso), se observó una alta concentración de residuos sólidos y abundante presencia de hidrocarburos emulsificados mezclados con la arena. Además, la disminución en la longitud de playa observada en el P06 puede estar relacionada con la hora en que se realizó la medición, ya que la marea estaba subiendo. Este factor pudo ser determinante.



6.54. Perfiles de playa en el litoral de Tabasco y Sur de Veracruz.

Tabla 6.36. Localización georreferenciada y características de los perfiles de playa obtenidos durante la prospección en sitio.

PERFIL	Coordenadas UTM		Localidad Cercana	Tipo de Pendiente	Duna
	Plano 15Q				
	E	N			
P 01	543400	2058886	Playa La estrella	Suave	30 cm
P 02	528621	2051124	Playa Caracoles	Suave	30 cm
P 03	522924	2045158	Playa Miramar	Suave	Sin duna
P 04	513507	2040025	Pico de Oro	Suave	50 cm
P 05	504048	2038205	Playa azul	Suave	2 m
P 06	493952	2038153	Paraíso	Suave	50 cm
P 07	476138	2038882	Playa Caracol	Suave	Sin duna
P 08	473146	2038756	Amatillo	Suave	Sin duna
P 09	459008	2038199	Unión Tercera	Suave	30 cm
P 10	449033	2036459	La Redonda	Suave	30 cm
P 11	435143	2032589	El Alacrán	Suave	30 cm
P 12	426513	2029569	El Pajonal	Suave	1 m
P 13	415189	2025525	El Carmen	Suave	2m
P 14	410776	2024207	Acapulquito	Pronunciada	2 m
P 15	407508	2022819	Sánchez Magallanes	Suave	3m
P 16	399357	2020204	El Pailebot	Suave	1 m
P 17	389274	2016900	El Boxal	Suave	1 m
P 18	378605	2013720	Tonalá	Suave	2 m
P 19	365721	2010680	Guillermo Prieto	Suave	1.5 m
P 20	358769	2009217	Colorado, Allende	Suave	1m

Condición de la playa y alteraciones observadas:

Se identificaron los siguientes tipos de alteraciones: 1) naturales, como la acumulación de residuos orgánicos proveniente de los ríos; 2) la erosión natural y 3) de influencias antropogénicas, como la contaminación de residuos provenientes de la actividad petrolera y de las actividades de las comunidades costeras; presencia de estructuras removibles o permanentes y erosión por efecto antropogénico (Figura 6.55).



Figura 6.55. Línea de costa con efectos de la erosión

La figura 6.56, muestra un mosaico de imágenes que ejemplifican diferentes tipos de residuos como madera, lirio acuático y desechos industriales encontrados durante la prospección en sitio en playas de Tabasco. El origen de estos desechos es multifactorial y posiblemente indica que fueron transportados por los ríos a las desembocaduras y distribuidos por las corrientes marinas, el oleaje y las corrientes de mareas para terminar depositados en la playa. Estas acumulaciones de residuos afectan el proceso de anidación y la sobrevivencia de crías en su camino al mar (Chacón, 2009).



Lirio e Hidrocarburo en forma de roca



Basura e Hidrocarburo mezclado con la arena



Troncos de antigua construcción



Palmeras e hidrocarburo mezclado con la arena

Figura 6.56. Acumulación de residuos en el área de estudio.

En la tabla 6.37 se compiló información sobre la condición de la playa por zona y las alteraciones predominantes en cada segmento.

Tabla 6.37. Predominancia de alteraciones por zona.

ESTADO	Zona	Condición de la Playa y alteraciones
Tabasco	A	Erosión, basura, residuos de hidrocarburos tipo caucho y gel, instalación petrolera (cabezal)
	B	Erosión, basura, residuos de hidrocarburos mezclados en la arena, terrenos transformados para uso ganadero

ESTADO	Zona	Condición de la Playa y alteraciones
	C	Basura, cabañas turísticas, casas habitación, instalaciones petroleras (pozo)
	D	Basura, erosión, residuos de hidrocarburos tipo roca, casas de veraneo, cabañas turísticas
	E	Erosión, basura, residuos de hidrocarburos mezclados en la arena, instalación petrolera.
	F	Cabañas turísticas, cercanía al Puerto de 2 Bocas, residuos de hidrocarburos mezclados en la arena
	G	Erosión, basura, residuos de hidrocarburos mezclados en la arena
	H	Erosión, basura, carretera, casas y residuos de hidrocarburos mezclados en la arena sólidos y tipo gel
	I	Residuos de hidrocarburos mezclados en la arena y de tipo gel
	J	Residuos de hidrocarburos de tipo gel
	K	Basura, erosión, geotubo, residuos de hidrocarburos mezclados en la arena y de tipo gel
Veracruz	L	Basura, erosión, casas habitación
	M	Basura, erosión, desagüe de Pemex

Se observó que en el litoral sur del estado de Tabasco se encuentran la mayoría de las instalaciones petroleras, pozos en tierra, pozos cercanos a la costa y en aguas marinas poco profundas. En las zonas A, D y E se observaron restos de hidrocarburos, tipo piedra, tipo gel (emulsificado) y tipo laja desde 1 a 20 cm.

En las zonas B, C, D y E se observaron restos de hidrocarburos mezclados con la arena en bajas cantidades a lo largo de la costa, así mismo se observó una gran cantidad de residuos arrojados por los ríos, como lirios, troncos, y palmeras, entre

otros. En las zonas B, D y E se observaron tramos de playa erosionada y actividad antropogénica con palapas turísticas en las zonas C y D principalmente, así como también restos de basura inorgánica a lo largo de la costa (Figura 6.57 y Figura 6.58).





Figura 6.57. Fotografías representativas de los efectos de la erosión de las playas

En la parte central de Tabasco se encuentra el Puerto de Dos Bocas y algunas plataformas en el mar. Se observó gran actividad de embarcaciones por la cercanía del puerto. En todas las zonas del litoral central, se observaron residuos de hidrocarburos mezclados con la arena en mayores cantidades que en otros sitios. En las zonas H, I y J, se encontraron restos de hidrocarburos tipo roca de entre 15 y 30 cm hasta mayores a 50 cm y de tipo gel entre 15 y 30 cm.

Las palapas turísticas y casas de playa se encontraron afectadas por la erosión debida posiblemente a la construcción de espigones y escolleras alrededor del puerto Dos Bocas.

En las zonas F, G, H e I, se encontraron porciones de la playa muy afectadas por la erosión. Como medida de contención, en algunos tramos se han colocado barreras de piedras y geotubos. En la zona I la erosión ha sido tal que ha afectado el tramo de la carretera costera, cabe mencionar que al igual que la parte sur del estado las playas presentaron una gran cantidad de restos de basura inorgánica a lo largo de la costa (Figura 6.59).

En la región norte del estado de Tabasco y sur del estado de Veracruz, no se observaron instalaciones petroleras cercanas. Los residuos de hidrocarburos encontrados era de tipo consolidado parecidos a piedras, con algunas piezas de

hasta 2 m de largo. Residuos de hidrocarburos mezclados en la arena se observaron en la parte sur de la zona K. En las playas situadas entre las zonas L y M se observó que la arena se encuentra con menos residuos. En un tramo cercano al poblado de Sánchez Magallanes, se colocó un geotubo presuntamente para proteger casas cercanas a la costa, sin embargo, durante el recorrido en esta zona se detectó que en su mayoría fueron destruidas por efecto combinado de destrucción de la zona frontal de la playa y por erosión natural debida a mareas extraordinarias.

En la zona sur de Veracruz, también se observó el efecto de la erosión en algunos tramos de la playa (Figura 6.60). Es de destacar la enorme acumulación de residuos inorgánicos a lo largo esta costa, principalmente cerca de Sánchez Magallanes. Cerca de la desembocadura del río Tonalá se encontraron asentamientos humanos y palapas rústicas para uso turístico sobre la antigua zona de dunas.

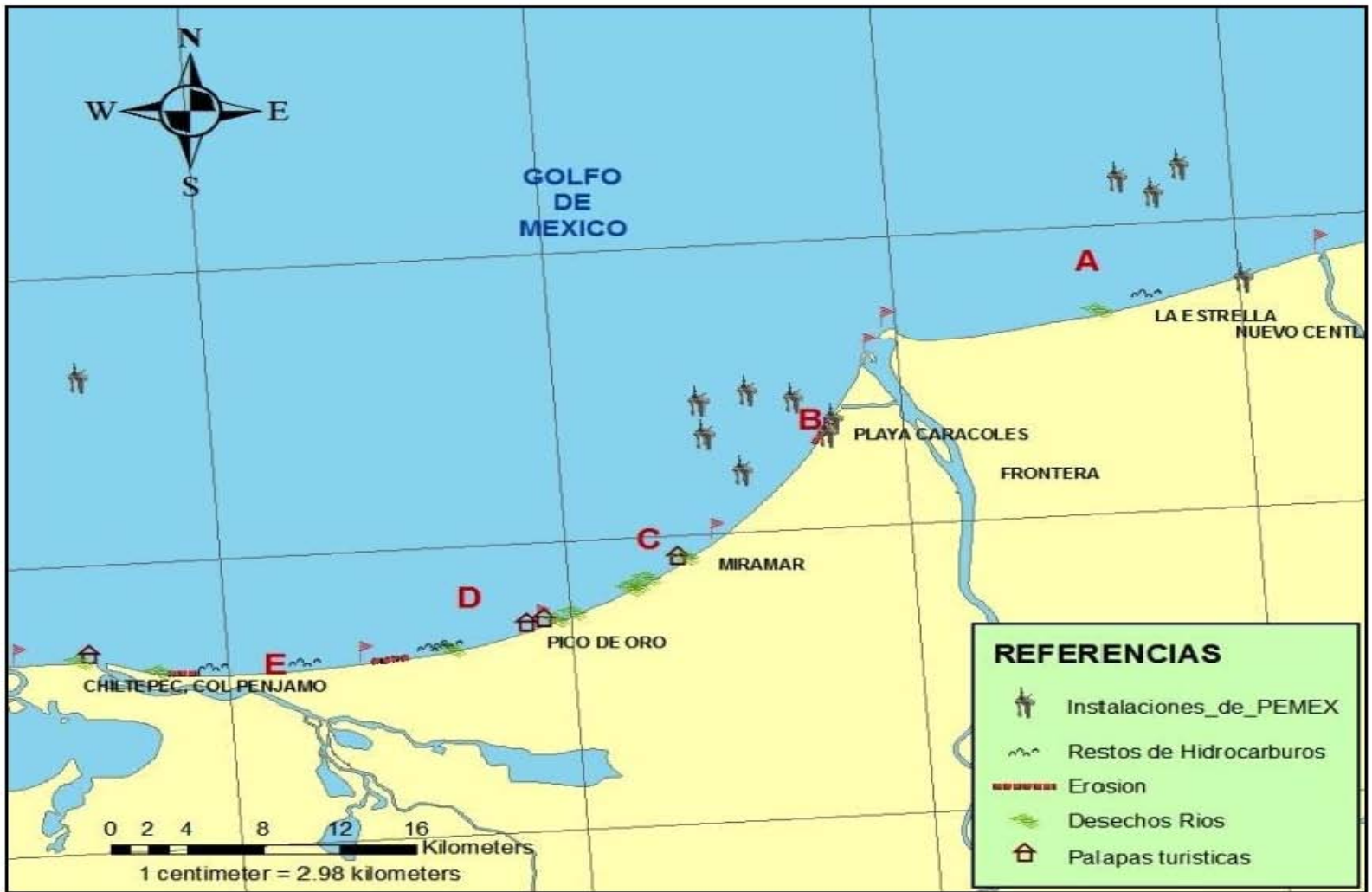


Figura 6.58. Perturbaciones en las zonas A, B, C, D y E, en la parte sur y centro del estado de Tabasco.

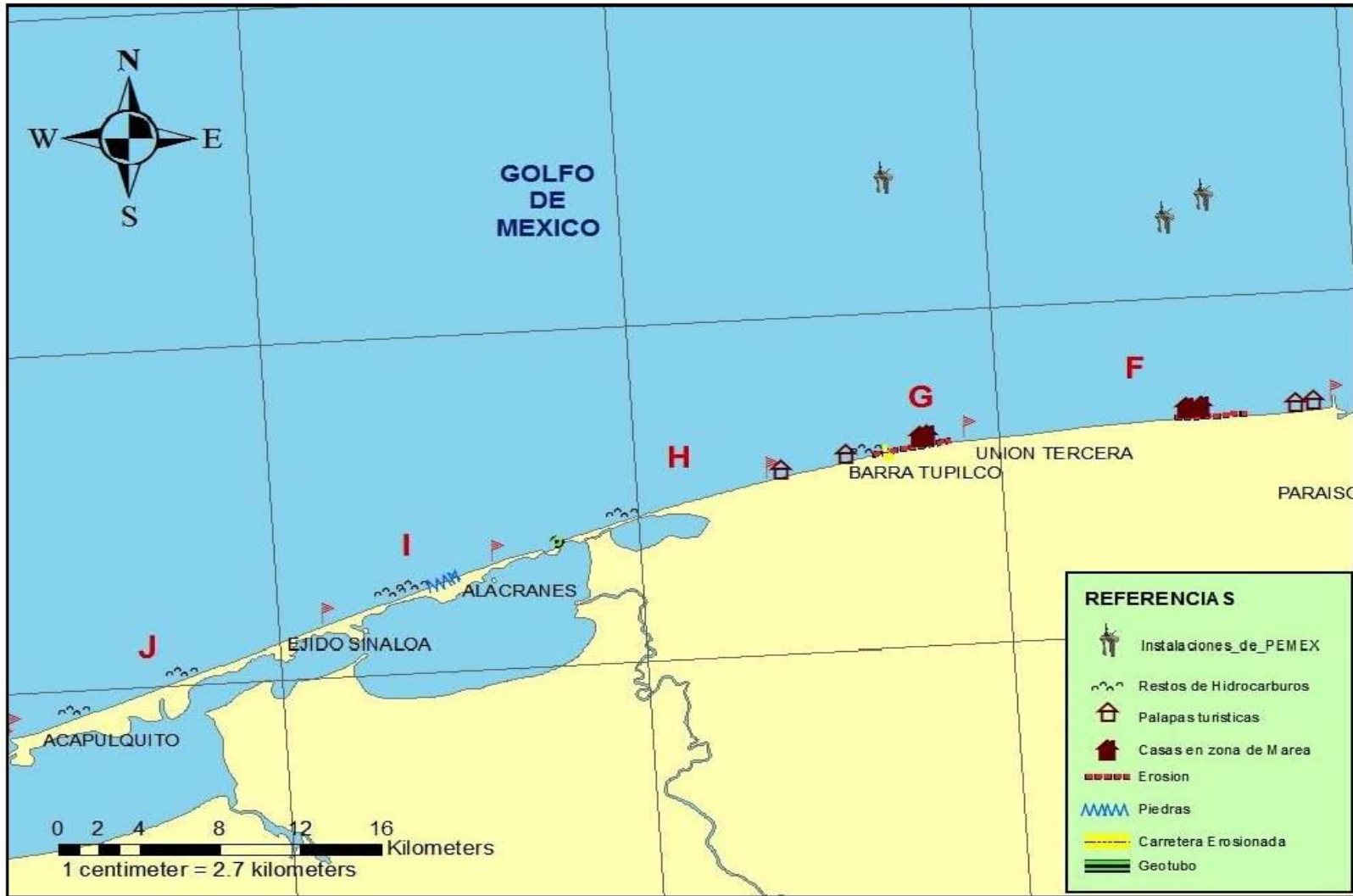


Figura 6.59. Perturbaciones observadas en las zonas F, G, H, I, J, en la parte centro del estado de Tabasco.

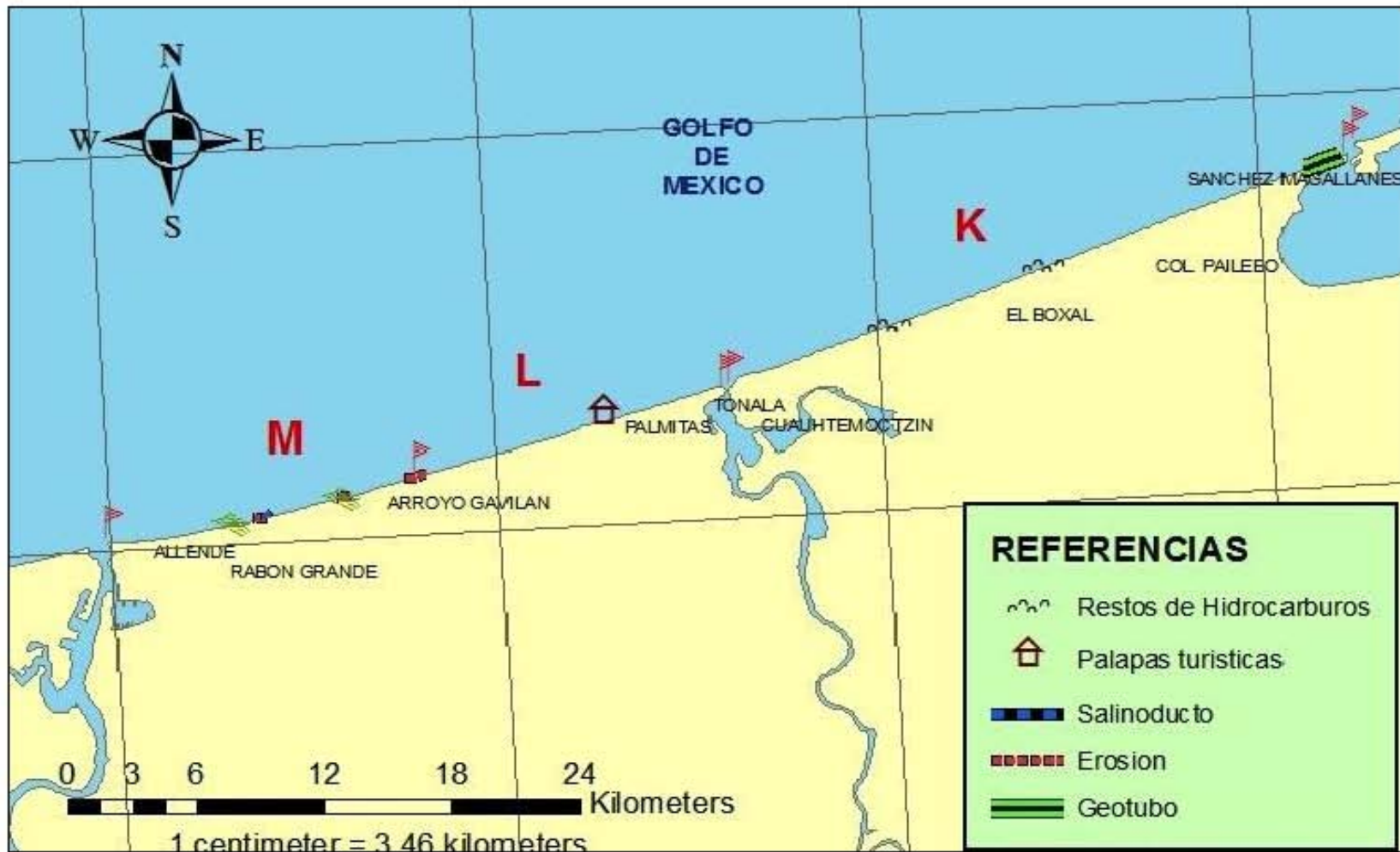


Figura 6.60. Perturbaciones observadas en las zonas K, L, M, en la parte Norte de los estados de Tabasco y Sur de Veracruz.

6.7. Identificación de infraestructura existente

6.7.1. Municipio de Paraíso, Tabasco

De acuerdo a la información recopilada en los Diagnósticos Municipales del Programa de Apoyo a la Comunidad y Medio Ambiente (PEMEX a, 2014), Paraíso colinda al norte con el Golfo de México y el municipio de Centla; al este con los municipios de Centla y Jalpa de Méndez; al sur con los municipios de Jalpa de Méndez y Comalcalco; al oeste con los municipios de Comalcalco, Cárdenas, y el Golfo de México.

Respecto a la información en aspectos sociales más relevantes, se destaca en el mismo documento de referencia:

- Paraíso es uno de los municipios de Tabasco con grado de marginación bajo; ocupa el lugar 16 de las 17 alcaldías de la entidad.
- A nivel nacional, también se ubica dentro del grupo que presenta un grado de marginación bajo y en el conjunto de municipios que tienen un grado de rezago social muy bajo, ocupa las posiciones 2,055 y 2,210, respectivamente, entre los 2,456 municipios del país.
- En relación con los 347 municipios PEMEX-PACMA, ocupa el lugar 200 en marginación y 237 en rezago social, lo cual ubica a Paraíso en el grupo de municipios que tienen condiciones de calidad de vida intermedias, observando las siguientes características: tasa elevada de población con carencia alimentaria; porcentaje alto de viviendas que cocinan con leña o carbón y sin agua entubada; una elevada población de estudiantes por plantel (posible hacinamiento); un porcentaje significativo de población económicamente activa desocupada; y un número elevado de denuncias medioambientales.

- De acuerdo con la política de desarrollo social, Paraíso pertenece a la Cruzada Nacional contra el Hambre y es Zona de Atención Prioritaria Urbana.

Los aspectos de comunicación más relevantes se sintetizan en la tabla 6.38.

Tabla 6.38. Longitud de la red carretera según tipo de camino (km).

Concepto	Tabasco	%	Paraíso	%
Total red carretera	10,709	100.00%	352	100.00%
Troncal federal pavimentada	596	5.57%	20	5.69%
Troncal federal revestida	0	0.00%	0	0.00%
Alimentadora estatal pavimentada	3,390	31.65%	93	26.36%
Alimentadora estatal revestida	1,950	18.21%	26	7.37%
Alimentadora estatal terracería	ND	ND	ND	ND
Caminos rurales pavimentados	1,845	17.22%	110	31.41%
Caminos rurales revestidos	1,919	17.92%	43	12.29%
Caminos rurales con terracería	867	8.09%	59	16.89%
Brechas mejoradas	143	1.34%	0	0.00%

Fuente: elaborado por el INAP con base en la información de los Anuarios Estadísticos por Entidad Federativa 2012, INEGI.

Relacionado con aspectos culturales y recreativos, la tabla 6.39 lista la infraestructura existente.

Tabla 6.39. Infraestructura para la cultura, deporte y recreación (unidades).

Concepto	Tabasco	Paraíso
Deporte		
Infraestructura deportiva seleccionada y registrada en el Instituto del Deporte	931	53
Albercas	12	0
Campos de beisbol	113	10
Campos de futbol	190	10
Canchas de basquetbol	202	12
Canchas de voleibol	108	12
Centros y unidades deportivas	283	8
Gimnasios	15	0
Autódromo	1	0
Pistas de atletismo	7	1
Cultura		
Bibliotecas públicas	564	23
Libros en las bibliotecas públicas	2,626,821	104,787
Usuarios de las bibliotecas públicas	2,580,262	82,432
Relación de bibliotecas públicas y población total (cada 10,000 habitantes)	2.5	2.7
Recreación		
Parques de juegos infantiles	183	7

Fuente: elaborado por el INAP con base en la información del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), Banco de información sociodemográfica y económica, 2010.

La infraestructura en servicios de salud se describe en la tabla 6.40.

Tabla 6.40. Servicios médicos del sector público.

Concepto	Tabasco	Paraíso
Unidades médicas de consulta externa	614	16
Unidades médicas de hospitalización general	27	1
Unidades médicas de hospitalización especializada	6	0
Total consultas externas otorgadas	8,107,681	217,413
Consultas generales	5,699,648	147,149
Consultas especializadas	1,105,453	23,385
Consultas de urgencia	870,693	32,375
Consultas odontológicas	431,887	14,504
Consultas otorgadas por habitante	3.5	2.4
Total médicos	5,300	125
Médicos por cada 1,000 habitantes	2.3	1.4

Fuente: elaborado por el INAP con base en la información de los Anuarios Estadísticos por Entidad Federativa 2013; y CONAPO, población por municipio, proyección para el año 2012 para el cálculo de médicos por cada 1,000 habitantes.

El panorama general relacionado con los aspectos educativos en el municipio se muestra en la tabla 6.41.

Tabla 6.41. Panorama general de la educación.

Concepto	Tabasco	Paraíso
Total alumnos inscritos	651,780	25,166
Total personal docente	27,774	1,076
Alumnos por docente	23	23
Total escuelas	5,052	150
Alumnos por escuelas	129	168
Total aulas	26,897	947
Alumnos por aula	24	27
Bibliotecas	185	3
Alumnos por biblioteca	3,523	8,389
Laboratorios	1,224	51
Alumnos por laboratorio	533	493
Talleres	837	34
Alumnos por taller	779	740
Anexos (canchas, plazas, cómputo, etc.)	33,795	1,173
Alumnos por anexo	19	21

Fuente: elaborado por el INAP con base en la información de los Anuarios Estadísticos por Entidad Federativa 2013, INEGI.

Nota: La información está expresada en términos de planta física, pues la misma infraestructura puede servir para el funcionamiento de varias escuelas y turnos. Comprende educación básica y media superior de la modalidad escolarizada.

6.7.2. Municipio de Centla, Tabasco

De acuerdo a la información recopilada en los Diagnósticos Municipales del Programa de Apoyo a la Comunidad y Medio Ambiente (PEMEX b, 2014), Centla colinda al norte con el Golfo de México y el estado de Campeche; al este con los municipios de Jonuta, Macuspana y el estado de Campeche; al sur con los

municipios de Macuspana y Centro; al oeste con los municipios de Centro, Nacajuca, Jalpa de Méndez, Paraíso y el Golfo de México.

Respecto a la información en aspectos sociales más relevantes, se destaca en el mismo documento de referencia:

- Centla es, en referencia a Tabasco, un municipio con grado de marginación medio; ocupa el lugar 5 de las 17 alcaldías de la entidad.
- A nivel nacional, está dentro del grupo que presenta un grado de marginación medio, y en el conjunto de municipios que tienen un grado de rezago social bajo; ocupa las posiciones 1,243 y 1,481, respectivamente, entre los 2,456 municipios del país.
- En relación con los 347 municipios PEMEX-PACMA, ocupa el lugar 86 de marginación y 118 de rezago social. Centla cuenta con una importante presencia de población indígena (población vulnerable). Asimismo, se observan las siguientes deficiencias: tasas elevadas de población con carencia alimentaria y con salarios por debajo del mínimo de bienestar; porcentajes significativos de viviendas sin acceso a tecnologías de la información y la comunicación, con cierto nivel de hacinamiento, que usan leña o carbón para cocinar, con piso de tierra y techos inseguros, sin sanitario y sin servicio de agua entubada; una proporción alta de población económicamente activa desocupada y un número elevado de denuncias medioambientales.
- De acuerdo con la política de desarrollo social, Centla es parte de la Cruzada Nacional contra el Hambre, es Zona de Atención Prioritaria Urbana y Zona de Atención Prioritaria Rural.

Los aspectos de comunicación más relevantes se sintetizan en la tabla 6.42.

Tabla 6.42. Longitud de la red carretera según tipo de camino (km).

Concepto	Tabasco	%	Centla	%
Total red carretera	10,709	100.00%	586	100.00%
Troncal federal pavimentada	596	5.57%	61	10.41%
Troncal federal revestida	0	0.00%	0	0.00%
Alimentadora estatal pavimentada	3,390	31.65%	172	29.40%
Alimentadora estatal revestida	1,950	18.21%	12	2.03%
Alimentadora estatal terracería	ND	ND	ND	ND
Caminos rurales pavimentados	1,845	17.22%	172	29.29%
Caminos rurales revestidos	1,919	17.92%	118	20.18%
Caminos rurales con terracería	867	8.09%	41	6.98%
Brechas mejoradas	143	1.34%	10	1.71%

Fuente: elaborado por el INAP con base en la información de los Anuarios Estadísticos por Entidad Federativa 2012, INEGI.

Relacionado con aspectos culturales y recreativos, la tabla 6.43 lista la infraestructura existente.

Tabla 6.43. Infraestructura para la cultura, deporte y recreación (unidades).

Concepto	Tabasco	Centla
Deporte		
Infraestructura deportiva seleccionada y registrada en el Instituto del Deporte	931	53
Albercas	12	1
Campos de beisbol	113	5
Campos de futbol	190	9
Canchas de basquetbol	202	9
Canchas de voleibol	108	9
Centros y unidades deportivas	283	19
Gimnasios	15	1
Autódromo	1	0
Pistas de atletismo	7	0
Cultura		
Bibliotecas públicas	564	15
Libros en las bibliotecas públicas	2,626,821	83,405
Usuarios de las bibliotecas públicas	2,580,262	122,489
Relación de bibliotecas públicas y población total (cada 10,000 habitantes)	2.5	1.5
Recreación		
Parques de juegos infantiles	183	8

Fuente: elaborado por el INAP con base en la información del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), Banco de información sociodemográfica y económica, 2010.

La infraestructura en servicios de salud se describe en la tabla 6.44.

Tabla 6.44. Servicios médicos del sector público.

Concepto	Tabasco	Centla
Unidades médicas de consulta externa	614	32
Unidades médicas de hospitalización general	27	2
Unidades médicas de hospitalización especializada	6	0
Total consultas externas otorgadas	8,107,681	297,781
Consultas generales	5,699,648	242,444
Consultas especializadas	1,105,453	3,417
Consultas de urgencia	870,693	28,724
Consultas odontológicas	431,887	23,196
Consultas otorgadas por habitante	3.5	2.9
Total médicos	5,300	139
Médicos por cada 1,000 habitantes	2.3	1.3

Fuente: elaborado por el INAP con base en la información de los Anuarios Estadísticos por Entidad Federativa 2013; y CONAPO, población por municipio, proyección para el año 2012 para el cálculo de médicos por cada 1,000 habitantes.

El panorama general relacionado con los aspectos educativos en el municipio se muestra en la tabla 6.45.

Tabla 6.45. Panorama general de la educación.

Concepto	Tabasco	Centla
Total alumnos inscritos	651,780	32,856
Total personal docente	27,774	1,424
Alumnos por docente	23	23
Total escuelas	5,052	317
Alumnos por escuelas	129	104
Total aulas	26,897	1,322
Alumnos por aula	24	25
Bibliotecas	185	9
Alumnos por biblioteca	3,523	3,651
Laboratorios	1,224	45
Alumnos por laboratorio	533	730
Talleres	837	49
Alumnos por taller	779	671
Anexos (canchas, plazas, cómputo, etc.)	33,795	1,863
Alumnos por anexo	19	18

Fuente: elaborado por el INAP con base en la información de los Anuarios Estadísticos por Entidad Federativa 2013, INEGI.

Nota: La información está expresada en términos de planta física, pues la misma infraestructura puede servir para el funcionamiento de varias escuelas y turnos. Comprende educación básica y media superior de la modalidad escolarizada.

6.7.3. Municipio de Cárdenas, Tabasco

De acuerdo a la información recopilada en los Diagnósticos Municipales del Programa de Apoyo a la Comunidad y Medio Ambiente (PEMEX c, 2014), Cárdenas colinda al norte con los municipios de Paraíso, Comalcalco y el Golfo de México; al este con los municipios de Comalcalco, Cunduacán y el estado de Chiapas; al sur con el municipio de Huimanguillo; al oeste con el municipio de Huimanguillo y el Golfo de México.

Respecto a la información en aspectos sociales más relevantes, se destaca en el mismo documento de referencia:

- Cárdenas es, en referencia a Tabasco, es uno de los municipios con grado de marginación medio; ocupa el lugar 11 de 17 en la entidad.
- A nivel nacional, presenta un grado de marginación medio y un grado de rezago social muy bajo, ocupando los lugares 1,673 y 1,731, respectivamente, entre los 2,456 municipios del país.
- En relación con los 347 municipios PEMEX-PACMA, ocupa el lugar 142 de marginación y 153 de rezago social, lo cual ubica a Cárdenas entre los municipios de medianas condiciones de calidad de vida, observando las siguientes características: una tasa alta de población con carencia alimentaria y salario por debajo del mínimo de bienestar; porcentajes elevados de viviendas con algún grado de hacinamiento, techos inseguros, pisos de tierra, sin sanitario, sin agua entubada, sin tecnologías de la información o a comunicación y uso de leña o carbón para cocinar; un número sustantivo de consultas al año por habitante y de estudiantes de educación básica por plantel; un porcentaje reducido de población ocupada y un número considerable de denuncias medioambientales.
- De acuerdo con la política de desarrollo social, Cárdenas pertenece a la Cruzada Nacional contra el Hambre, es Zona de Atención Prioritaria Urbana y es municipio con Alta Pérdida de Empleo.

Los aspectos de comunicación más relevantes se sintetizan en la tabla 6.46.

Tabla 6.46. Longitud de la red carretera según tipo de camino (km).

Concepto	Tabasco	%	Cárdenas	%
Total red carretera	10,709	100.00%	1,092	100.00%
Troncal federal pavimentada	596	5.57%	52	4.78%
Troncal federal revestida	0	0.00%	0	0.00%
Alimentadora estatal pavimentada	3,390	31.65%	332	30.41%
Alimentadora estatal revestida	1,950	18.21%	431	39.46%
Alimentadora estatal terracería	ND	ND	ND	ND
Caminos rurales pavimentados	1,845	17.22%	160	14.65%
Caminos rurales revestidos	1,919	17.92%	66	6.05%
Caminos rurales con terracería	867	8.09%	51	4.67%
Brechas mejoradas	143	1.34%	0	0.00%

Fuente: elaborado por el INAP con base en la información de los Anuarios Estadísticos por Entidad Federativa 2012, INEGI.

Relacionado con aspectos culturales y recreativos, la tabla 6.47 lista la infraestructura existente.

Tabla 6.47. Infraestructura para la cultura, deporte y recreación (unidades).

Concepto	Tabasco	Cárdenas
Deporte		
Infraestructura deportiva seleccionada y registrada en el Instituto del Deporte	931	77
Albercas	12	0
Campos de beisbol	113	12
Campos de futbol	190	23
Canchas de basquetbol	202	12
Canchas de voleibol	108	24
Centros y unidades deportivas	283	3
Gimnasios	15	2
Autódromo	1	0
Pistas de atletismo	7	1
Cultura		
Bibliotecas públicas	564	51
Libros en las bibliotecas públicas	2,626,821	231,964
Usuarios de las bibliotecas públicas	2,580,262	128,140
Relación de bibliotecas públicas y población total (cada 10,000 habitantes)	2.5	2.1
Recreación		
Parques de juegos infantiles	183	6

Fuente: elaborado por el INAP con base en la información del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), Banco de Información sociodemográfica y económica, 2010.

La infraestructura en servicios de salud se describe en la tabla 6.48.

Tabla 6.48. Servicios médicos del sector público.

Concepto	Tabasco	Cárdenas
Unidades médicas de consulta externa	614	59
Unidades médicas de hospitalización general	27	2
Unidades médicas de hospitalización especializada	6	0
Total consultas externas otorgadas	8,107,681	980,647
Consultas generales	5,699,648	771,290
Consultas especializadas	1,105,453	64,122
Consultas de urgencia	870,893	109,168
Consultas odontológicas	431,887	36,067
Consultas otorgadas por habitante	3.5	3.8
Total médicos	5,300	409
Médicos por cada 1,000 habitantes	2.3	1.6

Fuente: elaborado por el INAP con base en la información de los Anuarios Estadísticos por Entidad Federativa 2013; y CONAPO, población por municipio, proyección para el año 2012 para el cálculo de médicos por cada 1,000 habitantes.

El panorama general relacionado con los aspectos educativos en el municipio se muestra en la tabla 6.49.

Tabla 6.49. Panorama general de la educación.

Concepto	Tabasco	Cárdenas
Total alumnos inscritos	651,780	75,427
Total personal docente	27,774	3,036
Alumnos por docente	23	25
Total escuelas	5,052	442
Alumnos por escuelas	129	171
Total aulas	26,897	2,905
Alumnos por aula	24	26
Bibliotecas	185	17
Alumnos por biblioteca	3,523	4,437
Laboratorios	1,224	137
Alumnos por laboratorio	533	551
Talleres	837	94
Alumnos por taller	779	802
Anexos (canchas, plazas, cómputo, etc.)	33,795	3,148
Alumnos por anexo	19	24

Fuente: elaborado por el INAP con base en la información de los Anuarios Estadísticos por Entidad Federativa 2013, INEGI.

Nota: La información está expresada en términos de planta física, pues la misma infraestructura puede servir para el funcionamiento de varias escuelas y turnos. Comprende educación básica y media superior de la modalidad escolarizada.

6.7.4. Infraestructura regional

Aeropuertos

A 84 km al sureste del campo Hokchi se localiza el aeropuerto internacional Carlos Rovirosa Pérez, en el municipio de Villahermosa, Tabasco. Este aeropuerto, en 2015, movilizó a 1,268,443 personas en 15,817 vuelos con una carga total de 3,230,728 kg, siendo el 12º aeropuerto en México con mayor afluencia. La ruta

más utilizada fue Ciudad de México – Villahermosa – Ciudad de México con 845,470 persona movilizadas (67 %) en 8,694 vuelos (55 %) (SCT, 2016).

Faros

En los municipios adyacentes a Hokchi se localizan cinco faros para navegación marítima, ubicados en los municipios de Paraíso (1 faro) y Centla (4 faros) (Anexo 32). Así mismo, en el municipio Centro (Villahermosa) se encuentra un radiofaro que opera dentro del aeropuerto Carlos Roviroza Pérez.

Puertos Marítimos

A 21 km al sureste de Hokchi se localiza el Puerto Dos Bocas el cual presenta actividades de altura y cabotaje (Anexo 32). En 2014 este puerto movilizó 6,288,010 toneladas de productos: 958,383 t (15 %) como cabotaje y 5,329,627 t (85 %) como altura. Del total de carga, el 93 % (5,866,316 t) correspondió a petróleo y derivados, el 5.5 % (343,994 t) fue carga general y el 1.2 % (77,700 t) fueron productos agrícolas. El 86 % de la carga movilizada (5,424,294 t) correspondió a salidas y/o exportaciones y el 14 % (863,716 t) fueron entradas y/o importaciones (SCT, 2015).

Carreteras y Vialidades

En el área continental adyacente a Hokchi existen 7,100 km de carreteras y vialidades urbanas, de los cuales 3,844 km (54 %) corresponden únicamente a carreteras, de éstas 3,704 km (96.3 %) son de tránsito libre, 53.4 km (1.3 %) de cuota y 4.2 km (0.1 %); se catalogan como de acceso restringido. Los restantes 81.8 km (2.12 %) no tienen alguna categoría asignada (Anexo 32).

El 66.3 % (2,546 km) de las carreteras se encuentran bajo administración estatal, 19 % (730 km) municipal, el 12 % (461 km) federal y 100 km (2.6 %) son particulares o con algún otro tipo de administración.

Las principales carreteras federales existentes en el área son la 180 (Matamoros - Cancún), 184 (Oxkutzcab – Felipe Carrillo Puerto), 186 (Villahermosa – Chetumal), 187 (Paraíso – Raudales Malpaso) y 195 (Villahermosa – Tuxtla Gutiérrez) (INEGI, 2011).

6.8 Actividades económicas

Las actividades económicas analizadas y desarrolladas para este reporte son actividades relacionadas con la pesca y el turismo.

Con relación a la actividad pesquera, la información reportada se basa en el Anuario estadístico de acuacultura y pesca 2013, de la Comisión Nacional de Acuacultura y Pesca (CONAPESCA), el cual cuenta con la información requerida más actualizada. La información proporcionada por dicho organismo es únicamente a escala nacional y estatal.

La información referida a la infraestructura turística fue obtenida del Sistema Estatal y Municipal de Base de Datos (SIMBAD), del Instituto Nacional de Geografía y Estadística (INEGI) correspondiente al año 2012. La información correspondiente al SIMBAD es la actualizada. Posteriormente esta información fue contrastada con el total de población municipal y estatal, correspondiente al Censo de Población del 2010, para obtener indicadores como, oferta de habitaciones y establecimientos de preparación de alimentos por número de habitantes. Se consideró tomar la población del Censo de población del 2010 y no la del Censo Intercensal del 2015, debido a su proximidad temporal.

Con relación a los sitios de interés turístico, la información reportada se obtuvo durante el trabajo de campo mediante entrevistas con población y autoridades municipales.

6.8.1. Pesca y acuicultura

El estado de Tabasco cuenta con casi 200 km de litorales que representan el 1.8% del total nacional. Los municipios del estado que abarcan la zona litoral son los tres que se incluyen en este análisis: Cárdenas, Paraíso y Centla.

Los principales sistemas lagunares costeros localizados en dichos municipios son Carmen-Pajonal-Machona y Mecoacán. Estos cuerpos de agua mantienen diversas interacciones biológicas y ecológicas, lo cual hace de esta zona un área con alto valor ecológico, cultural y socioeconómico.

De acuerdo con CONAPESCA (2013), las pesquerías acuiculturales comprenden la explotación pesquera en embalses epicontinentales donde se practica la pesca comercial sustentada tanto en las siembras sistemáticas de crías de especies tales como carpa, tilapia, bagre y lobina, producidas por los centros acuícolas dependientes de los gobiernos estatal y federal, así como en las derivadas del manejo de existencias silvestres de crías de peces, postlarvas de langostino, renacuajos y similares.

Las prácticas de acuicultura tanto en el país como en el estado de Tabasco han sido implementadas como una alternativa de pesca y para improvisar diversos niveles de producción pesquera. En el caso del municipio de Paraíso, se ha visto que las condiciones dentro de las pesquerías de Mecoacán están deterioradas significativamente, y las cooperativas no están produciendo una entrada positiva para las comunidades locales, por ello los pescadores han participado en la reestructuración de sus organizaciones pesqueras como una medida de integrar

empleo y generar alternativas de entradas, tales como las prácticas de acuacultura.

La acuacultura extensiva en las lagunas costeras de Tabasco ha sido una actividad muy importante para la economía de las comunidades costeras, ejemplo de esto es el cultivo extensivo de ostión (*Crassostrea virginica*), que abarca no solo el 35.2% de la producción del estado, sino que también aporta el 36.2% de la producción nacional (CONAPESCA, 2013) (Figura 6.61).

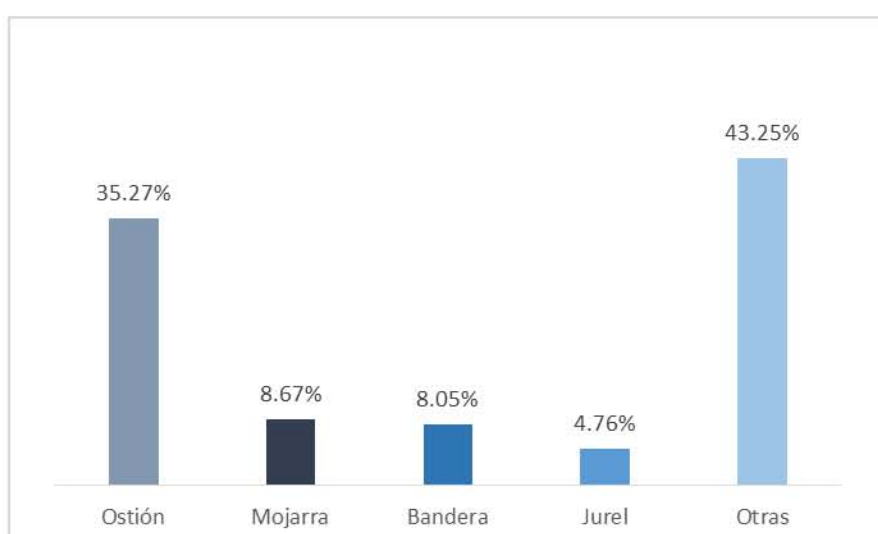


Figura 6.61. Participación de las principales especies en la producción, Tabasco, 2013. Elaboración propia con base en CONAPESCA 2013

La pesca en las lagunas de Tabasco se realiza desde hace más de 500 años utilizando técnicas nativas y en embarcaciones de una sola pieza (cayucos) construidas con árboles locales. En la actualidad la flota pesquera se conforma en su mayoría por cayucos y lanchas de fibra de vidrio con 6-8m de eslora, que generalmente utilizan un motor fuera de borda de entre 6 y 15HP (Alejandro Espinoza-Tenorio, A., et al, 2015).

De acuerdo con CONAPESCA en 2013, Tabasco ocupó el séptimo lugar a nivel nacional en cuanto al volumen de pesca con 43,668 toneladas, un equivalente al

2.5% del total nacional (Figura 6.62). Mediante el análisis de la participación porcentual de Tabasco en la producción nacional de pesca, se observa que en diez años la actividad ha ido a la baja, con 3.7% en 2004, hasta decaer más de un punto porcentual en 2013 con 2.5%.

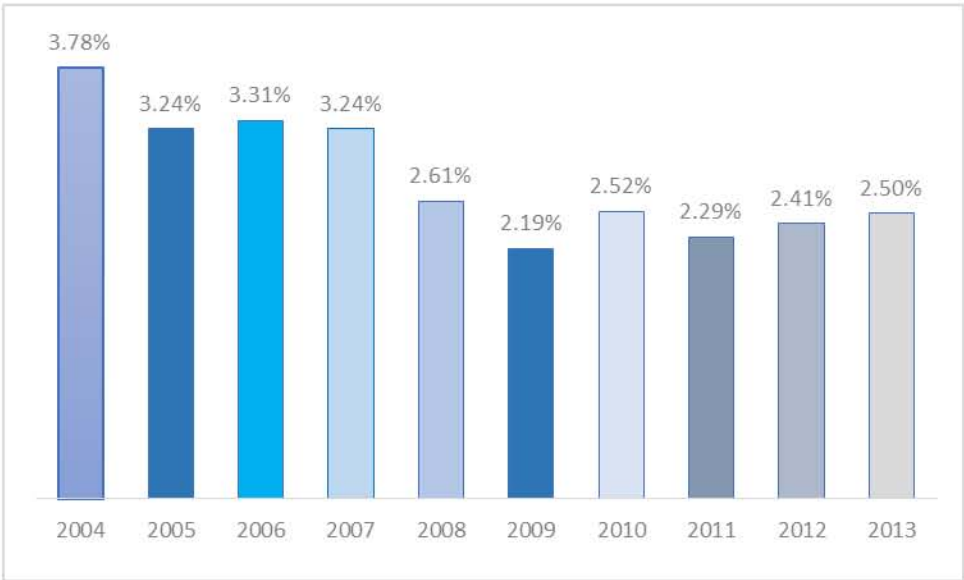


Figura 6.62. Participación porcentual de la pesca en Tabasco en la producción nacional. Fuente: CONAPESCA, 2013

En el trabajo de Arias e Ireta (2009), se menciona que la pesca empieza a decaer a raíz de la entrada de la actividad PEMEX.

En cuanto al volumen de la producción camaronera, Tabasco, no participó de manera importante en la producción nacional, con 462 toneladas, lo que equivalió al 0.4% del total nacional en 2013 (Tabla 6.50).

Tabla 6.50. Volumen de la producción de camarón en peso desembarcado (ton), Tabasco

Total	Mar abierto	Esteros y bahías	Cultivo
-------	-------------	------------------	---------

Nacional	115,606	38,720	28,504	60,292
Tabasco	462	24	184	254

Fuente: Elaboración propia con base en CONAPESCA, 2013

En el trabajo de Arias, J. y Ireta, H., (2009), se señala el auge de la pesca de camarón en Tabasco a principios de la década de los ochenta, el cual se realizaba en gran medida en Centla, en el puerto de Frontera, con la captura del camarón de línea, siete barbas y pacotilla. Se contaba con una planta industrial en donde se procesaba la producción de camarón. Había 26 embarcaciones para la pesca de camarón propiedad de las cooperativas, lo que posteriormente incrementó con 125 barcos camaroneros. Sin embargo debido al arribo de la flota petrolera a finales de los ochenta, comenzó la debacle pesquera en la entidad. Muestra de ello es que en la investigación citada anteriormente se menciona que en 1988 se obtuvieron 800 millones de pesos por concepto de venta de camarón procesado en la planta industrial de Tabasco, contrario a esto, en 2013, el valor de la producción de camarón en Tabasco fue de \$24,296 pesos. Aunado a ello, en la actualidad, de acuerdo con CONAPESCA, en 2013 solo se reporta una embarcación para la pesca de camarón, en comparación con las 125 que funcionaron en la década de los ochenta.

En cuanto a la producción pesquera por acuacultura, las principales especies para el estado de Tabasco en 2013, son el ostión con el 81%, equivalente a 15,402 toneladas, así como la mojarra y el camarón con 17.5% y 1.34% respectivamente (Tabla 6.51).

Tabla 6.51. Volumen de la producción pesquera de acuacultura en peso vivo¹, por principales especies, Tabasco 2013 (toneladas).

	Total	Mar abierto	Esteros y bahías	Cultivo
Nacional	115,606	38,720	28,504	60,292

Tabasco	462	24	184	254
---------	-----	----	-----	-----

¹Peso total del producto en el momento de obtenerse de su medio natural; se determina con base en el peso desembarcado, aplicando factores de conversión establecidos por el Instituto Nacional de la Pesca. Fuente: Elaboración propia con base en CONAPESCA, 2013.

En relación a las embarcaciones para la pesca de altura, en el estado de Tabasco la CONAPESCA registró un total de 28 embarcaciones para la pesca de escama en 2013, mientras que las embarcaciones ribereñas registraron 6,279 embarcaciones activas (Tabla 6.52), que representan el 22.4% del total de embarcaciones de este tipo en el litoral del Golfo y el Caribe. Solo se registró una embarcación camaronera con una capacidad de entre 60-80 toneladas, con una eslora de 20-25 y con una antigüedad de entre 21 y 30 años para el mismo año.

Tabla 6.52. Embarcaciones registradas por principales pesquerías.

	Pesca de altura/ 1						Pesca ribereña/ 2
	Total	subtotal	Camarón	Atún	Sardina-Anchoveta	Escama	
Total nacional	76,096	2,041	1,180	83	68	710	74,055
Litoral del Golfo y el Caribe	28,869	939	330	22	--	587	27,930
Tabasco	6,308	29	1	--	--	28	6,279

¹Embarcaciones activas que se encuentran dentro del registro nacional de pesca y acuicultura.

²Embarcaciones con eslora menor o igual a 10 metros y cuya actividad principal es la pesca comercial. Fuente: CONAPESCA, 2013

En cuanto a la infraestructura para el atraque de embarcaciones, los datos que aporta CONAPESCA para el 2013 reportan que la importante localidad pesquera de Sánchez Magallanes en el municipio de Cárdenas, registró 606 metros de

longitud de atraque para la pesca ribereña; en el caso del poblado de Chiltepec dentro del municipio de Paraíso, se registraron 86 metros, también para la actividad de la pesca ribereña. Por su parte, en la cabecera municipal de Centla, en el puerto de Frontera, la infraestructura de atraque para embarcaciones reportó 248 metros para pesca ribereña, además de 400 metros y 94 metros de longitud para el atraque de embarcaciones de camarón y de escama respectivamente (Tabla 6.53).

Tabla 6.53. Longitud de atraque de los puertos pesqueros nacionales por tipo de pesquería, litoral Golfo y Caribe, según entidad y puerto, 2013 (metros)

Litoral,

Litoral, Entidad y puerto	Total	Pesca de altura				Pesca ribereña
		atún	Sardina anchoveta	Camarón	Escama	
Tabasco	2,010	--	--	400	94	1,516
Sánchez Magallanes	606	--	--	--	--	606
Chiltepec	86	--	--	--	--	86
Frontera	743	--	--	400	94	249
Barra de San Pedro	575	--	--	--	--	575

Fuente: Elaboración propia con base en CONAPESCA, 2013

En relación a la infraestructura para unidades de producción acuícola, CONAPESCA reportó 127 unidades para engorda en todo el estado de Tabasco para el 2013. De igual forma, las unidades de producción acuícola camaronera eran 35 en el mismo año.

La industria del pescado incluye infraestructura para realizar procesos de congelado, enlatado, así como su reducción. Para el 2013 se reportaron únicamente 5 plantas de pescado en Tabasco, 4 para el congelado y una se

reportó como de “otros”. En el trabajo de campo se observaron varias plantas industriales para el congelado de pescado en estado de abandono (Figuras 6.63 y 6.64).



Figura 6.63. Fábrica de hielo abandonada en Chiltepec, municipio de Paraíso, Tabasco. Fotografía febrero 2016



Figura 6.64. Fábrica de hielo abandonada en Chiltepec, municipio de Paraíso, Tabasco. Fotografía febrero 2016

De acuerdo con el Anuario Estadístico de Acuacultura y pesca del 2013, la población de pescadores en Tabasco es de 18,148 personas, la mayor parte perteneciente a la captura y pesquerías de acuacultura con 17,163 y solo 985 pertenecientes a los sistemas controlados. Estos últimos incluyen la producción generada en instalaciones creadas para el cultivo de especies acuícolas mediante la aplicación de un modelo tecnológico que descansa en el ejercicio de diversas rutinas de trabajo, bombeo de agua, alimentación de animales, fertilización, control de densidades, entre otras.

Es importante mencionar que en gran medida el total de la población pesquera del estado se concentra en los municipios de Cárdenas, Paraíso y Centla por ser los territorios costeros de la entidad y donde se localizan los sistemas lacustres más importantes de la misma.

Municipio de Cárdenas

La participación municipal de Cárdenas a escala nacional en 2013 fue de 0.30% del valor de la producción de acuacultura (22.4 millones de pesos), y de 1.44 del valor de la producción pesquera (177.7 millones de pesos), lo que equivale a 16 y 35% de participación en los valores de la entidad, respectivamente, de acuerdo con el diagnóstico PEMEX-PACMA (PEMEXc, 2014).

Cárdenas registra una superficie de cuerpos de agua de 207.27 kilómetros cuadrados y un litoral de 70 kilómetros. Se considera que este sector es de los más prioritarios para el municipio, y se mencionan las granjas acuícolas como un producto estratégico para el desarrollo de su economía.

Los principales ríos y lagunas presentes en el municipio son los siguientes:

Cárdenas

Lagunas	Ríos
Machona	Mezcalapa
Del Carmen	San Felipe
El Pajonal	Naranjeño
La Palma	Santana
Santa Teresa	Tonalá
Carmen	Chicozapote
Machona	

Municipio de Paraíso

Paraíso registró el 0.12% del valor de la producción nacional de captura (8.7 millones de pesos), lo que significó 6% del valor de Tabasco, y el 1.07% del valor de la producción nacional de captura (132 millones de pesos), lo que era equivalente al 26% del valor de la entidad (PEMEXa, 2014).

El municipio registró en 2005, una superficie de cuerpos de agua correspondiente al 19.8% de su territorio (80.89 kilómetros cuadrados) y un litoral de 52 kilómetros.

Paraíso	
Lagunas	Ríos
Mecoacán	Río González
La Machona	Arroyo Hondo
Tupilco	Escurrimiento de los ríos Seco, El Corcho, Tupilco, Cocohital, El Corinto, Arroyo Verde y del dren de Arroyo
Puente de Ostión	
La Encerrada o Amatillo	

Tres Palmas	Verde
El Zorro	
Arrastradero	
Las Flores	
Lagartera Tilapa	
Manatí	
El Eslabón	

Municipio de Centla

En el municipio de Centla, y a partir de estimaciones elaboradas por el INAP, se observó una participación a nivel nacional aproximada de 1.60% del valor de la producción pesquera (198 millones de pesos), así como 0.28% del valor de la producción de acuicultura (21.3 millones de pesos), lo era equivalente a 39 y 15% de participación en los valores de la entidad, respectivamente (PEMEXb, 2014).

Centla registra una superficie de cuerpos de agua de 7.3% de su territorio (197.08 kilómetros cuadrados) y tiene un litoral de 78 kilómetros, por lo que este sector es "estratégico" para la economía del municipio, sin embargo se requiere la reactivación del puerto de Frontera e inversión en infraestructura para aumentar la productividad.

Centla	
Lagunas	Ríos
El Viento	Grijalva
Chichicastle	Usumacinta
El Tocoal	San Pedrito

Santa Anita	San Pedro
El Loncho	San Pablo
San Pedrito	

6.8.2. Turismo

Municipio de Cárdenas

La oferta turística del municipio se divide en cuatro grandes rubros: hospedaje, establecimientos de preparación de alimentos y bebidas, servicios y sitios turísticos. En el caso de hospedaje, el municipio de Cárdenas contó en 2012 con 42 establecimientos de hospedaje y 1,005 habitaciones, mientras que el Estado contó con 434 establecimientos y 10,923 habitaciones. Estas cifras resultan en un promedio de 24 habitaciones por establecimiento de hospedaje para el municipio de Cárdenas y de 25 habitaciones por establecimiento de hospedaje para la entidad. Lo anterior significa que la oferta turística de alojamiento de Cárdenas es similar a la oferta promedio de Tabasco; por lo que se podría considerar como un municipio turístico en la escala estatal (SIMBAD-INEGI, 2012).

Por otro lado, en cuanto a la oferta de establecimientos de preparación y servicio de alimentos y bebidas, el municipio de Cárdenas contó en 2012 con 96 establecimientos y el estado de Tabasco con 1,108. Este número dividido entre las poblaciones totales municipal y estatal (INEGI, 2010) nos da como resultado un promedio de un establecimiento por cada 2,588 habitantes en Cárdenas y un establecimiento por cada 2,020 habitantes en el Estado; lo que significa que la oferta de establecimientos de preparación de alimentos y bebidas es mayor en el Estado que en Cárdenas.

Durante la visita de campo al municipio de Cárdenas durante marzo 2016, se encontraron ocho sitios turísticos entre los que se reconocen 70 kilómetros de

litoral donde destacan la Playa Sánchez Magallanes y la Barra de Santa Ana de 30 kilómetros de longitud; el sistema lagunar Carmen-Pajonal-Machona, la isla El Pajal (donde anidan varias especies de aves) y el balneario “Ensueño del Trópico”; así como el puerto de pescadores Sánchez Magallanes y las granjas acuícolas de ostiones. También se encuentra el Parque Ecológico de la Chontalpa que contiene uno de los dos últimos relictos de selva de canacoite (*Bravaisia integerrima*) en México.

Finalmente, con respecto a los servicios turísticos, el municipio de Cárdenas tiene una agencia de viajes y no cuenta con ningún tipo de empresa arrendadora de automóviles; mientras que el Estado cuenta con 56 y 13, respectivamente (SIMBAD-INEGI, 2012).

Municipio de Paraíso

La oferta turística del municipio se divide en cuatro grandes rubros: hospedaje, establecimientos de preparación de alimentos y bebidas, servicios y sitios turísticos. En el caso de hospedaje, el municipio de Paraíso contó en 2012 con 41 establecimientos de hospedaje y 998 habitaciones, mientras que el Estado contó con 434 establecimientos y 10,923 habitaciones. Estas cifras nos dan un promedio de 24 habitaciones por establecimiento de hospedaje para el municipio de Paraíso y de 25 habitaciones por establecimiento de hospedaje para el Estado. Lo anterior significa que la oferta turística de alojamiento de Paraíso es similar a la oferta promedio de Tabasco; por lo que se podría considerar como un municipio turístico en la escala estatal (SIMBAD-INEGI, 2012).

Por otro lado, en cuanto a la oferta de establecimientos de preparación y servicio de alimentos y bebidas, el municipio de Paraíso contó en 2012 con 139 establecimientos y el estado de Tabasco con 1,108 (INEGI, 2010). Este número dividido entre las poblaciones totales municipal y estatal nos da como resultado un promedio de un establecimiento por cada 637 habitantes en Paraíso y un

establecimiento por cada 2,022 habitantes en el Estado; lo que significa que la oferta de establecimientos de preparación de alimentos y bebidas es tres veces mayor en Paraíso que en Tabasco; por lo que se puede considerar como un municipio turístico a nivel municipal.

Durante la visita de campo al municipio de Paraíso en marzo de 2016, se encontraron 14 sitios turísticos entre los que se reconocen cinco playas a lo largo de los 52 kilómetros de litoral que conforman al municipio: Playa Bruja, Playa Varadero, Playa Dorada, el Centro Turístico el Paraíso y la Barra de Tupilco coronada por el Cerro del Teodomiro. También cuenta con la Laguna de Mecoacán que comprende los paradores turísticos de Puerto Ceiba y El Bellote y el complejo turístico de Cangrejópolis. Asimismo, Paraíso cuenta con los corredores gastronómicos de Isla Rebeca y República de Paraíso y el pueblo pesquero de Chiltepec. Otra atracción turística es la Reserva Ecológica Río Playa.

Finalmente, Con respecto a los servicios turísticos el municipio de Paraíso tiene tres agencias de viajes y tres empresas arrendadoras de automóviles; mientras que el Estado cuenta con 56 y 13, respectivamente (SIMBAD-INEGI, 2012).

Municipio de Centla

La oferta turística del municipio se divide en cuatro grandes rubros: hospedaje, establecimientos de preparación de alimentos y bebidas, servicios y sitios turísticos. En el caso de hospedaje, el municipio de Centla contó en 2012 con 23 establecimientos de hospedaje y 250 habitaciones, mientras que el Estado contó con 434 establecimientos y 10,923 habitaciones. Estas cifras nos dan un promedio de 11 habitaciones por establecimiento de hospedaje para el municipio de Paraíso y de 25 habitaciones por establecimiento de hospedaje para el Estado. Lo anterior significa que la oferta turística de alojamiento de Paraíso es menor que la oferta promedio de Tabasco, a pesar de contar con la Reserva de la Biosfera más grande del estado: los Pantanos de Centla (SIMBAD-INEGI, 2012).

Por otro lado, en cuanto a la oferta de establecimientos de preparación y servicio de alimentos y bebidas, el municipio de Paraíso cuenta con 27 establecimientos y el estado de Tabasco con 1,108. Este número dividido entre las poblaciones totales municipal y estatal (INEGI, 2010) nos da como resultado un promedio de un establecimiento por cada 3,782 habitantes en Centla y un establecimiento por cada 2,020 habitantes en el Estado; lo que significa que la oferta de establecimientos de preparación de alimentos y bebidas es menor en Centla que en Tabasco.

Durante la visita de campo al municipio de Centla en marzo de 2016, se encontraron siete sitios turísticos entre los que se reconocen dos playas a lo largo de los 78 kilómetros de litoral que componen al municipio: Pico de Oro, que a su vez es un parador gastronómico, y Playa Azul, que es el lugar más frecuentado para quienes practican deporte acuático, principalmente el buceo, la natación a mar abierto y la pesca.

Igualmente, se observó que la atracción turística con mayor potencial es el área natural protegida de la Reserva de la Biósfera Pantanos de Centla, la cual es un complejo ecoturístico que se compone de visitas guiadas a los pantanos, los manglares y los ríos. Aquí existe un centro de interpretación: la Casa del Agua, o Uyotot Ja en chontal, que es la única infraestructura en toda la Cuenca Grijalva-Usumacinta dedicada a sensibilizar a la sociedad sobre los valores ecológicos, culturales y económicos de los humedales de esta región y el embarcadero del cual zarpan las naves colectivas. La Casa del Agua es el único Centro de interpretación de humedales en la República Mexicana que opera con el apoyo financiero de Pemex (Guía PEMEX, 2014).

Finalmente, con respecto a los servicios turísticos, el municipio de Centla tiene una agencia de viajes y no cuenta con ninguna empresa arrendadora de

automóviles; mientras que el Estado cuenta con 52 y 15, respectivamente (SIMBAD-INEGI, 2012).

6.9 Patrimonio arqueológico

En la zona adyacente a Hokchi se encuentran dos sitios arqueológicos: Comalcalco, en el municipio del mismo nombre, y La Venta en el municipio de Huimanguillo.

La zona arqueológica de Comalcalco (Náhuatl: “en la casa del comal”) se localiza a 38 km al sureste del campo Hokchi. Fundada y habitada por la cultura maya, el auge de este sitio ocurrió entre el 200 a. C. y el 950 d. C, siendo considerado como un punto central en las rutas comerciales del sur de Mesoamérica ya que en el sitio se han encontrado yugos y hachas de Veracruz, materiales líticos de Veracruz, Hidalgo y Guatemala e iconografía del altiplano central (INAH, 2016a).

El sitio arqueológico de La Venta se localiza a 90 km al suroeste del área Hokchi. Este sitio es considerado como una de las primeras ciudades del antiguo México, fue habitada por la cultura olmeca, desde el año 5,000 a. C. y tuvo su periodo de desarrollo de 1200–400 a.C. (INAH, 2016b).

CAPITULO 7

IDENTIFICACIÓN DE PASIVOS AMBIENTALES

Este capítulo está orientado a describir los diferentes Daños Preexistentes identificados en el área Hokchi de acuerdo al contrato CNH-R01-L02-A2/2015, y particularmente a su cláusula 13.4. A continuación se resumen los principales Daños Preexistentes, que en los siguientes apartados se mencionan y detallan:

8. Infraestructura petrolera sobre el lecho marino consistentes en las tuberías de revestimiento de los pozos Hokchi 1 y Hokchi 101, cuya presencia ha sido mostrada con información indirecta derivada de ecosondas, perfiladores del subsuelo marino y magnetómetro, y confirmada por inspección física de buzos.
9. Objetos no identificados y registrados a través de información magnética que indica la presencia de objetos extraños en el subsuelo marino, presumiblemente correspondientes a un ducto, y ductos o cables submarinos.
10. Residuos de hidrocarburos en la zona de influencia ambiental de Hokchi, 200 km de línea de costa monitoreada, en forma de roca, caucho y gel con tamaños que van de centímetros hasta un par de metros.
11. Concentraciones superiores, en el agua, a los considerados como seguros para la protección de la vida acuática en lo que respecta a fosfatos, nitratos, nitritos y amonio de acuerdo a los Criterios Ecológicos de Calidad del Agua CE-CCA-001/89.
12. Concentraciones de metales como Fe, Zn y Cu, en algunos de los puntos de muestreo de agua en el área Hokchi, mayores a los límites para evitar efectos tóxicos en los organismos que habitan el área Hokchi de acuerdo con *NOAA Screening Quick Reference Tables* (Buchman, 2008) .

13. Concentración de Hg en los sedimentos por arriba del umbral para evitar efectos tóxicos en la biota en tres puntos, tomando como referencia *NOAA Screening Quick Reference Tables* (Buchman, 2008).
14. Diferentes condiciones de enriquecimiento orgánico donde la zona central del área Hokchi está ligeramente contaminada (Pearson y Rosemberg, 1978).

Cabe mencionar que en este esfuerzo se empleó toda la información generada para determinar la Línea Base Ambiental y su análisis ha permitido distinguir desde valores anómalos en el agua y sedimentos muestreados en el área así como también infraestructura presente sobre el lecho marino, como se ha destacado anteriormente de manera resumida. En todos los casos, información detallada es presentada en los diferentes anexos.

7.1 Estructuras en el lecho marino

7.1.1 Levantamiento batimétrico

A partir de información recibida de Petróleos Mexicanos (PEMEX), se conoce la existencia de los pozos Hokchi 1 y Hokchi 101 perforados por PEMEX en el año 2009 y 2011, respectivamente. Para verificar su estado actual, se realizó una exploración de evidencias hidroacústicas en el área Hokchi, con un levantamiento batimétrico llevado a cabo en febrero de 2016. Específicamente, se llevó a cabo una prospección más fina para identificar infraestructura sumergida en dos áreas específicas en las cuales se tiene reportes de tuberías de revestimiento sobre el lecho marino en pozos perforados por PEMEX (Tabla 7.1). El análisis de los datos de batimetría multihaz e intensidad de retrodispersión acústica aportan una gran probabilidad de la ubicación de esta infraestructura sumergida asociada a los pozos reportados por PEMEX (Anexo 2).

Tabla 7.1. Ubicación de la infraestructura sumergida asociada a los cabezales de los pozos Hokchi 1 y Hokchi 101.

Pozo	Latitud N	Longitud W
Hokchi-1	18° 37' 01.4265''	93° 20' 12.349''
Hokchi-101	18 37' 57.4317''	93 ° 20' 12.47''

La Figura 7.1 muestra la ubicación de los dos pozos reportados por PEMEX. El pozo Hokchi-1 está ubicado al sur y el pozo Hokchi-101 al norte.

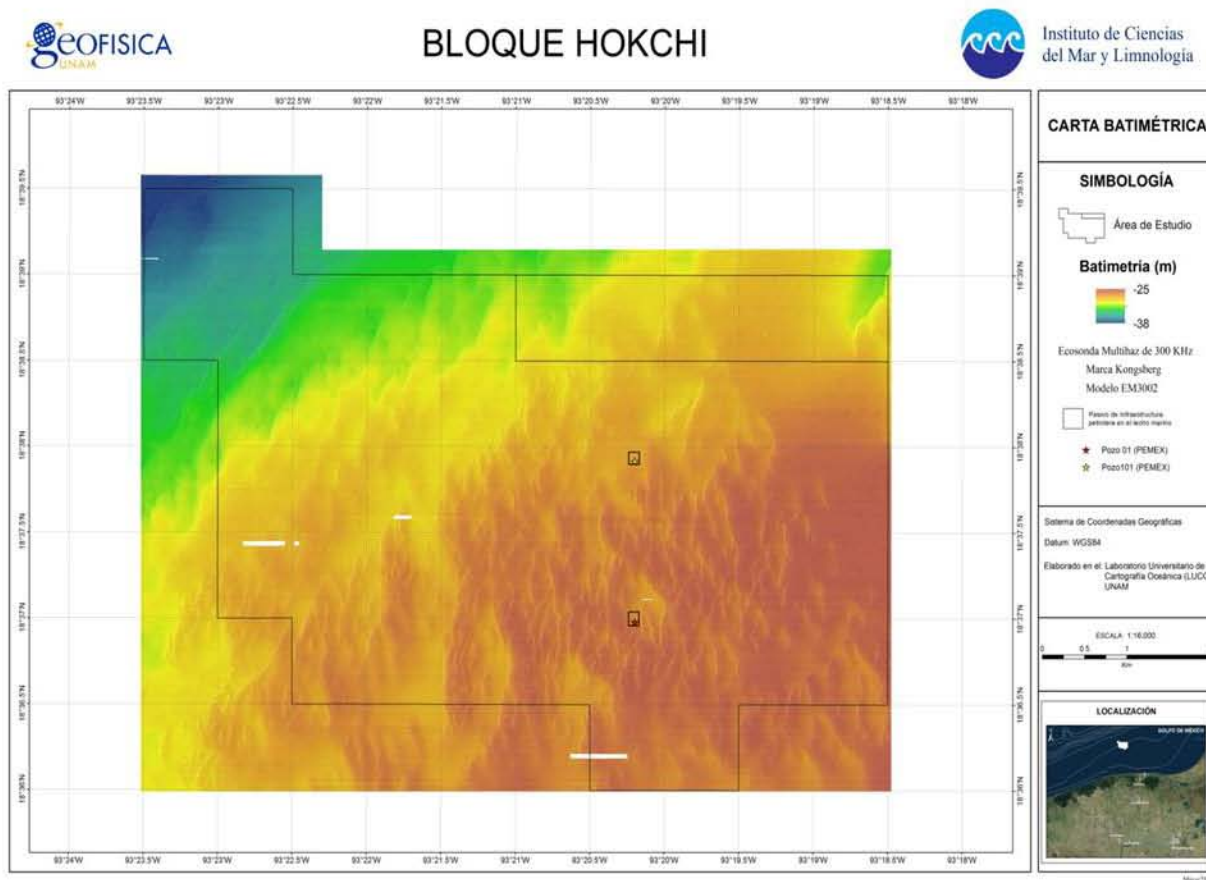


Figura 7.1. Ubicación de las áreas de los dos pozos reportados por PEMEX dentro del área de Hokchi.

Con base en las coordenadas de estos dos pozos exploratorios dentro del área Hokchi, dos áreas en la vecindad de cada pozo son prospectadas a mayor detalle para evaluar la posible presencia de su infraestructura. Los límites de cada área están enumerados en la siguiente tabla 7.2.

Tabla 7.2 Límites de las áreas de prospección.

Esquinas	Área de Hokchi-1	Área de Hokchi-101
Norte	18° 37.500' N	18° 38.500' N
Sur	18° 36.500' N	18° 37.500' N
Este	93° 19.500' W	93° 19.500' W
Oeste	93° 20.500' W	93° 20.500' W

Dentro de cada área, los registros de batimetría multihaz e intensidad de retrodispersión acústica de ambas ecosondas son cuidadosamente examinadas. Para encontrar las anomalías batimétricas asociadas a esta infraestructura en el lecho marino, cada barrido es cotejado y analizado individualmente para descartar errores. De este análisis, dos sobresalientes anomalías batimétricas cuyas coordenadas coinciden en varios perfiles fueron reveladas en los datos de ambas ecosondas. Además, estas anomalías son detectadas consistentemente por los haces externos de cada una de las ecosondas, mientras que en la región central cercana al nadir no son detectadas.

Infraestructura del Pozo Hokchi-1

Las Figuras 7.2 muestra un extracto de la carta batimétrica de la ecosonda EM3002, para el área del pozo Hokchi-1. Esta imagen, en su parte superior –

central, muestra un alto batimétrico de aproximadamente 2.5 m de diámetro con una altura de 4 m sobre el fondo marino.

El conjunto de las coordenadas, donde se ubicó la anomalía batimétrica asociada al pozo Hokchi-1 en cada uno de los barridos laterales que se registró, son enumerados en la tabla 7.3.

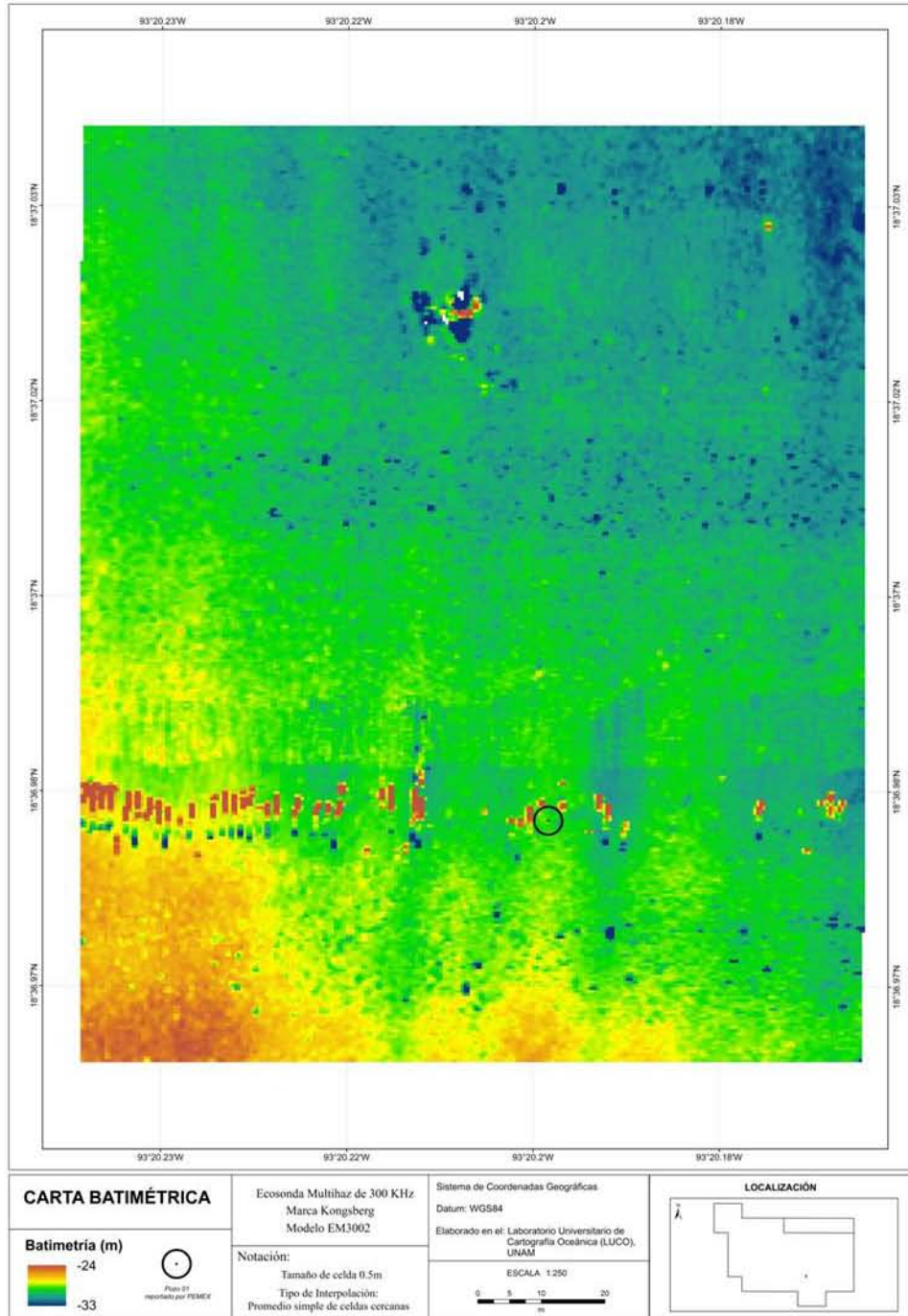


Figura 7.2. Extracto de la carta batimétrica de la ecosonda EM3002, para el área del pozo Hokchi-1. La imagen marca la ubicación reportada del pozo Hokchi-1 (círculo negro) y la anomalía batimétrica encontrada (recuadro negro).

Tabla 7.3. Coordenadas de ubicación de la anomalía batimétrica asociada al pozo Hokchi-1, en 3 perfiles batimétricos llevados a cabo en febrero de 2016.

Latitud N	Longitud W	Profundidad (m)	Altura (m)
18° 37.0236'	93° 20.20563'	27.7	2.5
18° 37.0235'	93° 20.20575'	27.8	2.5
18° 37.02366'	93° 20.2061'	27.7	2.5

Infraestructura del Pozo Hokchi- 101

La Figura 7.3 muestra el extracto de la carta batimétrica de la ecosonda EM3002. La parte central de la imagen muestra un alto batimétrico de aproximadamente 2 m de diámetro y una altura de 3 m sobre el fondo marino.

Al igual que con la anomalía de la localidad del pozo Hokchi-1, éste alto batimétrico es detectado consistentemente por los haces externos de ambas ecosondas, mientras que en la región del nadir no hubo detección alguna.

Tabla 7.4. Coordenadas de ubicación de la anomalía batimétrica asociada al pozo Hokchi-101, en 1 perfil batimétrico llevado a cabo en febrero de 2016.

Latitud N	Longitud W	Profundidad (m)	Altura (m)
18 37.95698	93 20.20797	28.4	5.5

Con la finalidad de reforzar el conocimiento sobre el estado de las tuberías de revestimiento de los dos pozos pre-existentes, así como la posible existencia de cualquier otro objeto sobre el lecho marino del área Hokchi, se llevaron a cabo otros dos estudios.

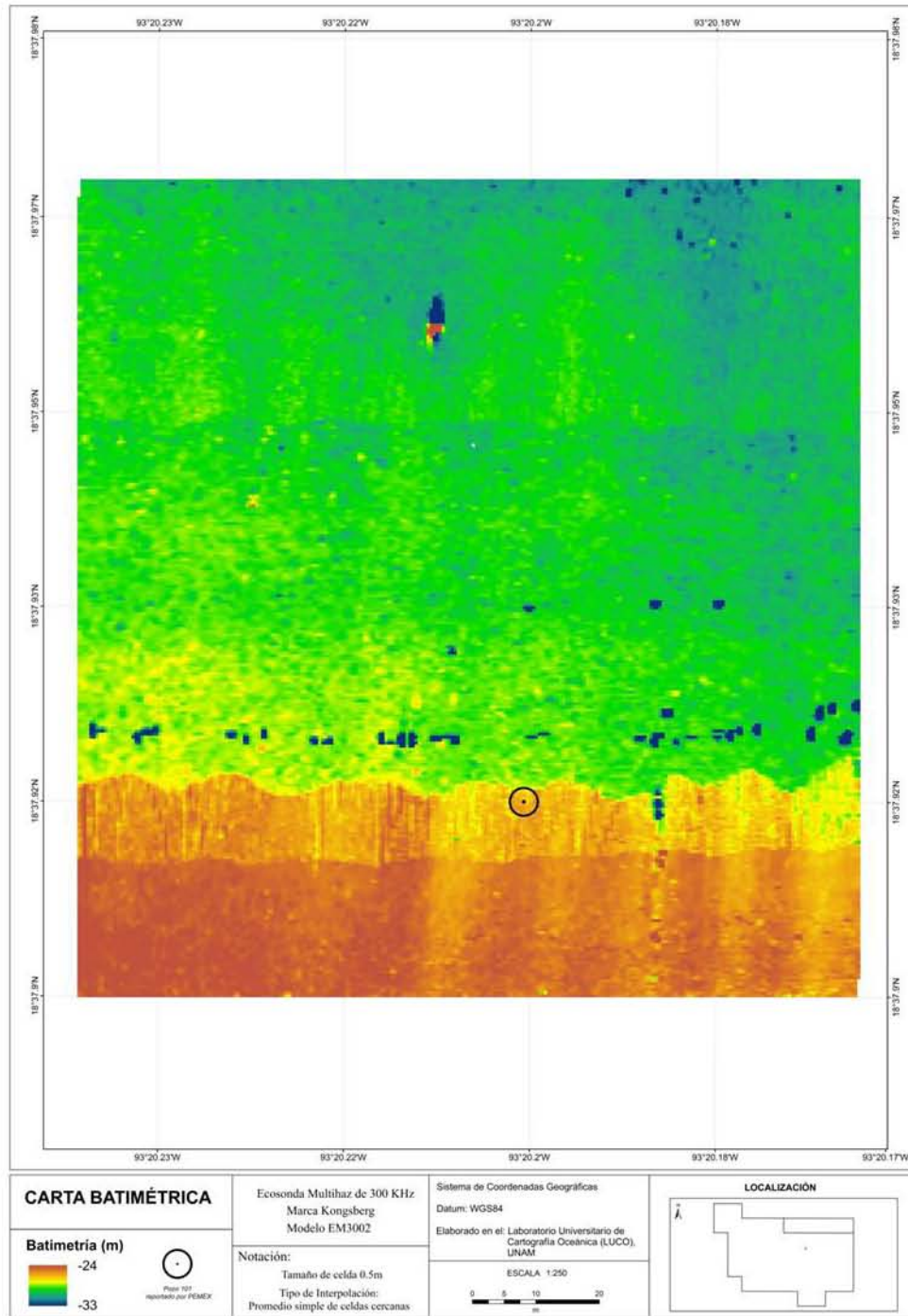


Figura 7.3. Extracto de la carta batimétrica de la ecosonda EM3002, para el área del pozo Hokchi-101. La imagen marca la ubicación reportada del pozo Hokchi-101 (círculo negro) y la anomalía batimétrica encontrada (recuadro negro).

La tabla 7.4 enumera el conjunto de coordenadas correspondientes a la anomalía batimétrica del pozo Hokchi-1 registrada en los barridos laterales.

7.1.2. Prospección geofísica SBP

Este estudio, realizado por OCEANEERING, constó de una prospección geofísica de perfilador del subsuelo marino (SBP, por sus siglas en inglés), que se presenta en el anexo 32, cuya finalidad fue identificar las instalaciones petroleras ubicadas en el área Hokchi que consisten en dos pozos, referidos como Hokchi 1 y Hokchi 101, cuyas coordenadas geográficas son $18^{\circ} 37'01.4265''$ N y $93^{\circ} 20'12.349''$ W, y $18^{\circ} 37'57.4317''$ N y $93^{\circ} 20'12.47''$ W, respectivamente. Para tal efecto, se empleó un sonar de barrido lateral, un perfilador somero y un magnetómetro. Los resultados obtenidos de éste estudio se resumen a continuación.

Condiciones de la infraestructura del Pozo Hokchi – 1

El pozo Hokchi-1 se localiza en las coordenadas $18^{\circ} 37'01.4265''$ N y $93^{\circ} 20'12.349''$ W. Estas coordenadas han sido verificadas a través de un estudio de sonar de barrido lateral que ha ubicado este pozo en las coordenadas mencionadas arriba y ha permitido identificar que una porción de la tubería de revestimiento sobresale del lecho marino. La figura 7.4 muestra tanto la ubicación de Hokchi-1 como la señal registrada por el sonar de barrido lateral, que indica la presencia del pozo.

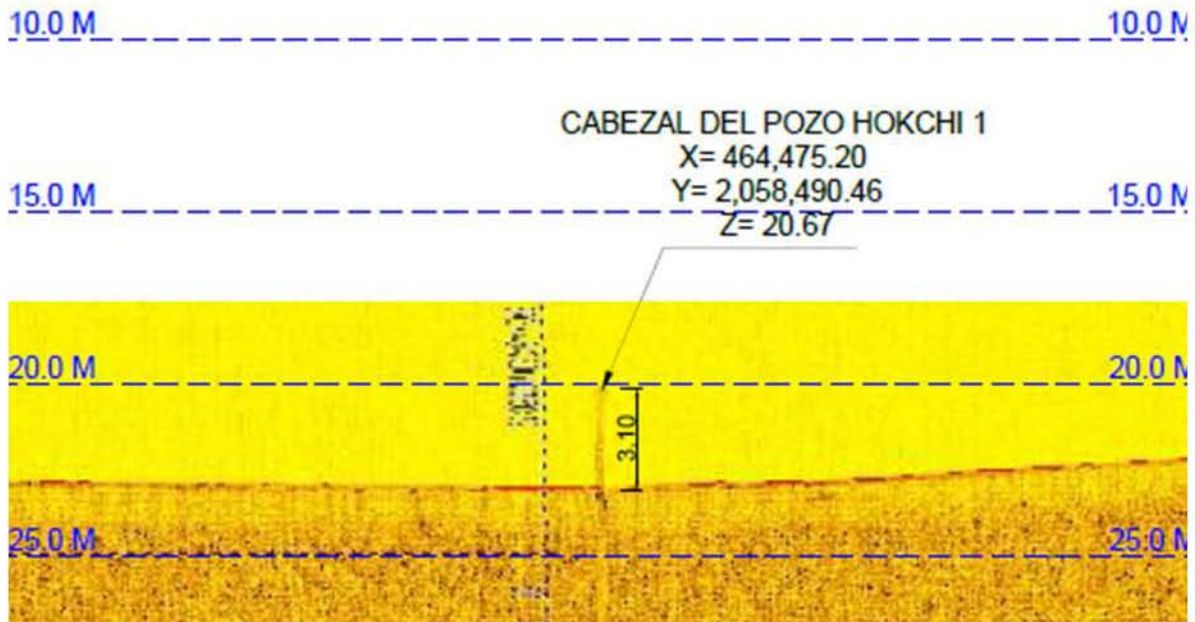
Asimismo, un registro de perfilador somero fue empleado para confirmar la posición del pozo, habiéndose encontrado un objeto lineal por arriba del lecho marino, asociada a la ubicación de Hokchi-1. La imagen de la figura 7.5 muestra, sin ambigüedad, que un objeto lineal con una altura aproximada de 3.10 m sobresale del fondo marino, de acuerdo a la resolución del perfilador somero.



Figura 7.4. Señal registrada por el sonar de barrido lateral donde el círculo indica la posición del pozo Hokchi-1 y la anomalía referida como Contac001 corresponde a un objeto sobresaliendo sobre el lecho marino.

Adicionalmente, este evento ha sido verificado a través de un registro magnetométrico que ha registrado la presencia de un objeto de alta susceptibilidad magnética, tal y como se muestra en la figura 7.6.

Estos tres elementos: el registro de sonar de barrido lateral, el perfilador somero y la anomalía magnética, han ubicado el pozo Hokchi 1 y han confirmado que sus coordenadas son $18^{\circ} 37' 01.4265''$ N y $93^{\circ} 20' 12.349''$ W.



REGISTRO DE PERFILADOR SOMERO

Figura 7.5. Información derivada del perfilador somero destacándose sobre las coordenadas ($18^{\circ} 37'01.4265''$ N y $93^{\circ} 20'12.349''$ W) un objeto lineal, con altura aproximada de 3.10 m sobre el lecho marino ubicado en color marrón.

Condiciones de la infraestructura del Pozo Hokchi - 101

Este pozo ha sido ubicado en las coordenadas ($18^{\circ} 37'57.4317''$ N y $93^{\circ} 20'12.47''$ W) a través de un estudio de sonar de barrido lateral y ha permitido identificar que una porción de la tubería de revestimiento sobresale del lecho marino. La figura 7.7 muestra tanto la ubicación del pozo Hokchi-101, como la señal registrada por el sonar de barrido lateral, que indica la presencia del pozo referido.

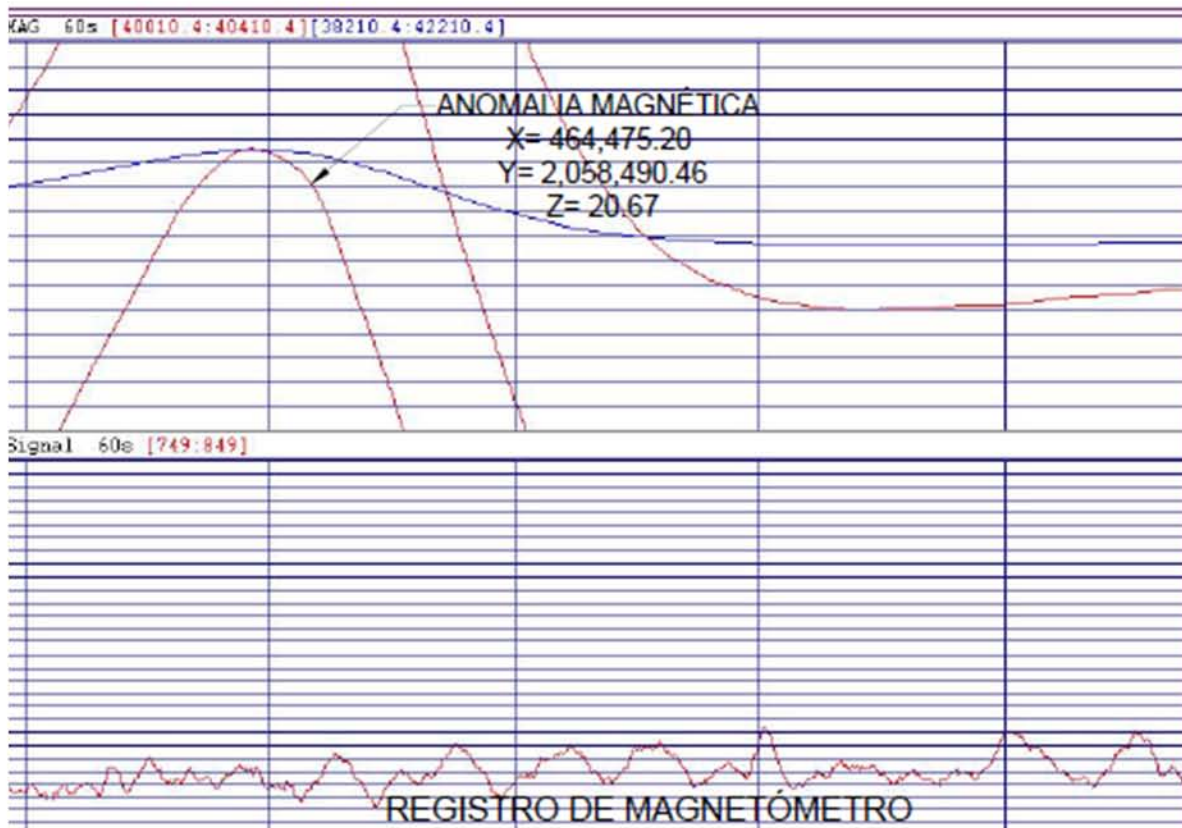


Figura 7.6. Anomalía magnética asociada al Pozo Hokchi 1.

En esta misma localización asociada al pozo Hokchi-101, se confirmó su posición mediante un perfilador somero, identificándose un objeto lineal por arriba del lecho marino. La imagen de la Figura 7.8 muestra un objeto lineal, con una altura aproximada de 3.80 m sobresaliendo del fondo marino.

Similarmente al pozo Hokchi-1, información magnetométrica fue registrada para confirmar la ubicación del pozo Hokchi-101. La figura 7.9 muestra el resultado, apreciándose que la anomalía magnética coincide en sus coordenadas con aquellas identificadas con el sonar de barrido lateral y el perfilador somero, Esto, confirma las coordenadas de Hokchi-101 en $18^{\circ} 37'57.4317''$ N y $93^{\circ} 20'12.47''$ W.



Figura 7.7. Imagen de sonar de barrido lateral donde el círculo indica la posición del pozo Hokchi-101 y la anomalía central corresponde a su ubicación.

Objetos no identificados

Mediante el magnetómetro marino fue posible realizar la adquisición de datos del campo magnético 2D al cual se le realizaron correcciones IGRF. Fue posible identificar una anomalía magnética continua en el lado noroeste del área de Hokchi que debido a sus características puede ser interpretado como un ducto, el cual se encuentra enterrado 1.3 m, en promedio, por debajo del fondo marino. La anomalía magnética está orientada hacia el NW, tiene una distancia de 819 m al NW del centro del sitio de estudio y una longitud de 435 m dentro de los límites de la misma área (Figura 7.10).

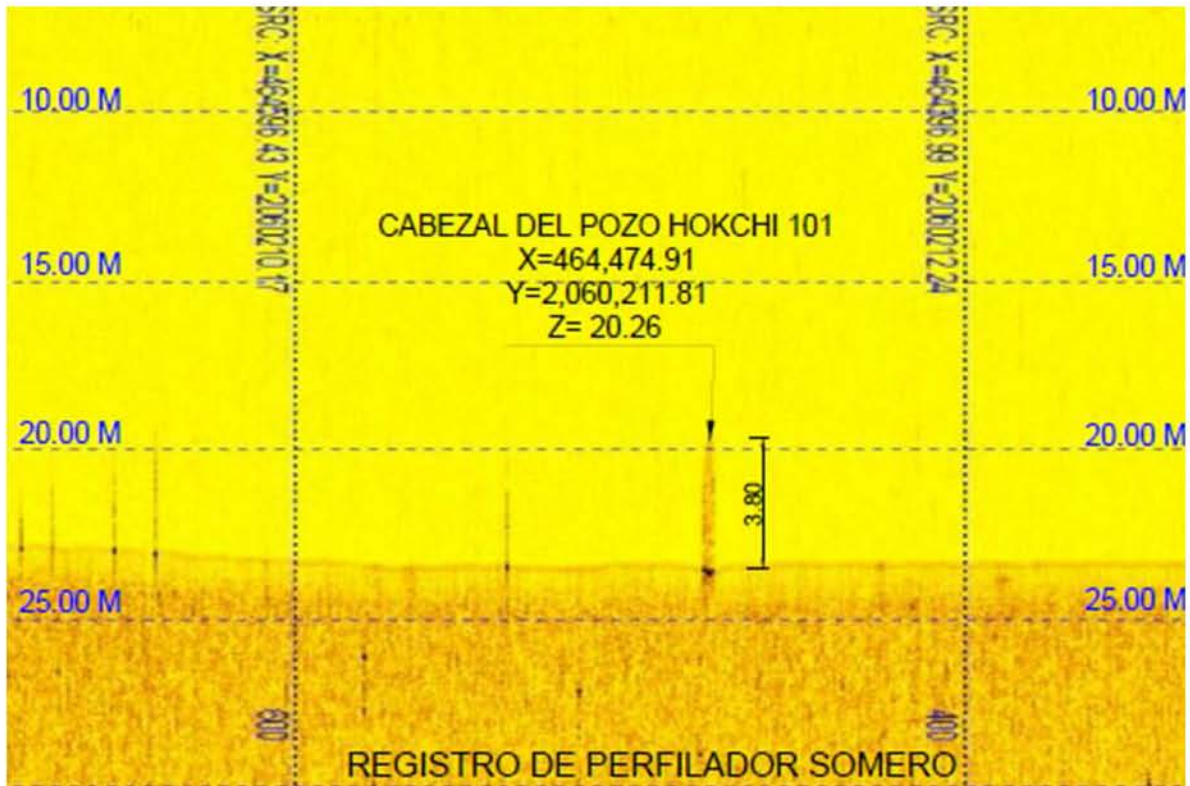


Figura 7.8. Información del perfilador somero mostrándose el fondo marino y un objeto vertical sobresaliendo sobre el mismo. La altura aproximada de tal objeto es 3.80 m.

En el lado sur del área de estudio se identificaron dos anomalías magnéticas que tienen una tendencia S-SW al E-NE, que por sus características de continuidad sugieren la posible existencia de dos ductos o cables, la primera se encuentra a 850 m al sur del área (Figura 7.11).

7.1.3. Inspección visual submarina

Se realizó una inspección visual submarina de las tuberías de revestimiento de los pozos Hokchi-1 y Hokchi-101 en marzo de 2016, por la empresa ALL IN SERVICES S. A. de C. V. y los resultados se presentan en el Anexo 1. En resumen se tomaron fotografías de la tubería (Figura 7.12, Anexo 1) y se observó crecimiento marino blando en ambas localidades. Además, la tubería del pozo

Hokchi 101 presenta erosión del concreto (fisuras entre la tapa y el conductor) y cortes longitudinales y circunferenciales por arco eléctrico en el cuerpo de cabezal.



Figura 7.9. Anomalia magnética asociada a la tubería de revestimiento por arriba del lecho marino en el Pozo Hokchi-101.

7.2 Residuos de hidrocarburos encontrados durante la prospección en sitio

Por otro lado, se realizó un recorrido sobre la costa definida como zona de influencia ambiental de Hokchi y basado en observaciones de campo efectuadas en el mes de febrero, se presenta una descripción de las características físicas observadas en los distintos tipos de aglomerados de material residual de hidrocarburos. Se realizó una categorización en tres grupos los cuales se describen a continuación en la tabla 7.5.

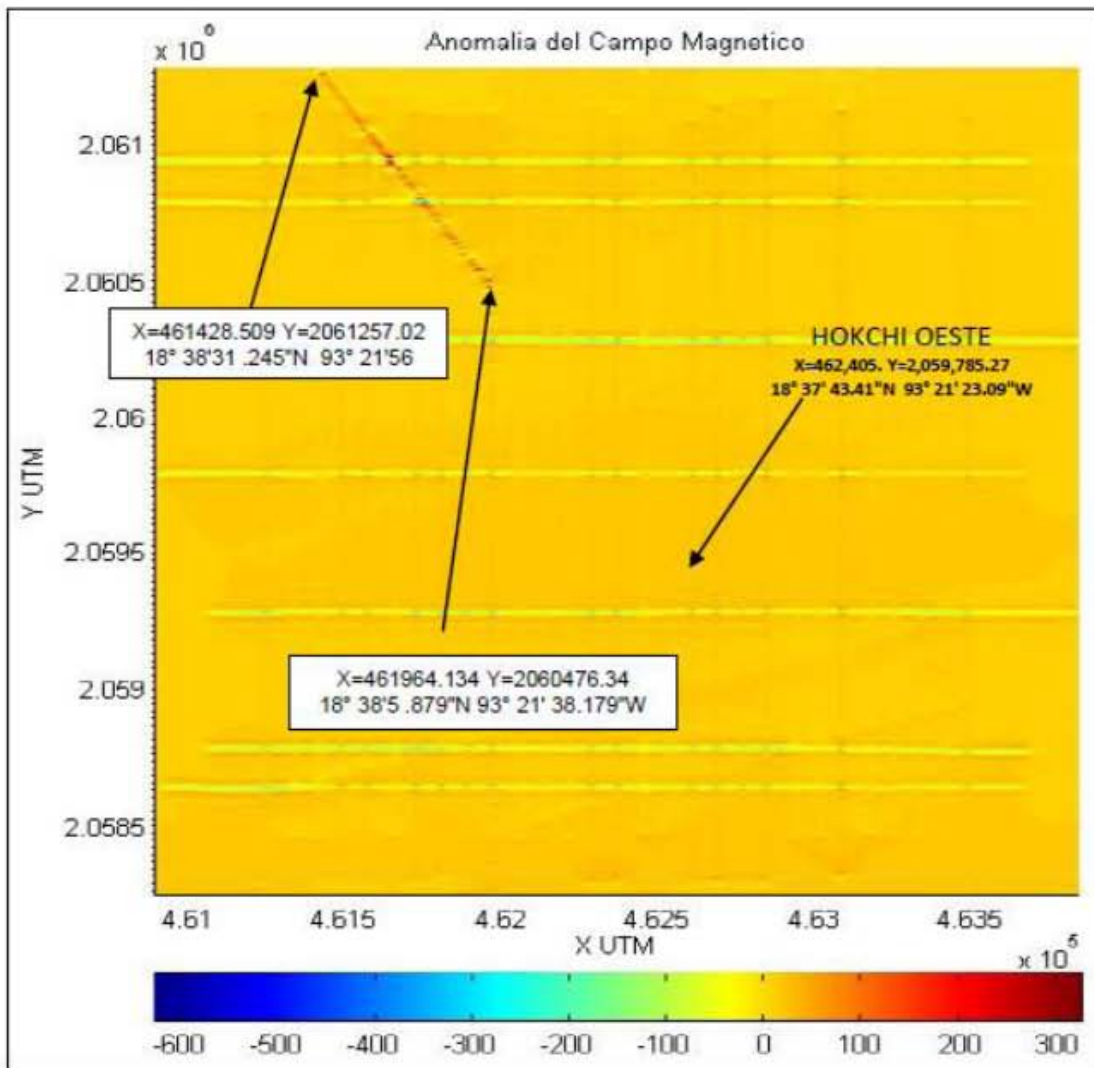


Figura 7.10. Mapa de anomalía magnética en la localización Hokchi Oeste.

Durante el monitoreo se identificó que el nombre local para los residuos de hidrocarburos es “chapo”, y se asocia a problemas de índole ambiental, laboral y de salud.

La presencia de aglomeraciones de hidrocarburos ocurre sobre los 200 km de línea de costa monitoreada (área de influencia ambiental de Hokchi), y se ha documentado en la tabla 7.5 y la figura 7.13. El tamaño de las aglomeraciones observadas fue variable desde unos centímetros hasta un par de metros.

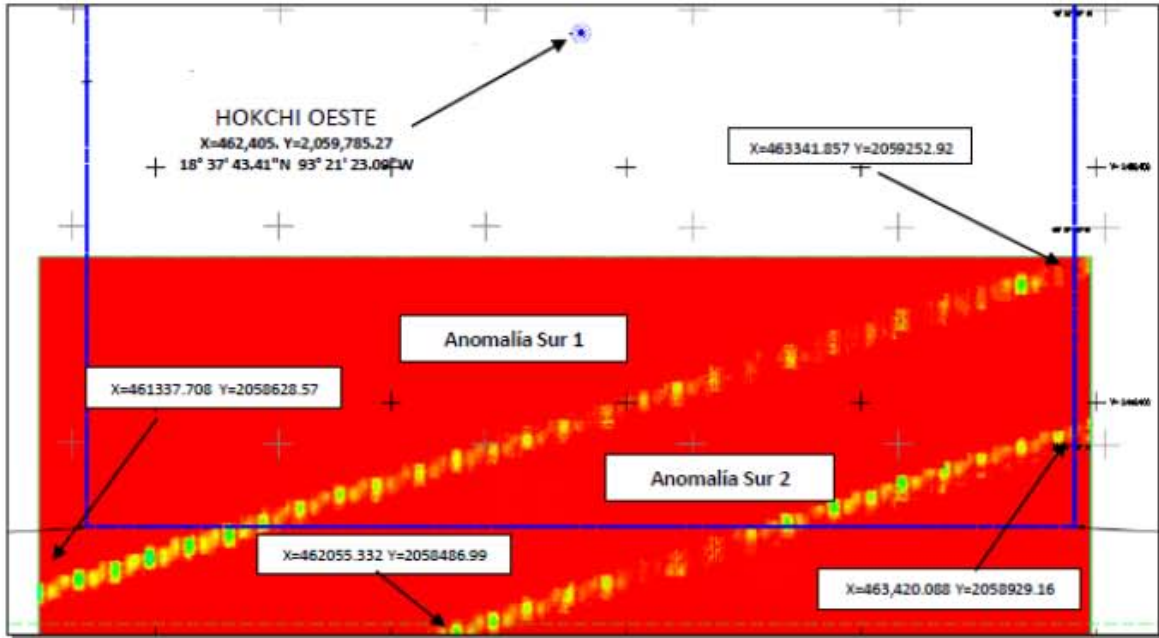


Figura 7.11. Mapa de anomalías magnéticas al sur del área de estudio.

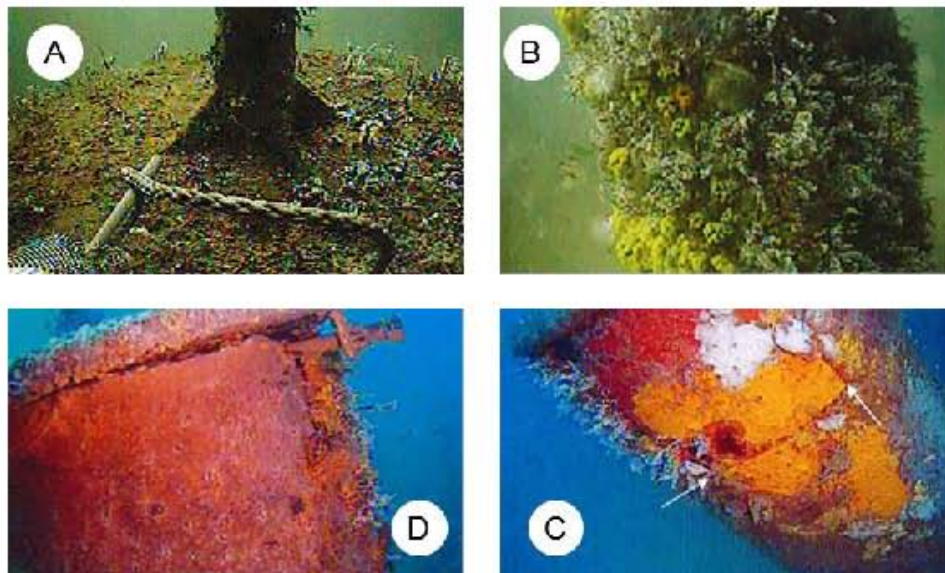


Figura 7.12.- Fotografías submarinas de los pozos Hokchi-1 y Hokchi-101. A) Parte superior del cabezal Hokchi-1 (cárcamo de izaje); B) Cuerpo del cabezal Hokchi-1 (crecimiento marino blando); C) Parte superior del cabezal Hokchi-101 (fisuras entre la tapa y el conductor); D) Cuerpo del cabezal Hokchi-101 (cortes por arco eléctrico longitudinales y circunferenciales).

Tabla 7.5. Descripción gráfica de los distintos tipos de material residual de hidrocarburos.

Tipo	Descripción	Foto Representativa
Roca	Hidrocarburos en estado sólido rígido, similar a una roca, de color negro brillante característico, sin olor perceptible.	
Caucho	Hidrocarburos en estado sólido flexible, similar a un neumático, de color negro brillante, con olor perceptible característico a alquitrán. Fueron observadas en diferentes densidades a lo largo de toda la costa monitoreada.	
Gel	Residuos de hidrocarburo de constitución parecida a una emulsión pastosa de color café brillante, con olor perceptible característico a alquitrán. Se observaron principalmente, en diferentes densidades, en la costa comprendida entre el río Tonalá y Paraíso, Tabasco.	

En la relación pescador - presencia de “chapo”, se observó que, como medida emergente para el tendido de redes ribereñas de pesca, los pobladores colectan el

“chapo” en el área de tendido de red, con el fin de minimizar la interferencia con su arte de pesca. Durante las entrevistas, se observó que el “chapo” colectado se acumula en un lugar de la casa del pescador, sin haber alguna entidad de acopio del mismo.



Figura 7.13. Fotografías representativas de los tipos de hidrocarburos presentes en la playa.

7.3 Condiciones ambientales en el área Hokchi

7.3.1. Agua

Nutrientes

Como se mencionó anteriormente (sección 6.3.5), tomando como referencia los valores seguros para la protección de la vida acuática en ambientes costeros y marinos sugeridos en las guías de los Criterios Ecológicos de Calidad del Agua CE-CCA-001/89 (CECA, 1989), para fosfatos (0.002 mg/l), nitratos (0.04 mg/l), nitritos (0.02 mg/l) y amonio (0.01 mg/l), se observó que las concentraciones de estos nutrientes en el agua muestreada en al área Hokchi en febrero de 2016, sobrepasan dichos valores desde 5.5 a 40.0 veces para fosfatos, 1.7 a 7.3 veces para nitratos, 0.5 a 3.4 veces para nitritos y 1 a 33 veces para amonio (Figura 7.14).

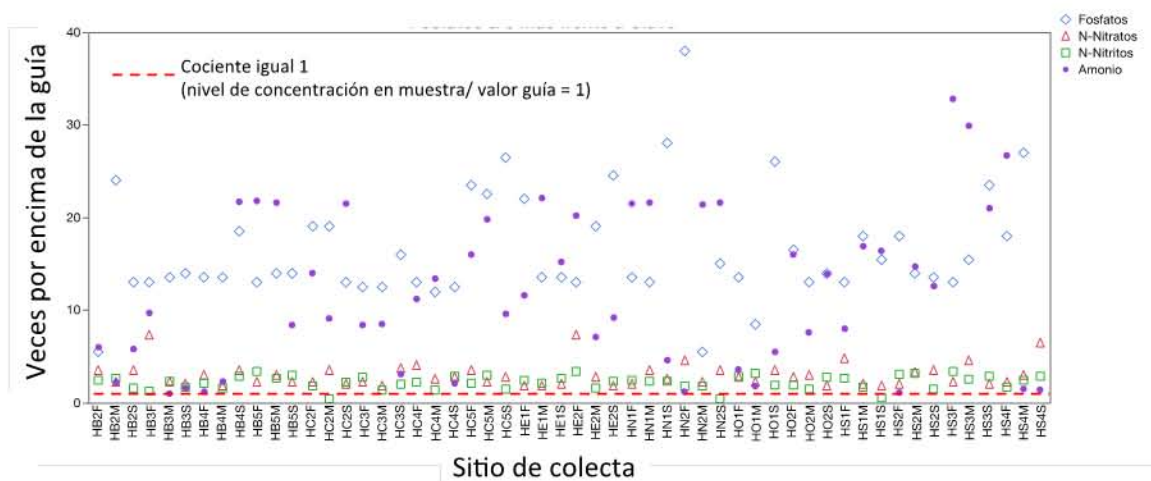


Figura 7.14. Relación entre nivel de concentración del nutriente/valor guía según Acuerdo por el que se establecen los Criterios Ecológicos de Calidad del Aguas

(CECA, 1989). Valor >1 indica que la concentración de nutrientes está por encima del valor guía.

Se sabe que las fuentes potenciales de estos nutrientes están relacionadas a actividades antropogénicas tales como agricultura, ganadería y asentamientos humanos, actividades establecidas en el continente, y que pueden llegar a la zona costera marina por los aportes fluviales de la zona de influencia ambiental del área Hokchi. El fósforo y el nitrógeno son considerados macronutrientes limitantes para el crecimiento del fitoplancton. Cuando las concentraciones de ellos se elevan, se propicia un crecimiento de las poblaciones de productores primarios (principalmente fitoplancton), llevando al ecosistema a un estado mesotrófico o, incluso, eutrófico. Esto último se ha evidenciado con los valores de clorofila a obtenidos en las muestras de agua de este estudio, cuyas concentraciones corresponden, según la clasificación de Lara-Lara et al. (2008), a ambos estados tróficos.

Metales

De acuerdo a lo reportado en las secciones 6.3.5 y 6.4.3 de ésta Línea Base Ambiental, se observaron sitios en el área Hokchi donde las concentraciones de algunos metales superaron los valores establecidos en *NOAA Screening Quick Reference Tables* (Buchman, 2008), los cuales se mencionan a continuación.

Los sitios S4 (superficie), C2 (medio fondo), S3, S1 B5 y B3 (fondo) presentaron valores de Fe mayores al límite máximo para evitar daños a la biota durante una exposición crónica (0.05 mg/l), pero menores a aquellos de una exposición aguda (0.300 mg/l). Asimismo, los sitios B4 (superficie) y N1 (media) mostraron el mismo comportamiento para las concentraciones de Hg, 0.00094 y 0.00180 mg/l, para exposición crónica y aguda, respectivamente.

Los sitios S4, en sus tres niveles, y S3, en la superficie, presentaron concentraciones de Zn que sobrepasan el nivel considerado como límite para evitar efectos tóxicos por una exposición aguda (0.09 mg/l). Las concentraciones de Cu oscilaron entre 0.07 y 0.10 mg/l y en todos los casos fueron mayores al valor considerado como dañino para organismos expuestos de forma aguda a este elemento (0.0048 mg/l).

7.3.2 Sedimento

Metales

Los sitios S4 y B4, para Hg, mostraron valores entre el valor umbral para evitar efectos tóxicos en la biota (TEL, por siglas en inglés; 0.13 mg/kg) y el valor a partir del cual es probable que exista algún efecto tóxico (PEL, por sus siglas en inglés; 0.70 mg/kg), mientras que en el sitio C5 presentó también un valor mayor al TEL (48 mg/kg) y, en las guías utilizadas (Buchman, 2008), no se proporciona un valor para el PEL.

Por su parte, el sitio S3 presentó un valor por encima del PEL para Hg (0.70 mg/kg).

Biota

De acuerdo con el modelo de Pearson y Rosenberg (1978), para que una zona pueda ser considerada como contaminada debe existir una gran abundancia de organismos de muy pocos taxones; es decir, se encuentra una dominancia total de especies indicadoras y una baja diversidad.

De acuerdo a la composición faunística del macrobentos en el área de Hokchi, se puede inferir que la zona se encuentra sujeta a diferentes condiciones de enriquecimiento orgánico, observándose: (1) la zona central ligeramente contaminada, (2) las zonas circundantes no contaminadas y (3) la zona de

transición entre ambas (Figura 7.15).

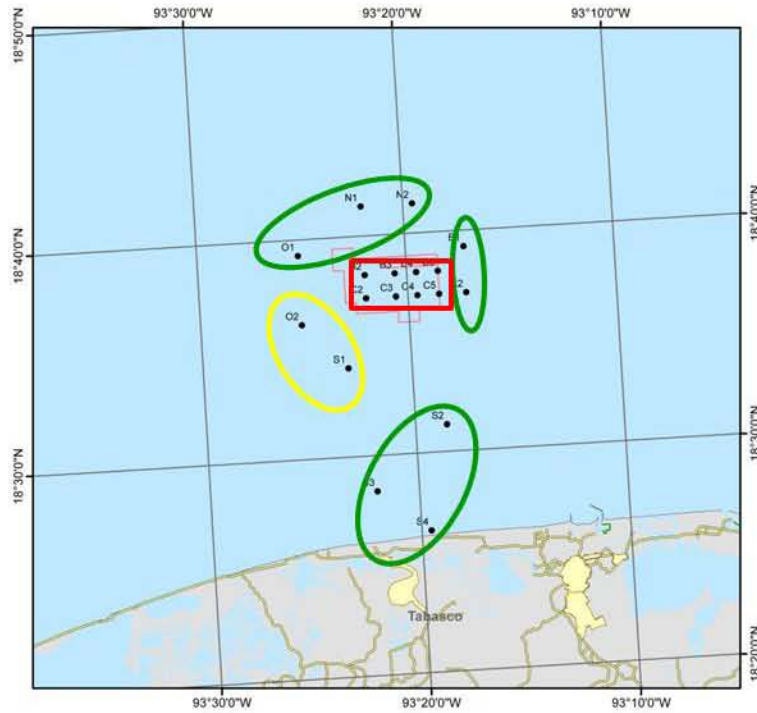


Figura 7. Área de estudio mostrando las zonas identificadas de acuerdo al modelo de Pearson y Rosenberg (1978), dependiendo de la composición y abundancia de la macrofauna. Óvalos verdes=zonas no contaminadas orgánicamente; Óvalos amarillos=zona de transición; cuadro rojo=área central de Hokchi con un ligero enriquecimiento orgánico.

El material orgánico en la zona puede ser asociado al aporte fluvial de la región desde las diferentes actividades llevadas a cabo en el continente. Por ello y para establecer el patrón temporal, es recomendable realizar estudios ecológicos en diferentes épocas del año.

Nota final

Cabe señalar que los pasivos ambientales señalados en las secciones 7.2 y 7.3 están supeditados a la variación de las condiciones ambientales a lo largo del año y solamente reflejan lo observado durante las visitas de campo efectuadas en febrero de 2016. Dicha época se caracteriza por nula o poca precipitación, por lo que en épocas de lluvias se espera un mayor acarreo de contaminantes desde el continente. El aporte fluvial en ésta época del año hacia el área Hokchi se evidencia en el anexo 26, en el cual se presentan los perfiles de salinidad y temperatura y se puede observar la presencia de dos masas de agua. La capa superficial con una menor salinidad y la capa profunda con mayor salinidad. Ambas separadas por una zona de mezcla.

CAPÍTULO 8

REFERENCIAS

- Administración portuaria integral de Dos Bocas, PEMEX incrementa operaciones en el Puerto de Dos Bocas, 20 septiembre, 2013, Disponible en: <http://www.puertodosbocas.com.mx/noticias/161-pemex-incrementa-operaciones-en-el-puerto-de-dos-bocas>, Consultado el 29 de marzo 2016.
- Agraz-Hernández CM, Osti-Sánchez J, Jiménez-Zacarías JJ, García-Zaragoza C, Arana-Ledesma R, Chan-Kanul E, González-Durán L, Palomo-Rodríguez A. 2007. Guía Técnica: Criterios para la restauración del mangle. Univ. Autón. de Campeche, Comisión –Federal de Electricidad y Comisión Federal Forestal. 132 pp.
- Aké-Castillo J, Meave del Castillo ME, Hernández-Becerril DU. 1995. Morphology and distribution of species of the diatom genus *Skeletonema* in a tropical coastal lagoon *European Journal of Phycology* 30(2): 107-115.
- Albert, M., Buscan salvar la selva de Canacoite, El Sol de México, 16 de julio de 2012. Disponible en <http://www.oem.com.mx/elsoldemexico/notas/n2619836.htm>, Consultado el 29 marzo 2016
- Allende Arandía, Maria Eugenia. 2016."Escenarios De La Dinámica Y Termodinámica En El Sistema Arrecifal Veracruzano Norte Ante El Cambio Climático". Doctorado. Universidad Nacional Autónoma de México.
- Álvarez GC, Tuñón E. 2016. Vulnerabilidad social de la población desplazada ambiental por las inundaciones de 2007 en Tabasco (México). *Cuadernos de Geografía: Revista Colombiana de Geografía* 25(1): 123-138. Disponible en: <http://www.scielo.org.co/pdf/rcdg/v25n1/v25n1a9.pdf>. Consultado en 27/04/2016.
- Amaro, R. y Grijalva, J., (2013), Erosión en la franja costera del municipio de Paraíso Tabasco. Origen y problema actual, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. Disponible en <http://es.slideshare.net/rericamtz/erosion-paraíso>. Consultado el 2 de abril de 2016.

- Amezcu-Linares F , Amezcua F, Gil-Manrique B. 2014. Effects of the Ixtoc I Oil Spill on fish assemblages in the Southern Gulf of Mexico. In: Impacts of Oil Spill Disasters on Marine Habitats and Fisheries in North America. Alford J. B., M. S. Peterson, C. C. Green. Eds. CRC Press, Boca Raton. 209-236.
- Anderson MK. 2005. The contribution of ethnobiology to the reconstruction and restoration of historic ecosystems. In Egan. D. & E. A. Howell (Eds.) The historical ecology handbook. Society for Ecological Restoration International. Washington.
- Andrade F, Ferreira MA. 2006. A simple method of measuring beach profiles. Journal of Coastal Research 22(4): 995–999.
- APHA, 1998. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. Edition 20. APHA/AWWA/WPCF. 1134 pp.
- Arias J, Ireta H. 2009. Pesca y petróleo en el Golfo de México, Asociación Ecológica Santo Tomás A.C.
- Arreguín-Cortés FI, Rubio-Gutiérrez H, Domínguez-Mora R, De Luna-Cruz F. 2014. Análisis de las inundaciones en la planicie tabasqueña en el periodo 1995-2010. Tecnología y Ciencias del Agua 5(3): 5-32. Disponible en: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-24222014000300001&lng=es&nrm=iso&tlng=es. Consultado en 28/04/2016.
- Arriaga W, Trejo L OE. 2000. Pantanos de Centla, in: M. C. Arizmendi and L. Marquez (Eds.), Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves en México, Consejo Internacional para la Preservación de las Aves, A.C. (CIPAMEX), México. 440 pp.
- Arriaga Weiss S, Contreras Sánchez W. 1993. El manatí (*Trichechus manatus*) en Tabasco. División Académica de Ciencias Biológicas, Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. 73 pp.
- Arzate E. Dos Bocas: estratégico para el sector energético, Forbes México, 25 de marzo 2015, Disponible en: <http://www.forbes.com.mx/dos-bocas-estrategico-para-el-sector-energetico/> consultado el 29 de marzo 2016.

- Baker JM, Clark RB, Kingston PF. 1991. Two years after the spill: Environmental recovery in Prince William Sound and the Gulf of Alaska, Institute of Offshore Engineering Heriot-Watt University, Edinburg, Scotland. 31p.
- Baldrich A M, López RH. 2010. Hidromedusas mesozooplancónicas del océano Pacífico colombiano. *Biota Colombiana*. 11: 1 y 2, 3-11 pp.
- Baños E. 1999. Proyecto autopista Cárdenas Tabasco, Agua Dulce Veracruz, Instituto Nacional de Antropología e Historia.
- Baños E. 2012. Entrevista a Eneida Baños Ramos, Proyecto autopista Cárdenas Tabasco, <http://radioinah.blogspot.mx/2012/08/entrevista-eneida-banos-ramos.html>
- Barba-Macías EJ, R-M, R-R R. 2006. Clasificación de los humedales de Tabasco mediante sistemas de información geográfica. *Univ. Cienc.* 22:101-110
- Berlin H. 1956. Late Pottery Horizons of Tabasco, México. Washington: Carnegie Institution (Publication 606).
- Boltovskoy D. 1999. South Atlantic Zooplankton Vol. 1. Backhuys Publishers, Leiden. 1-868 pp.
- Boltovskoy D. 1999. South Atlantic Zooplankton Vol. 2. Backhuys Publishers, Leiden. 869-1706 pp.
- Boltovskoy D. 1999a. South Atlantic Zooplankton Vol. 1. Backhuys Publishers, Leiden. 1-868 pp.
- Boltovskoy D. 1999b. South Atlantic Zooplankton Vol. 2. Backhuys Publishers, Leiden. 869-1706 pp.
- Borbolla-Sala ME, Colín-Osorio FA, Vidal-Pérez M del R, May-Jiménez M. 2006. Marea roja de Tabasco 2005, *Karenia brevis* Salud en Tabasco, 12(2): 425-433.
- Botello A.V., Gonzalez C., Diaz G. 1991. Pollution by petroleum hydrocarbons in sediments from continental shelf of Tabasco state, Mexico. *Bull. Environ. Contam. Toxicol.* 47, 565-571.
- Botello AV, Goñi JA, Castro SA. 1983. Levels of organic pollution in coastal lagoons of Tabasco state, Mexico; Petroleum hydrocarbons. *Bull. Environ. Conta. Toxicol.* 31, 271-277.

- Botello AV, Villanueva FS, Diaz GG. 1997. Petroleum pollution in the Gulf of México and Caribbean Sea. Review of Environmental Contamination and Toxicology. v.153, pp. 91-118.
- Briseño-Dueñas R, Abreu-Grobois FA. 1994. Las tortugas marinas y sus playas de anidación. Informe Final. CONABIO. 88 p.
- Brusca RC, Brusca GJ. 2003. Invertebrates. Sinauer Associates, Sunderland.
- Buchman MF 2008. NOAA Screening Quick Reference Tables, NOAA OR&R Report 08-1, Seattle WA, Office of Response and Restoration Division, National Oceanic and Atmospheric Administration, 34 pp.
- Carranza-Edwards A, Rosalez-Hoz L, Caso-Chávez M, Morales de la Garza. 2004. La geología ambiental de la zona litoral. En Caso, M., I. Pisanty & E. Ezcurra (Comp.) Diagnóstico ambiental del Golfo de México. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. México. pp. 573–601.
- Carrillo L, Horta-Puga H, Carricart-Ganivet. 2007. Climate and Oceanography. En: J.W. Tunnell Jr, E.A. Chávez y K. Withers (eds). Coral reefs of the Southern Gulf of Mexico. EEUU: Texas A&M University Press: Disponible en: <https://books.google.com.mx/books?id=tu0sqBp8eAAC&pg=PA36&lpg=PA36&dq=%22along-coast+wind+stress+component%22+Campeche&source=bl&ots=XNPBmBRYbO&sig=edA2jivXjU47UGrcWnK1wX-za7c&hl=es-419&sa=X&ved=0ahUKEwjyOuir7TMAhUO8mMKHVisCGkQ6AEIRTAE#v=onepage&q=%22along-coast%20wind%20stress%20component%22%20Campeche&f=false>
Consultado en: 29/04/2016.
- Castillo SP, Moreno-Casasola P. 1991. A typological study of the vegetation of the coastal dunes of Tabasco and Campeche, México. Journal of Vegetation Science 2. 73-88 pp.
- CECA 1989. CE-CCA-001/89. Acuerdo por el que se establecen los Criterios Ecológicos de Calidad del Aguas. Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología.
- Centeno-Chalé OA, Aguirre-Macedo ML, Gold-Bouchot G., Vidal-Martínez VM. 2015. Effects of oil spill related chemical pollution on helminth parasites in

- Mexican flounder *Cyclopsetta chittendeni* from the Campeche Sound, Gulf of Mexico. *Ecotoxi. Environ. Safety*. 119, 162-169.
- Centro Nacional de Prevención de Desastres [CENAPRED]. 2007. Grado de riesgo por inundaciones por municipio. Recurso electrónico en formato vectorial (geoespacial). Disponible en: <http://www.conabio.gob.mx/informacion/gis/>. Consultado en 27/04/2016.
- Centro Nacional de Prevención de Desastres [CENAPRED]. 2010a. Probabilidad de ocurrencia de huracanes categoría 1 (H1) en México. Recurso electrónico en formato vectorial (geoespacial). Disponible en: <http://www.conabio.gob.mx/informacion/gis/>. Consultado en 27/04/2016.
- Centro Nacional de Prevención de Desastres [CENAPRED]. 2010b. Probabilidad de ocurrencia de huracanes categoría 2 (H2) en México. Recurso electrónico en formato vectorial (geoespacial). Disponible en: <http://www.conabio.gob.mx/informacion/gis/>. Consultado en 27/04/2016.
- Centro Nacional de Prevención de Desastres [CENAPRED]. 2012a. Grado de riesgo por ciclones tropicales por municipio. Recurso electrónico en formato vectorial (geoespacial). Disponible en: <http://www.conabio.gob.mx/informacion/gis/>. Consultado en 27/04/2016.
- Centro Nacional de Prevención de Desastres [CENAPRED]. 2012b. Grado de riesgo por sequías por municipio. Recurso electrónico en formato vectorial (geoespacial). Disponible en: <http://www.conabio.gob.mx/informacion/gis/>. Consultado en 28/04/2016.
- Chacón D. 2009. Actualización del estado de la tortuga carey (*Eretmochelys imbricata*) en el Caribe y Atlántico occidental. Documento preparado para el Taller Regional sobre la Tortuga Carey en el Gran Caribe y Atlántico Occidental celebrado del 23 al 26 de septiembre de 2009 en Puerto Morelos, Q. Roo. México. pp 120.
- Chaete feeding guilds. *Annu Rev Mar Sci* 7:497–520
- Chávez U. 2007. Potonchán y Santa María de la Victoria: una propuesta geomorfológico/arqueológica a un problema histórico. México: Revista Estudios

de Cultura Maya Vol. XXIX. <http://www.iifl.unam.mx/html-docs/cult-maya/29/jimenez.pdf>

- Cintron G, Schaeffer Novelli Y. 1984. Methods for studying mangrove structure. In: The mangrove ecosystem: research methods. (eds.) Samuel C. Snedaker y J. G. Snedeker. UNESCO 90-113 pp. Chapman, V.J. (1970). Mangrove Phytosociology. *Trop.Ecol.* 5 :1-19.
- Clark JE. 2001. Ciudades tempranas Olmecas. En: A.C. Ruíz, M.J. Iglesias Ponce de León y M.C. Martínez (eds.): *Reconstruyendo la ciudad Maya: El urbanismo en las sociedades antiguas*. Madrid: Sociedad Española de Estudios Maya. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=2776094>. Consultado del día 30 de abril de 2016.
- Clifford H T, Stephenson W. 1975 *An Introduction to Numerical classification*, Academic Press. London.
- Clough, B.F. 1992. Primary productivity and growth of mangrove forests. In: Robertson, A.I. and D.M. Alongi (Eds.). *Tropical mangrove ecosystems*. American Geophysical Union. Washington: 225-249pp.
- Colmenero R., L C. 1986. Aspectos de la ecología y comportamiento de una colonia de manatíes (*Trichechus manatus*) en el municipio de Emiliano Zapata, Tabasco. *Anales del Instituto de Biología. Universidad Nacional Autónoma de México, Serie Zoología* 56:589-602. Universidad Nacional Autónoma de México, México.
- Colmenero R., L C, Hoz Z ME. 1986. Distribución de los manatíes, situación y su conservación en México. *Anales del Instituto de Biología. Universidad Nacional Autónoma de México, Serie Zoología* 56:955-1020. Universidad Nacional Autónoma de México, México.
- Colwell R, K Coddington A J. 1994. Estimating terrestrial biodiversity through extrapolation. *Philosophical Transactions of Royal Society of London* 345: 101-118 pp.
- Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas [CONANP]. 2014. *Áreas Naturales Protegidas*. Disponible en: <http://www.conanp.gob.mx/regionales/>. Consultado en 26/04/2016.

- Comisión Nacional Forestal [CONAFOR]. 2012. Estudio Regional Forestal UMAFOR 2708CE (Memoria). Disponible en: <http://www.conafor.gob.mx:8080/documentos/docs/9/4475Memoria%20del%20Estudio%20Regional%20Forestal%202708.pdf> Consultado en 22/04/2016.
- Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad [CONABIO]. 1998. Regiones Marinas Prioritarias de México. Recurso electrónico en formato vectorial (geoespacial). Disponible en: <http://www.conabio.gob.mx/informacion/gis/>. Consultado en 22/04/2016.
- Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad [CONABIO]. 2002. Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (Acceso a la información de cada AICA por mapa). Disponible en: <http://conabioweb.conabio.gob.mx/aicas/doctos/aicasmapa.html>. Consultado en 22/04/2016.
- Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad [CONABIO]. 2004. Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICAS). Disponible en: <http://conabioweb.conabio.gob.mx/aicas/doctos/aicas.html>. Consultado en 22/04/2016.
- Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad [CONABIO]. 2008a. Cabecera del Río Tonalá (RHP-ficha informativa). Disponible en: http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/regionalizacion/doctos/rhp_083.html. Consultado en 26/04/2016.
- Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad [CONABIO]. 2008b. El Manzanillal (RTP-ficha informativa). Disponible en: http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/regionalizacion/doctos/rtp_142.pdf. Consultado en 26/04/2016.
- Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad [CONABIO]. 2008c. Laguna de Términos-Pantanos de Centla (RHP-ficha informativa). Disponible en: http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/regionalizacion/doctos/rhp_090.html. Consultado en 26/04/2016.

Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad [CONABIO]. 2008d. Pantanos de Centla (RTP-ficha informativa). Disponible en: http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/regionalizacion/doctos/rtp_144.pdf.

Consultado en 26/04/2016.

Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad [CONABIO]. 2008e. Pantanos de Centla-Laguna de Términos (RMP-ficha informativa). Disponible en: http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/regionalizacion/doctos/rmp_053.html.

Consultado en 26/04/2016.

Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad [CONABIO]. 2009a. Corredor Biológico Mesoamericano. Disponible en: <http://www.biodiversidad.gob.mx/corredor/corredorbiomeso.html>. Consultado en 25/04/2016.

Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad [CONABIO]. 2009b. Manglares de México: extensión y distribución. Disponible en: http://www.biodiversidad.gob.mx/ecosistemas/manglares2013/pdf/Manglares_d_e_Mexico_Extension_y_distribucion.pdf. Consultado en 27/04/2016.

Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad [CONABIO]. 2012. Descripción de las Áreas de Interés para la Generación de Corredores Biológicos. Disponible en: http://www.conabio.gob.mx/informacion/gis/docs/Fichas_Tecnicas_areaCB.pdf.

Consultado en 25/04/2016.

Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad [CONABIO]. 2014. Límites y regionalización de los Corredores Biológicos del sureste de México, escala 1:250,000. Recurso electrónico en formato vectorial (geoespacial). Disponible en: <http://www.conabio.gob.mx/informacion/gis/>.

Consultado en 22/04/2016.

Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad [CONABIO]. 2015. Áreas Naturales Protegidas Estatales, Municipales, Ejidales y Privadas de México 2015. Recurso electrónico en formato vectorial (geoespacial). Disponible en: <http://www.conabio.gob.mx/informacion/gis/>. Consultado en 22/04/2016.

Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad y Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas [CONABIO y CONANP]. 2010a. Sitios prioritarios acuáticos epicontinentales para la conservación de la biodiversidad. Recurso electrónico en formato vectorial (geoespacial). Disponible en: <http://www.conabio.gob.mx/informacion/gis/>. Consultado en 27/04/2016.

Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad y Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas [CONABIO y CONANP]. 2010b. Vacíos y omisiones en conservación de la biodiversidad acuática epicontinental de México: cuerpos de agua, ríos y humedales. Escala: 1:1,000,000. Disponible en: http://www.biodiversidad.gob.mx/pais/pdf/GAPepicontinental_Imprinta.pdf. Consultado en 27/04/2016.

Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad – Asociación Mexicana de Primatología A.C. – Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas [CONABIO, AMP A.C. y CONANP]. 2012. Sitios prioritarios para la conservación de los primates mexicanos. Recurso electrónico en formato vectorial (geoespacial). Disponible en: <http://www.conabio.gob.mx/informacion/gis/>. Consultado en 27/04/2016.

Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas, The Nature Conservancy-Programa México, Pronatura, A.C. [CONABIO, CONANP, TNC y PRONATURA]. 2007a. Análisis de vacíos y omisiones en conservación de la biodiversidad marina de México: océanos, costas e islas. México: Disponible en: <http://www.conabio.gob.mx/gap/images/9/92/LibroGapMarino.pdf>. Consultado en 26/04/2016.

Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas, The Nature Conservancy-Programa México, Pronatura, A.C. [CONABIO, CONANP, TNC y PRONATURA]. 2007b. Análisis de vacíos y omisiones en conservación de la biodiversidad terrestre en México: espacios y especies. Disponible en: <http://www.biodiversidad.gob.mx/pais/pdf/LibroGapTerrestre.pdf>. Consultado en 26/04/2016.

Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas, The Nature Conservancy-Programa México, Pronatura, A.C. [CONABIO, CONANP, TNC y PRONATURA]. 2007c. Ficha técnica para la evaluación de los sitios prioritarios para la conservación de los ambientes costeros y oceánicos de México (fiche técnica del sitio Humedales costeros y Plataforma continental de Tabasco). Disponible en: http://www.conabio.gob.mx/gap/images/c/ca/63_Humedales_costeros_y_Plataforma_Tabasco.pdf. Consultado en 26/04/2016.

Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas, The Nature Conservancy-Programa México, Pronatura, A.C. [CONABIO, CONANP, TNC y PRONATURA]. 2007d. Sitios prioritarios terrestres para la conservación de la biodiversidad. Recurso electrónico en formato vectorial (geoespacial). Disponible en: <http://www.conabio.gob.mx/informacion/gis/>. Consultado en 22/04/2016.

Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas, The Nature Conservancy-Programa México, Pronatura, A.C. [CONABIO, CONANP, TNC y PRONATURA]. 2007e. Sitios prioritarios marinos para la conservación de la biodiversidad. Recurso electrónico en formato vectorial (geoespacial). Disponible en: <http://www.conabio.gob.mx/informacion/gis/>. Consultado en 22/04/2016.

Comisión Nacional para los pueblos indígenas. 2010. Cédulas de información básica de los pueblos indígenas de México, Disponible en <https://www.gob.mx/cdi/documentos/indicadores-de-la-poblacion-indigena>, Consultado el 17 de febrero del 2016.

CONABIO. 2002. Lenguas indígenas a nivel municipal, 2002. México: Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad. Recurso electrónico en formato vectorial (geoespacial). Disponible en: <http://www.conabio.gob.mx/informacion/gis/>. Consultado el día 01 de mayo de 2016.

CONAPESCA. 2013. Anuario estadístico de acuacultura y pesca, Comisión Nacional de Acuacultura y Pesca.

- Contreras-Espinoza Francisco. 1993. Ecosistemas Costeros Mexicanos. Comisión Nacional para
- Coolbaugh, Tom ExxonMobil Review
- Córdova-Avalos A, Alcántara-Carbajal J L, Guzmán-Plazola R, Mendoza-Martínez G D, González-Romero V. 2009. Desarrollo de un índice de integridad biológica avifaunístico para dos asociaciones vegetales de la Reserva de la Biósfera Pantanos de Centla, Tabasco. Univ. Cienc. 25:1-22
- Correa-Sandoval J, Luthin C. 1988. Propuesta para la protección de la cigüeña jabirú en el Sureste de México, in: I. N. d. I. s. R. B. D. r. Tabasco (Ed.), Ecología de los ríos Usumacinta y Grijalva, Gobierno del Estado de Tabasco. INIREB División Regional Tabasco, Villahermosa, Tabasco, México. 720 pp.
- Cortés, H., (1963), Cartas de Relación. 7ª. México: Porrúa.
- Cottam G, Curtis JT. 1956. The use of distance measures in phytosociological sampling. Ecology 37: 451-460.
- Cram S, Siebe C, Ortíz R. Herre A. 2004. Mobility and persistence of petroleum hydrocarbons in tropical peat soils in south eastern Mexico. Soil Sed. Cont. 13, 41–360.
- Da Silva EM, Peso-Aguiar MC, NavarroMFT, De Barros C, Chastinet A. 1997. Impact of petroleum pollution on aquatic coastal ecosystems in Brazil. Environ. Toxicol. Chem. 16, 112–118.
- Daling, Per SINTEF Field data
- De Jesús-Navarrete A. 1993. Distribution, abundancia y diversidad de los nematodos (Phylum Nematods) benticos de la Sonda de Campeche, Mexico. Enero 1987. Rev Biol Trop 41:57–63.
- De la Lanza E, Gómez-Aguirre S. 1999. Fisicoquímica del agua y cosecha de fitoplancton en una laguna costera tropical. Ciencia Ergo Sum 6 (2): 147-153.
- De León-González JA, Bastida-Zavala JR, Carrera-Parra LF et al. 2009. Poliquetos (Annelida: Polychaeta) de México y América Tropical. Universidad Autónoma de Nuevo León, Monterrey.
- Del Coro-Arizmendi A, Berlanga H. 1996. Áreas de importancia para la conservación de aves en México. *Gaceta Ecológica* 39. Disponible en:

<http://www2.inecc.gob.mx/publicaciones/gacetas/gaceta39/pma22.html#>.

Consultado en 26/04/2016.

Diario Oficial de la Federación. 1992. DECRETO por el que se declara como área natural protegida, con el carácter de reserva de la biosfera, la zona conocida como Pantanos de Centla, con una superficie de 302,706-62-50 hectáreas, ubicadas en los Municipios de Centla, Jonuta y Macuspana, Tab. México: Presidencia de la República. Disponible en: <http://sig.conanp.gob.mx/website/pagsig/DecretosDOF/Centla.pdf>. Consultado en 22/04/2016.

Díaz del Castillo B. 1970. Historia Verdadera de la Conquista de la Nueva España. México: Porrúa.

Díaz-Castañeda V. 2009. Comunidades de anélidos poliquetos en zonas de granjas de engorda de atún en la costa de Ensenada, Baja California. In: de León-González JA, Bastida-Zavala JR, Carrera-Parra LF et al (ed) Poliquetos (Annelida: Polychaeta) de México y America Tropical. Universidad Autónoma de Nuevo León, Monterrey, 691-704 pp.

Dodd CK Jr. 1988. Synopsis of the biological data on the loggerhead sea turtle *Caretta caretta* (Linnaeus, 1758). USFWS. Biol. Rep. 88 (14), 1-110 pp.

Dodd CK Jr. 1997. Synopsis of the biological data on the green sea turtle *Chelonia mydas* (Linnaeus, 1758). USFWS. Biol. Rep. 97(1), 1-120 pp.

Eccardi F. 2003. El Corredor Biológico Mesoamericano en México. *Biodiversitas* 47:4-7. Disponible en:

<http://www.biodiversidad.gob.mx/Biodiversitas/Articulos/biodiv47art2.pdf>.

Consultado en 26/04/2016.

Escobar-Briones, E. G. & L. A. Soto. 1997. Continental shelf benthic biomass in the western Gulf of Mexico. *Continental Shelf Research* 17(6): 585-604.

E. Escobar, M. Lopez-, L.A. Soto, & M. Signoret. 1997. Density and biomass of the meiofauna of the upper continental slope in two regions of the Gulf of Mexico. *Ciencias Marinas* 23(4): 463-489.

- Espinoza-Tenorio A et al. 2015, ¿De la intuición al conocimiento científico? Publicaciones sobre las lagunas costeras de Tabasco, México, Revista Interciencia, Vol. 40, No. 7, julio, p. 448-456
- Farrington J.W. 1985. Oil in the sea, inputs, fates and effects. National Academy Press. Washington D.C.
- Fauchald K. 1977. The polychaete worms. Definitions and keys to the orders, families and genera. Nat Hist Mus Los Angeles County Allan Hancock Foundation Sci Ser 8:1-188
- Feller R J, Warwick RM. 1988. Energetics, 181-196 pp. In: Higgins, R. P. & H. Thiel (eds.), Introduction to the study of meiofauna. Smithsonian Institution Press, Washington, D. C.
- Fernández I et al. 1988. Zonas Arqueológicas de Tabasco. INAH-Gobierno del Estado de Tabasco.
- Ferrando A Méndez N. 2011. Effects of organic pollution in the distribution of annelid communities in the coastal lagoon "Estero de Urías" (Mexico). Sci Mar 75:351-358
- Fiedler S, Siebe C, Herre A, Roth B, Cram S, Stahr K. 2009. Contribution of oil industry activities to environmental loads of heavy metals in the Tabasco lowlands, Mexico. Water Air Soil Pollut. 197, 35-47.
- Field C, Traumann DB. 1996. La restauración de ecosistemas de manglar. Org. Internac. De Maderas Tropicales (OIMT) y Sociedad Internac. para Ecosist. de Manglar (ISME). 278.
- Flores-Coto C, Sanvicente-Añorve L., Zavala-García F, Zavala-Hidalgo J, Funes-Rodríguez R. 2014. Environmental factors affecting structure and spatial patterns of larval fish assemblages in the southern Gulf of Mexico. Revista de biología marina y oceanografía, 49(2), 307-321.
- Flores-Verdugo FJ. 1985. Aporte de materia orgánica por los productores primarios a un ecosistema lagunar estuarino de boca efímera. Tesis doctoral. Unidad Académica de los ciclos Profesionales y Posgrado del Colegio de Ciencias y Humanidades. Proyecto Académico de especialización, Maestría y

- Doctorado en Ciencias del Mar. Instituto de Ciencias del Mar y Limnología. Universidad Nacional Autónoma de México. 242 pp.
- French McCay, Debbie Applied Science Associates (ASA) Review
- Friedman K, Purcell S, Bell J, Hair C. 2008. Sea cucumber fisheries: a manager's toolbox. Australian Centre for International Agricultural Research (ACIAR).
- Gamboa RT, Gamboa AR, Bravo AH, Ostrosky W.P. 2008. Genotoxicity in child populations exposed to polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) in the air from Tabasco, Mexico. *Int. J. Environ. Res. Public Health.* 5(5), 349-355.
- García-López E, Zavala-Cruz J, Palma-López DJ. 2006. Caracterización de las comunidades vegetales en un área afectada por derrames de hidrocarburos. *Terra Latinoamericana* 24:1, 17-26. Disponible en: <http://www.redalyc.org/pdf/573/57311494003.pdf>. Consultado en 27/04/2016.
- Gaxiola-Castro et al. 2011. Biomasa y producción del fitoplancton. 59-85 pp. En: *Dinámica del ecosistema pelágico frente a Baja California, 1997–2007*. G. Gaxiola Castro R. Durazo (Eds). Diez años de investigaciones mexicanas de la Corriente de California, México, 504 p.
- Gold-Bouchot G, Simá-Alvarez R, Zapata-Pérez O, Güemez-Ricalde J. 1995. Histopathological effects of petroleum hydrocarbons and heavy metal on the American oyster (*Crassostrea virginica*) from Tabasco, Mexico. *Mar. Pollut. Bull.* 31, 439-445.
- Gold-Bouchot G, Zavala-Coral M, Zapata-Pérez O, Ceja-Moreno V. 1997. Hydrocarbon concentrations in oysters (*Crassostrea virginica*) and recent sediments from three coastal lagoons in Tabasco, Mexico. *Bull. Environ. Contam. Toxicol.* 59, 430-437.
- Gold-Bouchot G., Sima-Alvarez R, Zapata-Perez O, Gumez-Ricalde G. 1995. Histopathological effects of petroleum hydrocarbons and heavy metals on the American Oyster (*Crassostrea virginica*) from Tabasco, Mexico. *Mar. Pollut. Bull.* 31, 439–445.
- Goodman, Ron Innovative Ventures Ltd. Review

- Gradinger R, Friedrich C, Spindler M. 1999. Abundance, biomass and composition of the sea ice biota of the Greenland Sea pack ice. *Deep-Sea Research Part II Tropical Studies in Oceanography*, 46: 1457-1472.
- Granados-Barba A, Domínguez-Castañedo N, Rojas-López R, Solís-Weiss V. 2009. El estudio ecológico de los anélidos poliquetos de la Bahía de Campeche. In: de León-González JA Bastida-Zavala JR Carrera-Parra LF et al (ed) *Poliquetos (Annelida: Polychaeta) de México y America Tropical*. Universidad Autónoma de Nuevo León, Monterrey, 691–704 pp.
- Guía PEMEX. 2014. La casa de agua, Disponible en: <http://guiapemex.pemex.com/noticias/Paginas/la-casa-del-agua.aspx>, Consultado el 24 de marzo del 2016.
- Guzmán A. Revista Proceso. Derrames de Pemex en la Laguna Mecocacán causan desastre económico, Revista Proceso, 7 de marzo de 2015. Disponible en <http://hemeroteca.proceso.com.mx/?p=397785>, Consultado el 16 de marzo del 2016.
- Guzmán-Huernández V, Cuevas-Flores EA, Márquez-Millán R. 2007. Occurrence of Kemp's ridley (*Lepidochelys kempii*) along the coast of Yucatan Peninsula, Mexico. *Chelonian Conservation Biology* v.6, pp. 274-277.
- Hall AJ, Sulaiman RV, Clark NG, Yoganand B. 2003. From measuring impact to learning institutional lessons: An innovation systems perspective on improving the management of international agricultural research. *Agri. Syst.* 78, 213-241.
- Heald EJ. 1971. The production of organic detritus in a south Florida estuary. *Univ. Miami Sea Grant Tech. Bull* 6: 110 pp.
- Heliódoro S, Ulloa-Delgado GA, Tavera-Escobar HA. 2004. Manejo Integral de los manglares por comunidades locales. Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. Dirección de Ecosistemas, Coirporación Nacional de Investigación y Fomento Forestal (CONIF), Organización Internacional de Maderas Tropicales (OITM) proyecto PD 60/01 Rev.1 (F) 335 pp.
- Heliódoro S, Ulloa-Delgado GA, Alvarez-León R. 1998. Conservación y uso sostenible de los manglares del Caribe Colombiano. Ministerio del Medio

Ambiente, Asoc. Colombiana de Reforestadores (ACOFORE), OITM proyecto PD/171/91 Rev.2 (F) Fase II (Etapa 1). 224 pp.

Hernández F. Diario Presente. Se preparan autoridades para limpieza de playas tras derrame de hidrocarburo en Cárdenas, 29 de febrero 2016, Disponible en: <http://www.diariopresente.com.mx/section/tabasco/150475/preparan-autoridades-limpieza-playas-tras-derrame-hidrocarburo-cardenas/> Consultado el 15 de marzo del 2016.

Hernández-Aguilera JL. 2013. Estudio de la hidrodinámica costera en la zona de influencia del proyecto "Validación de la tecnología de arrecifes artificiales como unidades de producción pesquera, para la localidad costera de Sánchez Magallanes en Cárdenas, Tabasco. México: Estudio y Conservación de la Naturaleza A.C. Disponible en: http://siproduce.sifupro.org.mx/seguimiento/archivero/27/2013/trimestrales/anexo_1737-5-2014-02-7.pdf. Consultado en: 29/04/2016.

Hernández-Aguilera JL. 2013. Estudio de la hidrodinámica costera en la zona de influencia del proyecto "Validación de la tecnología de arrecifes artificiales como unidades de producción pesquera, para la localidad costera de Sánchez Magallanes en Cárdenas, Tabasco. México: Estudio y Conservación de la Naturaleza A.C. Disponible en: http://siproduce.sifupro.org.mx/seguimiento/archivero/27/2013/trimestrales/anexo_1737-5-2014-02-7.pdf. Consultado en: 29/04/2016.

Hernández-Becerril DU, García-Reséndiz JA, Salas de-León DA, Monreal-Gómez DA, Signoret-Poillon M, Aldeco-Ramírez J. 2008. Nanoplankton fraction in phytoplankton structure from the southern Gulf of Mexico (April 2000). *Ciencias Marinas* 34: 77-90.

Hildreband H. 1987. A historical review of the state of sea turtles populations in Western Gulf of Mexico. K. Bjorndal (Ed.). *Biology and Conservation of the Sea Turtles*. Smithsonian Inst. and WWF. Washington.D.C. pp 447-453.

Hily C Glémarec M. 1990. Dynamique successionnelle des peuplements de fonds mollusques au large de la Bretagne. *Oceanol Acta* 13:107-115

- Hokchi Energy. 2016. Plan de Evaluación Área Contractual Hokchi. Documento de trabajo entregado a la ASEA en abril de 2016 por Hokchi Energy S. A. de C. V.
- Hutcheson Kermit. 1970. A test for comparing diversities based on the Shannon formula. *Journal of theoretical Biology*. 29: 151-154 pp.
- INEGI.2010. Censo de Población y Vivienda, Instituto Nacional de Estadística y Geografía.
- INEGI. 2013. Anuarios Estadísticos por Entidad Federativa, Tabasco, Instituto Nacional de Estadística y Geografía.
- Instituto Nacional de Antropología e Historia [INAH]. 2016a. Zona arqueológica de Comalcalco, México. Disponible en: <http://www.inah.gob.mx/es/zonas/9-zona-arqueologica-de-comalcalco>. Consultado en 22/04/2016.
- Instituto Nacional de Antropología e Historia [INAH]. (2016b). Zona arqueológica La Venta. México. Disponible en: <http://inah.gob.mx/es/zonas/159-zona-arqueologica-la-venta>. Consultado en 22/04/2016.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía [INEGI]. 2001. Síntesis de la información geográfica del estado de Tabasco. Disponible en: http://internet.contenidos.inegi.org.mx/contenidos/productos/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/historicos/2104/702825223939/702825223939_12.pdf. Consultado en: 15/abril/2016.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía [INEGI]. 2001. Síntesis de la información geográfica del estado de Tabasco. Disponible en: http://internet.contenidos.inegi.org.mx/contenidos/productos/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/historicos/2104/702825223939/702825223939_12.pdf. Consultado en: 15/abril/2016.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía [INEGI]. 2009. Prontuario de información geográfica municipal de los Estados Unidos Mexicanos, Paraíso, Tabasco. Disponible en: <http://www3.inegi.org.mx/sistemas/mexicocifras/datos-geograficos/27/27014.pdf>. Consultado en: 16/abril/2016.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía [INEGI]. 2011. Conjunto de Datos Vectoriales de Carreteras y Vialidades Urbanas Edición 1.0 (Tabasco), escala 1:50,000. Disponible en:

http://www.inegi.org.mx/geo/contenidos/topografia/vectoriales_carreteras.aspx.

Consultado en 22/04/2016.

Instituto Nacional para el Federalismo, Disponible en <http://www.inafed.gob.mx/work/enciclopedia/EMM27tabasco/municipios/27002a.html>, Consultado el 29 marzo 2016.

ITOPF. (s.f.). Efectos de la contaminación por hidrocarburos en el medio marino, Recuperado el 10 de 03 de 2016, de Documento de información técnica. http://www.itopf.com/uploads/translated/TIP13_SPEffectsofOilPollutionontheEnvironment.pdf

Jensen, P. 1984. Measuring carbon content in nematodes. *Helgolander Meerestuntersuchungen*, 38: 83-86.

Johnson W S, Allen DM. 2005. Zooplankton of the Atlantic and Gulf coasts: a guide to their identification and ecology. Johns Hopkins University Press,

Jones, Robert NOAA Evaporation

Jumars PA, Dorgan KM, Lindsey SM. 2015. Diet of worms emended: an update of polychaete feeding guilds. *Annu Rev Mar Sci* 7:497–520.

Khan R.A. 2010. Two species of commercial flatfish, winter flounder, *Pleuronectes americanus*, and American plaice, *Hippoglossoides platessoides*, as sentinels of environmental pollution. *Bull. Environ. Contam. Toxicol*, 85, 205-208.

Khelifa. Ali Environment Canada Dispersion Lambert, Pat Environment Canada Review

Krayesky DM, Meave del Castillo E, Zamudio E, Norris JN, Fredericq S. 2009. Diatoms (Bacillariophyta) of the Gulf of Mexico. En: *Gulf of Mexico: its origins, waters and biota*, D. L. Felder y D. K. Camp (Eds.). College Station, Texas A&M University Press. 379-453 pp.

Krebs JC. 1985. *ECOLOGIA; Estudio de la distribución y la Abundancia*. New York, Harla.

Lande R. 1988. Genetics and demography in biological conservation. *Science* v.241, pp 1455-1460.

Lara-Domínguez AL, López-Portillo J, Ávila-Ángeles A, Vázquez-Lule A D. 2009 Caracterización del sitio de manglar Laguna Ostión,, in: C. N. p. e. C. y. U. d. I.

- B. (CONABIO) (Ed.), Sitios de manglar con relevancia biológica y con necesidades de rehabilitación ecológica, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México, D.F.
- Lara-Lara JR et al. 2008. Los ecosistemas marinos. Cap. 5: 135-159. En: Jorge Soberón, Gonzalo Halffter, Jorge Llorente-Bousquets (Comp.) Capital natural de México • Vol. I: Conocimiento actual de la biodiversidad. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México.
- Lara-Lara JR., et al. 2008. Los ecosistemas marinos, En: Capital natural de México, vol. I: Conocimiento actual de la biodiversidad. Conabio, México. 135-159 pp.
- Lee, Ken Fisheries and Oceans Canada Field data
- Lee SY. 2008. Mangrove macrobenthos: assemblages, services, and linkages. *J. Sea Res.* 59, 16–29.
- Leifer, Ira University of California Santa Barbara Hydrates.
- Lewis M, Pryor R, Wilking L. 2011. Fate and effects of anthropogenic chemicals in mangrove ecosystems: A review. *Environ. Pollut.* 159, 2328–2346.
- Licea S, Zamudio ME, Luna R, Soto J. 2004. Free-living dinoflagellates in the southern Gulf of Mexico: Report of data (1979-2002). *Phycological Research* 52: 419-428.
- Licea S, Zamudio ME, Moreno-Ruiz JL, Luna R. 2011. A suggested local regions in the Southern Gulf of Mexico using a diatom database (1979-2002) and oceanic hydrographic features. *Journal of Environmental Biology* 32: 443-453.
- López Hernández I. 1997. Ecología poblacional de las toninas *Tursiops truncatus* en la costa de Tabasco, México. Tesis de licenciatura, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. 77 pp.
- López MR. 1980. Tipos de vegetación y su distribución en Tabasco y norte de Chiapas. Universidad Autónoma Chapingo, Centro Regional Tropical Puyacatengo, Dirección de Difusión Cultural. México. pp 121.
- López-Villar DA. 2005. La migración de la población hablante de lengua indígena en el sureste mexicano. *Población y Salud en Mesoamérica* 2(2): 1-26.

Disponible en: <http://revistas.ucr.ac.cr/index.php/psm/article/view/13961>.

Consultado el día 01 de mayo de 2016.

- Magurran AE. 1988. Ecological diversity and its measurement. Princeton University Press. New Jersey.
- Maki A.W. 1991. The Exxon Valdez oil spill: Initial environmental impact assessment, Part 2 of a five-part series. *Environ. Sci. Technol.* 25, 24-29.
- Maldonado G. 2005. Conferencia Estatal de Quintana Roo. Ponencia en: XIII Taller Regional sobre Programas de Conservación de Tortugas Marinas en la Península de Yucatán. Telchac Puerto, Yucatán.
- Manríquez L, Moreno A, Tenorio RE, Herrera D. 2000. Guide to world crudes. Four Mexican crude assays updated. *Oil Gas J.* 15, 54–57.
- Manzanilla Naim S. 1998. Mamíferos marinos del Golfo de México y el Caribe: Problemática de conservación. *Proceedings of the 50th Gulf and Caribbean Fisheries Intitute.*
- Manzano-Sarabia MM, Salinas-Zavala CA. 2008. “Variabilidad Estacional e Interanual de la Concentración de Clorofila a y Temperatura Superficial del Mar en la Región Occidental del Golfo de México: 1996–2007.” *Interciencia* 33: 628–34.
- Marín-Mezquita L, Baeza L, Zapata-Pérez O, Gold-Bouchot G. 1997. Trace metals in the American oyster, *Crassostrea virginica*, and sediments from the coastal lagoons Mecoacán, Carmen and Machona, Tabasco, Mexico. *Chemosphere.* 34, 2437–2450.
- Márquez R. 2002. Las tortugas marinas y nuestro tiempo. Fondo de Cultura Económica. México. pp 200.
- Márquez R., VILLANUEVA A, PEÑAFLORES C, RÍOS D. 1982. Situación actual y recomendaciones para el manejo de las tortugas marinas de la costa occidental mexicana, en especial la tortuga golfina, *Lepidochelys olivacea*. *Ciencia Pesquera. Instituto Nacional de la Pesca.* v.91(3), pp 83-91.
- Márquez RM, FRITTS TH. 1983 Prospección aérea para las tortugas marinas en la costa mexicana del Golfo de México y Caribe, 1982-1983. CRIP, Manzanillo, pp 81.

- Márquez RM. 1978. Estado actual de la pesquería de las tortugas marinas en México, 1974. Inst. Nal. de Pesca, México Serie Inf. INP-SI 83. pp 22.
- Marshall S, Elliot M. 1997. Environmental influences on the fish assemblage of the Humber estuary, UK. *Estuarine Coastal and Shelf Science* 46: 175-184.
- Martínez ML, Moreno-Casasola P, Castillo S. 1993. Biodiversidad costera: Playas y dunas. S.I. Salazar-Vallejo y N.E. González (eds.). *Biodiversidad Marina y Costera de México*. Com. Nal. Biodiversidad y CIQRO, México. pp 160-181.
- Martínez-López B, Pares-Sierra A. 1998. Circulación del golfo de México inducida por mareas, viento y la corriente de Yucatán. *Ciencias Marinas* 24(1): 65-93. Disponible en: <http://www.redalyc.org/pdf/480/29/04/2016.48024105.pdf>. Consultado en 29/04/2016
- Méndez N. 2002. Annelid assemblages in soft bottoms subjected to human impact in the Urías estuary (Sinaloa, México). *Oceanol Acta* 25:139-147
- Méndez N, Flos J, Romero J. 1998. Littoral soft-bottom Polychaete communities in a pollution gradient in front of Barcelona (Western Mediterranean, Spain). *Bull Mar Sci* 63: 167-178
- Meylan A. 1984. Hawksbill Turtle: Biological Synopsis of the Hawksbill Turtle: (*Eretmochelys imbricata*). Proc. Western Atlantic Turtle Symposium. (P. Bacon, F. Berry, K. Bjorndal, H. Hirth, L. Ogren y M. Weber, editores). IOCARIBE. Isabela Printing, Puerto Rico. pp 112-117.
- Meylan A, Meylan P. 2000. Introducción a la Evolución, Historias de Vida y Biología de las tortugas marinas. En *Técnicas de investigación y Manejo para la Conservación de las Tortugas Marinas*. Publicación No. 4. 3-5 pp. 2000.
- Mier y Terán-Suárez JV, Castro-Georgana H, Mayor-Nucamendi F, Brito-López JA. 2006. Florecimientos algales en Tabasco *Salud en Tabasco*, 12(1): 414-422.
- Monreal-Gómez MA, Salas de León DA, Velazco-Mendoza H. 2004. La hidrodinámica del Golfo de México. En: M. Caso, I. Pisanty y E. Ezcurra (comp) *Diagnóstico ambiental del Golfo de México*. México: Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, Instituto de Ecología A.C. y Harte Research Institute for Gulf of México Studies. Disponible en:

http://www2.inecc.gob.mx/publicaciones/consultaPublicacion.html?id_pub=435.

Consultado en: 29/04/2016.

Montoya CA. 1967. Recopilación de datos del valor y la captura anual de tortugas marinas en el periodo 1940 - 1965. Boletín del Programa de Marcado de Tortuga Marina. Vol. 1, Núm. 8.

Moreno-Amador C. 2014. La población en la provincia de Tabasco durante el periodo colonial (siglos XVI-XVII): un estudio revisionista. Naveg@américa. Revista electrónica editada por la Asociación Española de Americanistas No. 13. Recurso electrónico: <http://revistas.um.es/navegamerica/article/view/208481>
Consultado el día 30 de abril de 2016.

Moreno-Cáliz E, Zavala-Cruz J, M-G R, Vázquez-Lule AD. 2009. Caracterización del sitio de manglar: Lagunas de Mecoacán – Julivá – Santa Anita, in: C. N. p. e. C. y. U. d. I. Biodiversidad (Ed.), Sitios de manglar con relevancia biológica y con necesidades de rehabilitación ecológica, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), México, D.F.

Müller, F., (1967), Atlas Arqueológico de Tabasco. Archivo Técnico. Índice 3, 26-34. Informe. Dirección de Monumentos Prehispánicos. INAH, México.

Mumby PJ , Edward AJ, Arias-Gonzalez JE, Linderman KC, Blackwell PG, Gall A, Gorzyska MI , Harborne AR, Pescod CL, Renken H, Wabnitz CCC, Llewellyn G. 2004. Mangrove enhance the biomass of coral reef fish communities in the Caribbean. Nature 427: 533-536.

National Academy of Science. 1975. Petroleum in the Marine Environment; Workshop on Inputs, fates and effects of petroleum in the marine environment. Washington, D.C.

National Oceanic and Atmospheric Administration [NOAA]. 2016. International Best Track Archive for Climate Stewardship (IBTrACS) ver. v03r08. EEUU. Recurso electrónico en formato vectorial (geoespacial). Disponible en: <https://www.ncdc.noaa.gov/ibtracs/index.php?name=status>. Consultado en 27/04/2016.

Odum WE. 1971. Pathways of energy flow in south Florida estuary. Sea Grant Tech. Bull. Miami Univ. 7: 1-162.

- Oil Budget Calculator. Allen, Alan Spiltec In-situ burning
- Okolodkov YB. 2008. *Protoperidinium* Bergh (Dinophyceae) of the National Park Sistema Arrecifal Veracruzano, Gulf of Mexico, with a key for identification. *Protoperidinium* Bergh (Dinophyceae) del Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano, Golfo de México, con clave de identificación *Act. Bot. Mex* 84: 93-149.
- Okolodkov YB. 2010. *Ceratium* Schrank (Dinophyceae) del parque nacional Sistema Arrecifal Veracruzano, Golfo de México, con clave para identificación. *Act. Bot. Mex* 93: 41-101.
- Organización Mundial de la Salud. 2015. El personal sanitario es imprescindible para lograr los Objetivos de Desarrollo del Milenio relacionados con la salud, Disponible en: http://www.who.int/hrh/workforce_mdgs/es/, Consultado el 9 de marzo del 2016.
- Ortega-Ortíz JG, Delgado-Estrella A, Ortega-Argueta A. 2004. Mamíferos marinos del Golfo de México: Estado actual del conocimiento y recomendaciones para su conservación. En: *Diagnóstico ambiental del Golfo de México Vol. 1. Caso et al. Compiladores. Instituto Nacional de Ecología. 135-160 pp.*
- Osorio Tai María Elena. 2015. "Estudio de la Intensificación de los vientos en el Puerto de Veracruz mediante modelación numérica". Maestría. Universidad Nacional Autónoma de México.
- Osorio-Sánchez JJ, López-Pérez R. 2005. Distribución y abundancia del fitoplancton de la laguna El Balsón, Tabasco, México. Tesis Lic. en Ecología. División Académica de Ciencias Biológicas. Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. Villahermosa, Tabasco.
- ostión (*Crassostrea virginica*), del ejido Sinaloa, primera sección, de Cárdenas Tabasco, *Revista Agricultura, sociedad y desarrollo*, Vol. 9, No. 2, abril-junio, p. 123-148.
- Parra-Toriz D, Ramírez-Rodríguez MLA, Hernández-Becerril DU. 2011. Dinoflagelados (Dinophyta) de los órdenes Prorocentrales y Dinophysiales del Sistema Arrecifal Veracruzano, México *Revista de Biología Tropical*, 59(1): 501-514.

- Pearson TH, Rosenberg R. 1978. Macrobenthic succession in relation to organic enrichment and pollution of the marine environment. *Oceanogr Mar Biol* 16: 229-311.
- PEMEX a, 2014. Diagnóstico Municipales PACMA, Paraíso. PEMEX. Recuperado el 22 de febrero de 2016 de https://pacma.org.mx/solicitudes/files/diagnostico/Diagnostico_27014_Paraiso_Tab.pdf
- PEMEX b. Diagnóstico Municipales PACMA, Centla. PEMEX. Recuperado el 22 de febrero de 2016 de https://pacma.org.mx/solicitudes/files/diagnostico/Diagnostico_27003_Centla_Tab.pdf
- PEMEX c, 2014. Diagnóstico Municipales PACMA, Cárdenas. PEMEX. Recuperado el 22 de febrero de 2016 de https://pacma.org.mx/solicitudes/files/diagnostico/Diagnostico_27002_Cardenas_Tab.pdf
- PEMEX. 2004. Anuario estadístico. Censo de instalaciones y ductos. Acceso November 22, 2005.
- Perevochtchikova M, Lezama de la Torre JL. 2010. Causas de un desastre: Inundaciones del 2007 en Tabasco, México. *Journal of Latin America Geography*, 9(2): 73-98. Disponible en: <http://www.jstor.org/stable/25765308>. Consultado en 27/04/2016.
- Pereyra-Díaz D, Bando-Murrieta U, Natividad-Baizabal MA. 2004. Influencia de La Niña y El Niño sobre la precipitación de la ciudad de Villahermosa, Tabasco, México. *Universidad y Ciencia* 20(39): 33-38. Disponible en: <http://132.248.10.25/era/index.php/rera/article/view/246/202>. Consultado en 27/04/2016.
- Pérez AL, Sousa M, Hanan AM, Chiang F, Tenorio P. 2005. Vegetación terrestre. Bueno J, Álvarez F, Santiago, S. (Eds.) *Biodiversidad del estado de Tabasco*. Instituto de Biología, UNAM-CONABIO. Cap. 4: 65-110.
- Pérez E et. al. 2012. Contexto de vulnerabilidad de las mujeres desconchadoras de

- Pérez-Sánchez E, Muir JF. 2003. Fishermen perception on resources management and aquaculture development in the Mecoacan estuary, Tabasco, Mexico. *Ocean Coastal Manage.* 46, 681-700.
- Pinkus-Rendón M, Contreras-Sánchez A. 2012. Impacto socioambiental de la industria petrolera en Tabasco: el caso de la Chontalpa, *Revista LiminaR. Estudios Sociales y Humanísticos*, Año 10, Vol. X, Num. 2, julio-diciembre, p. 122-144.
- Policroniades O. La verdad del sureste, Miles en peligro por derrames de Pemex, 30 noviembre 2015, disponible en, <http://www.la-verdad.com.mx/miles-peligro-por-derrames-pemex-63672.html>. Consultado el 15 de marzo del 2016.
- Rachor E. 1975. Quantitative Utersuchungen über das Meiobenthos der nordostatlantischen Tiefsee. *Meteor Forschungsergebnisse D 21*: 1-10.
- Ramírez G. 2003. El Corredor Biológico Mesoamericano. *Biodiversitas* 47:1-3. Disponible en: <http://www.biodiversidad.gob.mx/Biodiversitas/Articulos/biodiv47art1.pdf>. Consultado en 25/04/2016.
- Ramírez G. 1986. Informe de inspección del sitio Arjona en Sánchez Magallanes, Tabasco, Instituto Nacional de Antropología e Historia.
- Reguera B, Alonso-Rodríguez R, Moreira A, Méndez S. 2011. Guía para el diseño y puesta en marcha de un plan de seguimiento de microalgas productoras de toxinas. COI de UNESCO y OIEA, Paris y Viena 2011. Manuales y Guías de la COI, 59 (español solamente) (disponible en versión electrónica en: "IOC Publications and Co-Publications" http://www.ioc-unesco.org/hab/index.php?option=com_content&view=article&id=23&Itemid=20).
- Revista Proceso. Asocian mecheros de Pemex con alteraciones cromosómicas en niños de Tabasco, 19 de mayo 2011, Disponible en <http://www.proceso.com.mx/270520/asocian-mecheros-de-pemex-con-alteraciones-cromosomicas-en-ninos-de-tabasco>, Consultado el 30 marzo 2016.
- Riemann F, Ernst W, Ernst R. 1990. Acetate uptake from ambient water by the free-living marine nematode *Adoncholaimus thalassophygas*. *Marine Biology*, 104: 453-457.

- Rivera-Hernández B, Aceves-Navarro LA, Arrieta-Rivera A, Juárez-López JF, Méndez-Adorno JM, Ramos-Álvarez C. 2016. Evidencias del cambio climático en el estado de Tabasco durante el periodo 1961-2010. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*. 14 (publicación especial) 2645-2656. Disponible en: <http://cienciasagricolas.inifap.gob.mx/editorial/index.php/Agricolas/article/view/4772>. Consultado en 27/04/2016.
- Rodrigues RS, Mascarehas A, Jagtap TG. 2011. An evaluation of flora from coastal sand dunes of India: Rationale for conservation and management. *Ocean & Coastal Management* v.54, pp 181-188.
- Rojas-Canales MC, Ríos-Valdez A. 2012. Informe de Evaluación Ambiental. Proyecto: Sistemas Productivos Sostenibles y Biodiversidad. México: Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad. Disponible en: http://www.conabio.gob.mx/web/pdf/SPSB_InformeEvaluacionAmbiental.pdf. Consultado en 25/04/2016.
- Rojo Vázquez JA. 1997. Selectividad y eficiencia de redes de enmalle en Bahía de Navidad, Jalisco, México (Tesis Doctoral, Instituto Politécnico Nacional. Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas).
- Romero-Gil JC, García-Muñiz A, Bautista-Jiménez CA, Pérez-Alejandro PH. 2000. Caracterización de la Reserva de la Biósfera Pantanos de Centla. *Univ. Cienc.* 15: 15-28.
- Arriaga L, Aguilar V y Espinoza JM. (2009). *Regiones prioritarias y planeación para la conservación de la biodiversidad*. En: Capital Natural de México, vol. II: Estado de conservación y tendencias de cambio. México: Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad. pp. 433-457. Disponible en: http://www.biodiversidad.gob.mx/pais/pdf/CapNatMex/Vol%20II/II10_Regiones%20prioritarias%20y%20planeacion%20para%20la%20conservaci.pdf. Consultado en 26/04/2016.
- Saenger P. 2002. *Mangrove Ecology, Silviculture and Conservation*. Kluwer Academic Publishers. Dordrecht, Boston, London. 359 pp.

- Salazar-Vallejo SI, Londoño-Mesa MH. 2004. Lista de especies y bibliografía de poliquetos (Polychaeta) del Pacífico Oriental Tropical. An Inst Biol Zool 75: 9-97.
- Salcedo J.G. 1986. La producción coprera en el estado de Tabasco. Universidad Autónoma Chapingo, Dirección de Difusión Cultural, Subdirección de Centros Regionales. México. pp 186.
- Sánchez M. Diario Presente, Devasta Pemex los humedales y los manglares en Tabasco, 2 de diciembre 2013, Disponible en <http://www.diariopresente.com.mx/noticia/principal/97620/devasta-pemex-humedales-manglares-tabasco/>, consultado el 30 marzo de 2016.
- Sánchez S. 2012, Lista actualizada de las aves del Parque Ecológico de la Chontalpa, Tabasco, México, Huitzil, Revista Mexicana de Ornitología, Vol. 13, núm. 2, julio-diciembre, pp. 173-180.
- Sánchez-Gil P, Yáñez-Arancibia A, Amezcua-Linares. 1981. Diversidad, distribución y abundancia de las especies de poblaciones de peces demersales de la sonda de Campeche. Anales del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología UNAM 8: 209-240 pp.
- Santiago-Alarcon D, Arriaga-Weiss SL, Escobar O. 2011. Bird community composition of Centla Marshes Biosphere Reserve, Tabasco, Mexico. Ornitol Neotrop 22: 229-246.
- Santoyo H, Signoret M. 1981. Producción primaria planctónica de tres lagunas costeras de México. VII Simp. Latinoamer. Oceanogr. Biol. México.
- Schroeder RH. 1999. Recuperación con mangle blanco (*Laguncularia racemosa*) de áreas impactadas por hidrocarburos y su manejo como agrosilvo-ecosistema en la zona costera de Huimanguillo y Cárdenas, Tabasco. México: Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. Informe final SNIB-CONABIO proyecto No. M076. Disponible en: <http://www.conabio.gob.mx/institucion/proyectos/resultados/InfM076.pdf>. Consultado en 27/04/2016.
- Secretaría de Asentamientos y Obras Públicas de Tabasco [SAOP]. 2007. Programa Estatal de Desarrollo Urbano, 2007. Disponible en:

<http://www.ordenjuridico.gob.mx/Estatal/TABASCO/Programas/TABPROG01.pd>

f. Consultado en 22/04/2016.

Secretaría de Comunicaciones y Transportes [SCT]. 2015. Anuario Estadístico del Transporte Marítimo 2014. Disponible en:

<http://www.sct.gob.mx/index.php?id=4734> Consultado en 22/04/2016.

Secretaría de Comunicaciones y Transportes [SCT]. 2016. Estadística operacional origen-destino en servicio regular nacional, 2015. Disponible en:

<http://www.sct.gob.mx/transporte-y-medicina-preventiva/aeronautica-civil/estadisticas/estadistica-operacional-de-aerolineas-air-carrier-operational-statistics/estadistica-historica-1992-2015-historical-statistics-1992-2015/estadistica-mensual-operativa-monthly-operating-statistics/>.

Consultado en 22/04/2016.

Secretaria de Marina, Disponible en <http://digaohm.semar.gob.mx/cuestionarios/cnarioDosbocas.pdf>, Consultado el 1 de abril de 2016.

Secretaría de Medio Ambiente e Historia Natural (Chiapas) [SEMAHN]. 2013. Conservación, Manejo y Concientización en el Área Natural Protegida Finca Santa Ana. Disponible en:

http://www.semahn.chiapas.gob.mx/portal/areas_naturales/proyectos_santa_ana. Consultado en 22/04/2016.

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales – Comisión Nacional del Agua [SEMARNAT y CONAGUA]. 2014. Programa de medidas preventivas y de mitigación de la sequía: Consejo de Cuenca Ríos Grijalva y Usumacinta. Disponible en:

<http://www.pronacose.gob.mx/pronacose14/contenido/documentos/R%C3%8DOS%20GRIJALVA%20Y%20USUMACINTA.pdf>. Consultado en 28/04/2016.

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales [SEMARNAT]. 2014. RAMSAR. Disponible en: <http://www.semarnat.gob.mx/temas/agenda-internacional/ramsar>. Consultado en 26/04/2016.

Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca [SEMARNAP]. 2000. Programa de Manejo de la Reserva de la Biósfera Pantanos de Centla. México,

D.F. Disponible en:
http://www.conanp.gob.mx/que_hacemos/pdf/programas_manejo/centla.pdf.

Consultado en 22/04/2016.

SEMARNAT. 2000. Programa Nacional de Protección, Conservación, Investigación y Manejo de Tortugas Marinas. Secretaria del Medio Ambiente Recursos Naturales y Pesca. México. pp 98.

Servicio Meteorológico Nacional [SMN]. 2016. Climatología estadística: Datos contenidos en la base de datos climatológica, a diciembre de 2015. Disponible en: <http://smn.cna.gob.mx/climatologia/Diarios/27034.txt>. Consultado en: 15/abril/2016.

Signoret M, Monreal-Gómez MA, Aldeco J, Salas-de-León DA. 2006. Hydrography, oxygen saturation, suspended particulate matter, and chlorophyll-a fluorescence in an oceanic region under freshwater influence. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 69 (2006) 153-164.

SIMBAD-INEGI. 2012. Principales servicios infraestructura y actividades comerciales, infraestructura y afluencia turística, Sistema municipal de base de datos, INEGI. Disponible en <http://sc.inegi.org.mx/>, Consultado el 25 de febrero 2016.

Simpson EH. 1949. Measurement of Diversity. *Nature*, 163: 688 pp.

Sistema de Información, Monitoreo y Evaluación para la Conservación [SIMEC]. 2016. Pantanos de Centla (ficha informativa). Disponible en: <https://simec.conanp.gob.mx/ficha.php?anp=145®=11>. Consultado en 22/04/2016.

Sitios de internet

Smith DL. 1977. A guide to Marine coastal plancton and Marine invertebrate larvae. Kendall/Hunt Publish. Co. USA. 161 p.

Smith TD. 1984 Stock assessment methods: the first fifty years. En: *Fish Population Dynamics: The implications for Management*. (ed.) J. A. Gulland 1-33 p. Jhon Wiley & sons.

Sodre V, Caetano VS, Rocha RM, Carmo FL, Medici LO, Preixoto RS, Rosado AS, Reinert F. 2013. Physiological aspects of mangrove (*Laguncularia racemosa*)

- grown in microcosms with oil-degrading bacteria and oil contaminated sediments. *Environ. Pollut.* 172, 243–249.
- Spalding M, Kainuma M, Collins L. 2010. *World Atlas of Mangroves*. A collaborative project of ITTO, ISME, FAO, UNEP-WCMC, UNESCO-MAB, UNU-INWEH and TNC. Reino Unido: United Nations Environment Programme – World Conservation Monitoring Centre. Recurso electrónico en format vectorial (geoespacial). Disponible en: <http://data.unep-wcmc.org/datasets/5>. Consultado en 27/04/2016.
- Sparks DL. 2005. Toxic metals in the environment: The role of surfaces. *Elements*. 1, 193–197.
- Tabasco Hoy, Mueren de cáncer; culpan a Pemex en Torno Largo, 24 de marzo del 2011, Disponible en <http://www.tabascohoy.com/nota/93861/mueren-de-cancer-culpan-a-pemex-en-torno-largo>, Consultado el 15 de marzo del 2016.
- Tabasco: su hidrodinámica, la estabilidad de sus bocas y de su línea de costa.
- Tam NF, Wong TWY, Wong YS. 2005. A case study on fuel oil contamination in a mangrove swamp in Hong Kong. *Mar. Pollut. Bull.* 51, 1092–1100.
- Tansel B, Arreaza A, Tansel DZ, Lee M. 2015. Decrease in osmotically driven water flux and transport through mangrove roots after oil spills in the presence and absence of dispersants. *Marine Pollut. Bull.* 98, 34-39.
- Tansel B, Bao WY, Tansel IN. 2000. Characterization of fouling kinetics in ultrafiltration systems by resistances in series model. *Desalination*, 129, 7–14.
- Tapia ME, Naranjo C. 2009. Estudio de las comunidades del fitoplancton y zooplancton en Monteverde, península de Santa Elena, Ecuador, durante noviembre de 2006. *Acta Oceanográfica del Pacífico*, 15(1): 43-6.
- The RAMSAR Convention - Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas [RAMSAR – CONANP]. 2016. Reserva de la Biósfera Pantanos de Centla (ficha informativa de los humedales de RAMSAR). Disponible en: http://ramsar.conanp.gob.mx/docs/sitios/FIR_RAMSAR/Tabasco/RB%20Pantanos%20de%20Centla/Actualizaci%C3%B3n2011/PANTANOS_DE_CENTLA.pdf Consultado en 22/04/2016.

The RAMSAR Convention [RAMSAR]. 2014. Los Sitios Ramsar. Disponible en: <http://www.ramsar.org/es/sitios-pa%C3%ADses/los-sitios-ramsar>. Consultado en 26/04/2016.

Thomassin BA. 1969. Les peuplements de deux biotopes de sables corallines sur le Grand Récif de Tuléar. S.W. de Madagascar. Rec Trav St Mar Endoume 9:59-133

Tobón W, Urquiza-Hass T R, Ramos-Fernández G, Calixto-Pérez E, Alarcón J, Kolb M, Koleff P. 2012. Prioridades para la conservación de los primates en México. México: Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad – Asociación Mexicana de Primatología A.C. – Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. Disponible en: http://www.biodiversidad.gob.mx/pais/pdf/prioridades_primates.pdf. Consultado en 27/04/2016.

Tomlinson PB. 1986. The Botany of Mangroves. Cambridge University Press, Cambridge.

Turner E. 1991. Factors affecting the relative abundance of shrimp in Ecuador. In: S. Olsen and L.Arriaga (Eds.). A sustainable shrimp mariculture industry for Ecuador.

Twilley RR, Chen RH, Hargis T. 1992. Carbon sink in mangroves and their implications to carbón Budget of tropical coastal ecosystems. Water, air, and soil pollution 64: 265-288.

Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza [UICN]. 2015. The IUCN Red List of Threatened Species. Disponible en: <http://www.iucnredlist.org/amazing-species> . Consultado en: 02/05/2016.

Universidad Nacional Autónoma de México, México, 132 pp.

Vargas C. En ejido Andrés García la Isla de Paraíso sólo el 50 por ciento dispone del servicio de agua potable, La Verdad del Sureste, <http://www.laverdad.com.mx/ejido-andres-garcia-isla-paraíso-solo-50-por-ciento-dispone-servicio-agua-potable-30092.html>, Consultado el 25 de febrero 2016.

- Vázquez FG, Sharma VK, Perez-Cruz L. 2002. Concentrations of elements and metals in sediments of the southeastern Gulf of Mexico. *Environ. Geology*. 42, 41–46.
- Vázquez-Cuevas G.M. 2012. Efecto del derrame de hidrocarburos sobre una especie de mangle. Tesis de maestría en ingeniería. Universidad Nacional Autónoma de México. 199 pp.
- Vázquez-Gutiérrez F. 1994. El Sistema Lagunar El Carmen-Pajoual-La Machona del estado de
- Vázquez-Luna D. 2012. Environmental bases on the exploitation of crude oil in Mexico. En: Younes M (Ed.). *Crude oil exploration in the world*. 89-106.
- Vidal RM, Berlanga H, Del Coro Arizmendi M. 2009. México. En: C Devenish, DF Díaz-Fernández, RP Clay, I Davidson y I Yépez Zabala Eds. *Important Bird Areas Americas - Priority sites for biodiversity conservation*. Quito, Ecuador: BirdLife International (BirdLife Conservation Series No. 16). Disponible en: http://www.birdlife.org/datazone/userfiles/file/IBAs/AmCntryPDFs/Mexico_es.pdf. Consultado en 22/04/2016.
- Warwick RM, Gee JM. 1984. Community structure of estuarine meiobenthos. *Marine Ecology Progress Series*, 18: 97-111.
- Warwick RM, Price R. 1979. Ecological and metabolic studies on free-living nematodes from an estuarine mud-flat. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 9: 257-271.
- Weiser W. 1960. Benthic studies in Buzzards Bay. II. The meiofauna. *Limnology and Oceanography*, 5: 121-137.
- Witzell WN. 1983. Variation of size at maturity of female hawksbill turtles (*Eretmochelys imbricata*), with speculations on life-history tactics relative to proper stock management. *Japanese J. Herpetol.* v.11(2), pp 46-51.
- Yáñez-Arancibia A, Day JW. 2004. Environmental sub-regions in the Gulf of Mexico coastal zone: the ecosystem approach as an integrated management tool *Ocean & Coastal Management* 47: 727–757.

- Yáñez-Arancibia; A. y J.W., Day. 2004. Environmental sub-regions in the Gulf of Mexico coastal zone: the ecosystem approach as an integrated management tool *Ocean & Coastal Management* 47: 727–757.
- Yáñez-Arancibia A, Lara-Domínguez AL, Sánchez-Gil P, Day JW. 2007. Estuary-sea ecological interactions: a theoretical framework for the management of coastal environment. In: Withers, K., Nipper, M. (Eds.), *Environmental Analysis of the Gulf of Mexico*. Harte Research Institute for the Gulf of Mexico Studies. Publication Series, vol. 1. Texas A&M University Press, College Station, Texas.
- Zavala-Hidalgo J, Morey SL, O'Brien J. 2003. Seasonal circulation on the western shelf of the Gulf of México using a high-resolution numerical model. *Journal of Geophysical Research* 108(C12) 3389. Disponible en: <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1029/2003JC001879/epdf>. Consultado en 29/04/2016.
- Zetina-Rejón MJ, Cabrera-Neria E, López-Ibarra GA, Arcos-Huitrón NE, Christensen V. 2015. Trophic modeling of the continental shelf ecosystem outside of Tabasco, Mexico: A network and modularity analysis *Ecological Modelling* 313 (2015) 314–324.
- Zurita JC, Azpeitia SF. 2010. Prospección para determinar la presencia de tortuga marina en Tabasco, con énfasis en tortuga verde. Informe final. CONSENZU, Consultores en Formación S.A. de C.V. México. pp 78.
- Zurita JC, Prado M. 2007. La conservación de las tortugas marinas en Veracruz, México. Informe final. CONSENZU, Consultores en Formación S.A. de C.V./ P.N.S.A.V. pp 95.

CAPITULO 9

LISTA DE TABLAS

Tabla 5.1. Coordenadas geográficas de los sitios de muestreo.

Tabla 5.2 Profundidades de muestreo en superficie, medio fondo y fondo para cada sitio de muestreo.

Tabla 6.1. Eventos meteorológicos extremos en el área Hokchi.

Tabla 6.2. Inundaciones históricas del estado de Tabasco.

Tabla 6.3. Velocidades anuales de corrientes marinas en la porción sur del Golfo de México.

Tabla 6.4. Velocidades mensuales de corrientes marinas en la porción sur del Golfo de México.

Tabla 6.5: Valores máximos y mínimos en superficie y fondo de parámetros fisicoquímicos obtenidos mediante el CTD.

Tabla 6.6. Valores máximos y mínimos de parámetros fisicoquímicos en tres niveles de la columna de agua, obtenidos mediante análisis químicos en laboratorio.

Tabla 6.7.- Valores máximos y mínimos de clorofilas a, b y c en tres niveles de la columna de agua, obtenidos mediante análisis químicos en laboratorio.

Tabla 6.8. Concentración de hidrocarburos en agua. En todos los sitios se presentaron valores por debajo de los límites de detección de los métodos usados.

Tabla 6.9. Valores máximos y mínimos de hidrocarburos totales del petróleo en tres niveles de la columna de agua (mg/l).

Tabla 6.10. Valores máximos y mínimos de nutrientes en tres niveles de la columna de agua (mg/l).

Tabla 6.11. Valores máximos y mínimos de metales en tres niveles de la columna de (mg/l).

Tabla 6.12. Valores máximos, mínimos, promedio y desviación estándar de parámetros fisicoquímicos en sedimentos.

Tabla 6.13. Concentración de hidrocarburos en sedimentos.

Tabla 6.14. Valores máximos, mínimos, promedio y desviación estándar de metales en sedimento.

Tabla 6.15. Valores máximos, mínimos, promedio y desviación estándar del tamaño del sedimento.

Tabla 6.16. Listado de especies de fitoplancton encontradas en los sitios de muestreo del área Hokchi en febrero de 2016.

Tabla 6.17.- El promedio en número de organismos por unidad de volumen en toda el área de muestreo.

Tabla 6.18.- Densidad ($\text{ind } 10\text{cm}^{-2}$) de los grupos de la meifauna encontrados en los sitios de muestreo del área Hokchi.

Tabla 6.19.- Boimasa ($\mu\text{g Corg } 10\text{cm}^{-2}$) de los grupos de la meifauna encontrados en los sitios de muestreo del área Hokchi.

Tabla 6.20. Abundancia de los taxones de la macrofauna bentónica.

Tabla 6.21. Datos de captura de crustáceos.

Tabla 6.22: Especies capturadas en ambos arrastres junto con la abundancia y biomasa total capturada.

Tabla 6.23. Especies capturadas en al primer arrastre (12 de febrero de 2016 a las 12:09 horas), acomodadas de acuerdo a su importancia relativa.

Tabla 6.24. Resultados de los índices de diversidad del primer arrastre.

Tabla 6.25. Especies capturadas en al 2º arrastre (12 de febrero de 2016 a las 20:27 horas), acomodadas de acuerdo a su importancia relativa

Tabla 6.26. Resultados de los índices de diversidad del primer arrastre.

Tabla 6.27. Registros históricos de tortugas marinas según bibliografía consultada.

Tabla 6.28. Distribución de tortugas marinas en la zona según resultados de las encuestas (X) y resultados de la consulta documenta (cuadros en gris).

Tabla 6.29. Estructura del manglar del transecto 1 en el complejo lagunar de El Carmen –Pajonal-La Machona.

Tabla 6.30. Estructura del manglar del transecto 2 en el complejo lagunar de El Carmen –Pajonal-La Machona. Para ubicación ver coordenadas en anexo 7.

Tabla 6.31. Estructura del manglar del transecto 3 en el complejo lagunar de El Carmen –Pajonal-La Machona. Para ubicación ver coordenadas en anexo 7.

Tabla 6.32. Altura promedio de manglar y palmera en diferentes complejos de humedales

Tabla 6.33. Especies registradas en el estado de Tabasco y en los alrededores del área Hokchi (área de 80 km de radio).

Tabla 6.34. Superficie en hectáreas de los diferentes tipos de duna para el estado de Tabasco.

Tabla 6.35. Zonificación de la playa de estudio de acuerdo con sus características físicas.

Tabla 6.36. Localización georreferenciada y características de los perfiles de playa obtenidos durante la prospección en sitio.

Tabla 6.37. Predominancia de alteraciones por zona.

Tabla 6.38. Longitud de la red carretera según tipo de camino (km).

Tabla 6.39. Infraestructura para la cultura, deporte y recreación (unidades).

Tabla 6.40. Servicios médicos del sector público.

Tabla 6.41. Panorama general de la educación.

Tabla 6.42. Longitud de la red carretera según tipo de camino (km).

Tabla 6.43. Infraestructura para la cultura, deporte y recreación (unidades).

Tabla 6.44. Servicios médicos del sector público.

Tabla 6.45. Panorama general de la educación.

Tabla 6.46. Longitud de la red carretera según tipo de camino (km).

Tabla 6.47. Infraestructura para la cultura, deporte y recreación (unidades).

Tabla 6.48. Servicios médicos del sector público.

Tabla 6.49. Panorama general de la educación.

Tabla 6.50. Volumen de la producción de camarón en peso desembarcado (ton), Tabasco.

Tabla 6.51. Volumen de la producción pesquera de acuicultura en peso vivo¹, por principales especies, Tabasco 2013 (toneladas).

Tabla 6.52. Embarcaciones registradas por principales pesquerías.

Tabla 6.53. Longitud de atraque de los puertos pesqueros nacionales por tipo de pesquería, litoral Golfo y Caribe, según entidad y puerto, 2013 (metros).

CAPITULO 10

LISTA DE FIGURAS

Figura 1.1. Ubicación geográfica, poblados, estados y pozos.

Figura 1.2. Posición de cada uno de los pozos a perforar.

Figura 3.1. Acercamiento a la zona de estudio en el mar.

Figura 3.2. Zona costera de influencia ambiental de las actividades que se realizarán en el área Hokchi.

Figura 4.1. Buque Oceanográfico Justo Sierra, propiedad de la UNAM.

Figura 5.1. Levantamiento hidroacústico Hokchi-I en el área Hokchi.

Figura 5.2. Ubicación de los sitios de muestreo en el área Hokchi y su vecindad.

Figura 5.3. Muestreo de agua con botellas Niskin de 10 l de capacidad cada una.

Figura 5.4. Muestreo de sedimento con una draga Smith McIntyre,

Figura 5.5.- Colecta de zooplancton con redes bongo.

Figura 5.6. Muestreo de macrobentos: primer tamizado y almacenamiento de la muestra.

Figura 5.7. Lance de red de camarонера.

Figura 5.8. Fases metodológicas del componente tortugas marinas.

Figura 5.9. Área de Influencia ambiental y área Hokchi.

Figura 5.10. Diagrama de la metodología para obtener los perfiles de la playa con el método de vasos comunicantes.

Figura 6.1. Temperatura promedio anual de la estación meteorológica 27034 "Paraíso".

Figura 6.2. Temperatura promedio mensual de la estación meteorológica 27034 "Paraíso".

Figura 6.3. Precipitación promedio anual de la estación meteorológica 27034 "Paraíso".

Figura 6.4. Precipitación promedio mensual de la estación meteorológica 27034 "Paraíso".

Figura 6.5. Humedad relativa promedio anual de la estación meteorológica 27034 "Paraíso".

Figura 6.6. Humedad relativa promedio mensual de la estación meteorológica 27034 "Paraíso".

Figura 6.7. Rosa de los vientos para el promedio anual en el aeropuerto MMVA.

Figura 6.8. Rosa de los vientos para el promedio mensual en el aeropuerto MMVA.

Figura 6.9. Promedio anual de la presión barométrica estandarizada en el aeropuerto MMVA.

Figura 6.10. Promedio mensual de la presión barométrica estandarizada en el aeropuerto MMVA.

Figura 6.11. Corriente de Lazo en el Golfo de México.

Figura 6.12. Ubicación del área en el Golfo de México (con rojo). La línea de costa está representada por la línea azul.

Figura 6.13. Carta batimétrica multihaz con base a los datos del ecosonda EM3002, 300 kHz.

Figura 6.14. Perfil de salinidad, temperatura, oxígeno disuelto y fluorescencia del sitio de muestreo O2.

Figura 6.15. Clasificación del estado trófico en los tres niveles muestreados, de acuerdo Lara-Lara et al. (2008).

Figura 6.16. Variación de los niveles de concentración de nutrientes en función de la latitud.

Figura 6.17. Variación de los niveles de concentración de nutrientes en función de la longitud.

Figura 6.18. Relación entre nivel de concentración del nutriente/valor guía según CECA (1989).

Figura 6.19. Abundancia relativa por grupo en la zona de estudio.

Figura 6.20. Abundancia relativa por género en los sitios de muestreo.

Figura 6.21. Abundancia total de fitoplancton de red estimado para los sitios de colecta ($\times 10^6$ cel/m³),

Figura 6.22. Abundancia relativa por grupo en los sitios O1 y O2.

Figura 6.22. Abundancia relativa por grupo en los sitios S1-S4.

Figura 6.23. Abundancia relativa por grupos de fitoplancton en los sitios N1 y N2.

Figura 6.24. Abundancia relativa por grupos de fitoplancton en los sitios E1 y E2.

Figura 6.25. Abundancia relativa por grupos por grupos de fitoplancton en los sitios B2, B3, B4 y B5.

Figura 6.26. Abundancia relativa por grupos de fitoplancton en los sitios C2, C3, C4 y C5.

Figura 6.27. Especies de fitoplancton encontrado en las muestras de agua del área Hokchi, recolectadas durante en febrero de 2016.

Figura 6.28. Abundancia relativa de los fila de la macrofauna bentónica por sitio.

Figura 6.29. Familias representativas de poliquetos.

Figura 6.30. Área de estudio mostrando las zonas identificadas de acuerdo al modelo de Pearson y Rosenberg (1978), dependiendo de la composición y abundancia de la macrofauna.

Figura 6.31. Conchas de bivalvo del género *Pecten* encontradas en el segundo arrastre,

Figura 6.32. Ln de la abundancia de peces colectados durante los 2 arrastres.

Figura 6.33. Ln de la biomasa en gramos de peces colectados durante los 2 arrastres.

Figura 6.34. Análisis MDS de los arrastres llevados a cabo en el Golfo de México.

Figura 6.35. Isopodos parásitos de la especie *Nerocila acuminata*, adheridos al pez *Aluterus monoceros*.

Figura 6.36. Espécimen de calamar de la especie *Loligo pealei* Lesueur, 1821 recolectado en el primer arrastre.

Figura 6.37. Espécimen de calamar de la especie *Loligo pealei* Lesueur, 1821 recolectado en el segundo arrastre

Figura 6.38. Zonificación de la zona de influencia ambiental del área Hokchi.

Figura 6.39. Registros del patrón de distribución de tortugas marinas con transmisores satelitales en el ámbito marino de la zona de prospección.

Figura 6.40. Jasiel de la Cruz de la Cruz, esposa y suegra: pobladores de la comunidad Barra de Tupilco, cuya actividad económica es el cobro por el paso a vehículos que ocupan el camino de su predio.

Figura 6.41. Sitios de anidaciones registradas en los estados de Tabasco y sur de Veracruz.

Figura 6.42. Distribución de varamientos de tortugas marinas en los estados de Tabasco y Sur de Veracruz.

Figura 6.43. Transecto 1 El complejo de humedales El Carmen- La Machona (18°17'47.62N, 93°50'13.39W) 68.9% de cobertura foliar con un promedio de 37.52 ± 27.31 y una mediana de 27.

Figura 6.44. Transecto 1 El complejo de humedales El Carmen- La Machona (18°17'47.23N, 93°50'14.68W) 46.8% de cobertura foliar con un promedio de 40.05 ± 38.66 y una mediana de 24.

Figura 6.45. Transecto 1 El complejo de humedales El Carmen- La Machona (18°17'47.29N, 93°50'12.75W) 78.8% de cobertura foliar con un promedio de 47.13 ± 41.46 y una mediana de 30.

Figura 6.46. Transecto 2 El complejo de humedales El Carmen- La Machona (18°18'41.56N, 93°46'35.44W) 77.7% de cobertura foliar con un promedio de 73.72 ± 26.98 y una mediana de 67.

Figura 6.47. Transecto 2 El complejo de humedales El Carmen- La Machona (18°18'43.23N, 93°46'34.81W) 84.8% de cobertura foliar con un promedio de 58.25 ± 36.51 y una mediana de 44.

Figura 6.48. Transecto 2 El complejo de humedales El Carmen- La Machona (18°18'41.86N, 93°46'35.88W) 69.4% de cobertura foliar con un promedio de 44.45 ± 34.56 y una mediana de 32.

Figura 6.49. Transecto 3 El complejo de humedales El Carmen- La Machona (18°18'47.62N, 93°46'16.14W) 67% de cobertura foliar con un promedio de 36.88 ± 31.45 y una mediana de 24.

Figura 6.50. Transecto 3 El complejo de humedales El Carmen- La Machona (18°18'47.26N, 93°46'15.97W) 66.6% de cobertura foliar con un promedio de 41.60 ± 39.71 y una mediana de 25.

Figura 6.51. Transecto 3 El complejo de humedales El Carmen- La Machona (18°18'46.52N, 93°46'17.26W) 79.5% de cobertura foliar con un promedio de 46.11±33.63 y una mediana de 34.

Figura 6.52. Transecto 3 El complejo de humedales El Carmen- La Machona (18°18'46.07N, 93°46'16.66W) 85.2% de cobertura foliar con un promedio de 47.81±45.84 y una mediana de 27.

Figura 6.53. Zonificación y perfiles de playa trabajados en el litoral de Tabasco y Sur de Veracruz.

Figura 6.54. Perfiles de playa en el litoral de Tabasco y Sur de Veracruz.

Figura 6.55. Línea de costa con efectos de la erosión.

Figura 6.56. Acumulación de residuos en el área de estudio.

Figura 6.57. Fotografías representativas de los efectos de la erosión de las playas.

Figura 6.58. Perturbaciones en las zonas A, B, C, D y E, en la parte sur y centro del estado de Tabasco.

Figura 6.59. Perturbaciones observadas en las zonas F, G, H, I, J, en la parte centro del estado de Tabasco.

Figura 6.60. Perturbaciones observadas en las zonas K, L, M, en la parte Norte de los estados de Tabasco y Sur de Veracruz.

Figura 6.61. Participación de las principales especies en la producción, Tabasco, 2013. Elaboración propia con base en CONAPESCA 2013.

Figura 6.62. Participación porcentual de la pesca en Tabasco en la producción nacional. Fuente: CONAPESCA, 2013.

Figura 6.63. Fábrica de hielo abandonada en Chiltepec, municipio de Paraíso, Tabasco. Fotografía febrero 2016.

Figura 6.64. Fábrica de hielo abandonada en Chiltepec, municipio de Paraíso, Tabasco. Fotografía febrero 2016.

CAPITULO 11

ANEXOS

Anexo 1: Inspección Visual Submarina

Anexo 2: Informe del levantamiento batimétrico multihaz

Anexo 3: Plan de campaña etapas 1 y 2

Anexo 4: Bitácoras de muestreo en la campaña oceanográfica Hokchi

Anexo 5: Requerimientos para los envases para el muestreo de agua y sedimentos

Anexo 6: Informe de Tortugas Marinas

Anexo 7: Estudio de línea de base de humedales distribuidos en el tramo Coatzacoalcos – Frontera

Anexo 8: Resultados de análisis de calidad y sedimentos

Anexo 9: Acreditaciones e los laboratorios participantes

Anexo 10: Comprobantes de recepción de muestras del laboratorio

Anexo 11: Análisis de Meiofauna en sedimentos del área Hokchi

Anexo 12: Análisis de ictiofauna demersal en el área Hokchi

Anexo 13: Mapas de temperatura media anual

Anexo 14: Mapas de temperatura media mensual

Anexo 15: Mapas de precipitación anual

Anexo 16: Mapas de precipitación mensual

Anexo 17: Mapas de humedad relativa anual

Anexo 18: Mapa de humedad relativa mensual

Anexo 19: Mapa de evapotranspiración real anual

Anexo 20: Mapas de nubosidad promedio anual

Anexo 21: Mapas de nubosidad promedio mensual

Anexo 22: Mapas de eventos extremos

Anexo 23: Mapas de corrientes marinas anuales

Anexo 24: Mapas de corrientes marinas mensuales

Anexo 25: Climatología de la circulación y las condiciones hidrogeológicas en la zona de Hokchi

Anexo 26: Perfiles de salinidad, temperatura, oxígeno disuelto y fluorescencia

Anexo 27: Grupos taxonómicos zooplantónicos

Anexo 28: Informe de comunidades macrobentónicas

Anexo 29: Listados de aves acuáticas y marinas presentes en el área Hokchi

Anexo 30: Mapas de Áreas Sensibles

Anexo 31: Mapas de Riquezas específicas marina y terrestre

Anexo 32: Mapas de infraestructura regional

Anexo 33: Prospección geofísica SBP