

SEMARNAT



SECRETARÍA DE
MEDIO AMBIENTE Y
RECURSOS NATURALES



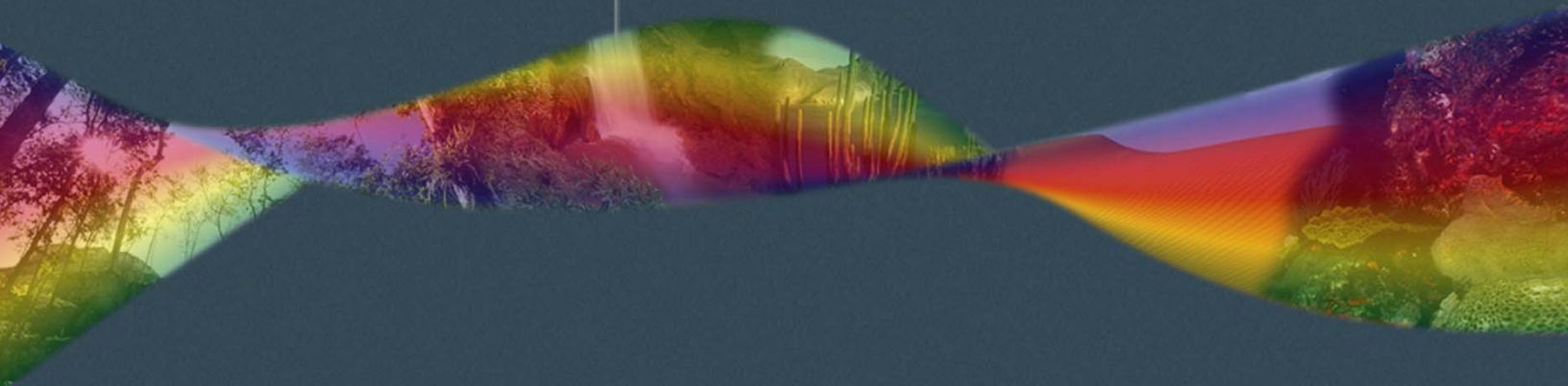
**ESTUDIO PREVIO JUSTIFICATIVO
PARA EL ESTABLECIMIENTO DEL ÁREA
NATURAL PROTEGIDA**

**RESERVA DE LA BIOSFERA
ZONA MARINA PROFUNDA
GOLFO DE CALIFORNIA**



Escanea con tu
smartphone y obtén
la versión digital

Marzo 2012



DIRECTORIO

JUAN RAFAEL ELVIRA QUESADA
*Secretario de Medio Ambiente
y Recursos Naturales*

LUIS FUEYO MAC DONALD
*Comisionado Nacional
de Áreas Naturales Protegidas*

DAVID GUTIÉRREZ CARBONELL
Director General de Operación Regional

BENITO RAFAEL BERMUDEZ ALMADA
*Director Regional Península de Baja California
y Pacífico Norte*

CARLOS CASTILLO SÁNCHEZ
*Director Regional Noroeste
y Alto Golfo de California*

HUMBERTO GABRIEL REYES GÓMEZ
*Director Regional Occidente
y Pacífico Centro*

CÉSAR SÁNCHEZ IBARRA
*Director Encargado de Representatividad
y Creación de Nuevas Áreas Naturales Protegidas*

Cítese:

Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. 2011. Estudio Previo Justificativo para el establecimiento del área natural protegida con la categoría de Reserva de la Biosfera Zona Marina Profunda Golfo de California, localizada frente a las costas de los Estados de Baja California, Baja California Sur, Sonora, Sinaloa, Nayarit y Jalisco, México, 117 páginas + 4 anexos. Marzo 2012.



Este documento fué impreso
en papeles amigables al Medio
Ambiente y tintas vegetales

Papel y fibra reciclada 50-100 %, blancura 86 %

El presente estudio fue elaborado por The Nature Conservancy, la Dirección de Representatividad y Creación de Nuevas Áreas Naturales Protegidas, la Dirección Regional Noroeste y Alto Golfo de California, la Dirección Regional Península de Baja California y Pacífico Norte y la Dirección Regional Occidente y Pacífico Centro, de la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas, de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.

Colaboradores



Comisión Nacional de Áreas Naurales Protegidas

César Sánchez Ibarra - Director de Representatividad y Creación de Nuevas Áreas Naturales Protegidas

Lilián Torija Lazcano - Jefa de Departamento de Estudios Técnicos

María Elena García Muñoz - Estudios previos justificativos

Roberto Daniel Cruz Flores - Sistema de información geográfica y mapas

The Nature Conservancy

Mike Beck - Asesoría marina

Juan Bezaury Creel - Concepto y coordinación

Ignacio March Mifsut - Asesoría Marxan

Steve Schill - Responsable Marxan



Consultores Independientes

Concepción Molina Islas – Integración del documento

Ana Laura García López – Estudio previo justificativo

Juan Francisco Torres - Sistema de información geográfica y mapas

Marco Antonio Jimenez Hernández – Sistema de información geográfica y estudio previo justificativo

Oscar Alberto Pedrín Osuna – Pesquerías

Agradecimientos

Elva Escobar Briones - Instituto de Ciencias del Mar y Limnología - UNAM

Jeff Ardron - Marine Conservation Biology Institute - Estados Unidos

Miguel Ángel Cisneros Mata - Instituto Nacional de la Pesca – México

Malcolm Clark - National Institute of Water and Atmospheric Research - Nueva Zelanda

Ernesto Enkerlin Hoefflich - Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey - México

Luis Fueyo Mac Donald - Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas - México

Kristina Gjerde - IUCN Global Marine Program - Polonia

David Gutiérrez Carbonell - Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas - México

Alison Green - The Nature Conservancy - Estados Unidos

Michele Libby - The Nature Conservancy - Estados Unidos

Alejandra Reta Lira - The Nature Conservancy - México.

Carmen Revenga - The Nature Conservancy - Estados Unidos

Andrew Yool - National Oceanography Centre (NOC) - Reino Unido.

Este proyecto fue realizado con el apoyo financiero aportado por *The David and Lucile Packard Foundation* y *The Nature Conservancy - Early Action Grant Fund*.

CONTENIDO

INTRODUCCIÓN.....	7
I. INFORMACIÓN GENERAL	12
a) Nombre del área propuesta.....	12
b) Entidad Federativa y municipios en donde se localiza el área	12
c) Superficie.....	12
d) Vías de acceso	15
e) Mapa y descripción de límites geográficos	17
f) Nombre de las organizaciones, instituciones, o asociaciones civiles participantes en la elaboración del estudio.....	17
II. EVALUACIÓN AMBIENTAL	23
a) Descripción de los ecosistemas, especies o fenómenos naturales que se pretende proteger .	23
b) Razones que justifiquen el régimen de protección	46
c) Estado de conservación de los ecosistemas, especies o fenómenos naturales	49
d) Relevancia a nivel regional y nacional de los ecosistemas	50
e) Antecedentes de protección del área.....	57
f) Ubicación respecto a las regiones prioritarias para la conservación CONABIO.	58
III. DIAGNÓSTICO	65
a) Características históricas y culturales	65
b) Aspectos socioeconómicos relevantes desde el punto de vista ambiental	65
c) Usos y aprovechamientos actuales y potenciales de los recursos naturales	70
d) Proyectos de investigación que se hayan realizado o se pretendan realizar	74
e) Situación jurídica de la tenencia de la tierra	76
f) Problemática específica que debe tomarse en cuenta	77
IV. PROPUESTA DE MANEJO DEL ÁREA.....	82
a) Tipo o categoría de manejo.....	91
b) Objetivos de la Reserva de la Biosfera	92
c) Zonificación	82
d) Normatividad básica sobre usos y prohibiciones	92
e) Administración	94
f) Operación	94
g) Financiamiento	98
V. BIBLIOGRAFÍA.....	99
VI. GLOSARIO	111

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Representación gráfica del volumen de los océanos de acuerdo a su profundidad	8
Figura 2. Localización de los nueve polígonos incluidos en la RBZMP Golfo de California.....	14
Figura 3. Esquema de la delimitación de los polígonos de la RBZMP	15
Figura 4. Localización de los polígonos 1) Islas Angel de la Guarda, San Lorenzo y	18
San Pedro Mártir Profundo y 2) Talud continental de San Carlos	18
Figura 5. Localización del polígono 3) Cuenca del Carmen	19
Figura 6. Localización de los polígonos 4) Cañon de San Ignacio,	20
5) Cuenca Farallón y 6) Archipiélago Espiritu Santo	20
Figura 7. Localización polígono 7) C. Submarino de Cabo Pulmo y M. Submarino Cabrillo	21
Figura 8. Localización polígonos 8) Islas Marías Profundo y 9) C. Submarino de Banderas	22
Figura 9. Topografía del fondo y batimetría del Golfo de California.....	25
Figura 10. Sedimentología del Golfo de California.	28
Figura 11. Perfiles de Distribución vertical de O ₂ en los cruceros TALUD	34
Figura 12. Secciones verticales de la distribución de O ₂ en los cruceros TALUD	35
Figura 13. Polígonos RBZMPGC y las Regiones Marinas Prioritarias CONABIO	60
Figura 14. Polígonos RBZMPGC con respecto al Análisis de Vacíos y Omisiones	64
Figura 15. Zonas de Pesca de atunes en el Pacífico Mexicano (Dreyfus <i>et al</i> , 2006).	67
Figura 16. Zonas núcleo San Lorenzo Tiburón del polígono 1) Islas Ángel de la Guarda,	86
San Lorenzo y San Pedro Mártir Profundo	86
Figura 17. Zona núcleo del polígono 3) Cuenca del Carmen	87
Figura 18. Zona núcleo del polígono 5) Cuenca Farallón.....	88
Figura 19. Zonas núcleo del polígono 7) C. Submarino de Cabo Pulmo y M. Submarino Cabrillo.....	89
Figura 20. Zona núcleo del polígono 9) Cañón Submarino de Banderas.....	90

TABLAS

Tabla 1. Cobertura de áreas naturales protegidas en aguas marinas mexicanas.....	10
Tabla 2. Superficie y ubicación general de los polígonos incluidos en la RBZMPGC	13
Tabla 3. Características fisiográficas y geológicas de los polígonos de la RBZMPGC	26
Tabla 4. Aspectos oceanográficos de las zonas en donde se ubica la RBZMPGC.....	29
Tabla 5. Grupos taxonómicos y número de especies de zonas profundas	45
Tabla 6. Resultados de significancia entre medias de profundidad de especies y hábitats	46
de plataforma-talud con las especies más profundas.....	46
Tabla 7. Integridad ecológica estimada para los sitios la RBZMPGC.....	50
Tabla 8. Ubicación de los polígonos de la RBZMPGC respecto a las	59
Regiones Marinas Prioritarias de CONABIO.	59
Tabla 9. Polígonos GAP y Regiones Marinas Prioritarias en la RBZMPGC.....	63
Tabla 10. Principales impactos antropogénicos en los ecosistemas de mar profundo.....	78
Tabla 11. <i>Nombre y superficie de las Zonas Núcleo y Zonas de Amortiguamiento</i>	85
Tabla 12. Coordinación intra-institucional en el sector medio ambiente – SEMARNAT	96
Tabla 13. Coordinación inter-institucional con dependencias del sector público federal.....	96
Tabla 14. Direcciones Regionales de la CONANP vinculadas a la operación de la RBZMP	97

ANEXOS

Anexo 1. Método	114
Anexo 2. Fichas técnicas de los nueve polígonos propuestos	151
Anexo 3. Especies en categoría de riesgo de la RBZMP Golfo de California	165
Anexo 4. Listado de especies asociadas a la pesca profunda en México.....	175
Anexo 5. Características de las zonas núcleo de la ZMPGC.....	177

INTRODUCCIÓN

A lo largo de su historia, las áreas naturales protegidas han sido establecidas individualmente y caso por caso, y no como resultado de un proceso sistemático de planificación. En cuanto a las áreas protegidas marinas, la necesidad de contar con un sistema representativo fue reconocida desde 1988 en la 17ª Asamblea General de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN), llevada a cabo en San José, Costa Rica. Esta necesidad fue reiterada en 1994 en el Cuarto Congreso Mundial de Parques efectuado en Caracas, Venezuela. Por su parte, la Cumbre de las Naciones Unidas sobre Desarrollo Sustentable realizada en Johannesburgo en 2002, se pronunció a favor del establecimiento de áreas protegidas marinas conforme a la legislación internacional, incluyendo sistemas representativos al 2012. El Plan de Acción de Durban, desarrollado en 2003 dentro del marco del Quinto Congreso Mundial de Parques, recomendó una meta de entre el 30 y el 20% de la superficie de los océanos del planeta, para ser incluida en sistemas de áreas protegidas marinas para el 2012.

En el 2004, la Convención sobre la Diversidad Biológica retoma aspectos fundamentales de esta visión a través del Programa de Trabajo sobre Áreas Naturales Protegidas, el cual fue adoptado como resultado de la séptima reunión de la Conferencia de las Partes (CBD COP-7), llevada a cabo en Kuala Lumpur, Malasia. Entre las metas que se incluyen en el Programa de Trabajo sobre áreas naturales protegidas están el establecimiento y mantenimiento de sistemas nacionales y regionales completos, eficazmente gestionados y ecológicamente representativos de áreas naturales protegidas en zonas marinas. En 2010, como resultado de la décima reunión de la Conferencia de las Partes (CDB COP-10) llevada a cabo en Nagoya, se adoptó la decisión de lograr que al 2020, cuando menos el 10% de las zonas marinas y costeras sean designadas como áreas naturales protegidas. En México, solamente el 1.6% de su superficie marina se encuentra actualmente bajo algún régimen de protección, por lo que durante esta década se tiene que incrementar substancialmente la cobertura de áreas naturales protegidas marinas.

El Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (UNEP 2006) indica que hasta hace poco tiempo el lecho marino profundo se consideraba como un sitio poco interesante y desprovisto de vida. Ahora se reconoce a esta zona como la cuna de la vida, en la cual se presentan una serie de fenómenos geológicos y biológicos extremos. Se calcula que la gran diversidad de ambientes y hábitats presentes en los fondos marinos soporta al 98% de todas las especies marinas, por lo que más especies habitan los fondos marinos profundos que todos los demás ambientes marinos en conjunto. No obstante que aún no se ha logrado captar la magnitud de la biodiversidad presente en el océano profundo, se estima que existen hasta 10 millones de especies sobre o dentro de los sedimentos del talud continental y las planicies abisales.

De acuerdo a Robinson (2009), el mar profundo es uno de los ecosistemas más extensos en nuestro planeta. (Figura 1) Este vasto dominio contiene lo que pudiese ser el mayor número de especies animales, la mayor biomasa y el mayor número de organismos individuales en el mundo viviente. Los humanos hemos explorado el mar profundo durante casi 150 años y la mayor parte de lo que se conoce se basa en estudios del lecho marino profundo. En contraste, la columna de agua encima del lecho comprende más de 90% del espacio habitable del planeta y sin embargo menos de 1% de este bioma ha sido explorado. La biota pelágica profunda es el grupo fáunico más grande y el menos conocido no obstante su obvia importancia a escala global. Las especies pelágicas representan un reservorio comparable de biodiversidad. Aunque aún falta que se

descubran y describan la mayor parte de estas especies, las amenazas a su existencia son ya numerosas y se están incrementando. La conservación de la biodiversidad profunda es un problema de proporciones globales que nunca ha sido abordado integralmente. Los efectos potenciales de estas amenazas incluyen la reestructuración extensiva de ecosistemas enteros, cambios en la distribución geográfica de muchas especies, la eliminación de taxa y una declinación de la biodiversidad en todas las escalas.

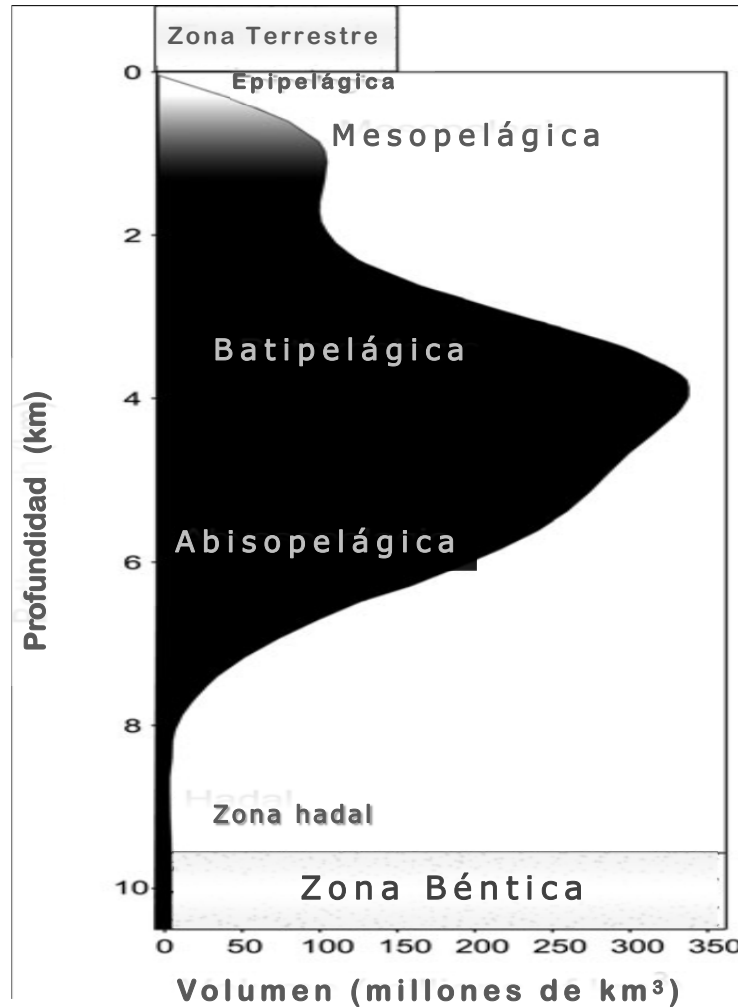


Figura 1. Representación gráfica del volumen de los océanos de acuerdo a su profundidad

La curva indica el volumen relativo de las aguas a profundidades que varían entre 0 y 10.9 km (Fosa de las Marianas). El borde de la plataforma continental se ubica aproximadamente a los 200 metros de profundidad, a partir de la cual se define tradicionalmente la frontera con el mar profundo. La fauna que vive abajo de este límite es considerada como especies de aguas profundas. Los volúmenes indicados para los ambientes terrestres y bénticos (rectángulos punteados), representan el volumen de aire o agua comprendido a partir de la tierra firme o el fondo marino hasta un km de altura (Adaptado de ONU (2008) en Robinson 2009).

Debido a su lejanía y poca accesibilidad, los impactos antropogénicos en los ecosistemas de mar profundo no habían sido atendidos hasta tiempos recientes. La disminución de los recursos biológicos y minerales terrestres y en aguas someras, asociado al desarrollo tecnológico, están promoviendo un interés creciente sobre los servicios que proveen los recursos del mar profundo (Ramírez-Llodra *et al.* 2010). Sin embargo, recientemente se

ha renovado la exploración en aguas profundas, al mismo tiempo que se intenta entender la complejidad y la distribución y la diversidad de la vida en el mar en un estado tan prístino como sea posible.

Aunque con frecuencia desconocidos, los efectos de las actividades humanas en los ecosistemas de mar profundo derivados de la minería, la exploración y explotación de hidrocarburos, las pesquerías y su uso como tiraderos de desechos están teniendo efectos acumulativos. Debido al limitado conocimiento de la biodiversidad de mar profundo y el funcionamiento de sus ecosistemas, aunado a las adaptaciones en la historia de vida de muchas especies de mar profundo (por ejemplo, lento crecimiento y madurez reproductiva tardía) es esencial que la comunidad científica trabaje muy de cerca con la industria, organizaciones conservacionistas y el sector gubernamental para desarrollar opciones para la conservación y manejo sustentable del mar profundo (Ramírez-Llodra *et al.* 2010).

El lecho marino está formado por cientos de millones de km² de márgenes continentales y planicies abisales. Embebidos en estas laderas y cuencas profundas, se presentan otras estructuras geológicas, que incluyen cordilleras oceánicas, cañones, montes marinos, arrecifes de coral de aguas profundas, ventilas hidrotermales, infiltraciones de metano, volcanes de lodo, fallas y trincheras, que soportan comunidades faunísticas y microbianas únicas. Al sumar la tercera dimensión (profundidad), el ambiente pelágico del mar profundo es aún mayor, con animales y microorganismos creciendo, alimentándose y reproduciéndose en un gran volumen de la columna de agua. La cobertura exacta de cada hábitat diferente de mar profundo, es desconocida y la mayor parte permanece aún inexplorada. Sin embargo, con una batimetría muy precisa y con herramientas de percepción remota han sido identificadas las estructuras oceánicas (Ramírez-Llodra *et al.* 2010).

En México, el mar profundo abarca el 85% de la Zona Económica Exclusiva (ZEE) (Escobar-Briones y Soto, 1993). Incluye una gran diversidad de hábitats, entre taludes continentales, trincheras, cordilleras oceánicas, zonas de subducción y expansión, montes submarinos, ventilas hidrotermales, infiltraciones de metano y cañones submarinos (Lara - Lara *et al.* 2008).

El Golfo de California, motivo del presente estudio previo justificativo, se caracteriza por ser un mar marginal largo y estrecho- aproximadamente 1000 km de longitud y 150 km de ancho (Wilkinson *et al.* 2009). La zona oceánica presenta una gran complejidad de fondo, constituido por cuencas marinas profundas (con profundidades mayores a los 3000 m en la entrada del Golfo), montes submarinos, pendientes pronunciadas, plataforma continental angosta y ancha, numerosas islas y fosas hidrotermales (Morgan *et al.* 2005; Wilkinson *et al.* 2009). Estos sitios funcionan como oasis marinos de los cuales depende un gran número de especies oceánicas, además de mantener una interacción funcional importante con corredores migratorios y con la columna de agua (UNEP 2006).

Derivado de lo anterior, en el análisis de vacíos y omisiones en conservación de la biodiversidad marina de México, elaborado por la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO *et al.* 2007), la ecorregión del Golfo de California presenta a nivel nacional la mayor superficie tanto de sitios prioritarios costeros y de margen continental (SCMC) como de sitios prioritarios de mar profundo (SMP). Los SCMC incluyen aquellos sitios ubicados en los cuerpos de agua costeros, plataforma y talud continental. Los SMP son aquellos ubicados en cuencas oceánicas o

sus bordes, con características especiales en las comunidades bentónicas profundas. En el Golfo de California se localizaron 21 sitios costeros y de margen continental, de los cuales 7 fueron clasificados de extrema importancia, 8 muy importantes y 6 importantes; de los sitios de mar profundo se localizaron 9, de los cuales 2 fueron clasificados de extrema importancia, 3 muy importantes y 4 importantes. La profundidad en la que se localizan va de los 200 a los 3,500 m.

El establecimiento y desarrollo de una estrategia para decretar áreas naturales de protección de zonas marinas profundas, es una de las opciones para la conservación de los ecosistemas profundos de México. Sin embargo, incluso a escala mundial los ecosistemas oceánicos pelágicos y de mar profundo han sido poco considerados en los sistemas de áreas naturales protegidas.

En México, los ecosistemas marinos se encuentran subrepresentados en los sistemas de áreas naturales protegidas, ya que solamente el 1.57 % de las aguas marinas mexicanas, incluyendo las aguas del Golfo de California -legalmente clasificadas como aguas interiores- se encuentran bajo este régimen de protección (Bezaury *et al.* 2010). (Tabla 1)

Tabla 1. Cobertura de áreas naturales protegidas en aguas marinas mexicanas

Aguas Marinas Mexicanas	Superficie de las aguas marinas mexicanas (hectáreas)	Superficie ANP Federales	%	Superficie ANP Estatales	%	Superficie Total ANP (hectáreas)	%
Mar Territorial (Bezaury y Torres 2010a)	23,300,377	3,400,106	14.59	106,668	0.5	3,506,774	15.05
Aguas Interiores del Golfo de California (Bezaury y Torres 2010a)	4,853,742	972,785	20.04	-	0.0	972,785	20.04
Zona Económica Exclusiva (Bezaury <i>et al.</i> 2010a)	285,337,841	450,505	0.16	591	0.0	451,096	0.16
Total	313,491,593	4,823,397	1.54	107,259	0.0	4,930,655	1.57
Sobre la Plataforma Continental (-200 m) (Bezaury y Torres 2010b)	40,283,459	2,779,509	6.90	107,259	0.3	2,886,768	7.17
Afuera de la Plataforma Continental (+200 m) (Bezaury y Torres 2010b)	273,207,766	2,043,888	0.75	-	0.0	2,043,888	0.75
Total	313,491,593	4,823,397	1.54	107,259	0.0	4,930,655	1.57
Aguas Interiores de la Bahía de Chetumal (Bezaury <i>et al.</i> 2010b)	136,889	-	0.00	130,680	95.5	130,680	95.46

La superficie de las aguas marinas mexicanas, utiliza la línea de costa incluida en el MGM 4.1 (INEGI 2009, modificada por Bezaury y Torres 2010c), mientras que la superficie de las áreas naturales protegidas (Bezaury *et al.* 2007 y 2009) utiliza la línea de costa del MGM 1.0 (INEGI 2005). Los totales de la superficie de las aguas marinas mexicanas utilizan el promedio de la superficie SIG.

El presente estudio previo justificativo (EPJ) tiene como finalidad proporcionar los elementos para proponer que las zonas marinas profundas localizadas en la región del Golfo de California sean establecidas como área natural protegida (ANP) de carácter federal con la categoría de Reserva de la Biosfera. La propuesta suma una superficie total de 8,138,409.61 hectáreas distribuidas en nueve polígonos tridimensionales, cuyos objetivos incluyen la preservación de ambientes naturales representativos de las zonas marinas profundas, para asegurar el equilibrio y la continuidad de los procesos evolutivos y ecológicos; salvaguardar la diversidad genética de una gran cantidad de especies silvestres únicas tanto por sus características como por su gran susceptibilidad; proporcionar un campo propicio para la investigación científica, en sitios de una gran complejidad funcional lo que implica un reto de conservación de gran magnitud.

Los polígonos fueron establecidos utilizando el programa Marxan, un software diseñado para resolver complejos problemas de planificación de la conservación de paisajes terrestres y marinos (Watts *et al.* 2009). La delimitación se realizó considerando ocho diferentes objetos de conservación que representan por si mismos o como elementos sustitutos, la biodiversidad a conservar en el área. Se utilizaron cuatro diferentes capas de información como elementos que pueden representar amenazas, costos administrativos u obstáculos para el establecimiento del área natural protegida.

I. INFORMACIÓN GENERAL

a) Nombre del área propuesta

Reserva de la Biosfera Zona Marina Profunda Golfo de California (RBZMPGC)

b) Entidad Federativa y municipios en donde se localiza el área

La propuesta abarca una superficie total de 8,138,409.61 hectáreas (ha) y está conformada por nueve polígonos localizados al noroeste de México, frente a las costas de los estados de Baja California, Baja California Sur, Sonora, Sinaloa, Nayarit y Jalisco. La Tabla 2 y la Figura 2 muestran la localización de cada uno de los nueve polígonos con respecto a los estados y municipios.

a) Superficie

La Zona Marina Profunda Golfo de California (RBZMPGC), cuenta con una superficie total de 8'138,409.61 hectáreas distribuidas en nueve polígonos de dimensión variable, el polígono denominado Cañon de San Ignacio presenta la menor superficie con 36,769.93 ha, y el polígono Islas Marías Profundo la mayor superficie con 1'819,936.87 ha. (Tabla 2)

Los límites de cada polígono fueron establecidos utilizando el programa Marxan, un software de planificación de la conservación de paisajes terrestres y marinos. Para elaborar la propuesta fueron definidos ocho diferentes objetos de conservación, montes submarinos, domos salinos, dorsales oceánicas, cañones submarinos, tipo de sustrato, flujo de nutrientes a 500 metros de profundidad, índice de rugosidad batimétrica e índice de posición batimétrica, que representan por si mismos o como elementos sustitutos, la biodiversidad a conservar en la RBZMPGC. (Anexo 1)

Asimismo, se utilizaron cuatro diferentes capas de información que incluyeron intensidad de uso de las rutas de navegación, presencia de instalaciones petroleras, posible existencia de nódulos, tapetes y depósitos de sulfuros polimetálicos y producción primaria -contenido de clorofila- como subrogado de intensidad de las pesquerías, además de elementos que pueden representar amenazas, costos administrativos u obstáculos para el establecimiento del área natural protegida propuesta.

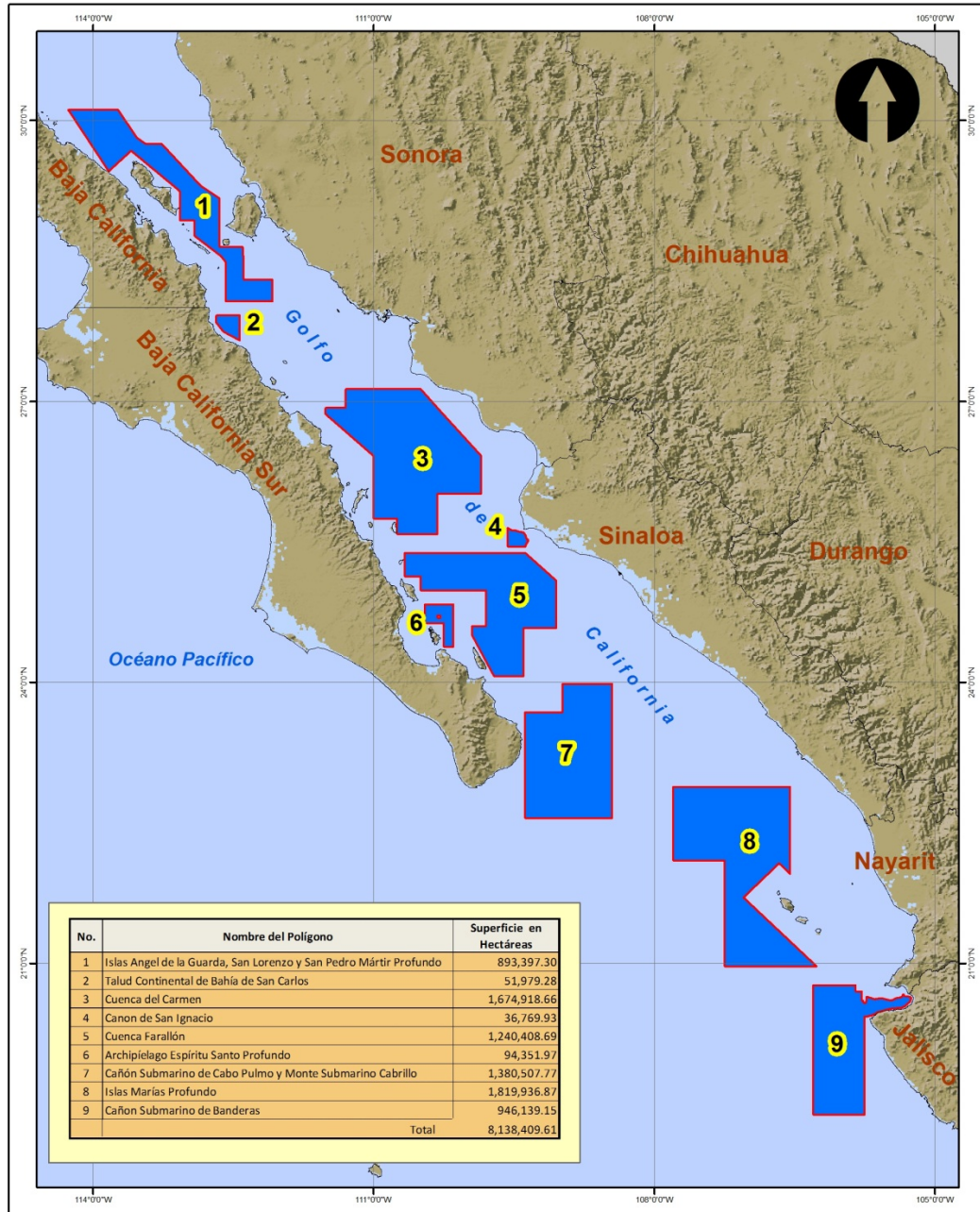
Los polígonos de la propuesta RBZMPGC se ubican exclusivamente en la zona marina profunda, por debajo de los 400 metros de profundidad hasta el fondo marino y comprenden tanto los fondos marinos, como la columna de agua delimitada por las dos dimensiones horizontales definidas en el polígono. En el caso de aquellos polígonos dentro de los cuales se ubiquen porciones del talud continental o insular con una profundidad menor a los 400 m, se entenderá que solamente quedarán incluidos dentro de la Reserva de la Biosfera tanto las paredes del talud como el volumen de agua comprendido al interior de una línea ubicada sobre la proyección horizontal a 100 m de distancia a partir del talud. (Figura 3)

Tabla 2. Superficie y ubicación general de los polígonos incluidos en la RBZMPGC

No.	Nombre del polígono*	Polígono GAP**	Superficie (ha)	Ubicación
1	Islas Ángel de la Guarda, San Lorenzo y San Pedro Mártir Profundo	Grandes Islas del Golfo de California	893,397.30	Frente a las costas del municipio de: Ensenada, Baja California y frente a las costas de los municipios de: Caborca, Pitiquito y Hermosillo Sonora.
2	Talud Continental de Bahía de San Carlos	Plataforma y Talud Continental de Bahía de San Carlos	51,979.28	Frente a las costas del municipio de: Mulegé, Baja California Sur.
3	Cuenca del Carmen	Cuenca del Carmen – Talud Sta Catalina – Bahía de Loreto	1'674,918.66	Frente a las costas de los municipios de: Mulegé y Loreto, Baja California Sur y de los municipios de: San Ignacio Río Muerto, Bácum, Cajeme, Benito Juárez, Etchojoa y Huatabampo, Sonora.
4	Cañón de San Ignacio	Corredor Pesquero Estero Tobarí – Bahía Santa María	36,769.93	Frente a las costas del municipio de Ahome, Sinaloa
5	Cuenca Farallón	Cuenca Farallón – Isla y Fractura de Cerralvo	1'240,408.69	Frente a las costas de los municipios de: Comondú y La Paz, Baja California Sur y de los municipios de: Ahome, Guasave y Angostura, Sinaloa.
6	Archipiélago Espíritu Santo Profundo	Isla Espíritu Santo y Talud Continental	94,351.97	Frente a las costas del municipio de La Paz, Baja California Sur.
7	Cañón Submarino de Cabo Pulmo y Monte Submarino Cabrillo	Cabo Pulmo y Cañón Submarino	1'380,507.77	Frente a las costas del municipio de Los Cabos, Baja California Sur.
8	Islas Mariás Profundo	Islas Mariás y Talud Continental	1'819,936.87	Frente a las costas de los municipios de Mazatlán, Rosario y Escuinapa, Sinaloa y de los municipios de: Tecuala, Santiago Ixcuintla, San Blas y Compostela, Nayarit.
9	Cañón Submarino de Banderas	Chacalá - Bahía de Banderas	946,139.15	Frente a las costas de los municipios de: Bahía de Banderas, Puerto Vallarta, Cabo Corrientes y Tomatlán, Jalisco
Total General			8,138,409.61	

* Nombre asignado para efectos de la propuesta del ANP Reserva de la Biosfera Zona Marina Profunda Golfo de California.

** Nombre de acuerdo a los sitios de mar profundo (SMP) del Análisis de vacíos y omisiones en conservación de la biodiversidad marina de México: océanos, costas e islas. CONABIO-CONANP-TNC-PRONATURA (2007).



**Reserva de la Biosfera
Zona Marina Profunda Golfo de California**

SAVING THE LAST GREAT PLACES ON EARTH

COMISION NACIONAL DE AREAS NATURALES PROTEGIDAS

Simbología

Polígono Zona Marina Profunda GC

Fuentes de Información Cartográfica

Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas

Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI)

The Nature Conservancy (TNC)

Supervisó: César Sánchez Ibarra
Elaboró: R. Daniel Cruz Flores

Localización

Figura 2. Localización de los nueve polígonos incluidos en la RBZMP Golfo de California

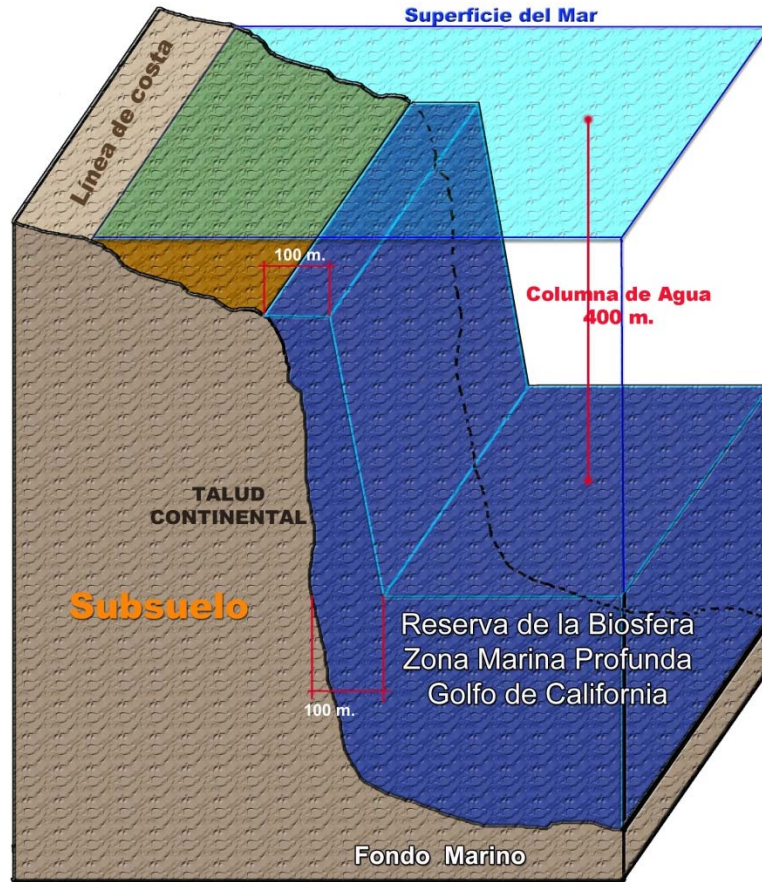


Figura 3. Esquema de la delimitación de los polígonos de la RBZMP

Los polígonos de la Reserva de la Biosfera Zona Marina Profunda Golfo de California (RBZMPGC) se ubican exclusivamente por debajo de los 400 m de profundidad hasta el fondo marino y comprenden tanto los fondos marinos, como la columna de agua delimitada por las dos dimensiones horizontales definidas en el polígono. En el caso de aquellos polígonos en los cuales se ubican porciones del talud continental o del territorio insular con una profundidad menor a los 400 m, se entenderá que solamente quedarán incluidos tanto las paredes del talud como el volumen de agua comprendido al interior de una línea ubicada sobre la proyección horizontal a 100 m de distancia a partir del talud.

b) Vías de acceso

Las superficies marinas ubicadas sobre los polígonos propuestos sólo son accesibles por barco a partir de los principales puertos del Golfo de California y la costa pacífico de la Península de Baja California, una vez en el sitio es necesario utilizar sumergibles o vehículos operados remotamente (ROVs) para llegar a cada polígono. Aunque por la profundidad en que se ubican, actualmente no hay forma de ser visitados.

❖ Baja California Sur (BCS)

Puerto Santa Rosalía: Se encuentra en la costa este de BCS a 551 km al norte de La Paz y a 110 km al norte de Loreto. Este puerto se localiza aproximadamente a 224 km al sur del polígono Islas Ángel de la Guarda, San Lorenzo y San Pedro Mártir Profundo.

Puerto Escondido: Situado a 25 km al sur de Loreto y a 328 km al norte de La Paz, en el Golfo de California.

Puerto de Loreto: La población de Loreto se ubica a 135 km al sur de Mulegé y a 350 km al norte de La Paz. Este puerto se encuentra aproximadamente a 170 km del polígono Talud continental Bahía de San Carlos; a 108 km del polígono Cuenca del Carmen y a 222 km del polígono Cañón de San Ignacio.

Puerto La Paz: Este puerto se localiza a una distancia aproximada de 167 km del polígono Cuenca Farallón y a 38 km del polígono Islas Marías Profundo.

Puerto Cabo San Lucas: Este puerto se encuentra aproximadamente a 88 km del polígono Cañón Submarino de Cabo Pulmo y Monte Submarino Cabrillo.

❖ Sonora

Puerto de Guaymas: Este puerto se encuentra aproximadamente a 180 km al este del polígono Talud continental Bahía de San Carlos, a 145 km al norte del polígono de la Cuenca del Carmen y a 205 km del polígono Cañón de San Ignacio.

❖ Sinaloa

Puerto de Topolobampo: Este puerto se localiza en la costa del Océano Pacífico a 320 km de la entrada del Golfo de California. Los dos polígonos más cercanos son Cañón de San Ignacio y cuenca Farallón al suroeste del Puerto.

Puerto de Mazatlán: Se localiza en el centro del litoral del Océano Pacífico, es el punto de confluencia del Mar de Cortés. Este puerto se encuentra aproximadamente a 133 km al noreste del polígono Islas Marías Profundo y a 170 km del polígono Cañón Submarino de Banderas.

❖ Jalisco

Puerto Vallarta: Este puerto se localiza a una distancia aproximada de 240 km del centro del polígono Islas Marías Profundo y a 100 km del centro del polígono Cañón Submarino de Banderas.

❖ Nayarit

Puerto San Blas: Este puerto se localiza a una distancia aproximada de 180 km del centro del polígono Islas Marías Profundo y a 175 km del centro del polígono Cañón Submarino de Banderas.

c) Mapa y descripción de límites geográficos

Los polígonos propuestos para conformar la RBZMP se ubican exclusivamente en la zona marina profunda del Golfo de California, por debajo de los 400 m de profundidad. Sus límites geográficos se localizan entre las coordenadas UTM extremas máxima superior 3541987.504481 m, máxima inferior 2292562.020529 m, máxima este 1736241.944656 m y máxima oeste 681841.358744 m. En las Figuras 4 a 8 se muestra la ubicación de los nueve polígonos propuestos.

d) Nombre de las organizaciones, instituciones, organismos gubernamentales o asociaciones civiles participantes en la elaboración del estudio

- Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP – SEMARNAT)
- Instituto de Ciencias del Mar y Limnología de la Universidad Nacional Autónoma de México (ICMyL- UNAM)
- The Nature Conservancy (TNC) - Programa México (Organización No Gubernamental)

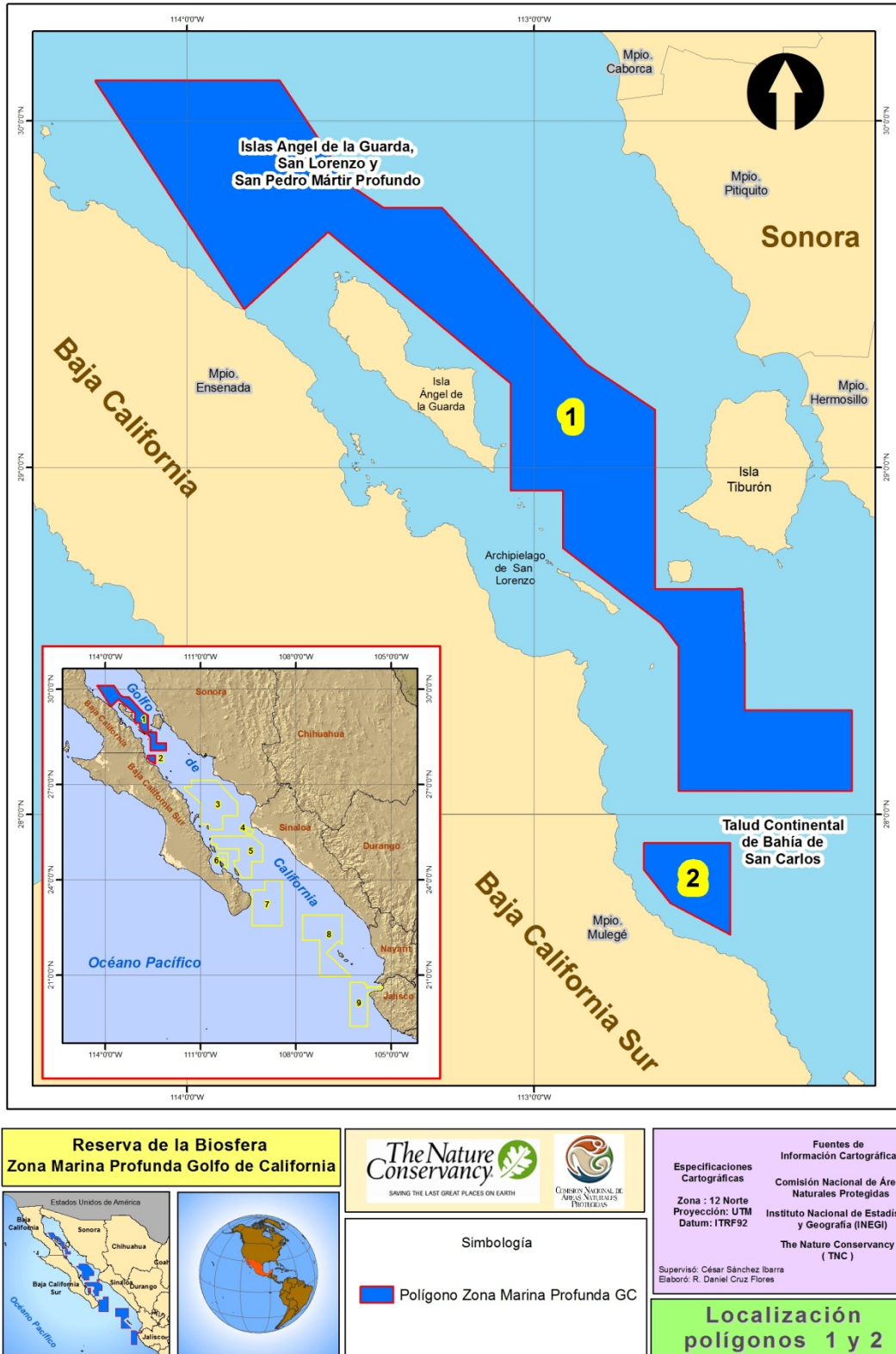


Figura 4. Localización de los polígonos 1) Islas Angel de la Guarda, San Lorenzo y San Pedro Mártir Profundo y 2) Talud Continental de Bahía San Carlos

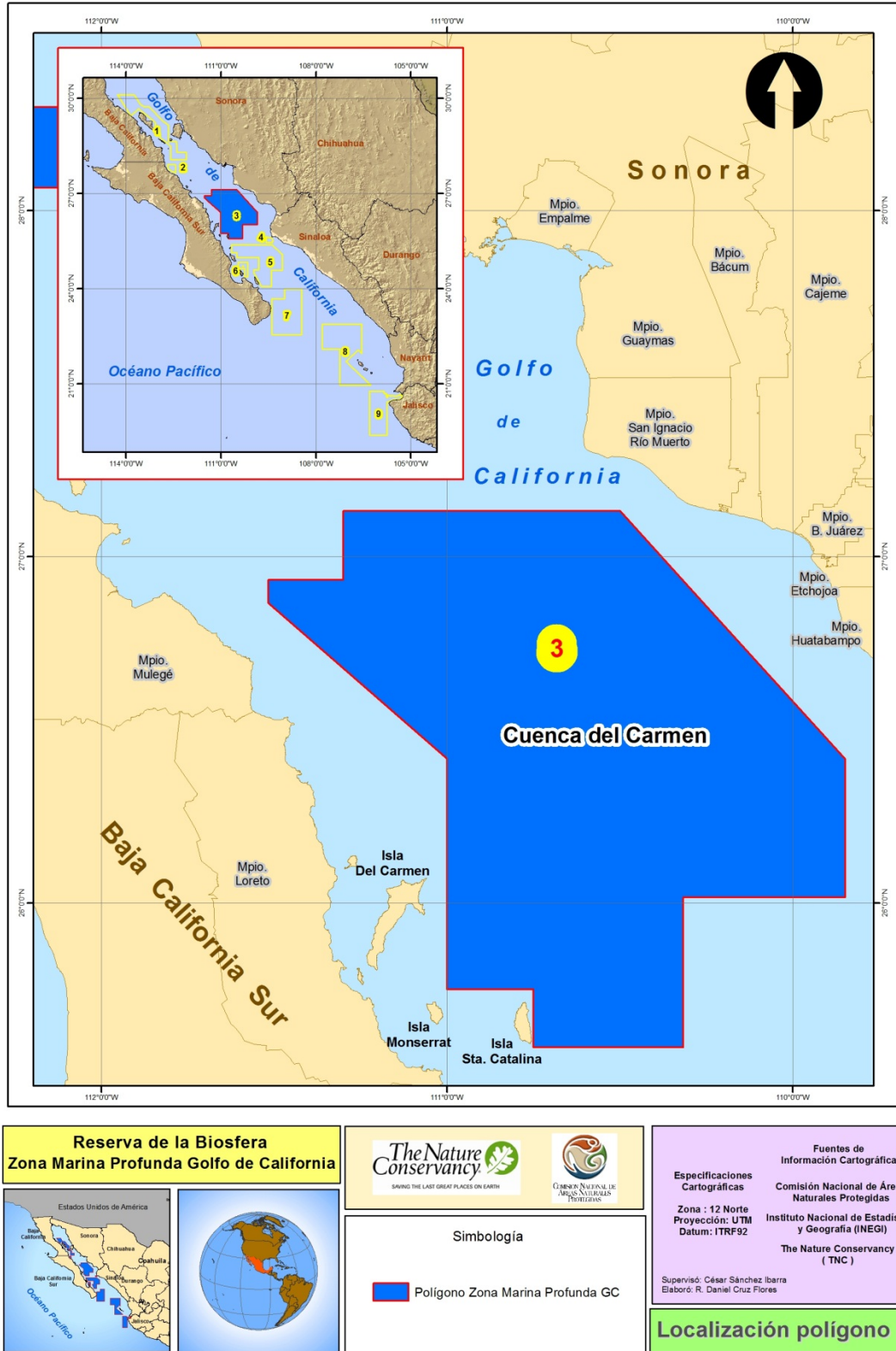
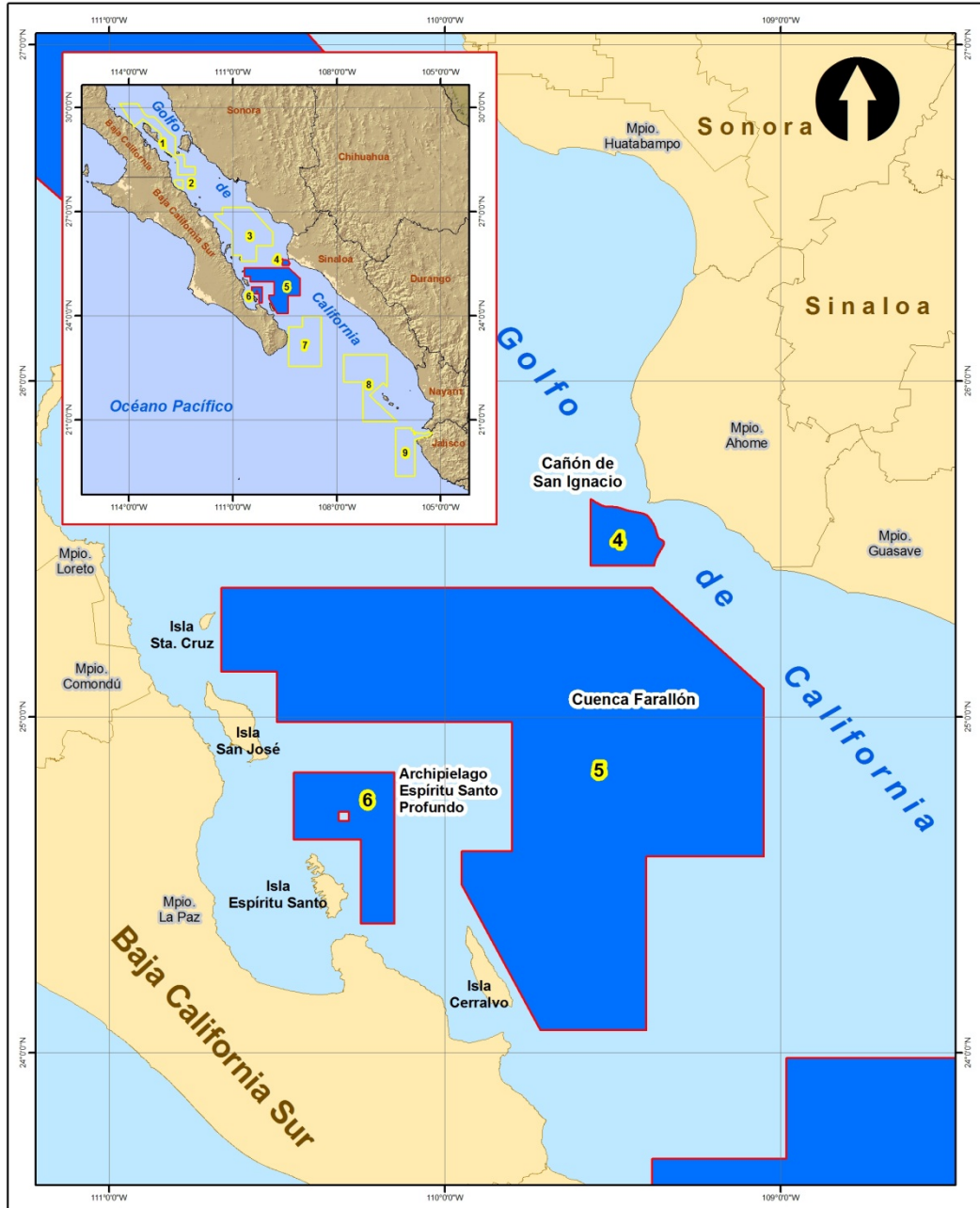


Figura 5. Localización del polígono 3) Cuenca del Carmen

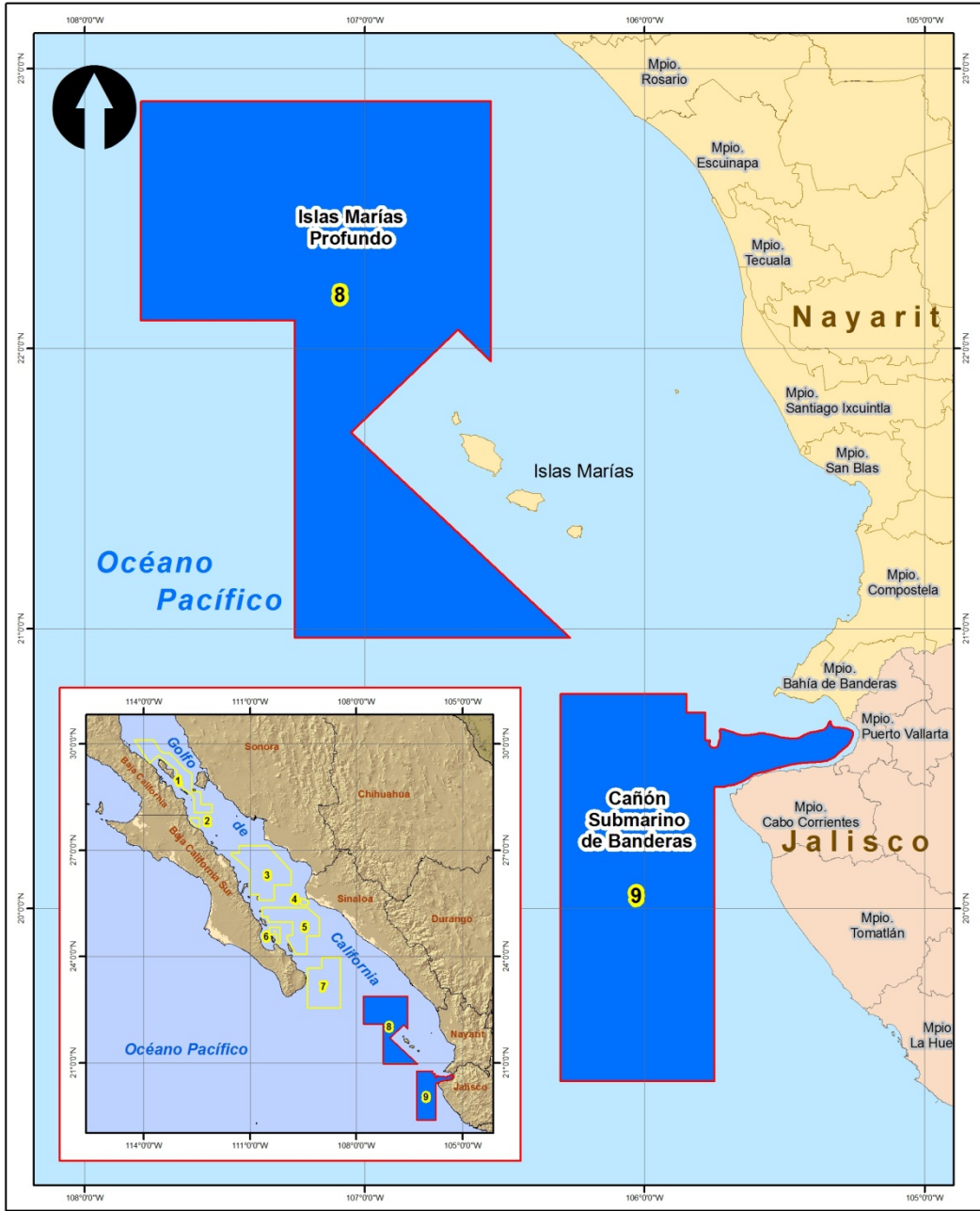


<p>Reserva de la Biosfera Zona Marina Profunda Golfo de California</p>		<p>SAVING THE LAST GREAT PLACES ON EARTH</p>	<p>COMISION NACIONAL DE ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS</p>	<p>Fuentes de Información Cartográfica</p> <p>Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas</p> <p>Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI)</p> <p>The Nature Conservancy (TNC)</p> <p>Supervisó: César Sánchez Ibarra Elaboró: R. Daniel Cruz Flores</p>
		<p>Simbología</p> <p> Polígono Zona Marina Profunda GC</p>		<p>Localización polígonos 4, 5 y 6</p>

Figura 6. Localización de los polígonos 4) Cañón de San Ignacio, 5) Cuenca Farallón y 6) Archipiélago Espíritu Santo Profundo



Figura 7. Localización del polígono 7) Cañón Submarino de Cabo Pulmo y Monte Submarino Cabrillo



<p>Reserva de la Biosfera Zona Marina Profunda Golfo de California</p>	<p>The Nature Conservancy SAVING THE LAST GREAT PLACES ON EARTH COMISION NACIONAL DE ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS</p>	<p>Fuentes de Información Cartográfica Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) The Nature Conservancy (TNC)</p> <p>Especificaciones Cartográficas Zona : 12 Norte Proyección: UTM Datum: ITRF92</p> <p>Supervisó: César Sánchez Ibarra Elaboró: R. Daniel Cruz Flores</p>
		<p>Simbología</p> <p> Polígono Zona Marina Profunda GC</p>
<p>Localización polígonos 8 y 9</p>		

Figura 8. Localización de los polígonos 8) Islas Marias Profundo, y 9) Cañón Submarino de Banderas

II. EVALUACIÓN AMBIENTAL

a) Descripción de los ecosistemas, especies o fenómenos naturales que se pretende proteger

Características físicas

Una gran parte de la extensión total del mar profundo aún permanece sin ser explorada y muestreada, esto ocasiona que actualmente se cuente con poca información para delimitar unidades biogeográficas tanto a nivel de provincia como de región (UNESCO 2009). Sin embargo, en 2009, la UNESCO propuso un sistema de clasificación biogeográfica mundial para los océanos y el lecho marino (Global Oceans and Deep Seabed, GOODS, por sus siglas en inglés). Una clasificación biogeográfica permite dividir un área muy grande en diferentes regiones, con grupos de organismos y características físicas (geofísicas e hidrográficas) suficientemente distintas o únicas a diferentes escalas (UNEP-WCMC 2007).

En el GOODS, el Golfo de California fue incluido en la provincia pelágica del Pacífico Tropical Oriental a partir del análisis de diferentes características ambientales únicas de los mares del mundo (variables de temperatura, profundidad y productividad primaria). La clasificación biogeográfica béntica del mar profundo, se dividió en tres grandes zonas de acuerdo a diferentes rangos de profundidad: la zona batial inferior (800-3500 m), la abisal (3500-6500 m) y la hadal (>6500 m).

De acuerdo a esta división, la zona batial inferior fue subdividida a su vez en provincias, dentro de las cuales, el Golfo de California se ubicó en la denominada provincia Placa de Cocos, la cual comprende las cordilleras y montañas submarinas; mientras que de las profundidades marinas correspondientes a la zona abisal, la península de Baja California se ubicó en la provincia de las Cuencas del Pacífico Oriental. Asimismo, el Golfo de California también se encuentra incluido en la provincia de la Elevación del Pacífico Oriental, la cual comprende desde la Zona de la Fractura Calender, hasta los levantamientos de la Placa de Cocos, de acuerdo a la presencia de ventilas hidrotermales (800-3500 m de profundidad).

A partir del análisis realizado con el Marcan, se determinaron las características físicas generales de cada polígono propuesto para la RBZMPGC considerando ocho diferentes objetos de conservación genéricos: montes submarinos, domos salinos, dorsales oceánicas, cañones submarinos, tipo de sustrato, flujo de nitrógeno a 500 metros de profundidad, Índice de Rugosidad Batimétrica e Índice de Posición Batimétrica, los cuales representan por si mismos o como elementos sustitutos, la biodiversidad a conservar mediante la Reserva de la Biosfera Zona Marina Profunda propuesta. En el Anexo 2 se presentan las fichas técnicas de cada polígono con la descripción de los objetos de conservación contenidos.

Fisiografía

El Golfo de California es una angosta franja marítima de aproximadamente 1100 km de longitud y una anchura que varía entre 108 y 234 km (Gutiérrez *et al.* 2004). Las profundidades máximas registradas oscilan entre 180 m en el Alto Golfo, y casi 4000 m en las fosas abisales del Golfo Central y Sur (Álvarez-Borrego y Lara-Lara 1991). Los rasgos fisiográficos difieren en ambas costas, siendo del lado sudcaliforniano en su mayoría

rocosas, con acantilados y accidentadas en su desarrollo; mientras que las del lado continental, son predominantemente areno-lodosas con frecuentes playas arenosas de varios kilómetros de longitud (Castro Aguirre *et al.* 1995).

El Golfo de California se divide en varias regiones de acuerdo a la topografía del fondo o batimetría (Tomado de Lavín *et al.* 1997). La *zona de la boca* está limitada por las líneas que unen Cabo San Lucas, B.C.S., con Cabo Corrientes, Jalisco; a Cabo San Lucas con El Dorado, Sinaloa, y la línea de costa entre El Dorado y Cabo Corrientes. Esta zona es muy profunda e incluye parte de la Cuenca Pescadero; la Cuenca Mazatlán; el Cañón Submarino de Banderas, con una profundidad máxima reportada de 4947 m y las Islas Marías con una profundidad máxima de 4446 m.

La *parte sur* es la más extensa, y comprende desde la línea Cabo San Lucas- El Dorado hasta los umbrales de las grandes islas. Esta zona incluye una serie de cuencas cuya profundidad disminuye hacia adentro del Golfo, entre ellas; la Cuenca Farallón, con una profundidad máxima de 3569 m; la Cuenca del Carmen, con una profundidad máxima de 2307 m; la Cuenca Pescadero, la Cuenca de Guaymas y la Cuenca San Pedro Mártir, con una profundidad aproximada de 3000 m, 2000 m y 1000 m, respectivamente.

La zona entre las islas constituye un archipiélago con las islas más grandes de México (Tiburón y Ángel de la Guarda) que se caracteriza por umbrales someros y canales angostos. Los canales de Ballenas y Salsipuedes, entre la península de Baja California y la cadena de islas desde San Lorenzo hasta Ángel de la Guarda, son muy profundos - máximo 1048 m- y tienen umbrales en el norte y en el sur; lo que determina condiciones oceanográficas especiales.

La *parte norte* abarca desde las grandes islas hasta la línea que va de San Felipe, B.C. a Puerto Peñasco, Sonora. Esta parte es más somera que la parte sur y su profundidad media es de ~200 m, excepto la fosa Delfín que tiene 800 m de profundidad (Ulloa *et al.* 2006) y el fondo marino es parte de la plataforma continental. Las cuencas principales son: parte de Cuenca Tiburón (400 m), Cuenca Delfín (600 m) y Cuenca Wagner (200 m).

El *alto golfo* comprende el triángulo de ~70 km de lado con vértices en la desembocadura del Río Colorado en San Felipe y Puerto Peñasco. Esta zona es muy somera, con una profundidad media de ~15 m.

Los polígonos del área propuesta están localizados principalmente en la parte sur y la zona de la boca del Golfo donde las profundidades van de los 1000 a los 4500 m. En la Tabla 3 se describen las características fisiográficas y geológicas de cada polígono. (Figura 9)

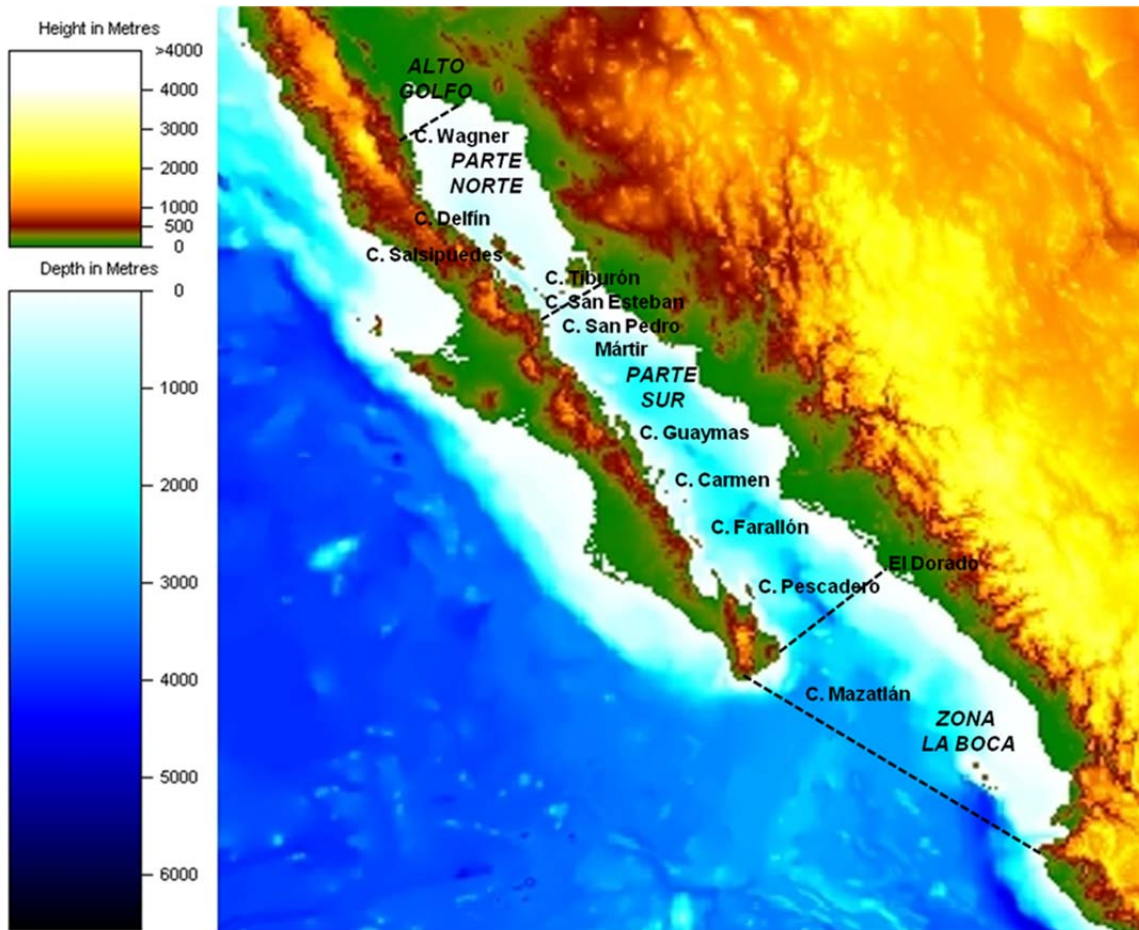


Figura 9. Topografía del fondo y batimetría del Golfo de California
(Mapa: GEBCO 2008 y Regiones: Lavín *et al.* 1997)

Tabla 3. Características fisiográficas y geológicas de los polígonos de la RBZMPGC
(Adaptado de CONABIO *et al.* 2007).

Clave	Nombre del polígono	Características geológicas y fisiográficas
1	Islas Ángel de la Guarda, San Lorenzo y San Pedro Mártir Profundo	Placa tectónica: Norteamérica Tipo de Rocas: Ígneas, sedimentarias Topografía: Talud con pendiente pronunciada Plataforma: estrecha Estructuras emergentes: Archipiélagos, islas Tectónica de placas: zona de rift con rocas sedimentarias. Se trata de una cuenca con un talud con pendiente pronunciada y rocas carbonatadas
2	Talud Continental de Bahía de San Carlos	Placa Tectónica: Norteamericana Tipo de rocas: ígneas Topografía: talud con pendiente pronunciada Plataforma continental: estrecha
3	Cuenca del Carmen	Tectónica de placas: zona de rift entre las placas de Norteamérica y del Pacífico con rocas ígneas y sedimentarias y sedimentos de limos y arcillas
4	Cañón de San Ignacio	Placa Tectónica: Norteamericana Tipo de rocas: sedimentarias Topografía: Planicie y talud con pendiente suave Plataforma continental: amplia
5	Cuenca Farallón	Placa Tectónica: Norteamericana Tipo de rocas: ígneas, sedimentarias Topografía: talud con pendiente pronunciada Plataforma continental: estrecha Tectónica de placas: zona de rift entre las placas de Norteamérica y del Pacífico con rocas ígneas y sedimentarias y sedimentos de limos y arcillas
6	Archipiélago Espíritu Santo Profundo	Placa Tectónica: Norteamericana Tipo de rocas: ígneas, sedimentarias Topografía: talud con pendiente pronunciada Plataforma continental: estrecha
7	Cañón Submarino de Cabo Pulmo y Monte Submarino Cabrillo	Placa Tectónica: Norteamericana Actividad tectónica: Tipo de rocas: calcáreas Sedimento: terrígenos y calcáreos Topografía: talud con pendiente pronunciada Plataforma continental: estrecha
8	Islas Marías Profundo	Placa Tectónica: Norteamericana Tipo de rocas: ígneas (intrusivas y extrusivas), sedimentarias (calizas) Topografía: talud con pendiente abrupta Plataforma continental: estrecha
9	Cañón Submarino de Banderas	Placa tectónica: Norteamérica (zona de subducción) Tipo de Rocas: Ígneas, metamórficas, sedimentarias Sedimentos: Arenas Topografía: Cuenca, valle, talud con pendiente suave y pronunciada, domo, poza (1400m de profundidad) Plataforma: estrecha Estructuras: cordillera submarina

Geología física e histórica

La batimetría y topografía del Golfo de California son el resultado de la dinámica terrestre originada desde hace 12 millones de años, aunque esta dinámica se aceleró en los últimos 5 millones de años, cuando la península de Baja California se separó del macizo continental, creándose así la cuenca oceánica del Golfo de California (Álvarez y Molina 1984).

Existen varias propuestas sobre el origen del Golfo, por ejemplo una de ellas propone el desplazamiento lateral a lo largo de la falla de San Andrés, a partir del Jurásico. Baja California y su piso oceánico, se han movido hacia el noroeste en relación con el resto de Norteamérica, a una velocidad de desplazamiento variable en el tiempo y a lo largo del golfo, siendo de 3 cm/año en la porción sur y de 1.6 cm/año al norte del paralelo 25° (Castro-Aguirre *et al.* 1995).

Otra propuesta se basa en la evolución tectónica de rifts oblicuos, y sugiere que la extensión temprana en la península de Baja California, ocurrió primero a lo largo de la zona de la falla Tosco-Abreojos y posteriormente en el sistema transforme y centros de dispersión del Golfo (Martín Barajas 2000). En la boca del Golfo se encuentra la Cresta Rivera formada por la solidificación del material fundido que emerge desde el interior de la tierra, formando no sólo una cadena montañosa sino también nuevo piso oceánico, lo cual ha originado una separación gradual de la península con respecto al continente con movimiento hacia el noreste, y cuyo deslizamiento se lleva a cabo a través de un sistema de fallas de transformación perpendiculares a la cresta Rivera (Medina 1995). A lo largo del Golfo se encuentran zonas similares a la Cresta Rivera, como en Pescadero, Farallón, Carmen, Guaymas, San Pedro Mártir, Delfín y Wagner (Medina 1995).

Tipos de materiales geológicos

La constante actividad tectónica, las irregularidades topográficas de las áreas terrestres que rodean al Golfo y las condiciones climáticas, originan que la distribución del sedimento sea irregular. El aporte de agua dulce es pobre, en la vertiente occidental no hay ríos que drenen hacia el golfo (Van Andel 1964). El principal aporte de agua dulce provenía del Río Colorado, pero desde la construcción de las presas Hoover y Glen Canyon en 1935 y 1962 respectivamente, su aporte disminuyó casi totalmente (Guerrero Ruiz *et al.* 2006), por lo que el sedimento registrado es de esqueletos calcáreos (Páez-Osuna 1988). Por el contrario, en el margen oriental al norte de Guaymas, las descargas fluviales son más numerosas, y existen ríos como el Fuerte, el Yaqui, el Mayo y el Culiacán, que aportan la mayor parte de los sedimentos depositados en el Golfo de California (Páez-Osuna 1988). Los escurrimientos extraordinarios generados por las tormentas monzónicas y tropicales en la península de Baja California han contribuido en el aporte de sedimento de grano grueso al Golfo de California (Martínez-Gutiérrez y Mayer 2004).

La mayoría de los sitios propuestos en este estudio presentan sedimentos suaves y solo 2 sitios Islas Marías Profundo y el Cañón Submarino de Cabo Pulmo, presentan además de sedimentos suaves, un bajo porcentaje de sedimentos duros. Las características texturales de esta zona son lodo, limo y arena, y mezclas de arena-limo y arena-lodo (Figura 10).

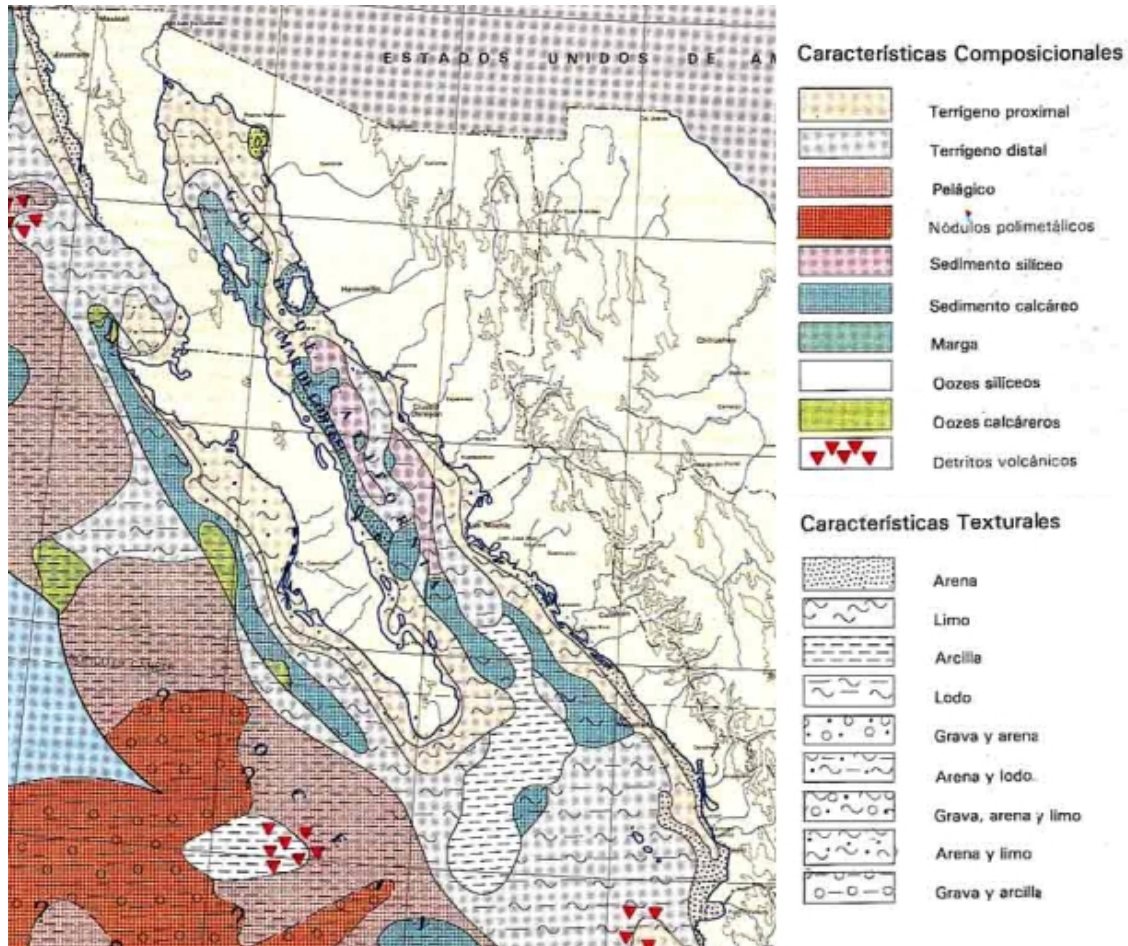


Figura 10. Sedimentología del Golfo de California
(Carranza-Edwards y Aguayo-Camargo 1991).

Oceanografía

Los procesos oceanográficos presentes en el Golfo de California son de alta importancia, ya que promueven la elevada productividad biológica característica de la región. La elevada energía cinética de las corrientes, provoca las grandes concentraciones de fitoplancton, lo que a su vez, genera complejas cadenas alimenticias (Álvarez-Borrego 2002). En la Tabla 4 se muestran los principales aspectos oceanográficos de los polígonos propuestos para la Reserva de la Biosfera Zona Marina Profunda Golfo de California.

Tabla 4. Aspectos oceanográficos de las zonas donde se ubican los polígonos de la RBZMPGC

 (Adaptado de las fichas técnicas para la evaluación de los sitios prioritarios para la conservación de los ambientes costeros y oceánicos de México, CONABIO *et al.* 2007).

Clave	Nombre del polígono	Características oceanográficas
1	Islas Ángel de la Guarda, San Lorenzo y San Pedro Mártir Profundo	<p>Presencia de corrientes: no ecuatorial</p> <p>Masas de agua: superficial Tropical y Subtropical, subsuperficial Subtropical, profunda del Pacífico y Antártica intermedia</p> <p>Surgencias: tipo geostrófica estacional de verano (en primavera se generan a lo largo de la costa oriental, en verano se generan en la costa occidental)</p> <p>Procesos naturales extraordinarios: ocurren tormentas tropicales y ciclones. El "El Niño" influye sólo cuando el fenómeno es muy severo</p>
2	Talud Continental de Bahía de San Carlos	<p>Presencia de corrientes: Corriente de California (diciembre– marzo); Corriente costera de Costa Rica (julio– agosto); Corriente Norecuatorial (agosto–septiembre); Corriente del Golfo (noviembre–diciembre)</p> <p>Masas de agua: Durante primavera: Agua de la corriente de California, Agua Subtropical Subsuperficial, Agua del Golfo de California y Agua Tropical Superficial</p> <p>Corrientes: superficiales hacia el sureste en invierno y hacia el Noroeste en verano</p> <p>Salinidad: 34.9 - 35.9 UPS</p> <p>Profundidad media: 200 a 500m</p> <p>Procesos naturales extraordinarios: Ocurre "El Niño" sólo cuando el fenómeno es muy severo. Circulación fuertemente estacional con flujo entrante en verano y saliente en invierno</p>
3	Cuenca del Carmen	<p>Masas de agua: masas de agua superficial Tropical y Subtropical</p> <p>Profundidad de 500 – 2 500 m</p> <p>Zona sujeta a ocurrencia de El Niño sólo cuando el fenómeno es muy severo</p> <p>Ocurren surgencias tipo geostrófica estacional de verano</p> <p>Procesos naturales extraordinarios: tormentas tropicales, huracanes</p>
4	Cañón de San Ignacio	<p>Masas de agua: masas de agua superficial Tropical y Subtropical</p> <p>Salinidad: 34.6 – 35 UPS</p> <p>Profundidad media: 0 – 500 m</p> <p>Procesos naturales extraordinarios: tormentas tropicales, huracanes y "El Niño" sólo cuando el fenómeno es muy severo.</p> <p>Surgencia estacional invierno-primavera.</p>
5	Cuenca Farallón	<p>Profundidad media de 200 – 3 500 m</p> <p>Zona sujeta a ocurrencia de El Niño sólo cuando el fenómeno es muy severo</p>

Clave	Nombre del polígono	Características oceanográficas
6	Archipiélago Espíritu Santo Profundo	Surgencias: tipo geostrófica estacional de verano (en primavera se generan a lo largo de la costa oriental, en verano se generan en la costa occidental) Procesos naturales extraordinarios: ocurren tormentas tropicales, huracanes. Ocurre "El Niño" sólo cuando el fenómeno es muy severo.
7	Cañón Submarino de Cabo Pulmo y Monte Submarino Cabrillo	Presencia de corrientes: norecuatorial Masas de agua: superficial tropical y subtropical, subsuperficial subtropical, profunda del Pacífico y Antártica intermedia Surgencias: tipo geostrófica estacional de verano (en primavera se generan a lo largo de la costa oriental, en verano se generan en la costa occidental) Procesos naturales extraordinarios: Ocurren tormentas tropicales y ciclones. Ocurre "El Niño" sólo cuando el fenómeno es muy severo.
8	Islas Marías Profundo	Presencia de corrientes: Corriente de California, Norecuatorial, Corriente Mexicana Masas de agua: agua Tropical de Superficie y Subtropical Subsuperficial Salinidad: 32 – 35.3 UPS Profundidad: 0 – 3500 m Procesos naturales extraordinarios: tormentas tropicales, huracanes. "El Niño" solo cuando el fenómeno es muy severo, presencia de turbulencias
9	Cañón Submarino de Banderas	Corrientes: Corriente de California, Corriente costera de Costa Rica Masas de agua: Superficial tropical, superficial subtropical (reflujo del Golfo de California), superficial de la Corriente de California, subsuperficial subtropical Surgencias: estacional Salinidad: 34.80 a 35.20 UPS Profundidad: 0-2500 m Fenómenos naturales extraordinarios: tormentas tropicales, huracanes, y "El Niño". Procesos de circulación importantes.

Circulación y corrientes

La circulación general del Golfo de California está determinada principalmente por las mareas, los vientos, la distribución de densidad, además del intercambio de calor y agua con la atmósfera y con el Océano Pacífico (Lavín *et al.* 1997). Las principales corrientes que se han registrado son *la Corriente de California* (CC), que penetra al Golfo en forma incipiente en diciembre y enero mezclándose con la del propio Golfo y sale con fuerza hasta llegar al Golfo de Tehuantepec en el mes de marzo; en mayo se presenta un flujo procedente del sur del Pacífico, que corresponde a la *Corriente Costera de Costa Rica* (CCCR), alcanzando su máximo en el mes de julio. Cuando los vientos locales cambian de dirección, la *Corriente Norecuatorial* (CNE) entra al Golfo de California de agosto a septiembre, y en octubre se presenta un estado de calma. En noviembre se intensifica la Corriente del Golfo que fluye hacia el Pacífico, y en diciembre se detecta nuevamente la Corriente de California (De la Lanza-Espino 2001).

Además del patrón general de circulación, existen corrientes geostróficas en el Golfo superior (desembocadura del Río Colorado hasta las islas Tiburón y Ángel de la Guarda) y en el Golfo centro o inferior (que parte del límite anterior hasta Cabo San Lucas-El Dorado, Sinaloa y Cabo San Lucas-Cabo Corrientes), siendo este último donde se registran frentes de todas las masas de agua y corrientes del Golfo de California (De la Lanza-Espino 2001).

Masas de agua

Las masas de agua superficiales en el Golfo de California se comportan de un modo variable a lo largo del año, pero en general hasta los 150 metros de profundidad existen principalmente dos masas de agua: el *Agua del Golfo de California* (AGC) y el *Agua Superficial Ecuatorial* (ASE) (Lavín *et al.* 1997).

El AGC ocupa los primeros 150 m y se localiza en la región norte del Golfo, donde es la única masa de agua hasta esa profundidad (Lavín *et al.* 1997). Se distingue por su alta salinidad, mayor a 35 UPS (unidades prácticas de salinidad), se considera como agua ecuatorial que ha sido transformada en la superficie por evaporación; debido a su alta temperatura tiende a ocupar las capas superficiales, donde es modificada constantemente a lo largo del Golfo y de manera estacional. El ASE por su parte, se extiende hacia el interior del Golfo y tiene una variación estacional característica, con una máxima intrusión en verano (cuando puede llegar hasta la Cuenca de Guaymas) y la máxima retracción en invierno (cuando se encuentra sólo en la boca del Golfo) (Lavín *et al.* 1997).

Entre los 150 y los 500 metros (isoterma de los 9°C), se encuentra otra masa denominada *Agua Subsuperficial Subtropical* (ASsSt), la cual varía estacionalmente (Torres Orozco 1993). El límite superior está definido por una salinidad menor a los 35 UPS y una temperatura menor a los 18° C (Lavín *et al.* 1997). Esta masa de agua penetra al Canal de Ballenas, hasta una profundidad de 400 m del umbral de San Lorenzo (Romero-Centeno 1995).

Por su parte, una masa denominada *Agua Intermedia del Pacífico* (AIP) constituye el 33% del volumen del Golfo (Torres Orozco, 1993). Abarca de los 500 m a los 1200 m aproximadamente (delimitada por las isotermas de 4°C y 9°C respectivamente); y su salinidad varía poco, entre 34.5 y 34.6 UPS. Debido a que el límite superior de esta masa está por encima del umbral de San Esteban, el AIP penetra hasta la Cuenca Tiburón pasando por la Cuenca de San Felipe (Lavín *et al.* 1997).

Desde aproximadamente 1200 m de profundidad hasta el fondo y delimitada por la isoterma de 4° C, está el *Agua Profunda del Pacífico* (APP), y representa el 41% del volumen del Golfo de California (Torres Orozco 1993). La salinidad aumenta hacia el fondo de 34.5 a 34.7 UPS (Lavín *et al.* 1997). Esta masa de agua es muy estable debido a que está aislada de la influencia meteorológica que afecta a las capas superficiales (Lavín *et al.* 1997).

Mareas

El régimen de mareas en el Golfo de California es del tipo mixto semidiurno, aunque en la parte central es diurno (Ripa y Velázquez 1993). La marea del Golfo es generada por cooscilación con la marea del Pacífico; es decir, que las variaciones se deben a las fluctuaciones del nivel del mar en la entrada del Golfo, y no tanto a la atracción gravitatoria del Sol y la Luna (Ripa y Velázquez 1993).

Las corrientes de marea son muy intensas y provocan una mezcla profunda de la columna de agua, lo cual promueve que la productividad de la región sea elevada y a su vez genere una alta diversidad y densidad de invertebrados y vertebrados marinos (Álvarez-Borrego 2002). Al sur del Golfo, entre las islas Ángel de la Guarda y Tiburón, los umbrales son muy pronunciados y separan las cuencas profundas del sur de las regiones someras

del norte; y en esta parte, se forman fuertes corrientes de marea en los canales (Hidalgo-González *et al.* 1997). Las mareas más altas del país se encuentran en el Alto Golfo de California, donde alcanzan alturas de más de 10 m en primavera, por la presencia de las islas, que intervienen en el paso de la marea (De la Lanza-Espino 2004).

Surgencias

El Golfo cuenta con tres mecanismos naturales que alimentan la región: la mezcla de marea, la circulación termohalina y las surgencias inducidas por el viento (Álvarez-Borrego 2002).

Las surgencias costeras ocurren en el margen occidental (verano) y en el margen oriental (invierno). En la boca del Golfo, del lado occidental, hay una influencia directa de la Corriente de California en los procesos de surgencias, en la formación de frentes oceánicos y en el incremento de la productividad primaria (Álvarez y Molina 1984). Los eventos de surgencias duran unos cuantos días, y después la columna de agua se estabiliza y las comunidades de fitoplancton disminuyen (Wilkinson *et al.* 2009).

El efecto de las surgencias junto con la preservación de materia orgánica en los sedimentos, y la dilución mínima por clásicos terrígenos, ha provocado la acumulación de nódulos de fosforita en varias localidades (Álvarez y Molina 1984).

Salinidad

El Golfo de California se comporta como una gran cuenca de evaporación con valores de salinidad altos, en comparación con los valores registrados en el Océano Pacífico (Sullivan y Bustamante 1999). Los valores de salinidad registrados en la parte norte a 10 m de profundidad (por efecto de la eliminación de efectos diurnos, de acuerdo a Roden (1964), presentan un intervalo entre 35 y 35.8 UPS; esto es, 1 a 2 UPS más alta que aquellas de la misma latitud. Las salinidades registradas mayores a 36 UPS, son locales, en áreas someras y semicerradas de la costa este, como en las bahías Concepción, Adair y San Jorge. Al sur del Golfo, entre Cabo San Lucas y Cabo Corrientes, se han registrado salinidades entre 34.6 y 35 UPS. Existe un flujo neto de sal de norte a sur de hasta 3 g/cm²/año, lo cual se debe a un exceso de evaporación sobre la precipitación y el escurrimiento (Roden 1964). En el perfil vertical de salinidad, ésta disminuye escasamente en todo el Golfo, manifestando la presencia de las diferentes masas de agua (Lavin *et al.* 1997).

Zona de mínimo oxígeno

La mayor variable estructural en la columna de agua es la profundidad y su covarianza con la temperatura y la penetración del sol (Angel 2003 en Ramírez- Llodra 2010). Esto resulta en una capa de ecosistemas denominados pelágicos de mar abierto. El océano profundo pelágico es generalmente considerado como la profundidad máxima a la que penetra suficiente luz solar para que se realice la fotosíntesis. Esta zona generalmente está alrededor de los 200 m y coincide con la máxima profundidad donde se presenta la variabilidad estacional de la temperatura, la termoclina estacional (Herring 2002 en Ramírez- Llodra 2010). Cercana a esta zona, la capa profunda donde la luz del sol penetra durante el día pero es de insuficiente intensidad para soportar la producción primaria es llamada mesopelágica. Entre 200 y 1000 m de profundidad, esta zona es casi cuatro veces más ancha que la zona epipelágica y coincide con el gradiente vertical de

temperatura, conocida como la termoclina permanente (Ramírez- Llodra 2010). En algunas zonas geográficas, como en el Golfo de California, la degradación microbiana de la materia orgánica proveniente de la superficie, resulta en bajas concentraciones de oxígeno en la zona mesopelágica, llamada zona de mínimo oxígeno.

La zona de mínimo oxígeno ocurre naturalmente en los océanos debajo de áreas con intensas surgencias y alta productividad en la superficie, particularmente donde la circulación es lenta y la fuente de agua es relativamente vieja. En estas áreas de intensas surgencias, la productividad del fitoplancton es alta y la disponibilidad de carbón excede la capacidad de los metazoarios para consumirlo. El exceso de carbón se deposita en la pincoclina o el sedimento, donde es descompuesto por la actividad microbiana heterotrófica. El incremento en la respiración microbiana forma zonas donde el oxígeno decae severamente y varían en amplitud de 200 a 1000 m (Ramírez- Llodra 2010).

Los cruceros oceanográficos TALUD de Junio de 2001 a Febrero de 2007 han permitido conocer que tanto en el Golfo de California como a lo largo de la costa del Pacífico en el suroeste de México (Jalisco hasta Chiapas), la franja costera con potencial pesquero es extremadamente reducida debido a la influencia de la Zona de Mínimo Oxígeno (ZMO). Esta zona representa una barrera fisiológica para la migración vertical de los organismos marinos en la columna de agua y es una de las principales causas de la baja producción pesquera marina de los estados del occidente de México, principalmente los situados al sur de Cabo Corrientes. En algunos lugares, la ZMO se detecta desde los 50 metros de profundidad (Hendrickx *et al.* 2010).

LA ZMO es extensa en gran superficie del Pacífico Mexicano, en el sur de Golfo de California y a lo largo de la costa suroeste de México. La capa está formada por la zona de agua intermedia del Pacífico y del Pacífico ecuatorial, dicha Zona de Mínimo Oxígeno se detecta desde las capas superiores del océano como parte del decaimiento del oxígeno disuelto, indicado por las isolíneas sucesivas de 0.5 ml/l y de 0.2 ml/l en los perfiles de distribución vertical de esta variable (Figuras 11, a, b, c y 12 a, b, c), formando un núcleo con valores mínimos muy cercanos o iguales a cero (curso recto del perfil vertical de O₂ sobre el eje de 0 ml/l) (Figura 12 a, b, c), hasta que se vuelve a detectar a mayor profundidad, donde la inversión del oxígeno disuelto, con los valores de 0.2 ml/l, de 0.5 ml/ y mayores, indican que el oxígeno aumenta nuevamente sus concentraciones en dirección de mayores profundidades. La zona de azul intenso corresponde a la capa de mínimo oxígeno en secciones profundas del Pacífico, del Golfo de California centro norte, Golfo de California sureste y Pacífico sureste (Hendrickx *et al.* 2010).

La ZMO es común desde la parte media superior del Golfo de California, siguiendo las secciones longitudinales (Figuras 11 a, b y c, y 12 a, b, y c) que muestran una capa mínima de oxígeno entre valores de 0.5 ml/l situados entre 250 m y 1,386 m (Figura 11a), mientras que los valores de <0.2 en los niveles de 366 y 1,055 m quedan anidados dentro de los valores de 0.5 ml/l.

En el sur de Golfo de California y a lo largo de la costa suroeste de México la ZMO es extremadamente amplia. En la parte sur del Golfo los valores de ZMO 0.5 ml/l y 0.2ml/l se encuentran entre 74 y 1,269 m y entre 89 y 1,021 m. En el Pacífico suroccidental, se encuentran entre 53 y 1,230 m y entre 66 y 1054 m respectivamente, lo cual indica que conforme se avanza de norte a sur, la ZMO tiende a ser más somera.

La ZMO limita la anchura y la profundidad de la franja costera donde habitan los organismos no adaptados a las condiciones hipóxicas del océano en el Pacífico Oriental Mexicano, entre ellos los recursos pesqueros. Se trata de una zona desértica, donde prácticamente la posibilidades de encontrar vida aeróbica, son casi nulas. La ZMO entre 150 y 700 m es una barrera entre especies profundas y especies someras.

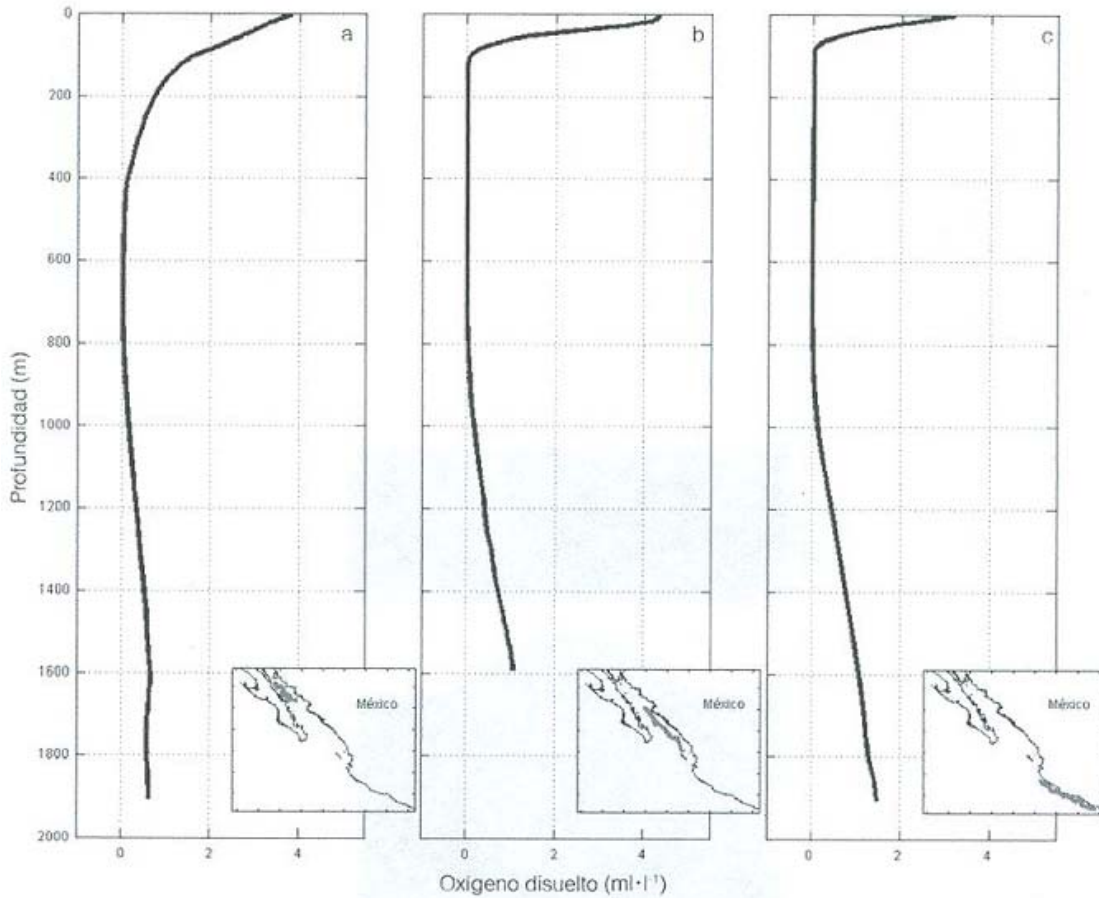


Figura 11. Perfiles de Distribución vertical de O₂ en los cruceros
TALUD a) Parte Media Superior del Golfo de California, b) Golfo de California Suroeste y c) Pacífico Suroccidental Mexicano (Tomado de Hendickx *et al.* 2010).

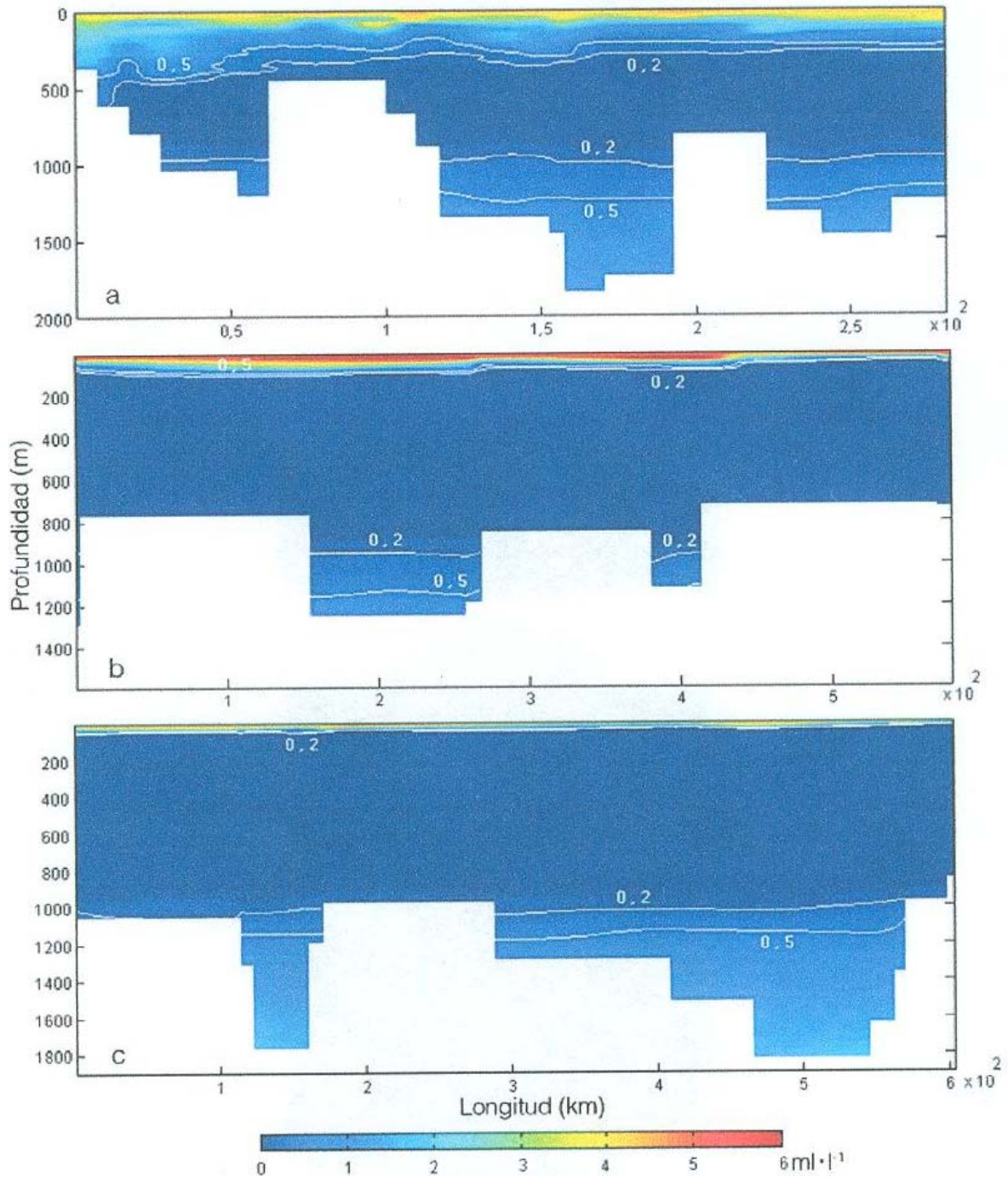


Figura 12. Secciones verticales de la distribución de O_2 en los cruceros TALUD a) Parte Media Superior del Golfo de California, b) Golfo de California Suroeste y c) Pacífico Suroccidental Mexicano. (Tomado de Hendrickx *et al.* 2010)

Factores climáticos

El clima de la región del Golfo de California es más costero que oceánico, debido al efecto moderador que ejerce una cadena montañosa con una extensión de 1000 a 3000 m de altura a lo largo de la península de Baja California; hecho que contribuye a los amplios gradientes de temperatura diurnos y anuales, que se han registrado en esta ecorregión (Wilkinson *et al.* 2009).

a. Variabilidad estacional

La variabilidad estacional en el Golfo, se debe a la estacionalidad de los principales agentes de forzamiento: el Océano Pacífico a la entrada del Golfo, el régimen de vientos del monzón y el intercambio de calor mar-aire (Gutiérrez *et al.* 2004).

b. Vientos

Los vientos en el Golfo de California tienen un marcado ciclo estacional, y el viento es canalizado a lo largo del eje longitudinal del Golfo por las cadenas montañosas en ambas costas. El sistema de vientos acarrea aire con características (humedad, temperatura) muy diferentes en verano y en invierno, por el origen distinto de las masas de aire. En el verano, el viento proviene de la zona marítima tropical, por lo que es húmedo y tibio; y en el invierno proviene de la masa continental de Norteamérica, siendo frío y más seco que en verano (Lavín *et al.* 1997). El patrón de vientos provoca las surgencias de aguas ricas en nutrientes en ambas costas, siendo más intensos en la parte continental durante invierno a primavera (Valdez-Holguín *et al.* 1999). La alta productividad primaria del Golfo de California se incrementa de la boca a la región central, decrece en las islas, y decrece ligeramente en la región norte (Álvarez-Borrego 1983; Lara-Lara *et al.* 2003).

c. Temperatura

Las temperaturas superficiales en la región norte del Golfo varían desde un promedio de 10° C en invierno, hasta 32° C en verano. En la región sur varían desde 20° C en invierno hasta más de 25°C en verano (Valdez-Holguín *et al.* 1999). Las temperaturas de la región de las islas Ángel de la Guarda y Tiburón son menores que en el resto del Golfo, debido a los procesos de mezcla producidos por el viento y la marea (Robinson 1973). Este patrón de temperaturas provoca que haya una elevada concentración de nutrientes.

El Golfo de California presenta además una termoclina temporal, la cual se registra en la parte norte a menos de 50 m durante el verano y cerca de los 100 m en el invierno (Lavín *et al.* 1997). En verano la termoclina en el Canal de Ballenas y Cuenca Tiburón está bien desarrollada; y durante el invierno, al norte de la isla Ángel de la Guarda, la columna de agua es isotermal, debido a la mezcla que se produce en esta época (De la Lanza-Espino 2001).

d. Flujo de calor

El flujo de calor en la superficie del Golfo de California es muy importante y presenta un marcado ciclo estacional (Lavín *et al.* 1997). El flujo neto presenta dos rasgos importantes: el promedio anual es positivo, y en la parte norte hay pérdida de calor por evaporación durante los meses de noviembre y diciembre, lo cual promueve la circulación

termohalina, el proceso de convección vertical y la profundización de la capa mezclada (Lavín *et al.* 1997).

e. Precipitación anual

La precipitación anual del extremo norte no excede los 100 mm, prevaleciendo condiciones climáticas típicas de las zonas áridas del macizo continental (Torres-Orozco 1993). En la parte sur, se ha registrado una precipitación anual hasta 10 veces mayor que en el norte y el clima es más húmedo (Morgan *et al.* 2005). Hacia la parte este del golfo, la precipitación es mayor que hacia la parte oeste, y desde fines de junio hasta septiembre, pueden observarse lluvias de tipo monzónicas (Wilkinson *et al.* 2009).

El desierto Sonorense, que comprende la Península de Baja California, Sonora y Arizona en el suroeste de América del norte, está caracterizado por un gran calentamiento, alta temperatura y baja presión atmosférica superficial, este patrón físico favorece la convergencia de masas de aire húmedo y caliente originadas en el océano Atlántico y en el Golfo de México con las masas de aire provenientes del Pacífico tropical oriental y el Golfo de California, siendo limitado al noroeste por aire relativamente frío y seco originado en el océano Pacífico del norte. A este fenómeno atmosférico se le ha llamado monzón y se relaciona con el inicio de las lluvias de verano, con el flujo de humedad del sur sobre el Golfo de California y con la formación de un centro de baja presión centrado en Sonora y Arizona, el cual está a su vez asociado a una convergencia y circulación ciclónica sobre la Sierra Madre Occidental y la vertiente del Pacífico mexicano.

Las precipitaciones en el noroeste de México son las más variables del país, las lluvias de verano representan del 60 al 80 % del total anual. El inicio de la precipitación en julio contrasta con la sequía de junio, en el cual el oeste está dominado por una circulación divergente en la cual la evaporación excede a la precipitación; mientras que durante julio y agosto se tiene una clara convergencia, en la cual la precipitación excede a la evaporación.

La precipitación total depende de la incidencia de tormentas tropicales, con vientos extremadamente variables, los huracanes afectan la parte baja del golfo y a menudo se extienden hacia el norte (Wilkinson *et al.* 2009).

f. Efectos naturales

La ecorregión del Golfo de California junto con su amplia biodiversidad, es vulnerable a los eventos naturales a gran escala, como los eventos de El Niño, las tormentas tropicales, los huracanes, el calentamiento global y los movimientos tectónicos (Beman *et al.* 2005).

El fenómeno de El Niño Oscilación Austral/Oscilación del Sur (ENOA o ENSO, por sus siglas en inglés) es de baja frecuencia pero muy alta energía, e influye prácticamente en toda la costa oriental del Pacífico (Parés-Sierra *et al.* 1997). Ocurre en latitudes bajas, sin embargo, gran parte de la energía contenida en las bajas frecuencias de registros del nivel del mar en las costas de California y Baja California, se introducen al océano y se transmiten hacia los polos en forma de ondas costeras (Johnson y O'Brien 1990), contribuyendo significativamente a la energía total de la región (Parés-Sierra *et al.* 1997).

Este fenómeno es una anomalía del sistema climático del Pacífico, con efectos a nivel mundial y con una frecuencia más o menos regular (De la Lanza Espino 2001) y se caracteriza por la presencia de aguas calientes, con temperaturas por encima del promedio anual, que se extiende en los trópicos desde el océano Pacífico central hasta las costas de Sudamérica. La aparición de aguas más calientes, provoca que muchas especies emigren hacia regiones con temperaturas más bajas y con más alimento, ya que el debilitamiento de los vientos, produce además la reducción de la surgencia de agua fría del fondo (Magaña *et al.* 1997). El Niño puede inhibir la productividad primaria del Golfo y provocar cambios en la estructura de la comunidad planctónica, lo cual afecta la reproducción y la regeneración de las poblaciones de diferentes organismos, especialmente aquellas que se encuentran en la parte superficial de la columna de agua y en las islas (Álvarez-Borrego 2002).

Las observaciones realizadas en el Golfo de California, durante años sobre el fenómeno de El Niño, han mostrado una anomalía positiva en las temperaturas superficiales del mar (TSM) más temprana, más profunda y más persistente a lo largo del Golfo, lo cual sugiere una mayor penetración y permanencia de aguas ecuatoriales asociadas con anomalías positivas del nivel del mar (Bernal *et al.* 2001). Asociado a este calentamiento de la superficie del mar, se ha observado un incremento en la incidencia de tormentas y un aumento neto en la precipitación (Sancetta 1995). A consecuencia del fenómeno de El Niño, se producen los huracanes.

Los huracanes que afectan la península de Baja California, se forman generalmente en aguas tropicales de la cuenca oriental del Pacífico Norte, cuya productividad para la iniciación y generación de depresiones tropicales, tormentas, y huracanes, es mayor que la de la cuenca occidental del Atlántico Norte, y es la segunda después del Océano Pacífico Occidental.

La mayoría de los huracanes inician como perturbaciones tropicales entre las latitudes 10°N y 18°N y entre las longitudes 95°O y 110°O. Después de su formación inicial, las tormentas tropicales y huracanes se mueven con dirección oeste-noroeste hacia aguas abiertas del Océano Pacífico. Sin embargo, una porción de éstas sigue una trayectoria con dirección norte-noroeste hacia la península de Baja California y suroeste de los Estados Unidos. Varias de las tormentas que se generan en el Pacífico Norte con una trayectoria hacia el norte, entran al Golfo de California trayendo consigo enormes cantidades de humedad. Algunos huracanes en su trayectoria hacia el norte pueden virar, ya sea hacia la península, al macizo continental, o al suroeste de los Estados Unidos. El ciclo de vida completo de un huracán puede ser de 1 a 10 días antes de que se disipe, aunque pueden existir excepciones (Martínez-Gutiérrez y Mayer 2004).

Los registros realizados en la cuenca oriental del Pacífico Norte, indican que la frecuencia de tormentas se incrementa en los meses de julio, agosto y septiembre, este último con la mayor frecuencia y el más probable para que un huracán siga su trayectoria hacia la península de Baja California (Crutcher y Quayle 1974).

Las depresiones que ocurren en la cuenca del Pacífico nororiental durante el verano, generan al menos un huracán por año dentro de un radio de 250 km. En un periodo de 10 años (1971-1980), se registraron 15 huracanes que han afectado a Baja California. Aunque las inundaciones causadas por huracanes son relativamente frecuentes, las inundaciones catastróficas se reportan cada 50 años aproximadamente (Martínez-Gutiérrez y Mayer 2004). Por ejemplo, la última inundación que ocurrió en La Paz en

1976, al paso del huracán Lisa, provocó la muerte de más de 1000 personas (Smith 1986), continuando hasta California E.U.A en forma de tormenta tropical. En 2001, el huracán Juliette tuvo el registro más alto de precipitación en la historia y causó extensas inundaciones principalmente en Los Cabos, causando 2 muertes (Martínez-Gutiérrez y Mayer 2004).

En un periodo de 25 años de registro, se observó que la actividad ciclónica es mayor en el Pacífico (13.7 ciclones/año) que en el Atlántico y el Golfo (9 ciclones/año), afectando a las costas mexicanas 4.1 veces/año en el Pacífico y 1.9 veces/año en el Golfo de México (De la Lanza-Espino 2001). Sin embargo, cabe reiterar que Guerrero, Michoacán y Quintana Roo son los de mayor incidencia (De la Lanza-Espino 2001). A pesar de lo anterior, en condiciones normales, la cantidad de precipitación vertida por los huracanes en la península es un factor determinante para que exista transporte de sedimento hacia el Golfo de California y han contribuido a la modelación del paisaje (Martínez-Gutiérrez y Mayer 2004).

g. Cambio climático global

Otro fenómeno importante con componentes de origen natural y antropogénico, es el calentamiento de las capas superficiales ocasionadas por el efecto del cambio climático global, lo cual afecta de manera directa e indirecta a grupos bióticos específicos. El incremento de la temperatura de las capas superficiales, ocasiona que la columna de agua se estratifique, lo cual inhibe la mezcla vertical, necesaria para proveer de nutrientes básicos requeridos para la fotosíntesis. Entre los cambios a nivel profundo, se prevé que el cambio climático tendrá efectos a gran escala en el cambio de los patrones de circulación, la reducción del contenido de oxígeno y el calentamiento de las capas profundas (Robison 2009).

Entre otros eventos cabe mencionar la acidificación del océano, resultado del aumento de la absorción de CO₂ proveniente de la atmósfera, lo cual produce ácido carbónico y un cambio en el balance de iones hidrógeno (Robison 2009). Lo anterior reduce la disponibilidad de iones carbonato, importantes para diversos organismos como cocolitofóridos y foraminíferos, moluscos, crustáceos, y otros organismos con conchas o estructuras duras (Guinotte y Fabry 2008).

El incremento de la radiación ultravioleta por la delgada capa de ozono, afecta principalmente a las algas fotosintéticas, microscópicas y el zooplancton de la base de la cadena alimenticia del océano, lo cual afecta potencialmente la disposición del alimento de la comunidad marina. En general, el cambio climático afecta la temperatura, salinidad y otros parámetros del ambiente marino, causando un amplio rango de efectos en la composición de las especies y patrones migratorios de todo el ecosistema (UNEP 2006).

Características biológicas

Ante la escasez de información relativa a los ambientes de mar profundo presentes en la Zona Económica Exclusiva de la República Mexicana, especialmente en cuanto a lo referente a las zonas ubicadas más allá del talud de la plataforma continental, fueron seleccionados ocho objetos de conservación genéricos: montes submarinos, domos salinos, dorsales oceánicas, cañones submarinos, tipo de sustrato, flujo de nitrógeno a 500 metros de profundidad, Índice de Posición Topográfica, Índice de Rugosidad Topográfica, los cuales representan por si mismos o como elementos substitutos, la

biodiversidad a conservar mediante la reserva de la biosfera Zona Marina Profunda propuesta. A continuación se describen las características de los objetos de conservación presentes en la Reserva de la Biosfera Zona Marina Profunda Golfo de California. En el Anexo 1 se presenta la ubicación de los objetos de conservación obtenida a partir de fuentes bibliográficas así como aquellos detectados por sensores remotos cuya ubicación *in situ* aun no ha sido verificada.

a. Montes Submarinos

Las zonas de mar abierto generalmente son consideradas como áreas de baja productividad. En estas zonas, la presencia de montes submarinos que emergen sobre las planicies del fondo marino genera una serie de cambios inducidos por la topografía que incrementan significativamente la productividad.

Una gran porción de la biodiversidad de las aguas profundas se encuentra concentrada en los montes submarinos. Dichos montes o montañas se levantan a 1,000 metros o más a partir del lecho marino sin que su cima alcance la superficie del océano. A pesar de que la mayor parte de ellas no han sido plasmadas en mapas, se calcula que puede haber más de 100,000 montañas submarinas en todo el mundo. Algunas montañas submarinas son extraordinariamente ricas en nutrientes. Debido a sus características físicas y a las corrientes locales, las montañas submarinas acumulan enormes cantidades de plancton. A su vez, el plancton atraen a otros componentes de la biodiversidad marina, proporcionando alimento y zonas de desove para innumerables especies pelágicas, desde grandes mamíferos marinos, hasta una extraordinaria diversidad de peces y las aves que de ellos se alimentan, incluyendo ecosistemas de esponjas y bacterias microscópicas (Adaptado de DSCC s/f).

b. Dorsales Oceánicas

Las dorsales oceánicas son elevaciones submarinas situadas en la parte central de los océanos. En estas zonas se presentan fenómenos de acreción de las placas de la corteza terrestre, por lo que poseen un surco central, llamado *rift* por donde sale magma procedente de la astenosfera. Cuando estas formaciones están activas, el magma emerge continuamente desde la corteza oceánica, a través de las fisuras del fondo del océano formando nuevos volcanes e incrementando porciones de la corteza de las placas tectónicas que generalmente son empujadas hacia su otro extremo a zonas de subducción, lo que permite mantener su tamaño relativo con respecto a otras placas. Las dorsales oceánicas pueden ser utilizadas como un indicador sustituto o subrogado de los ecosistemas quimiosintéticos de profundidad denominados ventilas hidrotermales.

La base energética de los ecosistemas terrestres y de las aguas poco profundas es la fotosíntesis que realizan las plantas. En el mar profundo, la falta de luz evita que las plantas puedan subsistir, por lo que la mayor parte de los nutrientes en las cadenas alimenticias de profundidad, consisten en la materia orgánica que “llueve” proveniente de las aguas superficiales. Solamente una pequeña fracción (1% o menos) de la productividad de las aguas superficiales alcanza a llegar hasta los fondos marinos profundos. Es por esto que las comunidades de fauna de los fondos marinos profundos usualmente se encuentran dispersas y presentan una baja abundancia.

El descubrimiento de densas comunidades de gusanos tubícolas gigantes, así como de almejas y mejillones concentrados alrededor de ventilas hidrotermales a profundidades mayores de 2,000 metros, sorprendió al mundo científico hace poco más de 30 años, ya que la fuente de nutrientes de dichas comunidades no resultaba ser inmediatamente aparente. Otros aspectos inusuales presentados por los organismos de las ventilas hidrotermales era su fisiología alimenticia y su tolerancia a ambientes extremos desde el punto de vista termal y de flujos potencialmente tóxicos con altas concentraciones de sulfatos. Asimismo, la composición de las comunidades de fauna presente en las ventilas hidrotermales resultaba ser variable en los diferentes sitios y regiones (Van Dover *et al.* 2002, Juniper, 2004, adaptado de Holmes *et al.* 2009). En México, solamente se encuentra presente una porción de la Dorsal del Pacífico Oriental, la cual según Holmes y colaboradores (2009), constituye una dorsal oceánica de rápida expansión (~100 mm año⁻¹).

c. Cañones Submarinos

La estructura de los taludes continentales muchas veces está definida por la presencia de cañones submarinos y zonas de deslices de sedimentos. Estos elementos de gran escala, junto con las corrientes oceánicas crean una gran diversidad topográfica de los fondos marinos que incluyen un amplio rango de sustratos colonizables por los organismos tales como sedimentos suaves, peñones y paredes de roca expuesta (adaptado de UNEP 2007).

Los cañones submarinos son considerados como zonas de alta biodiversidad (*hotspots*). Representan cambios locales en la zonación al producir una discontinuidad física en la plataforma continental y su talud, siendo además conductos que canalizan materiales de origen continental, como aportes de ríos, sedimentos, etc., lo que generalmente provoca una mayor abundancia de nutrientes, comparado con las áreas adyacentes.

d. Magnitud del Flujo de Nutrientes a 500 Metros de Profundidad

Como se indicó anteriormente, con la falta de luz las plantas no pueden sobrevivir en las zonas de mar profundo, por lo que la mayor parte de los nutrientes en las cadenas alimenticias de profundidad son producto de la materia orgánica proveniente de las aguas superficiales que “llueve” sobre el mar profundo. Solamente una pequeña fracción (1% o menos) de la productividad de las aguas superficiales alcanza a llegar hasta los fondos marinos profundos. Es por esto que las comunidades de fauna de los fondos marinos profundos usualmente se encuentran dispersas y presenta poca abundancia (adaptado de Holmes *et al.* 2009).

Para estimar el flujo de materia orgánica en el océano, comúnmente se ha recurrido a métodos indirectos como medir la producción primaria, que a vez está determinada por el flujo de nitratos, sin embargo, es necesario considerar otras fuentes de nitrógeno biodisponible en el ambiente marino; el modelo propuesto por Yool *et al.* (2009), considera el nitrógeno proveniente de procesos biológicos y lo diferencia del proveniente de procesos de re-mineralización (nitratos), proveyendo un dato más confiable en cuanto al flujo de materia orgánica en el océano.

e. *Tipo de Sustrato Presente*

No obstante que la diversidad no depende directamente de la dureza del sustrato, se ha observado que mientras los ambientes de fondos duros están asociados a una mayor diversidad de macrofauna, la meiofauna -microfauna de diversos grupos Mystacocarida, Rotífera, Nematoda, Polychaeta, Copepoda, Ostracoda y Turbellaria- se asocia comúnmente a los fondos suaves. Los ambientes de fondos duros presentan generalmente comunidades más complejas y heterogéneas que las de los fondos suaves, no obstante que ambos pueden ser igualmente diversos (Funch *et al.* 2002).

f. *Índice de Posición Topográfica (IPT)*

El Índice de Posición Topográfica es generado comparando cada punto de un Modelo Digital de Elevación, con la elevación media de todas aquellas celdas que se ubican dentro de un anillo localizado alrededor de dicho punto (Weiss s/f y Weiss 2001).

Los valores positivos en el TPI representan sitios que se encuentran más altos dentro de la distancia especificada, dorsales, escarpes, cimas de montes o lomas, o cambios abruptos en la transición entre la plataforma continental y el talud continental; mientras que los valores negativos indican sitios que se ubican más abajo (cañones, trincheras, depresiones, cambios abruptos en la transición entre la planicie abisal y el talud continental/insular/de los montes submarinos). Los valores cercanos a cero indican una pendiente constante (del talud continental/insular o de los montes submarinos) o áreas planas (plataforma continental o planicies abisales).

g. *Índice de Rugosidad Topográfica (IRT)*

La complejidad física (*ruggedness*) ha demostrado ser un indicador sumamente útil para la identificación de hábitats particularmente heterogéneos, los cuales muchas veces están asociados a una alta riqueza de especies. A falta de información biológica precisa, la complejidad física puede ser utilizada como un sustituto o surrogado en esquemas de planificación marina. El cálculo de la complejidad béntica resulta ser relativamente sencillo, ya que solamente requiere de información batimétrica, la cual generalmente es el único dato disponible para realizar un análisis en el ámbito marino profundo.

La complejidad topográfica béntica indica cada cuanto cambia la pendiente del fondo oceánico en un área predeterminada, o sea la densidad de las pendientes. La inclinación significa el grado de la pendiente, el relieve representa la rugosidad, mientras que la complejidad considera que tan intrincada es una superficie. La complejidad contempla los cambios en la inclinación y puede distinguir aquellos rasgos inclinados típicos, de los rasgos distintivos, los cuales tanto la inclinación, como el relieve generalmente no pueden distinguir (adaptado de Ardron 2002).

Una rugosidad alta determina una mayor superficie disponible y genera sitios de resguardo, además de contribuir al reciclamiento de la materia y energía, por lo que las áreas ricas en especies están asociadas con hábitats complejos. Una mayor cantidad de tipos de nichos disponibles en donde los organismos puedan vivir, generalmente conduce a una mayor diversidad de organismos.

Biodiversidad

El conocimiento de la diversidad del mar profundo en aguas mexicanas se limita a escasos estudios existentes al respecto, el número de especies descritas es incipiente y los registros taxonómicos existentes provienen sobre todo de estudios realizados por extranjeros y sólo durante los pasados tres años por investigadores mexicanos, con los cuales es posible conjuntar algunas listas faunísticas. La diversidad se centra principalmente en crustáceos, anélidos, poliquetos, equinodermos y moluscos; los registros de otros grupos como anémonas, esponjas, medusas y algunos equinodermos de profundidad se tienen por fotografías obtenidas con cámaras remotas o sumergibles, dada su fragilidad y dificultad para recolectarlos con los medios convencionales a base de redes y dragas (Escobar- Briones, 2000).

En términos generales, la fauna del mar profundo muestra diversas modificaciones morfológicas, en talla y coloración, como respuesta a las condiciones de profundidad, entre ellas, la pérdida de ojos o la reducción de sus componentes y pigmentos, como resultado del control genético en la formación de melanina y rodopsina. La reducción de talla es una respuesta metabólica a escasos recursos energéticos y bajas temperaturas. La pérdida de coloración en respuesta a la ausencia de recursos alimenticios como sucede con la fauna troglobia, mientras que la coloración rojiza se atribuye a un mecanismo críptico ante la ausencia de luz, así como a adaptaciones a las ocasionales concentraciones bajas de oxígeno comunes sobre el talud (Escobar- Briones 2000).

Otras adaptaciones incluyen la producción de bioluminiscencia en longitudes de onda de 470 a 490 nm como mecanismos de comunicación intraespecífica o de emulación de la luminiscencia emitida por presas potenciales. La reducción de la tasa metabólica es el resultado del estado nutricional y la simbiosis con bacterias en los tractos digestivos, incrementa su eficiencia ante alimento de bajas propiedades nutricionales. La calcificación es limitada a grandes profundidades por la tasa elevada de disolución del carbonato de calcio a temperatura baja y presión elevada. Por consiguiente, los crustáceos presentan esqueletos muy delgados y los peces han reemplazado sus estructuras óseas (Escobar- Briones 2000).

En el Anexo 3 se enlistan algunos Phyla -división de seres vivos- indentificados en las zonas profundas de México durante las escasas expediciones llevadas a cabo. Los organismos pueden localizarse dentro de los polígonos propuestos y/o su zona de influencia. Entre ellos se encuentran: Annelida, Arthropoda, Brachiopoda, Cnidaria, Echinodermata, Mollusca, Nemertina, Porifera, Sipunculida, Kinorhyncha, Nematoda, Platyhelminthes, Sarcomastigophora y Tardigrada (Escobar-Briones 2000). Particularmente, los poliquetos (Annelida) son los organismos más frecuentes y con mayor riqueza específica en el bentos, representan más de un tercio del número de especies macrobénticas presentes (Knox 1977).

Ecológicamente estos organismos generalmente marinos, forman parte de cualquier red trófica presente en el bentos y algunas de las especies pueden ser indicadores del estado de salud del ecosistema (Pocklington y Wells 1992). Se han publicado hasta ahora más de 30 trabajos que incluyen especies de poliquetos bénticos encontrados en el Golfo de California (Solís Weiss y Hernández-Alcántara 1996). Por ejemplo, los poliquetos pertenecientes a familias como Dorvilleidae y Spionidae han sido encontradas especialmente donde existe una gran cantidad de agregados orgánicos, descomposición de fragmentos de *Sargassum* o fitodetrito (Gage y Tyler 1991). Poblaciones densas de

poliquetos del género *Ophryotrocha* fueron encontrados en un sedimento saturado con petróleo, perteneciente a un sitio hidrotermal del Golfo de California (Grassle *et al.* 1985).

Actualmente, se han registrado cerca de 1,100 especies de poliquetos en el Pacífico Mexicano, y más de la mitad han sido encontradas en la plataforma continental del Golfo de California, con un total de 49 familias, 282 géneros y 767 especies; la mayoría colectado frente a los estados de Baja California Sur, Sinaloa y Baja California (Solís-Weiss y Hernández 1996). Las especies de bentos profundo que se han registrado para la cuenca de Guaymas y el océano Pacífico, son prácticamente nuevas (Berg y van Dover 1987) y suman hasta ahora un total de 44 especies de invertebrados agrupados en 5 Phyla: Cnidaria, Vestimentifera, Mollusca, Polychaeta y Crustacea (Anexo 3, Cuadro 5) (Escobar-Briones y Soto 1993).

En uno de los trabajos más recientes realizado por Aburto-Oropeza y colaboradores (2010), titulado “Bitácora del mar profundo: Una expedición por el Golfo de California”, contiene un extenso listado de la fauna observada en los montes submarinos del Golfo de California (Anexo 3). La mayor parte de la fauna observada corresponde a la zona de influencia del área propuesta, en una profundidad de 200 m. Durante esta investigación en el bajo Espíritu Santo o bajo Marisla, el cual es un monte submarino que se encuentra a unas 10 millas náuticas de la Isla Espíritu Santo, la fauna está integrada por esponjas de cristal y corales blandos asociados a estrellas de mar blancas (*Henricia clarkii* y *H. nana*), ofiuroides (*Ophiothrix galapagensis*, *Ophiacantha cf. diplasia*) que cubren casi por completo algunas zonas de este bajo, además de equinodermos, poliquetos y otros ofiuros que aún no se han identificado.

Entre la biodiversidad se registran peces de las familias Antennariidae, Lophiidae, Labridae, Muraenidae, Ophichthidae, Scorpaenidae, Ophidiidae, Moridae, Callionymidae, Rajidae y Dasyatidae; además de peces catalufa (*Pristigenys serrula*) y pejegatos (*Cephaloscyllium ventriosum*). A los 200 metros de profundidad se observó una especie de manta planctívora de aguas someras (*Mobula thurstoni*) y la baqueta ploma o estacuda (*Epinephelus niphobles*), especie de alta importancia en las pesquerías comerciales del Golfo de California, devastada por la sobrepesca y cuya documentación resulta de especial valor, por la observación en su hábitat natural (Aburto-Oropeza *et al.* 2010).

En el taller realizado por la CONABIO *et al.* (2007) para el análisis de sitios prioritarios, se compiló información sobre la diversidad biológica de los diferentes sitios de mar profundo que forman parte de los ambientes naturales representativos de la región del Golfo de California.

Las especies profundas de peces en las regiones marinas de México

En todas las regiones marinas de México se presentan especies de peces que se distribuyen desde el borde de la plataforma continental hasta las zonas batiales, abisales y hadales. Para el presente estudio, la descripción de los rangos de profundidad tanto de las especies como de sus hábitats se construyeron a partir de la información contenida en: catálogos de especies marinas de interés económico (Chirichigno *et al.* 1982); guías de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO por sus siglas en inglés), para la identificación de las especies para los fines de la pesca del Pacífico Central Oriental (Fisher *et al.* 1995 I, II, III); base de datos electrónica Fishbase (Froese *et al.* 2010); la Carta Nacional Pesquera (DOF 2006); y el libro rojo Sustentabilidad y Pesca Responsable en México (INAPESCA 2006).

Los datos obtenidos de las especies que se presentan en el Anexo 3, de ninguna manera representan al total de grupos taxonómicos y especies profundas presentes en el área, son una combinación de datos de diferentes fuentes con los cuales se pretende obtener la distribución en los rangos de profundidad de las especies pesqueras existentes en las fuentes de información citadas. Los datos consignan especies y grupos cuya distribución son tanto de especies que se encuentran en la plataforma y el talud, así como de especies que tienen rangos mayores de profundidad.

En la Tabla 5 se muestra un estimado de especies que habitan las zonas profundas, el grupo de los peces óseos presenta 20 familias con 50 especies, algunas de las familias más comunes en aguas profundas de todos los océanos son Congridae, Ophidiidae, Scorpaenidae, Regalecidae y Merlucciidae. El grupo de los tiburones, presente con 7 familias y 7 especies, registra cuatro familias con especies de aguas profundas como son Scyliorhinidae, Echinorhinidae, Hexanchidae y Squalidae. En el grupo de los invertebrados, se distinguen los crustáceos decápodos como los camarones, con 7 familias y 20 especies, todos de profundidad. Además moluscos pelecípodos de la familia Mytilidae con 1 especie y cefalópodos, calamares de la familia Ommastrephidae, registra dos especies y una langosta de la familia Axiidae.

Tabla 5. Grupos taxonómicos y número de especies de zonas profundas

Grupos	No. de familias	No. de especies
Peces	20	50
Tiburones	7	7
Moluscos pelecípodos	1	1
Moluscos cefalópodos	1	2
Crustáceos decápodos (langostas)	1	1
Crustáceos decápodos (camarones)	7	21

La comparación de los rangos de profundidad mediante el método paramétrico de t de Student y no paramétrico de Wilcoxon, entre las especies pertenecientes a los grupos de peces, tiburones y crustáceos en el Golfo de California que se distribuyen sobre la plataforma continental y sobre la parte superior del talud, con aquellas que se encuentran solamente sobre el talud y a mayor profundidad, dieron por resultado valores de probabilidad 0.134 y 0.2814, que estadísticamente son indicadores de que en el Golfo de California no hay diferencia significativa entre las profundidades promedio de los organismos de plataforma continental y la parte superior del talud, con las especies que se distribuyen en niveles más profundos.

Las medias correspondientes a las especies de la plataforma y de las especies de mar profundo en Golfo de California son de 364.25 m y 755.75 m valores más profundos el primero y más someros el de las especies profundas, que en el Pacífico Sud-Californiano y del Pacífico Transicional Mexicano y del Pacífico Centroamericano. Al mismo tiempo que más cercanos entre sí que en los casos de las otras regiones marinas del Pacífico Mexicano (Tabla 6).

Tabla 6. Resultados de significancia entre medias de profundidad de especies y hábitats de plataforma-talud con las especies más profundas.

Región	Zona	Profundidad Promedio (m)	Varianza	P (t)	No-Param
Pacífico Sudcaliforniano	Plataforma-talud	159.75	190.125	0.00040177	0.0007
	Profunda	1611.25	220.5		
Golfo de California	Plataforma-talud	364.25	69006.125	0.13476568	0.2814
	Profunda	755.75	71820.5		
Pacífico Transicional	Plataforma-talud	116.75	8778.125	0.00013505	0.0001
	Profunda	1313.25	177906.125		

La distribución de las especies y la profundidad de los hábitats que ocupan, muestra que se traslapan las especies de plataforma - talud con aquellas de mayor profundidad. Tiburones, calamares y crustáceos presentan los rangos mayores y más profundos (Anexo 3).

Las especies listadas que contaron con información acerca de sus rangos de profundidad forman básicamente dos grupos, uno cuyos rangos de manera más frecuente se distribuyen desde la superficie hasta los 500 metros aproximadamente, o rebasan muy poco a esta profundidad y un segundo grupo cuyo límite inferior se ubica a partir de profundidades notoriamente mayores a 500 m hasta 4000 metros. A este respecto, Gordon (2010) divide la fauna pelágica oceánica en dos grupos, por arriba de los 400 metros y por debajo de los 400 metros y refiere que la fauna pelágica somera por arriba de los 400 metros tiene afinidades cercanas con la fauna de la plataforma, en tanto que aquella situada por debajo de los 400 metros es llamada “fauna verdadera profunda”. Los datos muestran diferencias notables entre los rangos de especies individuales, pues la distribución de los organismos es diversa tanto horizontal como verticalmente, incluso hay especies cuyos juveniles viven a profundidades menores que los adultos.

Con respecto a la pesca en aguas profundas en el Atlántico del Norte (Gordon 2010) recomienda no pescar las especies en todo el rango de distribución vertical, dado el gran traslape de especies y porque impone el riesgo muy probable de obtener capturas con elevadas proporciones de fauna de acompañamiento.

b) Razones que justifiquen el régimen de protección

En las últimas cuatro décadas, la actividad humana se ha convertido en un factor de modificación profunda de la naturaleza y de los procesos biológicos en el país y en todo el mundo, para satisfacer la demanda de recursos alimenticios, materiales, minerales y turísticos, entre otros (CONABIO *et al.* 2007; CONABIO 2009). Los efectos de estas amenazas pueden ser acumulativos y las amenazas múltiples pueden actuar en conjunto (Zeidberg y Robison 2007).

El Golfo de California está catalogado como uno de los mares más productivos y biológicamente más diversos del mundo. La alta productividad que lo caracteriza propicia que las profundidades marinas alberguen a una gran cantidad de organismos, entre ellos especies comerciales que han despertado un creciente interés de explotación, limitado hasta hace dos décadas a algunas especies de peces e invertebrados (Gage y Tyler 1991). Se considera un sistema resistente a los impactos de origen natural y antropogénico, debido en parte a la existencia de humedales costeros, la topografía submarina y a los patrones de viento superficial que producen las surgencias; sin embargo, factores como la sobrepesca, la desviación de aguas fluviales, la sedimentación, la contaminación y el establecimiento de granjas camaronícolas, han alterado los ecosistemas presentes en la región (Wilkinson *et al.* 2009).

Actividades como la pesca, la contaminación, el daño directo por embarcaciones, el turismo, la extracción ilegal de especies y el desarrollo agrícola, acuícola y minero, no solo afectan a los sistemas insulares y neríticos, las aguas superficiales y profundas se comportan como un solo ecosistema, mantienen una interrelación muy estrecha y se ven afectados mutuamente, lo cual incrementa la vulnerabilidad del Golfo de California. Desafortunadamente, no se conoce en qué medida las actividades que afectan a la superficie están afectando los hábitats y los recursos del fondo marino de este océano.

A pesar del amplio conocimiento que se tiene de los recursos de la superficie marina, aún se conoce poco de la parte profunda de este ecosistema, prácticamente inexplorado como gran parte de las profundidades mexicanas, en un futuro cercano se prevé que se descubrirán más recursos vivos, los cuales podrán ser por una parte integrados al conocimiento de la biodiversidad mexicana y mundial, y por otro, probablemente explotados por las pesquerías de importancia comercial (Espinosa 2004).

Un ejemplo es la pesca sobre los hábitats profundos, la cual se ha documentado recientemente que no solamente afecta a la biodiversidad, también contribuye a deteriorar estos ecosistemas y provoca la pérdida de hábitat para una gran cantidad de especies (Duarte 2006). Es un hecho que la remoción masiva de los componentes estructurales de estos ecosistemas naturales, tiene un efecto en cascada, causando la alteración de complejas cadenas alimenticias y la declinación de la biodiversidad y la productividad locales (Erisman *et al.* 2010).

Existen evidencias claras de daño ambiental continuo como resultado de actividades humanas con efectos importantes sobre los recursos naturales y los procesos que sustentan la vida en el planeta. Si bien, su propósito no es dañar el ambiente, muchas de ellas lo hacen (Medellín Milán, 1998), y las zonas marinas no son la excepción, ya que los factores de deterioro en estas zonas están lejos de estar bajo control y por lo tanto, se desconocen los efectos en el ambiente y sobre los recursos naturales. Lo anterior involucra un alto grado de incertidumbre, por lo que es fundamental tomar un enfoque precautorio al desarrollo de numerosas actividades y usos futuros, especialmente por tratarse de zonas estratégicas para México.

Dicho enfoque ha sido considerado en el Principio 15 de la Declaración de Río sobre Medio Ambiente y Desarrollo de 1992, el cual señala que *El enfoque precautorio deberá ser ampliamente aplicado por los estados, conforme a sus capacidades, para proteger el ambiente. Cuando haya amenaza de daño serio o irreversible, la falta de certeza científica absoluta no deberá ser usada como una razón para posponer medidas costo-efectivas para prevenir la degradación ambiental* (UNCSD 1992).

Actualmente, es aceptado a escala mundial, que en vista de esta incertidumbre se debe adoptar el *principio precautorio*, lo cual se traduce en que las zonas de mar profundo y los recursos naturales presentes en ellas, forman parte del capital natural de México y se requiere invertir en su protección y preservación para mantenerlas lo más intactas posible mientras se obtiene mayor información de sus características y funcionamiento, y aún cuando la información sea incierta, inadecuada e incluso en ausencia de ésta, no puede utilizarse como razón para aplazar o no tomar medidas para su conservación y manejo. En este sentido, las áreas naturales protegidas son uno de los principales instrumentos para lograr su preservación con un bajo costo de oportunidad (Enriquez-Andrade 2005).

La importancia de un área natural protegida es que una vez establecida se definirá un ámbito jurídico y un sistema de derechos de uso o de acceso de los bienes y servicios ambientales públicos existentes en un territorio determinado, y se podrán instrumentar acciones regulatorias para promover, restringir, evitar, orientar y en general, dictar modalidades que conduzcan las posibles actividades actuales o que se realicen en un futuro en la zona, hacia la sustentabilidad ambiental.

El establecimiento del área protegida Zona Marina Profunda Golfo de California pretende la protección directa de los hábitats profundos, sus recursos y servicios ambientales, así como evitar su uso excesivo o inadecuado antes de que sean degradados, considerando lo que si se sabe actualmente sobre estos ecosistemas, su alta integridad ecológica y buen estado de conservación, pero de una gran vulnerabilidad e irreversibilidad de los mismos (Ardrón 2007).

La enorme diversidad biológica que existe en esta región y la importancia que representan estos ecosistemas para México y a nivel internacional, hacen necesaria la conservación de los sitios propuestos para integrar la RBZMP Golfo de California. Asimismo, es necesario salvaguardar la diversidad genética de las especies silvestres que habitan estas áreas, con el fin de asegurar el equilibrio y la continuidad de los procesos evolutivos y ecológicos que se desarrollan en ellas, ya que constituyen en su mayoría, ecosistemas o hábitats de características únicas que permiten la existencia de especies y poblaciones altamente adaptadas y especializadas, de composición genética única, las cuales no han sido estudiadas y son prácticamente nuevas para la ciencia, por lo que estos sitios son estratégicos para el conocimiento de la estructura, sistemática y evolución de la biodiversidad, pero al mismo tiempo, altamente vulnerables y sensibles a la influencia humana.

El establecimiento del área natural protegida es una estrategia adecuada para la protección y la conservación de los recursos naturales marinos a corto plazo, y su mantenimiento y uso sustentable a largo plazo, de manera que es urgente establecer un compromiso entre el gobierno y la sociedad que depende de esta región del pacífico, ya que de ello depende evitar o revertir procesos de deterioro que muy probablemente sean irreversibles e incalculablemente costosos, y que muy posiblemente estén comenzando a ocurrir o puedan ocurrir en un futuro muy cercano.

c) Estado de conservación de los ecosistemas, especies o fenómenos naturales

En 1981, Karr y Duddley proponen el uso de los Índices de Integridad Biotica (IIB) para entender la calidad de los sistemas acuáticos y señalan que las propiedades de los ecosistemas acuáticos son el resultado de fuerzas evolutivas que están interactuando en la configuración y estructura de los ecosistemas. Ambos autores definen la integridad biológica como *la capacidad de soportar y mantener una comunidad adaptada, integrada y balanceada, con una composición de especies, diversidad y organización funcional comparables con el hábitat natural de la región*, esto es, la integridad se equipara con condiciones prístinas, de alteración mínima o nula (Karr y Duddley 1981; Pérez Munguía *et al.* 2007).

Una definición similar fue dada por Cairns (1975), al señalar que la suma de la integridad química, física y biológica puede ser equiparada con la integridad ecológica. Un sistema íntegro puede resistir y recuperarse de muchas perturbaciones impuestas por el medio ambiente, así como aquellas inducidas por el hombre (Karr y Duddley, 1981). Este método para expresar de manera comparativa el estado de los ecosistemas, con respecto a sistemas con poca o sin alteración por actividades humanas, es una forma rápida para proveer información sobre la organización de las comunidades ecológicas, emplea diversas mediciones biológicas que permiten hacer predicciones sobre la compleja dinámica de los ambientes acuáticos, en este caso, marinos profundos y con poca información disponible.

En 1995, Karr, nuevamente propone que el debate sobre salud e integridad ecosistémica necesita ir más allá de la validez y credibilidad científica, para reconocer el status legal y uso de estos conceptos en manejo y protección del ambiente. Por ello, es necesario desarrollar modelos para monitorear a los ecosistemas y diferenciar claramente entre salud e integridad: la salud está definida como el estado preferencial para sitios influenciados por actividades humanas, donde las acciones están dirigidas principalmente a la producción, en tanto se obtengan los resultados esperados, éste será sano, como por ejemplo, un cultivo; sin embargo, carece de integridad funcional entre sus distintos componentes bióticos y las especies, en la mayoría de los casos, las especies no han evolucionado en estos sitios. Por su parte, la integridad se define en términos de sitios con poca o sin influencia humana, en la que los organismos y la biodiversidad son totalmente el producto de procesos evolutivos y biogeográficos (Pérez Munguía *et al.* 2007).

Ante la escasez de información y por la profundidad a la que se encuentran las áreas de mar profundo propuestas, se infiere que éstas presentan un excelente estado de conservación, ya que conservan sus características intrínsecas y están sujetas básicamente a procesos naturales tanto ecológicos, como evolutivos y biogeográficos, con nula o prácticamente nula influencia humana, con una alta probabilidad de mantenerse intactos y con la capacidad de soportar y mantener comunidades adaptadas, integradas y balanceadas, además de una composición de especies, diversidad y organización funcional en condiciones prístinas y sin alteraciones existentes, lo cual determina la importancia de su preservación.

La Tabla 7 refiere el valor de integridad ecológica estimado para cada uno de los polígonos de acuerdo con la evaluación de sitios prioritarios para la conservación de ambientes costeros y oceánicos de CONABIO-CONANP-TNC-PRONATURA (2007), donde se observa que existe una relación inversamente proporcional entre la integridad ecológica de los sitios y la influencia humana.

Tabla 7. Integridad ecológica estimada para los sitios la RBZMPGC.
Datos de CONABIO-CONANP-TNC-PRONATURA 2007).

No.	Nombre del polígono	Integridad Ecológica estimada
1	Islas Ángel de la Guarda, San Lorenzo y San Pedro Mártir Profundo	Alta en la zona pelágica
2	Talud Continental de Bahía de San Carlos	Alta en la zona litoral e infralitoral
3	Cuenca del Carmen	Alta, complejidad de fondo y presencia de mantos de rodolitos y sedimentos laminados en condiciones anóxicas
4	Cañón de San Ignacio	Baja en la zona costera por presión antropogénica, fragmentación y pérdida de hábitat
5	Cuenca Farallón	Alta, complejidad de fondo y sedimentos laminados de diatomeas en condiciones anóxicas
6	Archipiélago Espíritu Santo Profundo	No disponible, gran presión en la zona superficial, gran heterogeneidad de fondo y presencia de montes submarinos
7	Cañón Submarino de Cabo Pulmo y Monte Submarino Cabrillo	Alto en el ambiente oceánico, complejidad de fondo y presencia de mantos de rodolitos
8	Islas Marías Profundo	Baja en la zona costera por presión antropogénica, diversas actividades pesca, contaminación y embarcaciones
9	Cañón Submarino de Banderas	Grado de integridad de acuerdo con la ubicación: bajo en zona costera; medio en zona nerítica y alto en su parte oceánica, arrecife y acantilados

d) Relevancia a nivel regional y nacional de los ecosistemas representados en el área propuesta

El Golfo de California abarca 278,000 km² y se extiende a nueve grados de latitud entre las zonas tropicales y templadas. Su productividad biológica, altos niveles de biodiversidad y escenarios paisajísticos, lo definen como el segundo ecosistema marino y costero prioritario en materia de conservación a nivel mundial. La parte terrestre cubre una superficie de 514,000 km² y está compuesta por las ecorregiones del Desierto Sonorense, Desierto de Baja California, Selva Baja Caducifolia, Manglares, Bosques de Pino-Encino y Chaparral (Conservación Internacional, s/a).

El Golfo de California es reconocido como uno de los cinco mares más productivos y biológicamente diversos del mundo. Es de gran importancia para México debido a que su alta productividad y condiciones oceanográficas sustentan una gran biodiversidad de flora y fauna, que son base importante del sector pesquero en el país (Lara- Lara *et al.* 2008).

En el Golfo de California se presentan procesos oceanográficos relevantes que promueven una elevada productividad biológica de la región de diversas formas. Presenta una energía cinética elevada que ocasiona grandes concentraciones de fitoplancton, lo que a su vez genera cadenas alimenticias complejas y exitosas. En la región media del golfo, las corrientes de marea son muy intensas y ocasionan una profunda mezcla de la columna de agua, cuyos efectos son similares a aquellos generados por la existencia de una surgencia permanente. De lo anterior se deriva que la productividad primaria de la región sea elevada y a su vez sea la base de las elevadas densidades y diversidades de invertebrados y vertebrados marinos (Álvarez-Borrego 2002).

La región presenta una biodiversidad excepcional de gran importancia para la conservación, habitan cerca de 6,000 especies de macrofauna, incluyendo la mayor diversidad de ballenas de gran tamaño en el mundo. Sus lechos marinos, lagunas costeras y manglares sirven de lugares de anidación para cientos de especies de aves migratorias y residentes. En las 922 islas del Golfo habitan 887 especies de flora y fauna, incluyendo 90 especies endémicas, 60 de las cuales son reptiles. Es uno de los pocos lugares del mundo donde todavía se registran grandes concentraciones de megafauna marina como tiburones martillo, tiburones (*Sphyrnidae*), mantarayas (*Mobulidae*), peces de pico (*Istiophoridae* y *Xiphiidae*) y cetáceos, contrario a ecosistemas como el Mar del Norte o el Caribe donde la megafauna se agotó hace mucho tiempo, por lo que provee un laboratorio natural para el estudio de la biodiversidad, así como de los cambios a través del tiempo (Christensen *et al.* 2003; Jackson 1997; Wolff, 2000 en: Sáenz-Arroyo *et al.* 2005).

El mar profundo del Golfo de California cuenta con una gran representatividad respecto a profundidad, características físicas, oceanográficas, además de ecosistemas y biodiversidad; presenta una gran diversidad de estructuras que incluyen taludes continentales, trincheras, dorsales, zonas de subducción y expansión, montes marinos, ventilas hidrotermales, infiltraciones de metano y cañones submarinos, donde ocurren procesos excepcionales y de gran importancia geológica, uno de ellos ocurre en las dorsales oceánicas, grandes fracturas donde ocurre la expansión y renovación del fondo oceánico, además de corrientes magmáticas convectivas y de la dinámica de los bloques continentales, mecanismos generados en el interior de la Tierra. Otro proceso de gran interés científico es la actividad volcánica continua, que permite el estudio de procesos de vulcanismo, tectónica de placas y riesgos sísmicos.

Los montes submarinos, mejor conocidos como *bajos* en el Golfo de California, son estructuras generalmente cónicas con base elíptica o elongada localizados en el suelo marino, donde se crean condiciones oceanográficas tanto abióticas, que incluyen zonas de fuerte mezcla, de ondas internas o de remolinos; como biológicas en áreas de alta productividad primaria, elevada biomasa de zooplancton y de organismos superiores. La gran variabilidad en su topografía, fisiografía, profundidad, grado de aislamiento, régimen oceanográfico, localización y estacionalidad, determina procesos ecológicos y la estructura de las comunidades locales. Estas condiciones originan un ambiente propicio para la reproducción y desarrollo de comunidades diversas, entre ellas las de organismos pelágicos mayores de gran importancia ecológica o comercial. Están considerados como

estaciones de paso de especies migratorias como peces, cetáceos, aves y cefalópodos. (Klimley y Butler 1988; Klimley *et al.* 2005; Mullin 1993).

Por su parte, en las laderas y cumbres de las montañas submarinas, islas oceánicas, dorsales mediooceánicas y los plateaux oceánicos, se llevan a cabo procesos geológicos exclusivos a partir de la actividad magmática oceánica, que junto con la precipitación de elementos químicos del agua y los organismos marinos muertos, forman estructuras llamadas *nódulos o costras de manganeso*, constituidas principalmente por óxidos o hidróxidos de manganeso además de altas concentraciones de otros metales como hierro, cobre, níquel, cobalto, molibdeno, vanadio, plomo y zinc. Estas estructuras polimetálicas se localizan entre 400 y 4500 m de profundidad, aunque las más potentes se sitúan entre 800 y 2.500 m. Las dataciones geocronológicas de algunas estructuras señalan que la formación de unos cuantos milímetros alcanza miles o millones de años, lo cual evidencia la importancia y fragilidad de estos elementos.

Las áreas marinas profundas representan un claro ejemplo de las formas de vida a profundidades oceánicas mayores a los 2000 m, en sitios como las ventilas hidotermales se presentan altos niveles de productividad y comunidades biológicas sostenidas por quimiosíntesis con agregaciones de invertebrados y bacterias, que representan importantes recursos genéticos de gran potencial biotecnológico (Escobar- Briones 2000; Lara- Lara *et al.* 2008).

Las zonas marinas profundas del Golfo de California presentan ecosistemas y habitats de características únicas que permiten la existencia de especies y poblaciones altamente adaptadas y especializadas, de composición genética única, las cuales no han sido estudiadas y son prácticamente nuevas para la ciencia, por lo que estos sitios son estratégicos para el conocimiento de la estructura, sistemática y evolución de la biodiversidad, pero al mismo tiempo los vuelve altamente vulnerables a impactos naturales provenientes de las zonas marinas superficiales.

Los procesos oceanográficos que ahí ocurren determinan la formación de zonas ricas en nutrientes y con una constante productividad primaria, lo que conduce al desarrollo de complejas redes tróficas de las cuales forman parte los cetáceos y otros mamíferos marinos, organismos con un papel fundamental en la escala trófica ya sea como consumidores primarios o grandes depredadores, por lo que tienen una gran influencia dentro de la estructura y función de las comunidades biológicas; el área forma parte del hábitat de poblaciones semiresidentes y migratorias de diversas especies, entre ellas la ballena jorobada (*Megaptera novaeangliae*), rorcual de sei (*Balaenoptera borealis*), zífido de Cuvier (*Ziphius cavirostris*), cachalote (*Physeter macrocephalus*), así como la ballena franca (*Eubalaena japonica*), todas ellas enlistadas con alguna categoría de riesgo en la NOM-059-SEMARNAT-2010, *Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo* (DOF 2010a).

El polígono de las Islas Angel de la Guarda, San Lorenzo y San Pedro Mártir profundo presenta una importante complejidad de fondo, está recubierto por fosas y cuencas. Las profundidades batiales van de los 200 a los 800 m y la pendiente alcanza una profundidad máxima de 1048 m. Este sitio posee cañones y valles en la parte dorsal y el talud continental. El área en su conjunto se caracteriza por una productividad de biomasa considerablemente elevada y un alto grado de diversidad biológica y endemismos. Los bancos de peces en desove y la gran abundancia de peces pelágicos, como sardinas y

anchovetas que son la principal fuente de alimentación para peces, aves marinas, tortugas marinas y mamíferos marinos, además del calamar (*Loligo* spp.) y de gran importancia económica, ya que representan miles de toneladas de la captura pesquera mexicana actual (Morgan *et al.* 2005; CONABIO-CONANP-TNC-PRONATURA 2007a)

El talud continental de Bahía San Carlos posee una plataforma continental estrecha y un talud con pendiente pronunciada que alcanza una profundidad máxima de 948 m, pero en su mayor parte posee profundidades batiales que van de los 200 a los 800 m. El sitio posee cañones y valles en su plataforma y talud continental, además de una complejidad importante de fondo, en el sitio se presentan zonas de surgencia y alta productividad primaria (CONABIO-CONANP-TNC-PRONATURA 2007b).

La Cuenca del Carmen, con una importante complejidad de fondo, registra profundidades batiales y máximas de hasta 2680 m en la zona abisal. Presenta formaciones únicas como los sedimentos laminados con comunidades de gran biodiversidad, adaptadas a zonas anóxicas o con baja concentración de O₂. El sitio forma parte del hábitat de grandes vertebrados como el tiburón ballena (*Rhincodon typus*), enlistada con la categoría de amenazada y especies de mamíferos marinos como el delfín nariz de botella (*Tursiops truncatus*), el delfín gris (*Grampus griseus*), el calderón (*Globicephala macrorhynchus*) y el cachalote común (*Physeter macrocephalus*), todas ellas con categoría de sujeta a protección especial en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, *Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo* (CONABIO-CONANP-TNC-PRONATURA 2007c; DOF 2010a).

El Cañón de San Ignacio cuenta con una plataforma estrecha y un amplio talud continental con complejidad de fondo. La profundidad va de los 200 a los 800 m, y una máxima de 1952 m, presenta procesos oceanográficos de gran importancia como zonas de surgencia y una de las más productivas para la reproducción y reclutamiento de diversas especies de peces, especialmente la sardina monterrey (*Sardinops sagax caerulea*), por lo que está catalogada como uno de los sitios con mayores existencias para el sostenimiento de las grandes pesquerías en el país. Se registran áreas con placas de carbonato, infiltraciones de metano y zona de concentración mínima de oxígeno, alta concentración de organismos y pequeños tiburones bentónicos, gusanos de tubo y bivalvos (Doode Matsumoto 1999; CONABIO-CONANP-TNC-PRONATURA 2007d)

La Cuenca Farallón está conformada por una plataforma muy estrecha, un amplio talud continental y la dorsal, además de cañones y valles. Presenta una importante complejidad de fondo con profundidades principalmente batiales de los 800 a los 2000 m. Se han verificado dos montañas submarinas *El Bajo de Espiritu Santo* (EBES) y *El Charro*, cuyas características batimétricas son capaces de influenciar las condiciones de la superficie del océano, como los patrones de circulación o la productividad primaria. Las condiciones hidrográficas particulares de EBES favorecen valores altos de productividad primaria a través de todo el año y se asocian a un fenómeno oceanográfico conocido como “efecto isla” (Amador-Buenrostro *et al.* 2003; Verdugo-Díaz *et al.* 2006; CONABIO-CONANP-TNC-PRONATURA 2007e).

Las altas concentraciones de organismos planctónicos reportadas sobre las montañas submarinas en esta zona indican que los bajos juegan un papel importante en la agrupación de cardúmenes y asociaciones de peces. En EBES se han reportado hasta 76 especies de larvas, entre ellas de peces de zonas arrecifales, de importancia comercial y

pesca deportiva. Asimismo, se presentan agregaciones de tiburón cornuda, mantas, tiburón ballena y tiburón martillo (*Sphyrna lewini*), este último utiliza las montañas como zona de refugio. Klimley *et al.*, (2003) mencionó que en El Bajo del Espíritu Santo se presenta una bipolaridad magnética que es utilizada por los tiburones martillo para guiarse en sus excursiones de alimentación a aguas más profundas durante la noche (Klimley *et al.* 2003 en: Niparajá 2005).

El Archipiélago Espíritu Santo profundo posee una plataforma continental estrecha y un talud con pendiente pronunciada que alcanza profundidades batiales entre los 200 a los 800 m. Este sitio presenta cañones y valles en su talud y una importante complejidad de fondo. Debido a las características de estos accidentes marinos se generan condiciones oceanográficas particulares que modifican los patrones de circulación y mareas, así como de la estructura termohalina, provocando un transporte de agua en forma de giro lo que retiene a los organismos del plancton y larvas de peces, procesos que permiten la formación de zonas de agregación, reproducción, reclutamiento, alimentación y corredores migratorios de los más grandes peces de arrecifes como cabrillas y pargos, además de funcionar como zona de alimentación de tiburones martillo (Niparajá 2005; CONANP 2007b).

El Cañón Submarino de Cabo Pulmo y Monte Submarino Cabrillo presenta una importante complejidad de fondo con una plataforma muy estrecha, talud y crestas, pero principalmente es una dorsal, las profundidades van de los 2000 a los 3500 m y máxima de 3956 m, se han confirmado dos montañas submarinas y una por verificarse. Se localiza en la zona de confluencia de especies provenientes de las provincias biogeográficas Panámica, Californiana e Indo-Pacífica, por lo que representa un ecotono con gran diversidad biológica y de las más altas en la costa mexicana del Pacífico. La superficie de todo el sitio cuenta con la presencia de nódulos polimetálicos. Se considera que Cabo Pulmo el único sitio del Golfo de California donde se registran carnívoros tope en abundancia y presentando grandes tallas como tiburones, cabrillas y pargos.

Las Islas Mariás Profundo es un sitio con una complejidad de fondo importante, conformado en gran parte por la dorsal y el talud continental, posee además crestas y trincheras. Sus profundidades son principalmente abisales que van de los 2000 a los 3500 m, con una máxima de 4446 m. Se registra la presencia de nódulos polimetálicos en su superficie y aún no se han verificado la presencia de tres montañas submarinas. Tiene relevancia desde el punto de vista oceanográfico, ahí confluyen las masas subárticas del Pacífico, acarreadas por la Corriente de California; el agua tropical de superficie y subtropical subsuperficial traídas por la Corriente Costera de Costa Rica; el agua intermedia del Pacífico que participa principalmente por mezcla lateral y la masa de agua generada dentro del Golfo de California en menor proporción, por lo que representa el punto terminal de la zona de transición del Pacífico, que marca el extremo septentrional del agua subártica y el punto de partida de la Corriente Norecuatorial (CONANP 2007b).

Finalmente, el polígono Cañón submarino de Banderas es un sitio con una importante complejidad de fondo, que cuenta con una estrecha plataforma, trinchera y en su mayor parte un talud continental. Registra cañones submarinos y valles, las profundidades son principalmente abisales de los 2000 a los 3500 m, con una máxima de 4,947 m. Presenta algunas zonas con nódulos polimetálicos. En cuanto a su importancia ecológica, forma parte del hábitat de cetáceos como la ballena jorobada (*Megaptera novaengliae*), cuya distribución está determinada por la estructura y profundidad del fondo marino, se concentran entre los 200 y 2000 m en algunas zonas (Hooker *et al.* 1999).

▪ Cambio climático

La Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC) identifica dos opciones para hacer frente al Cambio Climático: la mitigación y la adaptación. La mitigación comprende todas las actividades humanas encaminadas a reducir las emisiones o la mejora de los sumideros de gases de efecto invernadero tales como el carbono dióxido, metano y óxido nitroso. La adaptación en el contexto del cambio climático se refiere a cualquier ajuste en los sistemas naturales o humanos en respuesta a los impactos reales o esperados del cambio climático, con el fin de moderar el daño o aprovechar las oportunidades beneficiosas (Klein *et al.* 2005).

Cada vez más, se reconoce que el manejo de los sistemas de áreas silvestres protegidas como sumideros de carbono y recursos para la adaptación es una estrategia eficaz y relativamente rentable. Actualmente, las redes de áreas silvestres protegidas ayudan tanto a mitigar los efectos del cambio climático, como a los procesos de adaptación al mismo (Dudley *et al.* 2009). Las áreas protegidas almacenan el 15 por ciento del carbono terrestre y brindan servicios ambientales para la reducción de desastres, la provisión de agua y alimentos y la salud pública, todos los cuales facilitan la adaptación comunitaria. Muchos ecosistemas manejados naturalmente pueden ayudar a reducir los impactos del cambio climático. Las áreas protegidas tienen ventajas sobre otros enfoques de administración de ecosistemas naturales en términos legales y de transparencia gubernamental, capacidad y efectividad. En muchos casos, la protección es la única manera de mantener secuestrado el carbono y los sistemas del ecosistema trabajando de manera fluida (Dudley *et al.* 2009).

Las áreas silvestres protegidas constituyen una parte esencial de la respuesta global al cambio climático, ayudan a abordar la causa del cambio climático reduciendo las emisiones de gases de efecto invernadero; a la sociedad a hacer frente a los impactos del cambio climático manteniendo los servicios esenciales de los que dependen las personas. Sin ellas, los desafíos podrían ser aún mayores y su fortalecimiento es una de las soluciones naturales más eficaces contra la crisis climática (Dudley *et al.* 2009). Las áreas naturales protegidas contribuyen a las dos respuestas principales al cambio climático:

Mitigación. Las áreas protegidas al mantener los ecosistemas a largo plazo, permiten dos estrategias principales para la mitigación, ya que los ecosistemas pueden a) almacenar el CO₂ y b) capturar el CO₂ (PNUMA-GIEC 2005; Amend 2010).

1. Almacenar el CO₂ significa impedir que el carbón se escape a la atmósfera para ello, requiere contar con ecosistemas en buen estado de conservación. Los océanos cubren más del 70 por ciento de la superficie terrestre y su profundidad media es de 3800 metros. Debido a que el dióxido de carbono es soluble en el agua, se producen intercambios naturales de CO₂ entre la atmósfera y las aguas en la superficie oceánica hasta que se alcanza un equilibrio.
2. Capturar el CO₂, busca fijar activamente el dióxido de carbón que se encuentra libre en la atmósfera, mediante los “servicios” que prestan los ecosistemas naturales. Naturalmente, muchos ecosistemas capturan y almacenan CO₂ constantemente. Pero adicionalmente, muchas áreas protegidas tienen el potencial y el espacio de restauración o de regeneración natural de bosques, pantanos u otros ecosistemas degradados. Ellos ofrecen un ámbito ecológico ideal y legalmente reconocido para fomentar medidas de recuperación o de reforestación.

3. En el caso de los océanos, si la concentración atmosférica de CO₂ aumenta, el océano absorbe CO₂ adicional gradualmente. De este modo, los océanos han absorbido alrededor de 500 Gt de CO₂ (140 Gt de C) de un total de 1 300 Gt de CO₂ (350 Gt de C) de emisiones antropógenas liberadas en la atmósfera durante los últimos 200 años. Como resultado del aumento de las concentraciones atmosféricas de CO₂ causadas por actividades humanas relativas a niveles preindustriales, actualmente los océanos absorben CO₂ con una intensidad de unas 7 Gt de CO₂ al año (2 Gt de C al año). La mayor parte de este dióxido de carbono reside ahora en las capas superiores del océano (PNUMA-GIEC 2005).

Adaptación. La Evaluación de los Ecosistemas del Milenio (MEA 2005, por sus siglas en inglés) estima que 60 por ciento de los servicios globales del ecosistema están degradados y la población mundial ha aumentado más del doble en los últimos 50 años, lo que *“...ha contribuido a un aumento significativo en el número de inundaciones e incendios de gran escala en todos los continentes desde la década de 1940”*. Las pérdidas económicas causadas por los desastres climáticos ha aumentado diez veces en los últimos 50 años y los “desastres naturales” relacionados con inundaciones, tormentas, penetraciones del mar, sequías y avalanchas continuarán aumentando en frecuencia e intensidad fluida (Dudley *et al.* 2009). En este contexto, se enfrentan dos situaciones:

1. La primera es el cambio paulatino del clima durante las próximas décadas, con temperaturas más altas, menos o más lluvias en algunas regiones.
2. La segunda es el aumento de eventos meteorológicos extremos, inundaciones o los huracanes con fuertes impactos en un periodo relativamente corto.

El cambio del clima afectará tanto a las sociedades como a los ecosistemas, cuyo grado de afectación tendrá siempre cierto grado de incertidumbre, sin embargo, se pueden anticipar ciertos escenarios factibles y tomar medidas para predecir, prevenir y eventualmente adaptarse a la situación pronosticada. Las medidas dependen de la vulnerabilidad de los ecosistemas en cuestión y de las comunidades potencialmente afectadas, a su vez, la vulnerabilidad dependerá del carácter, magnitud y rapidez del cambio climático al que esté expuesto un sistema, el cual está definido por su sensibilidad y capacidad de adaptación.

En este contexto, las áreas naturales protegidas constituyen herramientas comprobadas para mantener los bienes y servicios naturales esenciales en los ecosistemas, para ayudar a aumentar la resiliencia y reducir la vulnerabilidad ante el cambio climático, por ejemplo en zonas marinas, conservan y recuperan los cardúmenes de importancia pesquera, tanto en tamaño como el de las poblaciones. Por lo anterior, es necesario diseñar y manejar de manera eficiente las áreas protegidas para que puedan cumplir bajo condiciones cambiantes del clima con sus funciones y brindar numerosos servicios ambientales (PNUMA-GIEC 2005; Dudley *et al.* 2009; Amend 2010).

e) Antecedentes de protección del área

Las áreas de protección marina del Golfo de California y en general de los mares mexicanos, se han establecido sólo en las zonas marinas someras, no específicamente en las profundidades del océano. La única área natural protegida en México que ha sido establecida legalmente para la protección de ambientes de mar profundo es el Santuario Ventilales Hidrotermales de La Cuenca de Guaymas y de la Dorsal del Pacífico Oriental con una superficie de 145,564.80 ha, mediante decreto publicado en el Diario Oficial de la Federación el 5 de junio de 2009 (DOF 2009).

Aproximadamente, el 0.8% de los océanos del mundo y el 6% de los mares territoriales, se encuentran bajo sistemas de protección (CBD 2009). Países como Australia, Nueva Zelanda y Canadá han tomado medidas de protección, mediante la creación de reservas marinas profundas (Erisman *et al.* 2010). Por ejemplo, en el año de 2002, el World Summit on Sustainable Development, elaboró un plan mundial para desarrollar y utilizar diversas herramientas para la eliminación de prácticas de pesca destructivas, el establecimiento de áreas marinas protegidas que fueran consistentes con una legislación internacional, basada en información científica, y la elaboración de redes representativas para el año de 2012 (CBD 2009).

Por su parte, la conservación de los recursos costeros y oceánicos en el país se enmarca dentro de diferentes compromisos contraídos por México; entre los que destacan el Convenio sobre la Diversidad Biológica (CDB 1992); el programa “Mandato de Yakarta sobre diversidad biológica marina y costera” acordado por dicho Convenio (CBD 1995); la Convención de las Naciones Unidas sobre el Derecho del Mar (UN 1982); la Agenda 21 (UNEP 1992); el Convenio de Cartagena para la protección y desarrollo del medio marino de la región del Gran Caribe (PNUMA 1983). Adicionalmente, 1997 se consideró el Año Internacional de los Arrecifes y 1998 fue declarado como el Año Internacional de los Océanos (UNESCO 2002).

Entre los criterios establecidos por la Convención sobre la Diversidad Biológica (CBD, por sus siglas en inglés) para la identificación ecológica de protección en aguas oceánicas, fueron la singularidad o rareza; la importancia especial para los estadios de vida de las especies; la importancia por amenaza, peligro o decline de las especies y/o hábitats; las áreas que contengan zonas de crianza, desove, hábitats de juveniles, entre otras; o hábitats de especies migratorias; las áreas que alberguen especies amenazadas; la vulnerabilidad, fragilidad, susceptibilidad o lenta recuperación; la productividad biológica; la diversidad biológica; y la naturalidad.

Asimismo, la CBD también desarrolló una guía científica para la selección de áreas para establecer una red representativa de áreas marinas protegidas de aguas oceánicas abiertas y hábitats de mar profundo. Entre las características que proponen tomar en consideración se encuentran: las áreas con importancia ecológica y biológica; la representatividad; la conectividad; las especies, hábitats y procesos ecológicos replicados; y los sitios adecuados y viables (CBD 2009).

México tomó como objetivos generales llevar a cabo diferentes análisis de vacíos y omisiones para determinar las prioridades de conservación *in situ* que puedan servir de guía para la creación de nuevas áreas naturales protegidas en México, así como para buscar su conservación por medio de otros instrumentos.

f) Ubicación respecto a las regiones prioritarias para la conservación determinadas por la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO).

El Programa de Regiones Prioritarias para la Conservación de la Biodiversidad de la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), se orientó a la identificación de áreas, cuyas características físicas y bióticas representaran condiciones particularmente importantes desde el punto de vista de la biodiversidad en diferentes ámbitos ecológicos e incluye las Regiones Terrestres Prioritarias, las Regiones Hidrológicas Prioritarias (RHP, ámbitos acuáticos continentales) y las Regiones Prioritarias Marinas (RPM, ámbitos costeros y oceánicos), además de una regionalización complementaria, desarrollada por la Sección Mexicana del Consejo Internacional para la preservación de las aves (CIPAMEX) que corresponde a las Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICA) (Arriaga *et al.* 2000).

Aunque en un inicio no se contemplaron las zonas costeras y oceánicas de México, representaban sitios de gran importancia debido a la situación geográfica de México, con costas en cuatro mares principales, el Pacífico, Golfo de California, Golfo de México y mar Caribe, y niveles de riqueza, diversidad y endemismos comparables con los de la biota continental. Estos ecosistemas además están pobremente representados en las áreas naturales protegidas del país; por ello, ante la necesidad de contar con un panorama nacional para establecer prioridades de conservación, manejo y uso sustentable del ambiente marino en el país, se definieron las áreas prioritarias de biodiversidad marina (Arriaga *et al.* 1998).

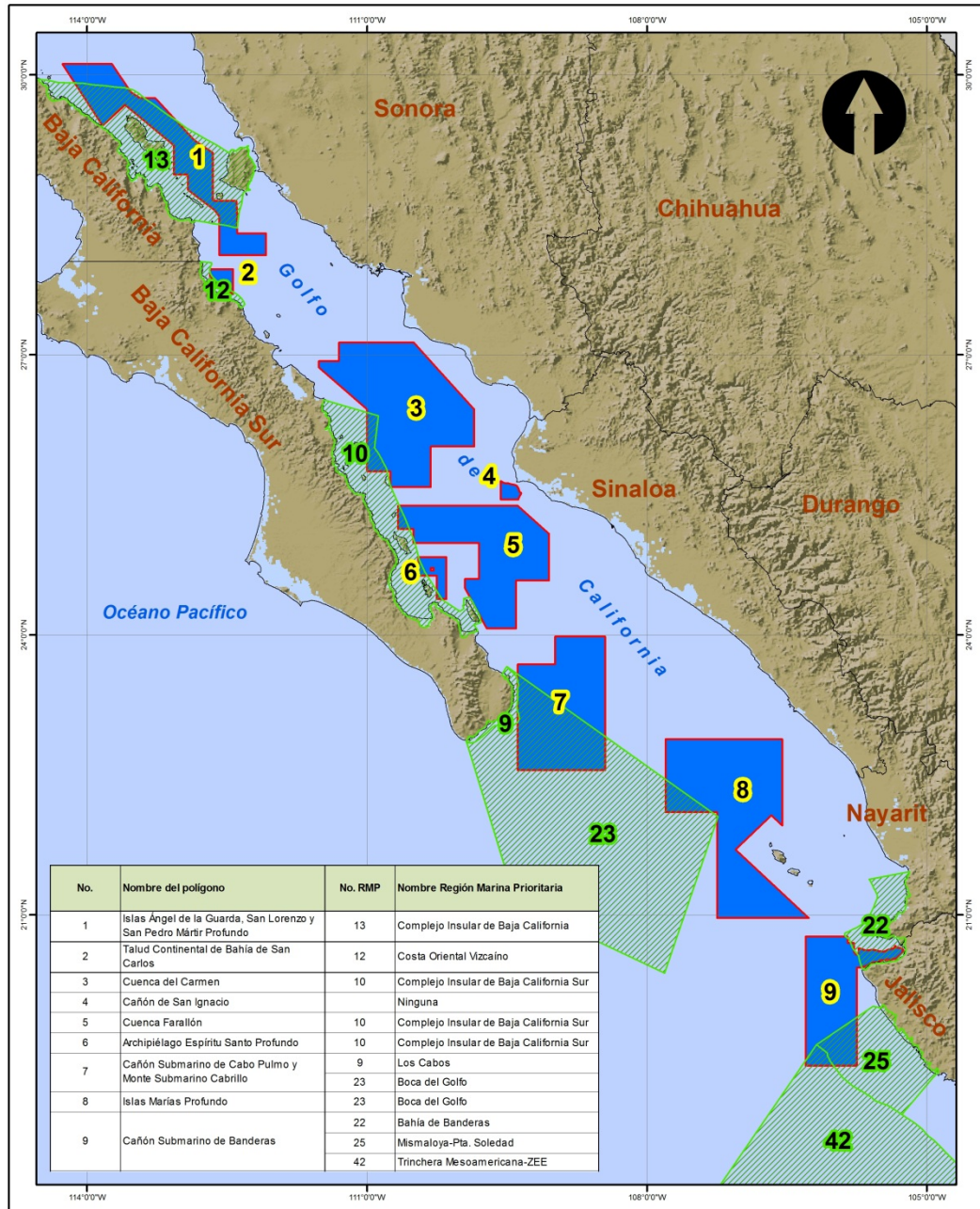
En 1998, la CONABIO instrumentó el *Programa de Regiones Marinas Prioritarias de México* con el apoyo de The David and Lucile Packard Foundation (PACKARD), la Agencia Internacional para el Desarrollo de la Embajada de los Estados Unidos de América (USAID por sus siglas en inglés), el Fondo Mexicano para la Conservación de la Naturaleza (FMCN) y el Fondo Mundial para la Naturaleza (WWF siglas en inglés). El objetivo principal fue desarrollar un marco de referencia para contribuir a la planificación, conservación y manejo sustentable de los ambientes marinos en México incluyendo zonas oceánicas, islas, lagunas, costas, arrecifes, manglares, marismas, bahías, caletas, dunas y playas, que considere los sitios de mayor biodiversidad, su uso actual y potencial.

El resultado fue la clasificación y un mapa del territorio nacional con 70 regiones marinas prioritarias para la conservación de la biodiversidad costera y oceánica definidas por el patrón de uso de recursos, conocimiento sobre biodiversidad y las amenazas que enfrentan, repartidas en ambas costas del país: 43 en el Pacífico y 27 en el Golfo de México y Mar Caribe.

La Tabla 8 muestra los nueve polígonos de las zonas marinas profundas y su coincidencia parcial o total con respecto a las regiones prioritarias marinas definidas por CONABIO, además de una breve descripción general que define la relevancia de cada sitio. (Figura 13)

Tabla 8. Ubicación de los polígonos de la RBZMPGC respecto a las Regiones Marinas Prioritarias de CONABIO.

No.	Nombre del polígono	No. RMP	Nombre Región Marina Prioritaria	Aspectos relevantes de la RMP
1	Islas Ángel de la Guarda, San Lorenzo y San Pedro Mártir Profundo	13	Complejo Insular de Baja California	Zonas de mayor productividad primaria del Golfo de California. Ambientes pelágico, litoral e infralitoral con alta integridad ecológica.
2	Talud Continental de Bahía de San Carlos	12	Costa Oriental Vizcaíno	Zona oceánica, y ambientes, litoral e infralitoral con alta integridad ecológica.
3	Cuenca del Carmen	10	Complejo Insular de Baja California Sur	Zona oceánica, y ambientes litoral, infralitoral, pelágico y laguna costera con alta integridad ecológica.
4	Cañón de San Ignacio		Ninguna	No aplica
5	Cuenca Farallón	10	Complejo Insular de Baja California Sur	Zona oceánica, y ambientes litoral, infralitoral, pelágico y laguna costera con alta integridad ecológica.
6	Archipiélago Espíritu Santo Profundo	10	Complejo Insular de Baja California Sur	Zona oceánica, y ambientes litoral, infralitoral, pelágico y laguna costera con alta integridad ecológica.
7	Cañón Submarino de Cabo Pulmo y Monte Submarino Cabrillo	9	Los Cabos	Ambientes litoral, infralitoral y arrecife con alta integridad ecológica.
		23	Boca del Golfo	Zona oceánica. Ambiente oceánico con alta integridad ecológica
8	Islas Marías Profundo	23	Boca del Golfo	Ambiente oceánico con alta integridad ecológica
9	Cañón Submarino de Banderas	22	Bahía de Banderas	Zona de anidación de tortugas marinas y de reproducción de la ballena jorobada. Ambientes con alta integridad ecológica.
		25	Mismaloya-Pta. Soledad	Zona de surgencia, procesos de turbulencia y concentración de nutrientes, transporte de Ekman.
		42	Trinchera Mesoamericana-ZEE	No se cuenta con información



**Reserva de la Biosfera
Zona Marina Profunda Golfo de California**

Simbología

- Polígono Zona Marina Profunda GC
- Regiones Prioritarias Marinas

Fuentes de Información Cartográfica

Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas

Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI)

The Nature Conservancy (TNC)

Supervisó: César Sánchez Ibarra
Elaboró: R. Daniel Cruz Flores

Regiones Prioritarias Marinas CONABIO

Figura 13. Localización de los polígonos incluidos en la RBZMP Golfo de California y las regiones marinas prioritarias CONABIO (1998)

- **Ubicación respecto al análisis de vacíos y omisiones en conservación de la biodiversidad marina de México**

El análisis de vacíos y omisiones en conservación de la biodiversidad marina de México, constituyó un ejercicio necesario considerando la vasta extensión costera, marina e insular del país y la escasa representatividad de estos ecosistemas en el sistema de áreas naturales protegidas. La complejidad espacial y temporal del ambiente marino determinó una amplia variedad de análisis y consideró una vasta gama de objetos de conservación en diferentes escalas. Se compiló información de diversas fuentes, tales como bases biológicas y geográficas, ejercicios previos de planeación para la conservación marina, además de un taller nacional con expertos y revisores de 43 instituciones académicas, organizaciones no gubernamentales y sector público (CONANP-CONABIO-PRONATURA-TNC, 2005).

Los objetivos del análisis fueron asegurar la redundancia de especies y ecosistemas en la propuesta de nuevas ANP, seleccionar sitios con capacidad de resiliencia y en buen estado de conservación, considerar los vacíos de representación en el actual sistema de áreas naturales protegidas, incluyendo criterios ecológicos, a través de un enfoque participativo y de un proceso adaptativo en el diseño.

En 2005, se realizó el taller para identificar sitios de alta importancia para la conservación de la biodiversidad costera y oceánica de México, organizado de manera conjunta entre la CONANP, CONABIO, Pronatura A.C. y TNC, en el cual participaron expertos y especialistas en temas marino- oceánicos de 33 diferentes instituciones. Entre los criterios se consideraron grupos taxonómicos en función del conocimiento y experiencia de los especialistas participantes, las características generales físicas, químicas, biológicas y geológicas de cada sitio y la metodología se basó en cartografía temática digital sobre batimetría, cuerpos de agua costeros y tipos de vegetación, bases de datos de ejemplares georreferenciados de especies de flora y fauna marinas, y una lista de objetos de conservación, entre otros atributos espaciales (CONANP-CONABIO-PRONATURA-TNC, 2005).

La metodología se basó en el Análisis GAP, una evaluación de la medida en que un sistema de áreas protegidas cumple con los objetivos de protección establecidos por un país o una región para representar su diversidad biológica. Los análisis pueden variar desde simples ejercicios sobre la base de una comparación espacial de la biodiversidad con las áreas protegidas existentes, hasta complejos estudios que requieren la recopilación de datos y análisis detallados, mapas y el uso de paquetes de software de toma de decisiones (CBD 2012).

Entre los resultados se obtuvieron los polígonos de los sitios prioritarios para la conservación de los ambientes costeros y oceánicos de México para 4 grandes regiones marinas, Golfo de California y Pacífico Noroeste, Pacífico Tropical, Golfo de México y Caribe, incluidas zonas oceánicas de mar profundo; la caracterización y evaluación por sitio, y su priorización de acuerdo con la importancia, impactos y amenazas. Los sitios fueron clasificados en *Sitios prioritarios costeros y de margen continental (SCMC)* y *Sitios de mar profundo (SMP)*. Se identificaron 105 sitios prioritarios para la conservación de la biodiversidad marina de México. Se caracterizaron 20 zonas de relevancia por procesos oceanográficos, como surgencias, mezcla vertical, oleaje, mareas, corrientes y contracorrientes, descargas de ríos, giros o remolinos y fenómenos meteorológicos y climáticos (CONANP-CONABIO-PRONATURA-TNC, 2007).

Entre las ecorregiones más destacadas está el Golfo de California, con el mayor número y variedad de ambientes, sitios delimitados con fines de conservación y concentración de cuerpos insulares. Para esta región se definieron 21 sitios costeros y de margen continental (SCMC) y 9 sitios de mar profundo (SMP), la mayor proporción en superficie y número de sitios prioritarios, de gran importancia y que no cuentan con protección. Lo anterior, representó la premisa para el diseño de una red o sistema representativo de áreas naturales protegidas marinas en México. Una de las conclusiones obtenidas del estudio es que se requiere de una mayor representatividad de ANP en la zona costera y en particular en la zona de mar profundo (CONANP-CONABIO-PRONATURA-TNC, 2005).

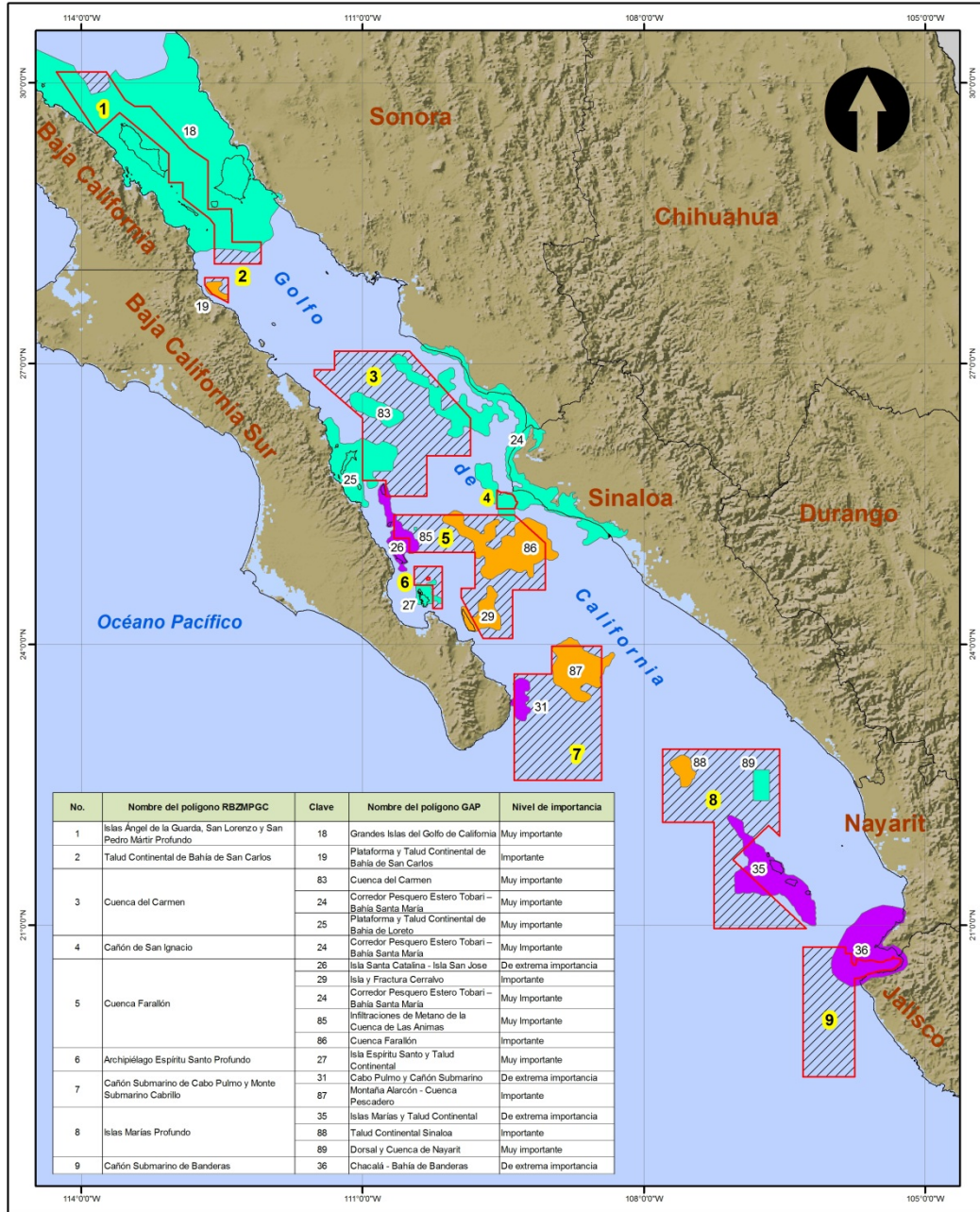
La evaluación de los sitios prioritarios para la conservación de los ambientes costeros y oceánicos de México es de tal trascendencia, que los polígonos propuestos en el presente estudio fueron definidos a partir de dicho análisis y para fines de identificación se denominan como polígonos GAP. (Tabla 9 y Figura 14)

La determinación de los sitios prioritarios y su nivel de importancia se realizó a través de las siguientes fases:

- a) Determinación de áreas y sitios de alta importancia para la biodiversidad marina por grupo taxonómico o tema: vertebrados, bentos, plancton y pesquerías, vegetación costera y marina y procesos oceanográficos.
- b) Integración de las áreas y sitios prioritarios para los diferentes grupos taxonómicos y aquellos relevantes por los procesos oceanográficos que sustentan.
- c) Determinación de áreas y sitios de alta importancia para la biodiversidad marina por región geográfica
- d) Depuración y documentación de áreas y sitios de importancia para la biodiversidad marina de México
- e) Priorización de sitios: valores ambientales y de biodiversidad, y amenazas y niveles de impacto
- f) Validación

Tabla 9. Ubicación de los polígonos de la RBZMPGC respecto a los sitios prioritarios para la conservación de los ambientes costeros y oceánicos de México (polígonos GAP)

No.	Nombre del polígono RBZMPGC	Clave	Nombre del polígono GAP	Nivel de importancia
1	Islas Ángel de la Guarda, San Lorenzo y San Pedro Mártir Profundo	18	Grandes Islas del Golfo de California	Muy importante
2	Talud Continental de Bahía de San Carlos	19	Plataforma y Talud Continental de Bahía de San Carlos	Importante
3	Cuenca del Carmen	83	Cuenca del Carmen	Muy importante
		24	Corredor Pesquero Estero Tobarí – Bahía Santa María	Muy importante
		25	Plataforma y Talud Continental de Bahía de Loreto	Muy importante
4	Cañón de San Ignacio	24	Corredor Pesquero Estero Tobarí – Bahía Santa María	Muy Importante
5	Cuenca Farallón	26	Isla Santa Catalina - Isla San Jose	De extrema importancia
		29	Isla y Fractura Cerralvo	Importante
		24	Corredor Pesquero Estero Tobarí – Bahía Santa María	Muy Importante
		85	Infiltraciones de Metano de la Cuenca de Las Animas	Muy Importante
		86	Cuenca Farallón	Importante
6	Archipiélago Espíritu Santo Profundo	27	Isla Espíritu Santo y Talud Continental	Muy importante
7	Cañón Submarino de Cabo Pulmo y Monte Submarino Cabrillo	31	Cabo Pulmo y Cañón Submarino	De extrema importancia
		87	Montaña Alarcón - Cuenca Pescadero	Importante
8	Islas Marías Profundo	35	Islas Marías y Talud Continental	De extrema importancia
		88	Talud Continental Sinaloa	Importante
		89	Dorsal y Cuenca de Nayarit	Muy importante
9	Cañón Submarino de Banderas	36	Chacalá - Bahía de Banderas	De extrema importancia



**Reserva de la Biosfera
Zona Marina Profunda Golfo de California**

SAVING THE LAST GREAT PLACES ON EARTH

COMISION NACIONAL DE AREAS NATURALES PROTEGIDAS

Fuentes de Información Cartográfica

Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas

Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI)

The Nature Conservancy (TNC)

Supervisión: César Sánchez Ibarra
Elaboración: R. Daniel Cruz Flores

Simbología

 RB Zona Marina Profunda GC

Polígonos GAP

Extrema importancia

muy importante

importante

Análisis de Vacíos y Omisiones

Figura 14. Localización de los polígonos incluidos en la RBZMP Golfo de California respecto al Análisis de Vacíos y Omisiones CONABIO et al. (2007)

III. DIAGNÓSTICO

a) Características históricas y culturales

No aplica

b) Aspectos socioeconómicos relevantes desde el punto de vista ambiental

▪ Uso y aprovechamiento de los recursos en la zona de influencia: La pesca en aguas profundas del Golfo de California

Tomando en consideración el crecimiento de la captura, el número y tipo de recursos que incluye, así como de los ambientes y las profundidades a las que se lleva a cabo, las actividades pesqueras pueden ser clasificadas en dos grandes grupos: la pesca en aguas someras y la pesca en aguas profundas. La pesca en aguas profundas de manera general se define como la que explota recursos pesqueros que viven a profundidades mayores a los 400 m (Gordon 2010). No obstante que esta definición resulta arbitraria porque simplifica y describe los tipos de pesca básicamente por su profundidad y la tecnología que se emplea, esta clasificación permite discriminar entre la pesca que se desarrolla sobre la plataforma continental y la parte superior del talud continental, de aquella que se practica a mayores profundidades.

La pesca en aguas profundas de los océanos ha crecido desde mediados de la década de los setenta, cuando representaba el 2% de las capturas mundiales, hasta alcanzar a fines de los noventa aproximadamente el 20% (Gordon 2010). Con el 72 al 78% de las mayores pesquerías mundiales sobreexplotadas o agotadas, las presiones sobre los hábitats del mar profundo poco explorados se está incrementando. Los científicos y otros interesados están preocupados porque el incremento en la escala y el impacto de la pesquería de profundidad significa que ya está en curso una crisis “silenciosa” y todavía inadvertida de la biodiversidad (Gjerde 2003).

Las nuevas tecnologías para el aprovechamiento de los recursos naturales, que incluyen sistemas de posicionamiento global (GPS, por sus siglas en inglés), sonares multibanda o winches más poderosos, entre otros, permiten acceder a las áreas previamente inaccesibles (por debajo de los 2,000 m) y han estimulado este incremento en la intensidad de la explotación y su impacto. Los arrastreros de profundidad pueden ahora localizar fácilmente y capturar los stocks de peces de mar profundo como el pez reloj anaranjado *orange roughy* (*Hoplostethus atlanticus*) que se agrega para reproducirse en los montes submarinos, bancos y paredes de los cañones, destruyendo, con sus pesados sistemas de arrastre, las frágiles comunidades bentónicas basadas en corales. Tal eficiencia ha llevado rápidamente (en 3 - 5 años) a la extinción comercial de algunos de los stocks de peces demersales y prácticamente destruido algunas áreas de hábitats marinos -una calamidad que raramente es notada- ya que los pescadores son libres de moverse simplemente al siguiente sitio. Los periodos de vida largos, la baja tasa de crecimiento y baja productividad de muchas especies de peces (el pez reloj anaranjado puede vivir 100 años y alcanzar la madurez sexual a los 30) y de los corales de mar profundo, provocan que el daño pueda ser irreversible (Gjerde 2003).

Los países que han practicado pesca de profundidad son: Japón, Nueva Zelanda, Rusia, Inglaterra, Escocia, Portugal, España, Estados Unidos y también países de Latinoamérica como Argentina, Brasil y Chile. La pesca en aguas profundas se ha enfocado

principalmente hacia los peces gadoideos como bacalaos (*Gadidae*) y merluzas (*Merlucciidae*), *scabbard fish* o cintillas- *Aphanopus carbo* (*Trichiuridae*), granaderos (*Macrouridae*), peces sapos, gallina, etc. (*Lophiidae*), así como hacia los tiburones, los camarones de las familias *Solenoceridae* y *Aristeidae*, y los calamares de la familia *Omastrephidae*, entre otras (Gordon 2010).

En México se han realizado esfuerzos por llevar a cabo la pesca de profundidad en la costa occidental de la península de Baja California, en el caso de los camarones (*Pandalus platyceros*) en la parte profunda de la plataforma continental (Sánchez-Juárez 2001) y del bacalao negro (*Anoplopoma fimbria*) en la plataforma profunda y en la parte superior del talud, hasta un poco más de 1,000 metros (DOF 2010b; Silva-Ramírez 2005); en tanto que se han realizado trabajos de investigaciones sobre la abundancia y la distribución de la langostilla roja (*Pleuroncodes planipes*) en la costa del Pacífico de Baja California (Uribe 2006) y de los camarones de profundidad en el Golfo de México (Gracia *et al.* 2010). Para el Golfo de California aún no se cuenta con información específica disponible.

▪ Las pesquerías tradicionales en el Golfo de California y el Pacífico Mexicano

Las pesquerías del Golfo de California y el Pacífico Mexicano son pesquerías de baja profundidad. La industria pesquera mexicana actualmente no realiza algún tipo de pesca de profundidad. Sus embarcaciones menores y de mediana altura, que constituyen la mayor parte de la flota pesquera, así como la tecnología, son apropiadas para la pesca a bajas profundidades sobre la plataforma continental. Ocasionalmente durante el verano, algunas embarcaciones camaroneras, como parte de las pesquerías de escama y tiburón, obtienen capturas de merluza en la zona del Alto Golfo, al norte de Isla Tiburón a profundidades cercanas a los 200 metros o un poco más. Sin embargo, la pesca sobre estos recursos aún no forma parte de la cadena productiva nacional.

Algunas especies oceánicas pelágicas y otras bentopelágicas de plataforma y del talud cuya distribución alcanza las zonas de especies profundas, a más de 400 metros, aparecen como parte de las capturas incidentales en las pesquerías de pelágicos menores y de atunes principalmente en el área que comprende la zona económica exclusiva (Figura 15). Estas suelen ser especies objetivo en las pesquerías de tiburones de mediana altura y de embarcaciones menores al ser capturadas en la parte superior de su rango de distribución vertical. Se trata de especies pelágico-oceánicas, particularmente de la familia *Alopiidae* (tiburones zorro), *Alopias vulpinus* y *A. superciliosus*; de la familia *Carcharhinidae* como *Carcharhinus falciformis*; merluzas como *Merluccius angustimanus*, las brótulas (*Macrouridae*), opas (*Lampris guttatus*) (*Lampridae*) y cintillas (*Trichiuridae*). La pesquería cerquera litoral de pelágicos menores en el Golfo de California y la pesca de arrastre de camarón de las flotas de San Felipe, Puerto Peñasco, Guaymas, Mazatlán y Topolobampo también capturan algunas especies profundas en cantidades mínimas (DOF 2006).

Las estadísticas pesqueras nacionales registran las especies de la pesca en sus respectivos rubros comerciales, sin especificar si se trata de especies objetivos, especies incidentales o fauna de acompañamiento, por esta razón no es posible estimar la captura de especies incidentales y por ello tampoco la captura de especies profundas. En el caso de los tiburones que alcanzan distribuciones profundas, aparecen registrados con el término genérico, lo mismo que la mayor parte de las especies de escama marina. La

Carta Nacional Pesquera (DOF 2006) enlista en la descripción de las pesquerías tanto las especies objetivo como las especies incidentales.

La pesquería de escama del Pacífico abarca aproximadamente 140 especies y como parte de ellas aparecen solamente dos especies de profundidad, del grupo de las merluzas (*Merluccius angustimanus* y *Merluccius productos*) (Merlucciidae) en tanto que en el grupo de las cabrillas y verdillos registra con carácter incidental una especie *Brotula clarkae* de la familia Ophidiidae.

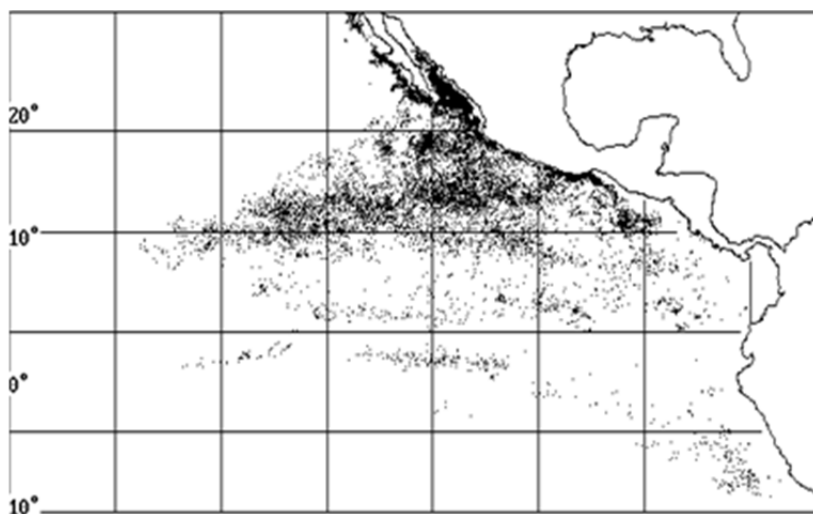


Figura 15. Zonas de Pesca de atunes en el Pacífico Mexicano (Dreyfus et al, 2006).

Los sistemas de producción pesquera mexicanos contenidos en la segunda actualización de la Carta Nacional Pesquera (DOF 2010b), incluyen en sus descripciones además de las anteriores al bacalao negro (*Anoplopoma fimbria*) pero en general no hay definiciones ni descripciones para la pesca en aguas profundas de otras especies, en aspectos tales como unidades de pesquerías con especies definidas, sistemas de pesca, unidad de pesca y de esfuerzo pesquero, áreas de pesca, temporadas o sistemas de regulación. Por lo anterior al no existir prácticamente la pesca en aguas profundas, el sistema estadístico mexicano hasta ahora no registra las escasas especies que conforman estas pesquerías.

Las condiciones oceanográficas de la región, en particular la presencia de la Zona Mínima de Oxígeno, determinan que la pesca en la mayor parte del Pacífico Mexicano se realice en las capas superiores. En el Golfo de California, la pesca se restringe a bajas profundidades lo mismo que en el Pacífico sureste, en parte debido a que la mayor parte de las especies y entre ellas las de las pesquerías comerciales son especies principalmente no adaptadas a condiciones hipóxicas.

- **Las condiciones de la pesca y posibles efectos de las políticas de conservación de los sitios marinos profundos**

Bajo las condiciones actuales de operación de la flota comercial tradicional en el Golfo de California, en la protección de los recursos en los sitios marinos profundos identificados como prioritarios en la región, no provocan un conflicto de intereses con los sectores productivos pesqueros. Las condiciones actuales de operación de las flotas no tienen

alcance profundo, pues solo se utilizan recursos pesqueros que se distribuyen sobre la parte superior del rango de profundidades sobre la plataforma continental.

Además de los atunes (familia Tunnidae), las especies factibles de explotar sobre los sitios profundos son recursos de la zona epipelágica tales como marlín, pez vela, pez espada, dorado y pez gallo, los cuales son recursos reservados a la pesca deportiva en una franja de 50 millas náuticas, de acuerdo con el artículo 68 de la Ley General de Pesca y Acuicultura Sustentables (DOF 2007) y por lo tanto en este caso aprovechables solo en la boca del Golfo de California. La captura del conjunto de estas especies es pelágica o epipelagica, de ninguna manera se realiza en las zonas profundas y por lo tanto no existen interferencias directas que pudieran ocasionar un conflicto entre la conservación de los sitios profundos y los sectores de la pesca comercial y deportiva; en tanto que los recursos por debajo de los 200 metros están fuera del alcance del poder de pesca de las flotas pesquera que explotan actualmente a los recursos marinos.

En las aguas que se encuentran por encima de los sitios prioritarios de mar profundo identificados en el Análisis de vacíos y omisiones de la conservación de la biodiversidad marina en México (CONABIO *et al.* 2007), dentro del Golfo de California, particularmente los situados cerca de las Grandes Islas, como la cuenca de San Pedro Mártir, la zona epipelagica es de alta producción de fito y zooplancton y por lo tanto de alimentación crecimiento y reclutamiento de pelágicos menores importantes para el sostenimiento de las cadenas tróficas y de la producción pesquera. La langostilla roja (*Pleuroncodes planipes*) es importante para la alimentación de los atunes y otros pelágicos mayores y las merluzas tienen como componente importante de su dieta a los pelágicos menores que son intensamente aprovechados por las pesquerías del Golfo de California.

- **Directrices internacionales para la ordenación de las pesquerías de aguas profundas en alta mar**

En 2009, la FAO presentó las Directrices Internacionales para la Ordenación de las Pesquerías de Aguas Profundas, aquéllas que se practican a grandes profundidades -de hasta 2000 m- muchas de ellas en alta mar, entre sus objetivos destacan asegurar la conservación a largo plazo de los recursos vivos de aguas profundas e impedir los efectos perjudiciales importantes sobre los ecosistemas marinos vulnerables. Los riesgos de este tipo de pesquerías son las capturas de especies que soportan índices de explotación muy bajos y el contacto de las artes de pesca con los fondos, con la posibilidad de destrucción de comunidades bentónicas y a los propios fondos marinos, particularmente los blandos. (FAO 2009)

También plantea los problemas de muchas especies profundas de interés comercial con alta longevidad, crecimiento lento, tasas bajas de mortalidad natural, maduración a edades relativamente avanzadas, en tanto que la reproducción puede no ser estrictamente anual. Como consecuencia, los recursos marinos vivos de aguas profundas presentan generalmente una baja productividad, por lo que sostienen un índice de explotación muy bajo, las altas tasas de explotación de estas especies causan un rápido agotamiento de los recursos. Además, cuando se produce un agotamiento de estos recursos, cabe prever que la recuperación sea larga y no esté asegurada (FAO 2009; 2010). Otras consideraciones también plantean la preocupación de que en el talud, numerosas especies son amenazadas como fauna de acompañamiento y recomienda que deban ensayarse métodos muy selectivos de captura, si se quiere evitar la fauna de acompañamiento.

Por lo anterior, es necesario utilizar el criterio de precaución del Código de Conducta para la Pesca Responsable en el cual se establecen principios y normas internacionales para la aplicación de prácticas responsables con miras a asegurar la conservación, la gestión y el desarrollo eficaces de los recursos acuáticos vivos, con el debido respeto del ecosistema y de la biodiversidad (FAO 1995).

La FAO considera a los ecosistemas marinos profundos importantes y vulnerables, emite recomendaciones para su ubicación cartográfica, descripción, evaluación e investigación. Asimismo, proporciona recomendaciones para la adopción de ordenamientos y conservación como parte de un proceso de gobernanza de las pesquerías profundas, así como el desarrollo de sistemas de investigación, capacitación y fortalecimiento institucional (FAO 2009).

▪ Conclusiones

La singularidad fisiográfica, oceanográfica y sus condiciones de mar marginal, con la Península de Baja California actuando como barrera, determinan que el Golfo de California sea uno de los centros de mayor actividad biológica marina del país, con variaciones en intensidad y estacionalidad, destacándose entre ellas la zona del Canal de Ballenas por su mayor intensidad y persistencia con variaciones a lo largo del año. Contiene numerosas especies endémicas marinas de peces e invertebrados. Su producción pesquera es la más importante del país, pues los cinco estados involucrados contribuyen a la pesca nacional con más del 70% de la producción de las pesquerías de mayor valor económico como las de camarón, atún, sardinas, jaiba y calamar.

Todas las pesquerías que se practican en esta región son de baja profundidad sobre la plataforma continental, a un límite de 150 metros, a pesar de que un porcentaje alto de sus fondos están formados por una buena porción del talud continental y profundidades de 3000 a 4000 metros desde su porción media hasta la parte de la entrada al Golfo, donde se concentra la producción de la mayor parte de las pesquerías de la región, solamente la región del Alto Golfo cuenta con una plataforma extensa y de pendientes suaves.

La zona mínima de oxígeno del Pacífico oriental conforma una capa muy extensa que restringe la productividad marina y las concentraciones de la biota desde los 400 m de profundidad en el sur del Alto Golfo, reduciéndose esta profundidad a partir de esa región, hasta una extensión de 200 kilómetros a un poco más de 200 metros y disminuyendo gradualmente hacia el Sureste del Golfo, llegando a 74 metros y/o a 66 metros en el Pacífico Sur Oriental de México.

Lo anterior, determina que existan nulas posibilidades de realizar pesquerías profundas en el Pacífico Mexicano y en la región del Golfo de California. Sin embargo, dentro de los organismos profundos existen camarones que habitan a mayores profundidades que en esta zona que podrían ser la alternativa futura más inmediata para la pesca, no obstante se precisa de mayores investigaciones.

Las políticas de conservación para la protección de ecosistemas profundos, deberán considerar a las zonas profundas como hábitats y comunidades frágiles, en tanto que la mayor parte de la producción biológica se concentra en las capas superiores del océano y que las comunidades bentónicas profundas dependen en gran medida de la caída de

materia orgánica y del eslabonamiento trófico de las comunidades desde la superficie al fondo.

Las siguientes consideraciones indican la necesidad de proteger la fauna desde el límite mismo de los 200 metros de profundidad, 1) la presencia de la capa anóxica, 2) la definición del umbral de 400 m como límite arbitrario que delimita la separación entre la fauna de la plataforma-parte superior del talud y la fauna de mayores profundidades, basada en los patrones de distribución vertical de los rangos de las especies profundas de la región que indican que la franja de profundidades entre 400 y 500 metros representa el límite de separación entre las faunas de plataforma talud y profunda en el Golfo de California, y 3) las señales de fuerte deterioro de los recursos bióticos derivada de la pesca en aguas profundas a nivel internacional a partir del límite profundo de la plataforma continental. Sin embargo, tomando en cuenta los intereses de los diferentes sectores económicos y sociales relacionados con la pesca, y ante eventuales proyectos de expansión de la pesca a profundidades mayores al límite de la plataforma continental, se recomienda que 400 metros sea el nivel máximo para el establecimiento de políticas de conservación en los sitios marinos de profundidad del Golfo de California.

En un inicio, deberá realizarse la identificación y caracterización de las comunidades bentónicas profundas, así como su ubicación cartográfica, como en el caso de las comunidades de corales profundos, los cuales pueden ser severamente impactados por la pesca en aguas profundas, la pesca sin control, o por cualquier otra actividad que implique la destrucción del hábitat.

Las redes de arrastre, redes de enmalle, redes de deriva, trampas solas y en trenes de trampas, una vez abandonadas, tienden a continuar capturando, contaminando y destruyendo hábitats, incluidos los arrecifes coralinos. La destrucción de corales profundos de aguas frías y sus faunas asociadas por artes de pesca ha sido motivo de preocupación. Países como Nueva Zelanda, Australia Canadá, Noruega y la Unión Europea han actuado para proteger algunas de estas áreas.

Algunas poblaciones, particularmente de crustáceos, realizan migraciones verticales extensas hacia las zonas profundas, donde se vuelven inaccesibles a los sistemas de pesca actuales, como la pesca de langosta con trampas. Sin embargo, la pesca de arrastre de merluza, en el Pacífico Norte, lo mismo que la de camarón desde Bahía de Sebastián Vizcaíno hasta el Cabo San Lázaro, capturan cantidades importantes de langosta roja, lo cual en un futuro puede significar riesgo para estos recursos. La creación de zonas de *no pesca* en aguas profundas para estos y otros recursos pesqueros puede significar una oferta estratégica para el sector pesquero dentro de las áreas naturales protegidas, como parte de políticas de conservación para las zonas profundas.

c) Usos y aprovechamientos actuales y potenciales de los recursos naturales existentes en el área

▪ **Biodiversidad del mar profundo**

Muchas especies han sido objeto de gran interés en los últimos años, por ser una fuente de compuestos químicos potenciales en el desarrollo comercial de productos farmacéuticos, nutricionales, enzimas industriales, además de su aplicación en biotecnología y agricultura (Robison, 2009). Por ejemplo, algunas especies de organismos

gelatinosos presentan un gran potencial antibiótico, antiparasítico y anticancerígeno, entre otros usos (Robison, 2009).

En el caso de las ventilas hidrotermales, uno de los hallazgos más importantes son las densas poblaciones biológicas, la estructura trófica que sustentan estas comunidades, y las relaciones simbióticas que se establecen entre la mayoría de los grupos de invertebrados y bacterias quimiolitófico-autótrofas (Cavanaugh *et al.* 1981). Se ha observado que una vasta biomasa microbiana se acumula en ambientes marinos anóxicos, en donde el metano es el principal donador de electrones para la reducción de sulfuros (Michaelis *et al.* 2002). Es posible que la oxidación anaeróbica del metano, haya sido un vínculo importante en el ciclo biológico del carbono de la biosfera anóxica, cuando el oxígeno no era más que un elemento traza de la atmósfera primitiva, cuando se inició la evolución de los metazoarios (Michaelis *et al.* 2002).

El interés sobre el potencial biotecnológico de las bacterias termofílicas, se ha desarrollado recientemente (Gage y Tyler 1991). Las enzimas de estas bacterias y las Archaea, han despertado el interés económico en la industria química, alimentos y textiles (CONANP 2006). Por ejemplo, las bacterias termofílicas productoras de metano aisladas de la cuenca de Guaymas, tienen un gran valor por la capacidad de formar petróleo en condiciones de alta presión y temperatura (Gage y Tyler 1991). Aunque actualmente aún se sabe poco acerca de la biodiversidad de los microorganismos que habitan en las ventilas, existe un creciente interés económico y ecológico por conservar estos hábitats (CONANP 2006).

▪ Explotación geotérmica

El descubrimiento y el interés por el uso de la energía geotérmica a través de plantas generadoras de electricidad no es nuevo. En Las Tres Vírgenes, Baja California Sur, se detectó por primera vez una zona permeable de granito, a una profundidad de 1300 a 1500 m, con aporte de fluidos hidrotermales (Machorro-Jiménez y Leal-Hernández 1995). En Bahía Concepción, Baja California Sur, a 80 km al noroeste de la ciudad de Loreto, se descubrieron fluidos geotermales que ascienden a la superficie a través de zonas de fractura, provenientes de un sistema hidrotermal (Casarrubias-Unzueta y Gómez-López 1995). Las cuencas someras de Wagner y de Consag, localizadas en la parte más septentrional del Golfo de California, con una profundidad máxima de 216 m, presentan una actividad gasohidrotermal submarina intensa (principalmente CO₂), que es descargado al fondo del océano y sedimentos calientes a lo largo de la Falla Wagner (Birosta *et al.* 2008). Además de los gases que emanan de las profundidades, se han encontrado minerales presentes en las cuencas, como el azufre, barita tabular y en forma de agregados radiales, granos dendríticos de cuarzo y feldespatos; y en menor cantidad calcita, dolomita y pirita framboidal (Birosta *et al.* 2008).

Los gases son producto de la descomposición de depósitos vegetales fósiles, que escapan de manera intermitente. El metano también puede encontrarse en forma de hidratos de gas, llamado también clatrato, cuyas formaciones se han observado en los márgenes continentales y existe un interés como fuentes de hidrocarburo, aunque aún existen aspectos medioambientales a considerar, antes de proceder a su explotación (Oceana 2006). Los hidratos de gas son una fuente energética alternativa, que pueden duplicar las reservas convencionales actuales (Oceana 2006). Sin embargo, el problema de la extracción a gran escala, es que podría generar la reducción de los flujos de las emanaciones y afectar con ello a los organismos que dependen de las mismas,

provocando con ello una vejez prematura de estos sitios (CONANP 2006); y ocasionar un daño medioambiental irreparable, debido a que la extracción de gas profundo tampoco es una fuente inagotable (Oceana 2006).

▪ Explotación minera

La explotación de minerales del piso profundo oceánico, se ha desarrollado rápidamente durante las últimas décadas. Muchos de estos recursos minerales, se originan en parte, de la erosión mecánica y química de los continentes y de los procesos naturales que ocurren bajo los océanos. Actualmente se sabe que el piso oceánico tiene un gran potencial como fuente de metales como el níquel (Ni), cobre (Cu), cobalto (Co), manganeso (Mn), plomo (Pb), platino (Pt), litio (Li), oro (Au) y plata (Ag), esenciales para el desarrollo de la economía de cualquier país (Broadus, 1987). Los mejor conocidos son los nódulos de hierro-manganeso (ricos en Co, Ni y Mn), los cuales se han encontrado en las profundidades de todos los océanos (Heath 1982). Por ejemplo, en el Cañón submarino de Cabo Pulmo, las Islas Mariás Profundo, el Cañón submarino de Banderas y en la Cuenca Farallón, se presume la posible presencia de nódulos polimetálicos.

Las tecnologías necesarias para la extracción de varios de los minerales ya están al alcance de varios países o se encuentran en fase de perfeccionamiento (Scott *et al.* 2006). Algunas compañías extranjeras ya portan licencias de exploración para cubrir grandes áreas del piso marino del oeste del Pacífico, especialmente interesadas en los depósitos sulfurosos masivos.

Los depósitos sulfurosos masivos están compuestos típicamente de pirita-hierro y una base de minerales sulfuro y metales, incluyendo calcopirita, esfalerita y galena; el zinc y el cobre son los metales más abundantes y algunos pueden contener oro (0-20 ppm) y plata (0-1200 ppm) (Hoagland *et al.* 2010). Los sulfuros polimetálicos suelen formar depósitos en el suelo oceánico, en sitios donde existe una circulación hidrotermal con altas temperaturas, como en los ejes de las cordilleras oceánicas, cuencas y volcanes arco-insulares (Thurnherr 2005). El ambiente en donde se desarrollan los depósitos de sulfuros polimetálicos, se caracterizan por ser altamente complejos, con una topografía bastante accidentada, la cual genera una dinámica de flujo igualmente compleja, lo cual en el contexto de la minería de estos recursos, es un aspecto muy importante en el ambiente físico, debido a la dispersión de los productos, generado por la velocidad de las corrientes (Thurnherr 2005).

En general, existe un conocimiento sobre las fuentes de depósito de minerales, vías de transporte, mecanismos de precipitación y deposición, pero aún se desconocen edades geológicas, tiempo de formación, la importancia que desempeñan en el hábitat, entre otras interrogantes (Rona 2008). Sin embargo, a pesar de lo poco que se sabe, la actividad minera de depósitos polimetálicos ya es una realidad.

Se ha argumentado que existen ciertas ventajas de ejercer la minería del lecho marino, en comparación con la minería que se ejerce actualmente en tierra; por ejemplo se ha argumentado que se evitaría el drenaje ácido, los costos del transporte podrían ser menores, y los problemas legales de la tenencia o propiedad podrían ser menores y menos complejos que los de la minería terrestre (Scott 2001). Sin embargo, el riesgo ambiental que puede llegar a producirse particularmente por la minería de los nódulos de manganeso en el Pacífico ecuatorial, es grande e impredecible, e incluye alteraciones en el sedimento, plumas de sedimento y efectos tóxicos en la columna de agua; por lo que

un gran número de estudios han recomendado el abandono de este tipo de minería, para evitar el riesgo de los ecosistemas y las pesquerías (Thiel *et al.* 1995).

La explotación minera puede provocar modificaciones de gran impacto en los ecosistemas bénticos (Knecht, 1982; Gage y Tyler 1991). El impacto ambiental puede ocurrir en dos fases: durante la colecta de los nódulos y durante la descarga de las líneas del barco madre (Gage y Tyler 1991). Entre las consecuencias causadas por la minería se encuentran: la destrucción física del bentos en el momento de la colecta; la muerte por asfixia de los organismos circundantes, a causa del sedimento suspendido; la modificación de actividades fisiológicas de los organismos; y el cambio de la actividad química y microbiana del material suspendido (Ozturgut *et al.* 1981). Además, se sabe que la minería puede alterar los patrones hidrológicos que abastecen de nutrientes y agua con altas temperaturas, de las ventilas hidrotermales (Halfar y Fujita 2007). Sin embargo, también es probable que las alteraciones causadas por la minería de sulfuros masivos sean menores, debido a la ausencia de sedimentos en el suelo oceánico adyacente a los sistemas de ventilas hidrotermales (Halfar y Fujita 2007).

Sin duda, la explotación minera es capaz de producir cambios importantes del hábitat y generar la extinción de las comunidades de organismos (Gage y Tyler 1991). El potencial económico de la extracción de estos recursos, puede llegar a ser prácticamente insostenible a largo plazo (Oceana 2006), ya que por sus características, requerirán miles e incluso millones de años para recuperarse (Glover y Smith 2003).

A pesar de esto, la realidad es que hasta ahora ha habido aún un escaso progreso por parte de los gobiernos, con respecto a la creación de sistemas de regulación ambiental específicos para la minería del mar profundo (Halfar y Fujita 2007), y México no es la excepción.

En el año de 2001 (revisada en 2009), la International Marine Minerals Society (IMMS, por sus siglas en inglés) elaboró un código de comportamiento, el cual consiste de un conjunto de principios ambientales de minería marina y una guía de aplicación para sitios específicos, dirigidos a industrias, agencias, gobiernos, comunidades locales y otras organizaciones intergubernamentales y no gubernamentales, interesadas en el desarrollo e implementación de planes de manejo ambiental y la aplicación de buenas prácticas para la investigación, exploración y extracción de minerales marinos. Este código puede ser aplicado de manera voluntaria y ser utilizado por cualquier compañía que así lo desee.

Entre las actividades que incluye el Código, están el seguimiento de responsabilidad ambiental, en la tecnología y equipo que se utilice; la reducción del posible impacto ambiental que pueda causar la basura generada por la actividad minera; la protección de la diversidad, los servicios del ecosistema y los valores y el conocimiento del ambiente marino; la reutilización y reciclaje de productos de la minería; el conocimiento de las propiedades y su disponibilidad a corto y largo plazo; consideración del potencial de los recursos biológicos y el valor de los organismos de los sitios de minería marina; y la cuantificación e integración de la valoración, preservación y perfeccionamiento de los servicios que ofrece el ecosistema. La implementación de este código para cualquier parte del mundo, solicita la elaboración de un reporte regular con toda la información correspondiente, con la finalidad de facilitar el libre acceso e intercambio de información ambiental, geológica y biológica a nivel internacional, para contribuir al conocimiento científico nacional y global de estos ecosistemas. En México, aún falta establecer este tipo de prácticas de manejo para los recursos mineros de las profundidades marinas.

Otro ejemplo es el trabajo realizado por el Grupo de Mineralización del Piso oceánico, establecido en E.U.A. en 2008, por la InterRidge, una organización sin fines de lucro que promueve estudios interdisciplinarios internacionales en investigación oceánica. En este ejercicio se identificaron 3 categorías generales de necesidades de investigación: 1) caracterización de los controles espaciales en actividad hidrotermal y deposición de SMS; 2) la estimación de escalas de tiempo de los depósitos de SMS; y 3) la observación de los cambios en las comunidades biológicas, durante la evolución de los depósitos de SMS. Los avances en estas tres categorías serán sin duda, de gran valor para el desarrollo industrial de la minería marina (Hoagland *et al.* 2010).

Por tal motivo, resulta necesario considerar acciones de conservación en el Golfo de California y en el resto de los océanos que rodean al país, para proteger unos ecosistemas profundos únicos, que han comenzado a advertir sobre su fragilidad ante el uso no sustentable; y con ello evitar o disminuir el deterioro de la diversidad marina y la productividad generadora de recursos de los cuales sin duda, dependen muchas comunidades humanas en México (Erisman *et al.* 2010).

Es tiempo de implementar medidas científicas, tecnológicas y legales que permitan minimizar los efectos ambientales negativos, y estructurar mecanismos que permitan recuperar los costos de regulación de esta nueva industria (Halfar y Fujita 2007). El establecimiento de ANP en zonas marinas profundas permitiría la conservación de estos hábitats y los recursos mineros, siempre y cuando se desarrolle bajo un marco legal bien definido.

d) Proyectos de investigación que se hayan realizado o se pretendan realizar

El Golfo de California es de gran importancia para México, por la gran biodiversidad de flora y fauna, que son la base de un sector pesquero y turístico que forman parte de las actividades económicas de la región, y por la alta productividad que caracterizan a estas aguas. El Golfo de California es la segunda zona (>30%) del Pacífico mexicano, en donde se han desarrollado más experimentos para estimar la productividad del fitoplancton (Lara-Lara *et al.* 2003).

Los registros de fauna, especialmente de macroinvertebrados bénticos, se realizaron gracias a las exploraciones norteamericanas de los años 60 y 70, la investigación realizada por el Convenio de investigación Bilateral entre Harbor Branch Oceanographic Institution (HBOI) y el ICMYL UNAM en el año de 1990; además de los Convenios Multilaterales del Estudio de la Cuenca de Guaymas (ICMYL UNAM-IFREMER, Instituto Francés para la Exploración del Mar; WHOI, Woods Hole Oceanographic Institution) (Escobar-Briones y Soto 1993). Las colectas, trabajos y catalogación de fauna de mar profundo a nivel nacional, se incrementaron en la década de los 80, especialmente por la adquisición de embarcaciones de investigación equipados con alta tecnología, que permitieron a los científicos nacionales, obtener muestras de zonas de difícil acceso (Escobar-Briones y Soto 1993).

Actualmente, con las innovaciones de los métodos de muestreo y observación y el apoyo internacional que se ha tenido, se espera aumentar el número de investigaciones científicas en México. Entre otras de las investigaciones científicas realizadas en las últimas dos décadas, por extranjeros en aguas nacionales y reportadas por INEGI (2010), cabe mencionar las siguientes:

- 1996: Reconocimiento de imágenes geofísicas, cartográficas de alta resolución, medida de anomalías gravimétricas, en Golfo de California, Desierto de Sonora y Península de Baja California. Realizado por el Instituto de Ciencias del Consejo Superior de Investigación Científica; Buque Hespérides y CICESE, UNAM, SIMAC y CONACYT, Buque ALTAIR y HUMBOLDT.
- 1998: Investigación científica oceanográfica sobre ventilas hidrotermales, estudios geológicos, biológicos, cartografía y transmisiones en vivo, en Bahía de Guaymas en Golfo de California. Realizado por Woods Hole Oceanographic Institution, E.U.A.; Buque Atlantis II, sumergible Alvin.
- 1999: Investigación científica vinculada con “Moderate Resolution Imaging Spectrometer (MODIS)”, en Zona del Pacífico mexicano en la Península de Baja California y Golfo de California. Realizado por la National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA) y San Diego State University; Buque Melville.
- 2000: Actividades científicas marinas sobre geoquímica en Cuenca de Guaymas, Sonora. Realizado por Woods Hole Oceanographic Institution; Buque Atlantis, sumergible Alvin.

Instituciones que han realizado proyectos de investigación en el área

Un buen número de instituciones públicas y privadas, nacionales e internacionales han realizado o apoyado proyectos de investigación científica en la ecorregión del Golfo de California desde hace varias décadas. Entre algunas de las instituciones que cabe mencionar como ejemplo, sin restar importancia para otras instituciones, se encuentran las siguientes:

- University of California, E.U.A.
- Woods Hole Oceanographic Institution, E.U.A.
- National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA).
- The University of Vermont, Burlington, E.U.A.
- San Diego State University.
- Universidad de California, Santa Bárbara, California.
- Florida State University, Tallahassee, Florida, E.U.A.
- Instituto de Ciencias del Consejo Superior de Investigación Científica, España.
- Universidad de Barcelona, Catalunya, España.
- Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, Baja California, México (CICESE).
- Universidad Autónoma de Baja California, México (UABC).
- Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste S. C., La Paz, Baja California Sur, México (CIBNOR).
- Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas del Instituto Politécnico Nacional, Baja California Sur, México.
- Universidad de Guadalajara, Jalisco, México.

- El Colegio de la Frontera Sur, Chetumal, Quintana Roo, México.
- Instituto de Ciencias del Mar y Limnología de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM).
- Instituto de Geología de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM).
- Universidad Autónoma Metropolitana, Iztapalapa, México.
- Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT).
- Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO).
- Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP).
- Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT).

e) Situación jurídica de la tenencia de la tierra

Las zonas marinas, porciones de la plataforma continental y los zócalos submarinos de las islas incluidos dentro de los polígonos que conforman la propuesta de la Reserva de la Biosfera Zona Marina Profunda Golfo de California, constituyen bienes propiedad de la Nación, de conformidad con lo establecido en los artículos 27, 42 y 48 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos (DOF 2012b), la Ley Federal del Mar (DOF 1986) y la Ley General de Bienes Nacionales (DOF 2012a).

Los párrafos cuarto, quinto, sexto, y octavo del Artículo 27 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos establecen, entre otras cosas, lo siguiente:

“Párrafo Cuarto. Corresponde a la Nación el dominio directo de todos los recursos naturales de la plataforma continental y los zócalos submarinos de las islas...”

“Párrafo Quinto. Son propiedad de la Nación las aguas de los mares territoriales, en la extensión y términos que fije el derecho internacional...”

“Párrafo Sexto - En los casos a que se refieren los dos párrafos anteriores, el dominio de la Nación es inalienable e imprescriptible y la explotación, el uso o el aprovechamiento de los recursos de que se trata, por los particulares o por sociedades constituidas conforme a las leyes mexicanas, no podrá realizarse sino mediante concesiones, otorgadas por el Ejecutivo Federal, de acuerdo con las reglas y condiciones que establezcan las leyes. ...”

“Párrafo Octavo - La Nación ejerce en una zona económica exclusiva situada fuera del mar territorial y adyacente a éste, los derechos de soberanía y las jurisdicciones que determinen las leyes del Congreso. ...”

Por su parte, la Ley Federal del Mar, es reglamentaria de los párrafos Cuarto, Quinto, Sexto y Octavo del Artículo 27 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, y norma lo relativo a las zonas marinas mexicanas que forman parte del territorio nacional y donde la Nación ejerce derechos de soberanía, jurisdicciones y otros derechos, sobre el Mar Territorial; la Zona Contigua, la Zona Económica Exclusiva; y la Plataforma Continental y las Plataformas Insulares.

Asimismo, la Ley General de Bienes Nacionales establece en el artículo 6, fracciones I, III, y IV lo siguiente:

- “.. Artículo 6.- Están sujetos al régimen de dominio público de la Federación:
- I.- Los bienes señalados en los artículos 27, párrafos cuarto, quinto y octavo; 42, fracción IV, y 132 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos;
 - II.- ...
 - III.- Las plataformas insulares en los términos de la Ley Federal del Mar y, en su caso, de los tratados y acuerdos internacionales de los que México sea parte;
 - IV.- El lecho y el subsuelo del mar territorial y de las aguas marinas interiores”

Fracciones V a XXI.-...”

f) Problemática específica que debe tomarse en cuenta

Historicamente, se había considerado a los ecosistemas de mar profundo y las planicies abisales a más de 2,000 metros de profundidad como sitios relativamente estables y aislados de la influencia humana. Sin embargo, el mar profundo no es inmune a los impactos antropogénicos, los cambios en el uso del océano, el clima y los patrones funcionales de la biodiversidad y los ecosistemas, significa que ciertos hábitats están más en riesgo que otros.

Como los recursos terrestres están siendo agotados, la explotación del ambiente marino se ha incrementado, y con ello, la extracción del patrimonio biológico y minerales del mar profundo. La población mundial crece y la cantidad de basura producida se incrementa y grandes cantidades encuentran su camino en los océanos y subsecuentemente en el piso oceánico. En el largo plazo, la presión antropogénica afectará los ecosistemas a escala regional o local, pero el impacto es aún desconocido (Ramírez- Llodra *et al.* 2010).

Los impactos antropogénicos en los ecosistemas de mar profundo han sido determinados mediante un análisis semicuantitativo que si bien es subjetivo, en ausencia de datos cuantitativos proporciona datos de los futuros impactos en los servicios ecosistémicos proporcionados por los mismos. La Tabla 10 muestra las tres categorías de los principales impactos en los ecosistemas de mar profundo, obtenidas durante el taller SYNDEEP en el contexto del Censo de la Vida Marina (Ramírez- Llodra *et al.* 2010).

En la actualidad, la explotación es la actividad humana más importante que afecta el ecosistema de mar profundo, y el incremento en las modificaciones del ecosistema en el futuro puede ser causado por el cambio climático. Los tipos de hábitat actualmente más afectados, cuando se consideran todos los impactos juntos, son el talud continental seguido por los corales de aguas frías, cañones y zonas de mínimo oxígeno. El talud y los cañones son afectados principalmente por la pesca, incluyendo la pesca de arrastre, palangres y “pesca fantasma” ocasionada por la pérdida o descarte de artes de pesca, el daño físico ocasionado por las artes de pesca da lugar a la destrucción de comunidades enteras de constructores estructurales de larga vida y especies asociadas (Ramírez- Llodra *et al.* 2010).

Tabla 10. Principales impactos antropogénicos en los ecosistemas de mar profundo.
(Adaptado de Ramírez- Llodra *et al.* 2010).

Eliminación de residuos	Explotación de recursos	Acidificación del océano y cambio climático
Basura	Pesca de arrastre	Acidificación del océano
Drenaje	Pesca de palangre	Incremento de la temperatura
Producto de dragados	Pesca "fantasma"	Hipoxia
Residuos farmacéuticos	Minería	Carga de nutrientes
Basura con bajo nivel de radioactividad	Petroleo y gas	Estratificación
Radionucleótidos	Cables subacuáticos	Alteración de la circulación profunda
Contaminación química por clorofluorocarbonos (CFCs)	Oleoductos, gaseoductos	Cambio de la circulación regional
Contaminación química por hidrocarburos poliaromáticos (PAHs)	Exploración científica	-
Restos de naufragios	-	-
Municiones	-	-
CO ₂	-	-

Por otra parte, se describe parte de la problemática de los hábitats de mar profundo que están considerados en mayor riesgo en un futuro debido a impactos antropogénicos.

1. Comunidades bentónicas del talud continental: el cambio climático tendrá un impacto importante, particularmente causado por la confluencia de cambios en la entrada de nutrientes, acidificación del océano y la propagación de la hipoxia. Además, debido al incremento a nivel global en el esfuerzo de la pesca en la zona del talud continental y a una profundidad de 1000 m, este habitat es y será afectado de forma considerable. Aunque históricamente estas áreas han recibido protección contra industrias pesqueras (por ejemplo, las áreas de conservación), son necesarios esfuerzos continuos para proteger a las comunidades biológicas más vulnerables que se distribuyen en este margen contra impactos negativos de la pesca.
2. Comunidades bentónicas en los cañones: son principalmente afectadas por las actividades pesqueras en la medida que las tecnologías han mejorado y permiten la explotación del fondo de los cañones. Otro impacto importante en los cañones debido a sus características propias será la acumulación de basura y contaminación química, acentuada por el efecto de conducto de los cañones y los acontecimientos episódicos en gran escala tales como conexión en cascada del agua densa de la plataforma. El

cambio del clima agregará la presión a las comunidades bénticas de los cañones afectando la circulación, la estratificación y la carga de nutrientes.

3. Comunidades pelágicas y bentónicas de los montes submarinos: los efectos de la pesca en especies demersales y pelágicas y el daño de la pesca sobre comunidades y hábitat bentónicos afectarán grandemente a los montes submarinos, junto con los cambios en la circulación y estratificación regional y global causada por el cambio climático.
4. Otros ecosistemas donde las actividades humanas futuras podrían tener un mayor impacto son aquellos con importantes reservas de recursos minerales, tales como las ventilas hidrotermales, los sulfuros polimetálicos, las planicies abisales de nódulos de manganeso, las cortezas ricas en cobalto-ferromanganeso en los montes submarinos y los recursos potenciales de hidrocarburos en las filtraciones de metano. Aunque estos recursos a la fecha no están siendo explotados, hay proyectos en curso para minar masivamente los sulfuros de las ventilas y, con la disminución de los recursos terrestres, el desarrollo de nuevas tecnologías y el incremento en el precio de los metales, la minería de los nódulos de manganeso y las cortezas ricas en cobalto puede llegar a ser comercialmente viable.

Asimismo, se realizan modelos para estimar el potencial de las ventilas hidrotermales para la generación de electricidad. Aunque son más distantes, los programas experimentales para la extracción del hidrato del metano sugieren que eventualmente los hidratos de gas de las filtraciones serán utilizadas como una fuente de energía (Ramírez- Llodra *et al.* 2011).

Actualmente, basado en el conocimiento actual disponible en la comunidad científica y estimaciones de expertos, el impacto antropogénico en el mar profundo se está incrementando y se ha transformado de ser principalmente por la disposición y vertedero en el siglo XX a la explotación a principios del siglo XXI (Ramírez- Llodra *et al.* 2010). Sin embargo, también se señala que el mayor impacto en el mar profundo será el cambio climático, el cual afectará los océanos a una escala global, en algunos casos amplificando el disturbio causado por otras actividades humanas como la pesca o la minería, por efectos directos sobre el hábitat y la fauna, así como por sinergias directas con otras actividades humanas.

Investigaciones recientes señalan algunos ejemplos de los efectos del cambio climático en estos sitios y cómo estos cambios pueden darse tanto en escalas cortas de tiempo, de semanas a meses, como en periodos más largos, de años a décadas. Los estudios sobre las consecuencias del cambio climático en las comunidades de mar profundo y los ciclos biogeoquímicos son esenciales para evaluar como variará en el futuro. Las evidencias actuales sugieren que el cambio climático provocará alteraciones significativas de las condiciones del océano, e incluyen el aumento de la temperatura en la superficie del mar, fuerte estratificación e incremento en la acidez del mar. Por ejemplo, en sitios como la capa mínima de oxígeno, el cambio climático es el factor más importante que afecta actualmente a este hábitat debido al incremento significativo de la hipoxia.

Smith *et al.* (2009), basados en 18 años de estudio, señalan que el cambio climático podría afectar el suministro de alimentos hacia las profundidades por afectación de algunos procesos oceánicos relevantes como las surgencias, profundidad de la mezcla de

aguas superficiales y suministro de nutrientes, lo cual altera año con año la cantidad de materia orgánica que llega al fondo del mar.

A largo plazo, el cambio climático puede influir tanto en las comunidades marinas como en la química de su entorno. La pesca de altura depende de comunidades acopladas a la producción de la superficie, se estima que el cambio climático provocará alteraciones en el ciclo del carbono y por lo tanto en el funcionamiento de los ecosistemas, incluidas las aguas profundas, algo que no se considera en los modelos actuales de clima. Otro ejemplo, surge de la combinación del cambio climático con la sobrepesca, lo cual altera las poblaciones y por lo tanto las comunidades biológicas, algunas veces por pérdida de algunas especies comunes, como los pepinos de mar, en algunos sitios y su abundancia en otros, vinculado a los cambios en la cantidad y tipo de alimento que llega al fondo del mar. Estos cambios se han registrado estrechamente asociados a eventos importantes de El Niño entre 1997 y 1998.

Otros estudios estiman que el cambio climático inducirá cambios significativos en la biodiversidad en una escala global. A partir de un estudio con nemátodos para conocer la respuesta de la biodiversidad marina profunda ante anomalías climáticas que afecten las características fisicoquímicas de las aguas, se observó que las poblaciones de nemátodos fueron afectadas en abundancia y diversidad. La biodiversidad de aguas profundas es altamente vulnerable a alteraciones del hábitat y puede ser afectada de manera significativa por pequeños cambios en la temperatura (Danovaro *et al.* 2004).

De forma específica, la investigación científica del mar profundo presenta impactos directos en los hábitats y en los organismos asociados a éstos, ya sea durante la toma de muestras o la manipulación del medio a través de la perforación, el posicionamiento del equipo, el uso de sumergibles tripulados y vehículos operados por control remoto, entre otros. Los efectos secundarios incluyen la introducción de especies exóticas, alteraciones en las poblaciones naturales, cambios en la estructura de las comunidades, y a largo plazo la extinción de especies a nivel local, regional o global (CONANP 2006). El conocimiento de estos hábitats requiere necesariamente de estas actividades para conocer los complejos flujos de energía entre las comunidades bentónicas y pelágicas, sin embargo, su impacto puede y debe minimizarse al máximo para evitar el deterioro o alteración sobre estos ecosistemas.

De acuerdo a Mullineaux *et al.* (1994) la concentración del muestreo, la observación e instrumentación en un número reducido de sitios hidrotermales ha ocasionado que incluso ciertas actividades lleguen a ser incompatibles con la conservación de los sitios, por lo que resulta necesario que haya una mayor colaboración y coordinación para evitar futuros impactos y alteraciones y un posible conflicto potencial.

Existen numerosas limitantes que han retrasado el conocimiento de mar profundo en México comentadas por Escobar-Briones y Soto (1993) que deben tomarse en cuenta para la conservación de los sitios propuestos para la RBZMP del Golfo de California. Entre ellas, la inaccesibilidad propia de las áreas de estudio; el costo y la naturaleza del equipo de muestreo, la incompatibilidad de los métodos de colecta y métodos analíticos elegidos que impiden hacer comparaciones posteriores; el escaso conocimiento de la taxonomía de ciertos grupos de organismos, además de la falta de comunicación entre los especialistas y la competencia por las publicaciones; y una de las más importantes, el limitado financiamiento gubernamental para prospección debido al desconocimiento sobre

la importancia de los ecosistemas de mar profundo como capital natural fundamental para el país.

Por lo anterior, para la conservación de estos ecosistemas, es necesario promover y agilizar estudios para su conocimiento. Recientemente, la comunidad académica internacional identificó los temas de investigación más urgentes para el país, algunos relacionados directamente con los ecosistemas marinos. Destaca el uso sustentable de los recursos naturales, el papel del océano en la variabilidad y el cambio climático; el incremento del entendimiento básico del océano; el apoyo a la investigación marina mediante la observación y la infraestructura necesaria; así como la educación de la población en general sobre la importancia de los recursos marinos (CONABIO 2008a).

Escobar y Maass *et al.* 2008 señalan el establecimiento del monitoreo oceánico a mediano y largo plazo; el entendimiento del cambio de la estructura y funcionamiento de los ecosistemas marinos en tiempo y espacio, en función de la variabilidad y el cambio climático y las actividades humanas; el aumento del conocimiento de la biodiversidad marina, fronteras y patrones geográficos; el entendimiento del papel que juega el océano en el cambio climático; y el de los mecanismos básicos en la interacción atmósfera-océano.

Otros esfuerzos apuntan a disminuir los impactos humanos en el mar profundo, por ejemplo el establecimiento de áreas protegidas marinas y zonas de no pesca. La mayoría de la conservación marina se ha concentrado en las aguas dentro de las 200 millas de las zonas económicas exclusivas (EEZs, por sus siglas en inglés), donde los ejemplos acertados de áreas marinas protegidas (MPAs) y las áreas cerradas existen y protegen el piso de oceánico. Debido al conocimiento creciente de la vulnerabilidad de los ecosistemas de mar profundo se están introduciendo las medidas reguladoras dondequiera que se hayan establecido los instrumentos jurídicos y las organizaciones a cargo de la regulación.

Por lo tanto, existen áreas marinas protegidas y áreas cerradas que protegen tanto el piso oceánico profundo como las comunidades vulnerables asociadas en las zonas económicas exclusivas (ZEE) y las aguas internacionales. En las aguas internacionales del Atlántico, las organizaciones regionales relevantes de la industria pesquera, recientemente han cerrado diversos montes submarinos, dorsales oceánicas y áreas de talud a las pesquerías de fondo. Otros ejemplos incluyen ecosistemas quimiosintéticos en áreas de jurisdicción nacional en Canadá, Portugal, Estados Unidos y México, que han sido particularmente protegidos con medidas que preservan el piso oceánico en general. Sin embargo, las zonas de extracción de gas y petróleo donde se desconocen los efectos en la fauna del fondo marino no cuentan con protección contra derrames (Ramírez- Llodra *et al.* 2010).

Uno de los principales problemas que continúan causando preocupación es que quienes se mueven más rápido en el mar profundo son aquellos que desean utilizarlo como un abastecedor de servicios. En lo posible, los impactos humanos y los hábitat protegidos se deben estudiar como experimentos dentro de un contexto regulador (Ramírez- Llodra *et al.* 2010).

IV. PROPUESTA DE MANEJO DEL ÁREA

a) Zonificación

La extensión de las áreas naturales protegidas no es homogénea, ni en características físicas o presencia de recursos naturales, por lo que su manejo y administración requiere hacer diferencias de uso en función de la vocación natural de los diferentes sitios que la componen y de su uso actual y potencial; esta subdivisión permite la conservación del ANP, definiendo regímenes diferenciados en cuanto al manejo y a las actividades que se permiten en sitios diferentes, así como la densidad, intensidad, limitaciones, condicionantes y modalidades a que dichas actividades quedan sujetas.

De acuerdo con el artículo 3º, fracción XXXVII de la LGEEPA, la zonificación es el instrumento técnico de planeación que puede ser utilizado en el establecimiento de las áreas naturales protegidas, que permite ordenar su territorio en función del grado de conservación y representatividad de sus ecosistemas, la vocación natural del terreno, de su uso actual y potencial, de conformidad con los objetivos dispuestos en la misma declaratoria. Asimismo, la subzonificación, que se establecerá en el programa de manejo, será utilizada en el manejo del área, con el fin de ordenar detalladamente las zonas núcleo y de amortiguamiento establecidas mediante la declaratoria.

La propuesta incluye el establecimiento de zonas núcleo y de amortiguamiento, de acuerdo con el artículo 47 BIS 1 que señala:

“Artículo 47 BIS 1.- Mediante las declaratorias de las áreas naturales protegidas, podrán establecerse una o más zonas núcleo y de amortiguamiento, según sea el caso, las cuales a su vez, podrán estar conformadas por una o más subzonas, que se determinarán mediante el programa de manejo correspondiente, de acuerdo a la categoría de manejo que se les asigne.”

No obstante la inaccesibilidad actual de los sitios, derivado del análisis de la información científica disponible al amparo del presente estudio previo justificativo, se identificaron y delimitaron las porciones que conforman la zona marina profunda del Golfo de California, de acuerdo con elementos físicos oceanográficos y biológicos presentes, de tal forma que las zonas identificadas cuentan con el sustento técnico para su inclusión en la propuesta de declaratoria y con ello, se busca la preservación de ambientes naturales representativos de las zonas marinas profundas; asegurar el equilibrio y la continuidad de los procesos evolutivos y ecológicos; salvaguardar la diversidad genética de una gran cantidad de especies silvestres únicas tanto por sus características como por su gran susceptibilidad; además de proporcionar un campo propicio para la investigación científica en la zona marina profunda del Golfo de California

Para el diseño de los polígonos generales que conforman la Reserva de la Biosfera Zona Marina Profunda Golfo de California se utilizaron como base los sitios identificados en el análisis de vacíos y omisiones en conservación de la biodiversidad marina de México: océanos, costas e islas (CONABIO-CONANP-TNC-PRONATURA 2007), así como una serie de objetos de conservación representativos de la biodiversidad en el sitio y fueron los siguientes:

- Montes Submarinos
- Cañones Submarinos

- Tipo de Sustrato Presente
- Magnitud del flujo de Nutrientes a Menos de 500 Metros de Profundidad
- Índice de Posición Topográfica
- Índice de Rugocidad Topográfica

Las zonas de amortiguamiento constituyen aproximadamente el 75% de la superficie de los nueve polígonos que conforman la RBZMP Golfo de California, ocupan una superficie total de 6,132,658.75 hectáreas y se establecen conforme a lo que señalan los artículos 47 BIS Fracción II y 48 de la LGEEPA los cuales señalan:

“ARTÍCULO 47 BIS... II. Las zonas de amortiguamiento, tendrán como función principal orientar a que las actividades de aprovechamiento que ahí se lleven a cabo, se conduzcan hacia el desarrollo sustentable, creando al mismo tiempo las condiciones necesarias para lograr la conservación de los ecosistemas de ésta a largo plazo”.

“ARTÍCULO 48... Por su parte, en las zonas de amortiguamiento de las reservas de la biosfera sólo podrán realizarse actividades productivas emprendidas por las comunidades que ahí habiten al momento de la expedición de la declaratoria respectiva o con su participación, que sean estrictamente compatibles con los objetivos, criterios y programas de aprovechamiento sustentable, en los términos del decreto respectivo y del programa de manejo que se formule y expida, considerando las previsiones de los programas de ordenamiento ecológico que resulten aplicables.

Las zonas núcleo representan el 25% de la superficie total de la RBZMP Golfo de California, se localizan únicamente en cinco de los polígonos generales y están conformadas por ocho polígonos interiores que ocupan una superficie total de 2'005,750.88 ha, cuya definición y objetivos están orientados para cumplir con lo establecido en los Artículos 47 BIS Fracción I y 48.

“ARTÍCULO 47 BIS... I. Las zonas núcleo, tendrán como principal objetivo la preservación de los ecosistemas a mediano y largo plazo, en donde se podrán autorizar las actividades de preservación de los ecosistemas y sus elementos, de investigación y de colecta científica, educación ambiental, y limitarse o prohibirse aprovechamientos que alteren los ecosistemas...”

Asimismo el Artículo 48 de la misma ley indica:

“ARTÍCULO 48.- ...En las zonas núcleo de las reservas de la biosfera sólo podrá autorizarse la ejecución de actividades de preservación de los ecosistemas y sus elementos, de investigación científica y educación ambiental, mientras que se prohibirá la realización de aprovechamientos que alteren los ecosistemas”.

Para el diseño de los polígonos que conforman las zonas núcleo de la RBZMP Golfo de California, se utilizó un subconjunto de objetos de conservación que constituyen rasgos topográficos y geológicos específicos y bien definidos, la mayor parte de ellos con una toponimia previamente asignada. Los objetos de conservación son los siguientes:

- Montes y colinas submarinos. Estructuras de gran diversidad topográfica y fisiográfica donde se crean condiciones oceanográficas particulares en áreas de alta productividad primaria, elevada biomasa de zooplancton y un alto grado de diversidad biológica y endemismos; se generan ambientes propicios para la reproducción y desarrollo de comunidades diversas de gran importancia ecológica o

comercial. Una gran porción de la biodiversidad de las aguas profundas se concentra en los montes submarinos.

- Cañones submarinos. Sitios de gran diversidad topográfica donde ocurren procesos oceanográficos de gran importancia como zonas de surgencia, están considerados como zonas de alta biodiversidad (hotspots), presentan zonas de agregación, reproducción, reclutamiento, alimentación y corredores migratorios de fauna, además de sitios para la reproducción y reclutamiento de especies fundamentales para el sostenimiento de las grandes pesquerías en el país; algunos sitios presentan formación de nódulos polimetálicos.
- Cuencas Oceánicas. Sitios con una gran complejidad de fondo, donde se favorecen altos valores de productividad primaria fundamentales para la formación de cardúmenes y asociaciones de peces. Formaciones únicas que determinan comunidades de gran biodiversidad, hábitats de grandes vertebrados como el tiburón ballena (*Rhincodon typus*), mamíferos marinos como el delfín nariz de botella (*Tursiops truncatus*), delfín gris (*Grampus griseus*), calderón (*Globicephala macrorhynchus*) y cachalote común (*Physeter macrocephalus*), enlistadas en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, *Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo* (DOF 2010)

En el futuro, se pretende que las zonas núcleo sean el “patrón” o “línea de base”, a partir de las cuales se realice el monitoreo y se evalúen los efectos sobre los ecosistemas y especies derivadas del uso de los recursos naturales submarinos. En este sentido, las zonas núcleo tienen que ser suficientemente grandes para garantizar este objetivo de conservación e investigación científica. Dado que las condiciones ambientales de los fondos marinos no son uniformes y para asegurar la cobertura de los distintos tipos de sistemas ecológicos presentes en la RBZMPGC, es conveniente que las zonas núcleo incluyan esta diversidad de condiciones y ecosistemas.

En la Tabla 11 se enlistan las ocho zonas núcleo localizadas en cinco de los polígonos de la RBZMP Golfo de California y la superficie de cada uno de ellos, en las figuras 16 a 20 se muestra su ubicación y en el anexo 5 se describen las características de cada una y su mapa correspondiente.

En el futuro y conforme se incremente el conocimiento de los diferentes polígonos de la RBZMP propuesta, se recomienda establecer dentro de las zonas de amortiguamiento, subzonas de preservación en aquellas superficies en buen estado de conservación que contienen ecosistemas relevantes o frágiles, o fenómenos naturales relevantes, en las que el desarrollo de actividades requiere de un manejo específico para lograr su adecuada preservación conforme al Artículo 47 BIS Fracción II de la LGEEPA.

Tabla 11. Nombre y superficie de las zonas núcleo y zonas de amortiguamiento de los polígonos propuestos para la RBZMP Golfo de California.

No.	Nombre del polígono	Superficie zona de amortiguamiento (ha)	Clave zona núcleo	Nombre zona núcleo	Superficie (ha)	Total
1	Islas Ángel de la Guarda, San Lorenzo y San Pedro Mártir Profundo	631,202.65	1	San Lorenzo Tiburón	135,324.43	893,397.30
			2	San Pedro Mártir	126,870.22	
2	Talud Continental de Bahía de San Carlos	51,979.28	-	-	-	51,979.28
3	Cuenca del Carmen	1,304,045.29	3	Loreto	370,873.37	1,674,918.66
4	Cañon de San Ignacio	36,769.93	-	-	-	36,769.93
5	Cuenca Farallón	915,916.13	4	Filtraciones Frías Cuenca de Las Ánimas	113,424.55	1,240,408.69
			5	Monte Cerralvo	211,068.01	
6	Archipiélago Espiritu Santo Profundo	94,351.97	-	-	-	94,351.97
7	Cañon Submarino de Cabo Pulmo y Monte Submarino Cabrillo	701,073.75	6	Monte Alarcón	391,906.54	1,380,507.77
			7	Monte Cabrillo	287,527.48	
8	Islas Marias Profundo	1,819,936.87	-	-	-	1,819,936.87
9	Cañon Submarino de Banderas	577,382.88	8	Cañon de Banderas	368,756.27	946,139.14
Total General		6,132,658.75			2,005,750.87	8,138,409.61

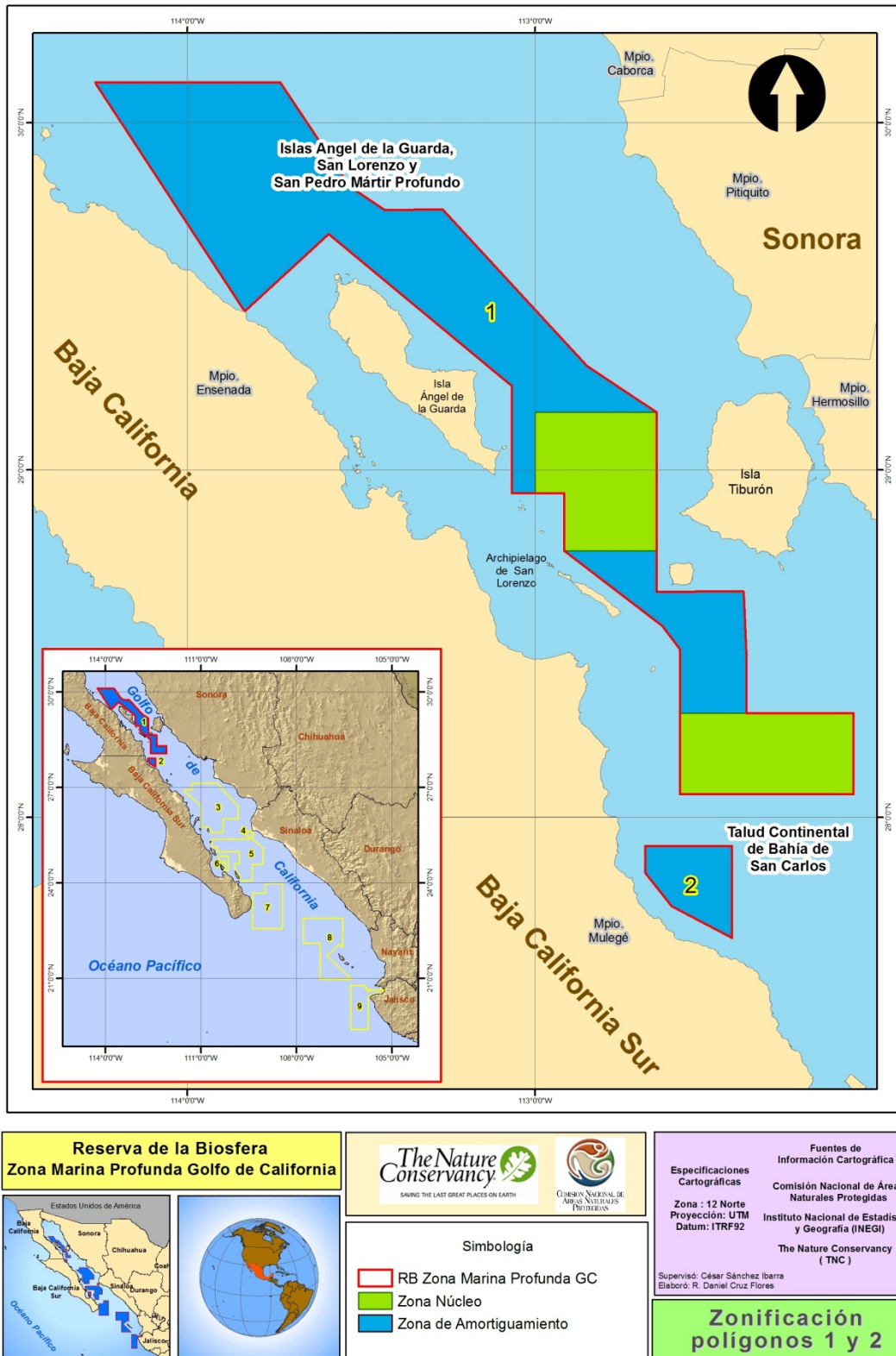


Figura 16. Zonas núcleo del polígono 1) Islas Ángel de la Guardia, San Lorenzo y San Pedro Mártir Profundo

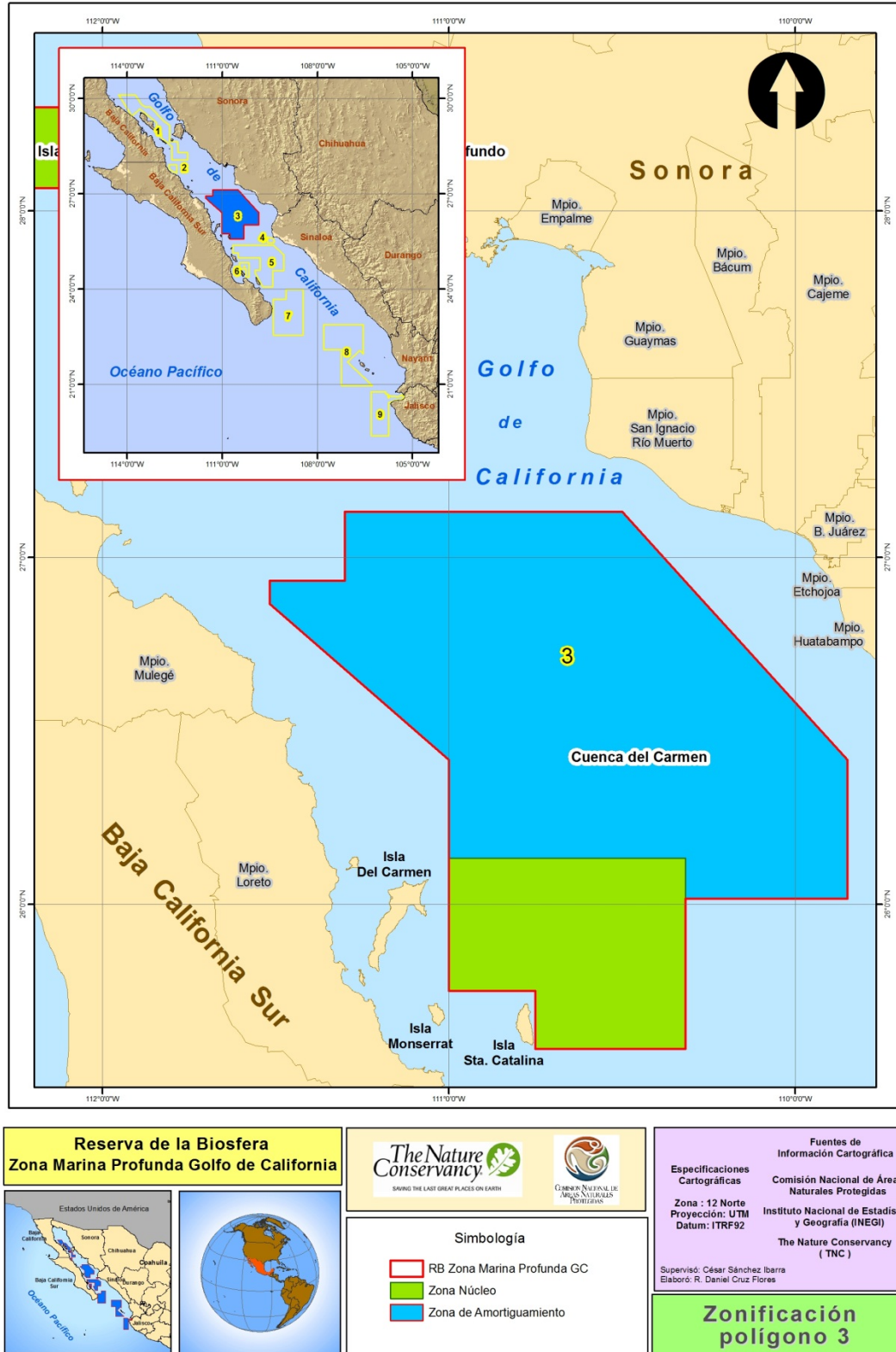


Figura 17. Zona núcleo del polígono 3) Cuenca del Carmen

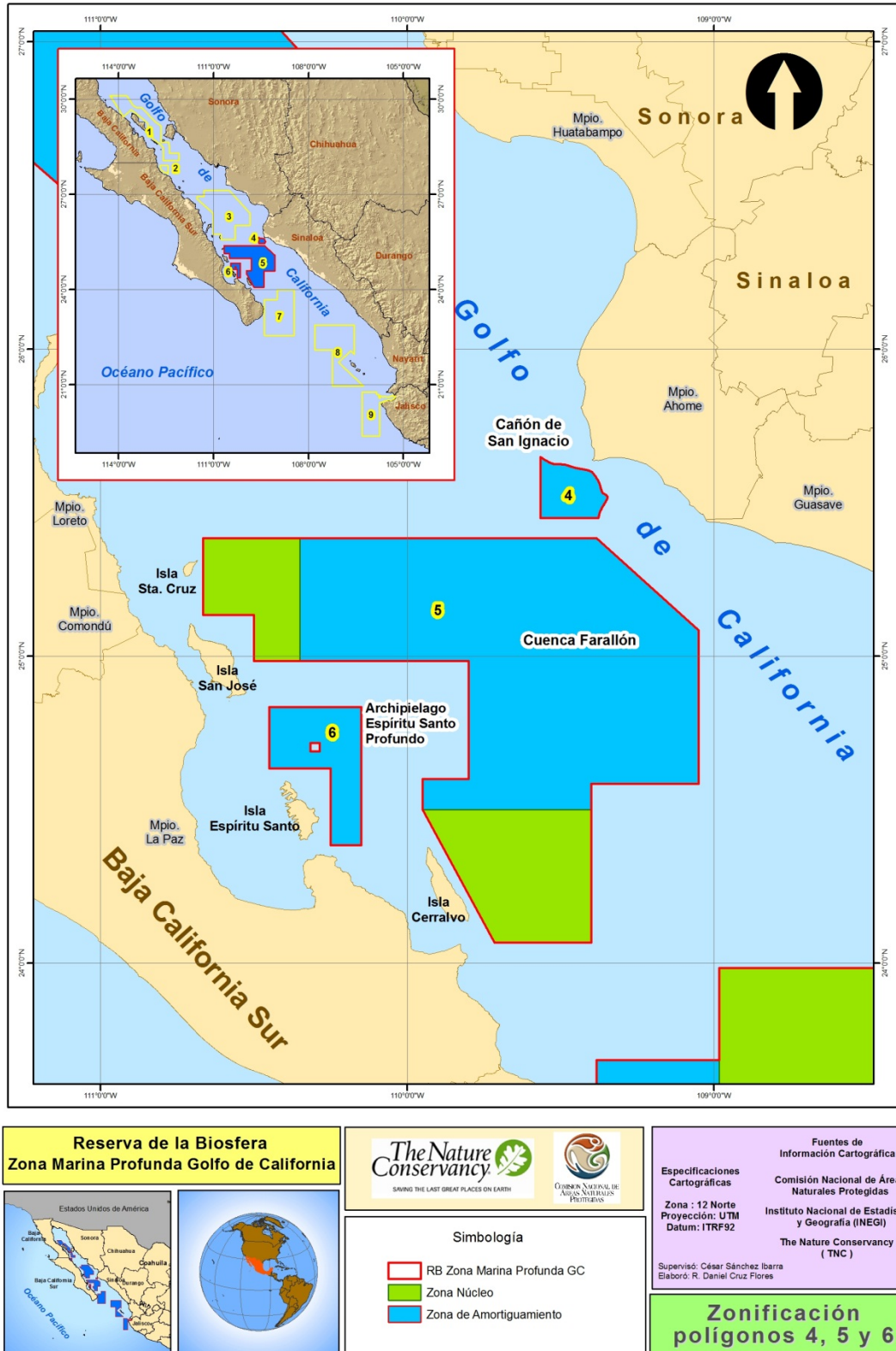


Figura 18. Zona núcleo del polígono 5) Cuenca Farallón

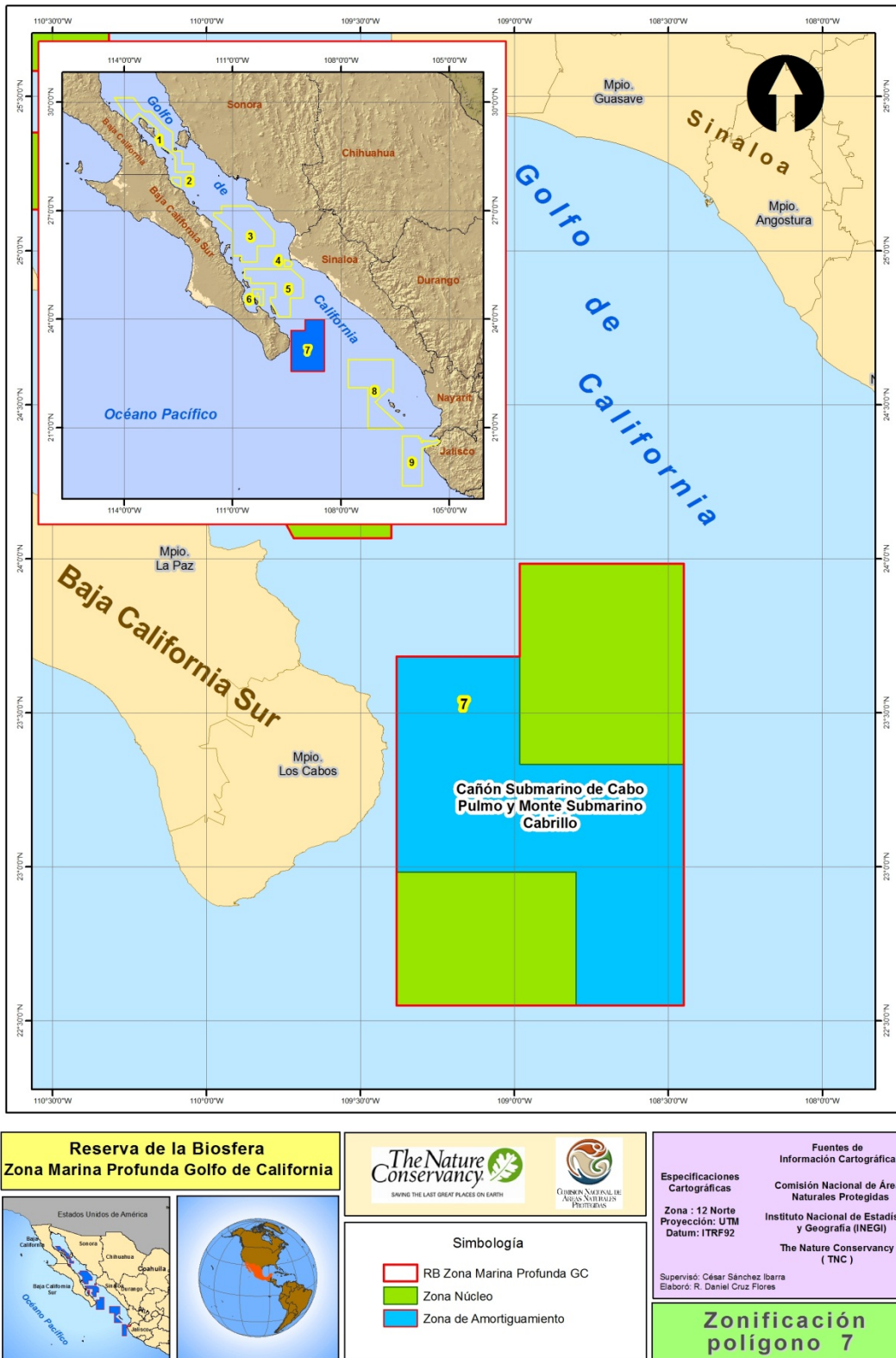


Figura 19. Zonas núcleo del polígono 7) Cañón Submarino de Cabo Pulmo y Monte Submarino Cabrillo

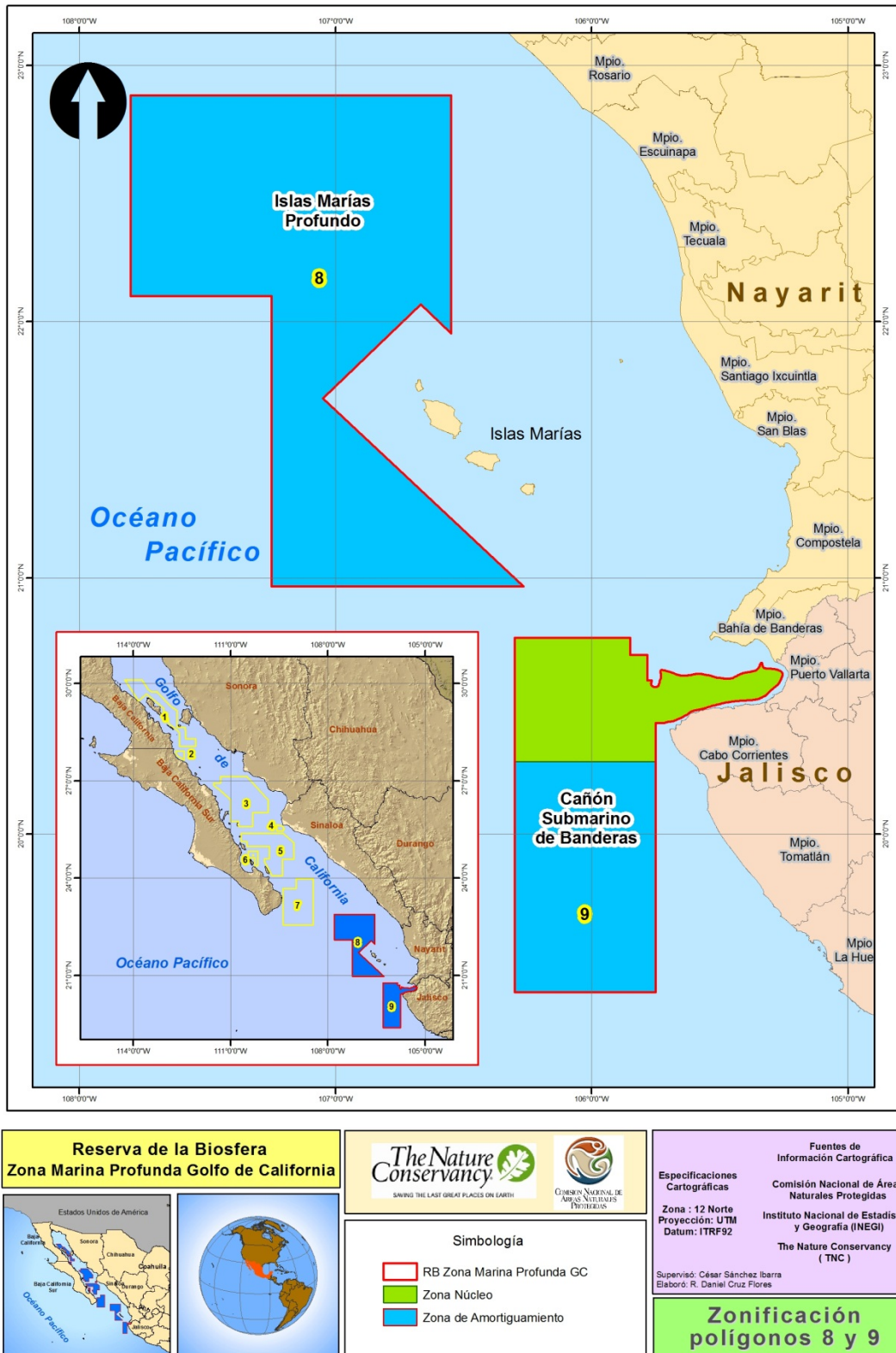


Figura 20. Zona núcleo del polígono 9) Cañón Submarino de Banderas

b) Tipo o categoría de manejo

Con base en los artículos 45, 46 y 48 de la Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA), y derivado del análisis de las características del área, importancia ecológica y amenazas, así como de los usos actuales y potenciales de los recursos naturales, se propone decretar los polígonos de la zona marina profunda del Golfo de California especificados en esta propuesta como área natural protegida de carácter federal, bajo la categoría de Reserva de la Biosfera, conforme al Artículo 48 de la LGEEPA, el cual señala que:

“ARTÍCULO 48.- *Las reservas de la biosfera se constituirán en áreas biogeográficas relevantes a nivel nacional, representativas de uno o más ecosistemas no alterados significativamente por la acción del ser humano o que requieran ser preservados y restaurados, en los cuales habiten especies representativas de la biodiversidad nacional, incluyendo a las consideradas endémicas, amenazadas o en peligro de extinción”.*

Considerando lo anterior, se describen las características de estas áreas para establecerlas con la categoría de Reserva de la Biosfera:

- ❖ El Golfo de California es una de las cuatro grandes regiones marinas del país y está considerada una de las ecorregiones más importantes en términos de biodiversidad a nivel mundial, sus zonas de mar profundo cuentan con una gran representatividad respecto a profundidad, características físicas, oceanográficas, además de ecosistemas y biodiversidad; presentan una gran diversidad de estructuras que incluyen taludes continentales, trincheras, dorsales oceánicas, zonas de subducción y expansión, montes submarinos, ventilas hidrotermales, infiltraciones de metano y cañones submarinos, donde ocurren procesos excepcionales y de gran importancia geológica, oceanográfica y biológica, los cuales representan por si mismos o como elementos substitutos, la biodiversidad a conservar.
- ❖ La región geográfica del Golfo de California conserva sus características intrínsecas y prácticamente está sujeta a procesos naturales ecológicos, evolutivos y biogeográficos con nula influencia humana, con una alta probabilidad de mantenerse intactos y la capacidad de soportar y mantener comunidades adaptadas, integradas y balanceadas, además de una composición de especies, diversidad y organización funcional en condiciones prístinas y sin alteraciones existentes, por lo que requieren ser preservados.
- ❖ En el Golfo de California, se desarrollan ecosistemas o hábitats de características excepcionales que permiten la existencia de una gran diversidad de especies de flora y fauna representativas de las zonas de mar profundo, altamente adaptadas y especializadas, de composición genética única, las cuales no han sido estudiadas y son prácticamente nuevas para la ciencia, por lo que estos sitios son estratégicos para el conocimiento de la estructura, sistemática y evolución de la biodiversidad, pero al mismo tiempo, altamente vulnerables y sensibles a la influencia humana.

c) Objetivos de la Reserva de la Biosfera

Los objetivos se proponen de acuerdo al Artículo 45 de la LGEEPA:

- i. Preservar los ambientes naturales representativos de la Zona Marina Profunda Golfo de California, en donde se localizan importantes estructuras geológicas y ecosistemas representativos tales como cuencas marinas profundas, montes submarinos, pendientes pronunciadas, plataforma continental, dorsales, crestas y trincheras; con la finalidad de asegurar el equilibrio y la continuidad de los procesos evolutivos y ecológicos en esta zona;
- ii. Salvaguardar la diversidad genética de las especies silvestres presentes en la Zona Marina Profunda Golfo de California, de las que depende la continuidad evolutiva; así como asegurar la preservación y el aprovechamiento sustentable de la biodiversidad de esta zona, en particular preservar las especies registradas que están en peligro de extinción, las amenazadas, las endémicas y las que se encuentran sujetas a protección especial y aquellas que aún faltan por registrarse;
- iii. Asegurar el aprovechamiento sustentable de los ecosistemas y sus elementos;
- iv. Proporcionar un campo propicio para la investigación científica y el estudio de los ecosistemas y su equilibrio.

d) Normatividad básica sobre usos y prohibiciones

A pesar de la inaccesibilidad actual de los sitios que conforman la zona marina profunda del Golfo de California, para lograr el cumplimiento de los objetivos anteriormente señalados y derivado del análisis de la información científica disponible al amparo del presente estudio previo justificativo, sobre los usos existentes (investigación y desecho de residuos sólidos) y potenciales (pesca, minería y educación ambiental a través del turismo) se incluyen las siguientes recomendaciones para ser consideradas en el decreto:

Que dentro de las zonas núcleo de la Reserva de la Biosfera ZMPGC se podrán realizar siguientes actividades:

- I. Preservación de los ecosistemas marinos y sus elementos;
- II. Investigación científica de los ecosistemas del área, y
- III. Educación ambiental /o su equivalente

Que dentro de las zonas de amortiguamiento de la RBZMPGC se podrán realizar las siguientes actividades:

- I. Preservación de los ecosistemas marinos y sus elementos;
- II. Investigación científica de los ecosistemas del área;
- III. Aprovechamientos pesqueros que no alteren el entorno en los fondos marinos y que no comprometan la conservación de especies en riesgo; y
- IV. Aprovechamientos mineros de extensión limitada en sitios con presencia de depósitos de sulfuros polimetálicos, cuyo desarrollo no altere de forma extensiva el entorno en los fondos marinos.

Que el uso y aprovechamiento de los recursos naturales dentro de la Reserva se sujete a las siguientes modalidades:

- I. La investigación científica que implique la colecta de organismos se realizará siempre que no se afecte negativamente con ello el hábitat o la viabilidad de sus poblaciones o especies;
- II. La observación, colecta y demás actividades de investigación se realizará con equipos, aparatos sumergibles tripulados o vehículos operados remotamente que no alteren a la vida silvestre;
- III. La actividad pesquera en todas sus fases, se realizará siempre que no se alteren la estructura física y de composición de la vida silvestre en los fondos marinos conforme a las condicionantes estipuladas en la autorización en materia de impacto ambiental correspondiente y bajo la supervisión de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales;
- IV. La actividad minera en todas sus fases se realizará exclusivamente en sitios específicos de extensión limitada con presencia de depósitos de sulfuros polimetálicos, siempre que los impactos se contengan dentro de una zona cuya superficie abarque una magnitud de centenas de metros conforme a las condicionantes estipuladas en la autorización en materia de impacto ambiental correspondiente y bajo la supervisión de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales;
- V. La observación, colecta y demás actividades de investigación se realizará con equipos, aparatos sumergibles tripulados o vehículos operados remotamente que no alteren a la vida silvestre, y
- VI. Las demás previstas en la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente y otras disposiciones jurídicas que resulten aplicables.

Especificar la prohibición o regulación de las siguientes actividades:

- I. Actividades pesqueras que alteren los fondos marinos, incluyendo de manera enunciativa y no limitativa cualquier tipo de pesca que requiera del arrastre de las artes de pesca a lo largo del sustrato fondo marino;
- II. Actividades mineras sobre nódulos y tapetes polimetálicos;
- III. Actividades mineras en las zonas núcleo;
- IV. Investigaciones por medio de las cuales se manipule el hábitat o sus elementos sin autorización previa de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales;
- V. Vertido y descarga de cualquier tipo de desechos orgánicos o radioactivos, residuos sólidos o líquidos o cualquier otro tipo de contaminante, así como descargar aguas de desecho y vertimientos de otro tipo;
- VI. Introducir ejemplares o poblaciones exóticas de la vida silvestre, así como organismos genéticamente modificados; y,
- VII. Las demás que ordene la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente y demás disposiciones jurídicas que resulten aplicables.

En las zonas de influencia de la Reserva de la Biosfera Zona Marina Profunda Golfo de California, se recomienda:

- I. Evitar arrojar, verter o descargar cualquier tipo de desechos orgánicos o radioactivos, residuos sólidos o líquidos o cualquier otro tipo de contaminante, así como descargar aguas de desecho y vertimientos de cualquier tipo;

- II. Queda excluido de lo establecido en el inciso anterior, el descarte de las especies consideradas como pesca incidental capturadas por las embarcaciones pesqueras.

En función de que en la actualidad prácticamente no se realizan actividades dentro de la Reserva de la Biosfera Zona Marina Profunda Golfo de California, y de que en un futuro cercano no se prevé el inicio de estas actividades y que el conocimiento sobre los ecosistemas, recursos y fenómenos naturales existentes es aún limitado, se sugiere que en los artículos transitorios del decreto se establezca que:

- I. La Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, conforme a lo dispuesto en el presente Decreto, elaborará el programa de manejo del área natural protegida, en un término no mayor de 1 año contado a partir de la fecha de publicación del presente Decreto en el Diario Oficial de la Federación.

e) Administración

La administración de las aguas comprendidas dentro de la Reserva de la Biosfera Zona Marina Profunda Golfo de California es una facultad exclusiva de la Federación y la totalidad de las funciones administrativas corresponden al ámbito federal. Por lo anterior, la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, será la encargada de administrar, manejar y preservar los ecosistemas y sus elementos. Por su parte, la Secretaría de Marina, será la encargada de inspeccionar y llevar a cabo labores de reconocimiento y vigilancia para preservar dicha área, en coordinación con las autoridades competentes y de conformidad con las disposiciones aplicables.

Con fundamento en el artículo 8 del Reglamento de la LGEEPA en materia de ANP, se nombrará un Director para el ANP, quién será responsable de coordinar e integrar todas las actividades y recursos -humanos y financieros- para alcanzar los objetivos de conservación del sitio.

Posteriormente podrá constituirse un Consejo Asesor de acuerdo con los artículos 17 y 18 del Reglamento antes citado. Dentro del marco jurídico propio de las áreas naturales protegidas, se considera la participación de los sectores productivos con actividad en la región, las instituciones académicas y las organizaciones no gubernamentales y la coordinación activa con dependencias gubernamentales.

f) Operación

La operación de la Zona Marina Profunda Golfo de California quedará a cargo de una Dirección del área, responsable de coordinar e integrar todas las actividades y recursos humanos y financieros para alcanzar los objetivos de conservación del sitio.

De acuerdo con lo establecido en el Artículo 65 de la LGEEPA, como instrumento de planeación y normatividad para el manejo y la operación del área, se formulará el programa de manejo correspondiente:

“ La Secretaría formulará, dentro del plazo de un año contado a partir de la publicación de la declaratoria respectiva en el Diario Oficial de la Federación, el programa de

manejo del área natural protegida de que se trate, dando participación a los habitantes, propietarios y poseedores de los predios en ella incluidos, a las demás dependencias competentes, los gobiernos estatales, municipales y del Distrito Federal, en su caso, así como a organizaciones sociales, públicas o privadas, y demás personas interesadas.”

Una vez que se establezca la Reserva de la Biosfera Zona Marina Profunda Golfo de California, el esquema de las sanciones por ilícitos ambientales será, entre otros, el establecido y descrito en:

- Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (Título Sexto, Capítulo IV)
- Ley General de Vida Silvestre (Capítulo V)
- Reglamento de la LGEEPA en materia de áreas naturales protegidas (Título Octavo, Capítulo III)
- Código Penal de la Federación (Título vigésimo quinto)

Por otra parte, se establecerán mecanismos que permitan la participación de todos los sectores de la región en el análisis de la problemática del área, la propuesta y diseño de acciones y la implementación de las mismas coordinados por la Dirección del ANP, quienes fomentarán las acciones de investigación que lleven a cabo instituciones académicas y organizaciones no gubernamentales, tanto nacionales como extranjeras. También realizará o coordinará acciones de monitoreo sistemático y permanente de los indicadores ecológicos y sociales que se definan para el área. Las Tablas 12 y 13 señalan algunas de las instancias y algunos sectores identificados para la coordinación intra e interinstitucional.

La operación del sitio, de manera general, se basará en los recursos que la CONANP asigne al ANP; dentro de los costos asociados a la operación del área se incluyen los siguientes rubros:

- Personal
- Gastos Administrativos
- Servicios
- Vehículos
- Combustible
- Capacitación
- Conservación

Tabla 12. Coordinación intra-institucional requerida en el sector medio ambiente – SEMARNAT

Dependencia	Funciones y responsabilidades
Dirección General de Vida Silvestre	Otorgamiento de permisos de investigación científica
Dirección General de Impacto y Riesgo Ambiental	Procesos de evaluación del impacto ambiental
Dirección General de Política Ambiental e Integración Regional y Sectorial	Ordenamiento ecológico general del territorio y ordenamientos ecológicos marinos del territorio.
Instituto Nacional de Ecología	Fomento de la investigación científica en aguas marinas profundas realizada por instituciones nacionales e internacionales.
Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad	Fomento a la investigación científica y el uso sustentable de la biodiversidad
Procuraduría Federal de Protección Ambiental	Programas de inspección y vigilancia

Tabla 13. Coordinación inter-institucional requerida con otras dependencias del sector público federal.

Dependencia	Funciones y responsabilidades
Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales	Administración, operación, inspección y vigilancia, normatividad. Programa de Manejo
Secretaría de Marina - Armada de México	Inspección y vigilancia, normatividad sobre desechos provenientes de las embarcaciones, emisión de la cartografía marina oficial.
Secretaría de Economía - Servicio Geológico Mexicano	Procesos de otorgamiento de concesiones de exploración y explotación minera y su normatividad correspondiente.
Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación - Comisión Nacional de Acuicultura y Pesca	Procesos de otorgamiento de permisos, autorizaciones y concesiones pesqueras y la normatividad para su aprovechamiento.
Secretaría de Relaciones Exteriores	Gestión para el reconocimiento de la RBZMPGC y sus áreas de influencia como "Áreas Especiales" conforme a los términos establecidos en el Convenio Internacional para Prevenir la Contaminación por los Buques (MARPOL).
Secretaría de Comunicaciones y Transportes	Normatividad nacional sobre desechos provenientes de la navegación y las gestiones conducentes para el reconocimiento de la RBZMPGC como "Áreas Especiales" bajo la Convención MARPOL
Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología	Fomento de la investigación científica en aguas marinas profundas realizada por instituciones nacionales e internacionales.
Instituto Nacional de Estadística y Geografía	Emisión de la cartografía marina oficial relativa a las aguas profundas.

La coordinación inter o intra institucional para la operación de la Reserva de la Biosfera Zona Marina Profunda Golfo de California será realizada primordialmente a nivel central, sin menoscabo a los requerimientos de coordinación con las dependencias u organismos con presencia a nivel local efectuada por las Direcciones Regionales de la CONANP. La Tabla 14 muestra los polígonos vinculados con tres direcciones regionales de la CONANP.

Tabla 14. Direcciones Regionales de la CONANP vinculadas a la operación de la Reserva de la Biosfera Zona Marina Profunda Golfo de California

Región	Polígono RBZMPGC
Península de Baja California y Pacífico Norte	1.- Islas Ángel de la Guarda, San Lorenzo y San Pedro Mártir Profundo
	2.- Talud Continental de Bahía de San Carlos
	3.- Cuenca del Carmen
	5.- Cuenca Farallón
	6.- Archipiélago Espíritu Santo Profundo
	7.- Cañón Submarino de Cabo Pulmo y Monte Submarino Cabrillo
Occidente y Pacífico Centro	8.- Islas Marías Profundo
	9.- Cañón Submarino de Banderas
Noroeste y Alto Golfo de California	4.- Cañón de San Ignacio

A nivel internacional, la CONANP deberá promover la incorporación de los polígonos que integran la Reserva de la Biosfera Zona Marina Profunda Golfo de California y sus zonas de influencia como “Áreas Especiales” bajo el Anexo V relativo a la prevención de la contaminación por desechos sólidos proveniente de embarcaciones conforme a los términos establecidos en el Convenio Internacional para Prevenir la Contaminación por los Buques (MARPOL).

g) Financiamiento

Se propondrán los mecanismos y las gestiones necesarias para lograr el financiamiento (inclusive autofinanciamiento) del área, debiéndose incorporar la concertación para lograr el financiamiento, ya sea de carácter federal, estatal, municipal, así como de instituciones u organizaciones nacionales e internacionales con interés en su conservación.

Para el financiamiento de la Reserva de la Biosfera Zona Marina Profunda Golfo de California se diseñarán mecanismos para obtener recursos para los gastos de operación, además de estrategias e instrumentos que aseguren la sustentabilidad económica del área; igualmente, se buscará identificar y gestionar otras fuentes alternativas de recursos económicos para estos fines. Dentro de éstas destacan, sin ser necesariamente las únicas, las siguientes:

- Recursos fiscales aportados por el Gobierno Federal a través de la CONANP;
- Donaciones privadas y de fundaciones nacionales e internacionales a través de asociaciones civiles;
- Aportaciones en especie por parte de fundaciones, instituciones académicas, y/ o personas físicas (realización de estudios e investigaciones, acciones de monitoreo, equipo e infraestructura, etc.);
- Creación de fideicomisos locales y regionales para apoyo del área;
- Cobro de derechos por el uso y disfrute del área protegida;
- Generación de recursos económicos a través del desarrollo de mecanismos de pago por los servicios ambientales proporcionados por el área.

El financiamiento de la investigación científica a nivel nacional e internacional es indudablemente el principal requerimiento para contar con el conocimiento científico, que permita plantear la normatividad y lograr la conservación y aprovechamiento sustentable de los recursos naturales presentes en la Reserva de la Biosfera Zona Marina Profunda Golfo de California.

La designación de una porción limitada de las aguas marinas bajo jurisdicción nacional como área natural protegida, por si misma busca focalizar el flujo de los presupuestos nacionales e internacionales destinados a la investigación científica a espacios más limitados.

Las gestiones efectuadas por el Instituto Nacional de Ecología y/o la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad ante el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, permitirán incrementar la atención de las instituciones científicas y de investigación al conocimiento de estos importantísimos ecosistemas.

Por otro lado, los sectores pesquero y minero mexicanos, aún no han iniciado los procesos de pesca de fomento o de utilización de concesiones mineras para explorar y evaluar la factibilidad de establecer esquemas de aprovechamiento y uso de los recursos en las zonas de mar profundo sobre las cuales la nación ejerce su jurisdicción, y que en su caso podrían aportar elementos para avanzar sobre dicho conocimiento.

La información contenida en las manifestaciones de impacto ambiental para realizar actividades pesqueras o mineras dentro del área natural protegida, podrá representar una fuente adicional de información puntual dentro de un contexto de escasez de datos.

V. BIBLIOGRAFÍA

Aburto-Oropeza, O., M. Caso, R. Cudney-Bueno, B. Erisman, E. Ezcurra, L. Rosenzweig, C. Sánchez-Ortíz, F. A. Solís-Marín y V. Solís-Weiss. 2010. Marisla. En: Bitácora del Mar Profundo. Una expedición por el Golfo de California. O. Aburto-Oropeza, M. Caso, B. Erisman y E. Ezcurra (Eds.). Instituto Nacional de Pesca, U.C. Mexus y Scripps Institution of Oceanography. México. Pp. 79-88.

Álvarez-Borrogo, S. 1983. Gulf of California. En: B.H. Ketchum (Ed.). Estuaries and enclosed seas. Elsevier, Amsterdam. Pp. 427-449.

Álvarez-Borrogo, S. 2002. Physical Oceanography. En: T.J. Case, M.L. Cody y E. Ezcurra (eds.). A new island biogeography of the sea of Cortes. Oxford University Press. New York. 669 pp.

Álvarez-Borrogo, S. y J.R. Lara-Lara. 1991. The physical environment and primary productivity of the Gulf of California. En: J.P. Dauphin y B.R. Simoneit (Eds.) The Gulf of California and Peninsular Province of the Californias. *American Association of Petroleum Geologists Memoir*, 47. Pp. 555-567.

Álvarez A. y A. Molina, 1984. Aspectos paleoceanográficos cuaternarios del Golfo de California evidenciados por conjuntos de radiolarios. *Anales del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, UNAM*. En: <http://biblioweb.dgsca.unam.mx/cienciasdelmar/instituto/1986-2/articulo218.html>

Álvarez Pérez J. A., P. R. Pezzuto, R. Wahrlich, A. L. de Souza, P. Arana Deep-water fisheries in Brazil: history, status and perspectives. 2009. En Pérez J.A.A. y P.R. Pezzuto (eds.) Deep-sea fisheries of Latin America. 2009. *Lat. Am. J. Aquat. Res.*, 37(3): 513-541, 2009.

Amador-Buenrostro A., A. Trasviña Castro, A. Muhlia Melo y M.L Argote Espinoza. 2003. Influence of EBES seamount and Farallon Basin on coastal circulation in the Gulf of California, Mexico. *Geofísica Internacional*. July-september, año /vol 42 No. 003. UNAM. pp 47-418

Amend S. (Ed.). 2010. Áreas Protegidas como Respuesta al Cambio Climático. (PDRS-GTZ) Lima, Perú. Los textos y gráficos: El cambio climático, Tiempo y clima, El sistema climático de la Tierra, han sido tomados de: Kropp, J. & Scholze, M. 2009. Cambio Climático Información para una adaptación eficaz, Manual para profesionales. Programa Sectorial Protección Climática para Países en Desarrollo - GTZ. Eschborn, Alemania

API-BCS 2011. Administración Portuaria Integral de Baja California Sur. Recuperado el 20 de abril de 2011 en: <http://www.apibcs.com/>

Ardron, J. 2002. A GIS Recipe for Determining Benthic Complexity: An Indicator of Species Richness. In: Breman, J. (Ed.), *Marine Geography*. ESRI. USA. 224p. http://www.livingoceans.org/files/PDF/mpa/complexity_draft8.pdf

Ardron, J. 2007. Challenges Faced by the Global MPA Field. En: J. B. Davis (Ed.) *MPA news. International News and Analysis on Marine Protected Areas*. Vol. 8 No. 11, Junio. Marine Affairs Research and Education (MARE), School of Marine Affairs, Univ. of Washington.

Arriaga Cabrera, L., E. Vázquez Domínguez, J. González Cano, R. Jiménez Rosenberg, E. Muñoz López, V. Aguilar Sierra (coordinadores). 1998. *Regiones Marinas Prioritarias de México*. Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad. México.

Arriaga, L., J. M. Espinoza, C. Aguilar, E. Martínez, L. Gómez y E. Loa (coordinadores). 2000. *Regiones terrestres prioritarias de México*. Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad. México

Beman, J. M., K. R. Arrigo y P. A. Matson. 2005. Agricultural runoff fuels large phytoplankton blooms in vulnerable areas of the ocean. *Nature*, 434: 211-214.

Berg, C.J. Jr. y C.L. Van Dover. 1987. Benthopelagic Macrozooplankton Communities at and Near Deep-sea Hydrothermal Vents in the Eastern Pacific Ocean and the Gulf of California. *Deep-Sea Research*, 34(3): 379-401.

Bernal, G., P. Ripa y J. C. Herguera. 2001. Variabilidad oceanográfica y climática en el Bajo Golfo de California: Influencias del Trópico y Pacífico Norte. *Ciencias Marinas*, 27 (4): 595-617.

Bezaury-Creel J. E., J. F. Torres, L. M. Ochoa Ochoa. 2007. Base de Datos Geográfica de Áreas Naturales Protegidas Federales de México. Modificado y adaptado de CONANP 2006. 1 Capa ArcGIS 9.2 + 1 Capa Google Earth (KMZ). (Actualizada a 31/12/2010).

Bezaury-Creel J.E., J. Fco. Torres, L. M. Ochoa-Ochoa, Marco Castro-Campos, N. Moreno. 2009. Base de Datos Geográfica de Áreas Naturales Protegidas Estatales, del Distrito Federal y Municipales de México - Versión 2.0, Julio 31, 2009. The Nature Conservancy / Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad / Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. 2 Capas ArcGIS 9.2 + 2 Capas Google Earth KMZ + 1 Archivo de Metadatos Word. (Actualizada a 31/12/2010).

Bezaury-Creel J. E., J. Fco. Torres, I. March. 2010. Islas y Mares Mexicanos. The Nature Conservancy. Formato cartel.

Bezaury-Creel J.E., J.Fco. Torres. 2010a. Base de Datos Geográfica del Mar Territorial Mexicano, Versión 1.0. En: Bezaury-Creel J. E., J. Fco. Torres. 2010. Bases de Datos Geográficas de las Aguas Marinas y Costeras Mexicanas, Versión 1.0. The Nature Conservancy. 24 Capas ArcGIS 9.2 + 19 Capas Google Earth KMZ + 12 Capas Google Earth KML + 1 Archivo de Metadatos en texto.

Bezaury-Creel J.E., J.Fco. Torres. 2010b. Base de Datos Geográfica de la Plataforma Continental y Plataformas Insulares Mexicanas Versión 1.0. En: Bezaury-Creel J. E., J. Fco. Torres. 2010. Bases de Datos Geográficas de las Aguas Marinas y Costeras Mexicanas, Versión 1.0. The Nature Conservancy. 24 Capas ArcGIS 9.2 + 19 Capas Google Earth KMZ + 12 Capas Google Earth KML + 1 Archivo de Metadatos en texto.

Bezaury-Creel J.E., J.Fco. Torres, M. Castro Campos. 2010a. Base de Datos Geográfica de la Zona Económica Exclusiva Mexicana, Versión 1.0. En: Bezaury-Creel J. E., J. Fco. Torres. 2010. Bases de Datos Geográficas de las Aguas Marinas y Costeras Mexicanas, Versión 1.0. The Nature Conservancy. 24 Capas ArcGIS 9.2 + 19 Capas Google Earth KMZ + 12 Capas Google Earth KML + 1 Archivo de Metadatos en texto.

Bezaury-Creel J.E., J.Fco. Torres, M. Castro Campos. 2010b. Base de Datos Geográfica de las Aguas Interiores Mexicanas en la Bahía de Chetumal, Versión 1.0. En: Bezaury-Creel J. E., J. Fco. Torres. 2010. Bases de Datos Geográficas de las Aguas Marinas y Costeras Mexicanas, Versión 1.0. The Nature Conservancy. 24 Capas ArcGIS 9.2 + 19 Capas Google Earth KMZ + 12 Capas Google Earth KML + 1 Archivo de Metadatos en texto.

Bezaury-Creel J.E., J.Fco. Torres. 2010c. Base de Datos Geográfica de la Línea de Base Provisional para México, Versión 1.0. En: Bezaury-Creel J. E., J. Fco. Torres. 2010. Bases de Datos Geográficas de las Aguas Marinas y Costeras Mexicanas, Versión 1.0. The Nature Conservancy. 24 Capas ArcGIS 9.2 + 19 Capas Google Earth KMZ + 12 Capas Google Earth KML + 1 Archivo de Metadatos en texto.

Birosta, E., C. Canet, E. Tauler, P. Alfonso, R. M. Prol-Ledesma, A. Camprubí y J. C. Melgarejo. 2008. Estudio Mineralógico de los Sedimentos de las Cuencas de Wagner y Consag, Golfo de California (México). *Revista de la Sociedad Española de Mineralogía*, 9: 55,56.

Boersma, P.D. y J.K. Parrish. 1999. Limiting abuse: marine protected areas, a limited solution. *Ecological Economics* 31:287-304. Citado en: CONABIO-CONANP-TNC-PRONATURA. 2007. Análisis de vacíos y omisiones en conservación de la biodiversidad marina de México: océanos, costas e islas. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas, The Nature Conservancy-Programa México, Pronatura, A.C. México, D.F.

Broadus, J.M., 1987. Seabed materials. *Science*, (235): 853-860.

Cairns, J. Jr. 1975. Quantification of biological integrity. Pages 171-185 /n Ballentine, R. K., and L. J. Guarraie, eds. The integrity of water: a symposium. U.S. Environmental Protection Agency, Washington, D.C. (No report number.)

Casarrubias-Unzueta, Z. y Gómez-López, G. 1995. Geología y evaluación geotérmica del área Bahía Concepción, BCS, México. En: III Reunión Internacional sobre la geología de la península de Baja California. Abril 17-21. UABCS, Sociedad Geológica Peninsular. Pp. 20,21.

Castro-Aguirre, J.L., Balart, E.F. Y Arvizu Martínez, J. 1995. Contribución al conocimiento del origen y distribución de la ictiofauna del Golfo de California, México. *Hidrobiológica*, año/vol. 5, número 001-002. UAM-I. pp. 57-78.

Cavanaugh, C. M., S. L. Gardiner, M. L. Jones, H. W. Jannasch y J. B. Waterbury. 1981. Prokaryotic cells in hydrothermal vent tube worm *Riftia pachyptila* Jones: possible chemoautotrophic symbionts. *Science*, 213: 340-342.

CBD. 1992. Convenio sobre la Diversidad Biológica. 1992. Conferencia de las Naciones Unidas Sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo. Rio de Janeiro, 3 a 14 de Junio de 1992. 34 p.

CBD. 1995. The Jakarta Mandate. Convention on Biological Diversity From global consensus to global work. Conservation and sustainable use of marine and coastal biological diversity. Secretariat of the Convention on Biological Diversity

Convention of Biological Diversity. 2009. Azores scientific criteria and guidance for identifying ecologically or biologically significant marine areas and designing representative networks of marine protected areas in open ocean waters and deep sea habitats. Convention of Biological Diversity, Canadá.

Chirichigno, N., Fisher y C.E. Nauen (comps). 1982. INFOPESCA. Catálogo de especies marinas de interés económico actual o potencial para América Latina, Parte 2. Pacífico Centro y Suroriental. Roma, FAO/PNUD, SIC/82/2:588 p.

CONABIO. 1998. Regionalización. Conocimiento actual de la biodiversidad. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México. Consultado en diciembre de 2011. Disponible en: <http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/regionalizacion/doctos/regionalizacion.html>

CONABIO. 2008a. Capital natural de México. Vol. I. Conocimiento actual de la biodiversidad. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México.

CONABIO. 2008b. Capital natural de México. Vol. III. Conocimiento actual de la biodiversidad. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México.

CONABIO. 2009. Capital Natural de México. Síntesis. Conocimiento actual, evaluación y perspectivas de sustentabilidad. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México.

CONANP-CONABIO- PRONATURA -TNC. 2005. Taller para la determinación de sitios prioritarios oceánicos y costeros para la conservación. Octubre 2005. Memoria metodológica. 39 p.

CONABIO-CONANP-TNC-PRONATURA. 2007. *Análisis de vacíos y omisiones en conservación de la biodiversidad marina de México: océanos, costas e islas.* Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas, The Nature Conservancy- Programa México, Pronatura, A.C. México, D.F.

CONABIO-CONANP-TNC-PRONATURA. 2007a. Ficha técnica para la evaluación de los sitios prioritarios para la conservación de ambientes costeros y oceánicos. Clave del sitio: 18. Nombre del sitio: **Grandes Islas del Golfo de California.** Ecorregión Nivel 1. CCA. Golfo de California.

CONABIO-CONANP-TNC-PRONATURA. 2007b. Ficha técnica para la evaluación de los sitios prioritarios para la conservación de ambientes costeros y oceánicos. Clave del sitio: 19. Nombre del sitio: **Plataforma y Talud Continental de Bahía de San Carlos.** Ecorregión Nivel 1. CCA. Golfo de California.

CONABIO-CONANP-TNC-PRONATURA. 2007c. Ficha técnica para la evaluación de los sitios prioritarios para la conservación de ambientes costeros y oceánicos. Clave del sitio: 83. Nombre del sitio: **Cuenca del Carmen.** Ecorregión Nivel 1. CCA. Golfo de California - zona oceánica.

CONABIO-CONANP-TNC-PRONATURA. 2007d. Ficha técnica para la evaluación de los sitios prioritarios para la conservación de ambientes costeros y oceánicos. Clave del sitio: 24. Nombre del sitio: **Corredor Pesquero Tobarí- Bahía de Santa María.** Ecorregión Nivel 1. CCA. Golfo de California.

CONABIO-CONANP-TNC-PRONATURA. 2007e. Ficha técnica para la evaluación de los sitios prioritarios para la conservación de ambientes costeros y oceánicos. Clave del sitio: 86. Nombre del sitio: **Cuenca Farallón.** Ecorregión Nivel 1. CCA. Golfo de California. Mar profundo.

CONANP. 2006. Estudio Previo Justificativo para el establecimiento del *Santuario Ventiladas Hidrotermales de la Cuenca de Guaymas y de la Dorsal del Pacífico Oriental*. Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas, México, D.F., 89 p.

CONANP. 2007a. Programa Nacional de Áreas Naturales Protegidas 2007-2012. México. 49 p.

CONANP. 2007b. Programa de Manejo Reserva de la Biosfera Islas Mariás Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. México. 216 p.

Christensen, V., Guenette, S., Heymans, J. J., Walters, C., Zeller, D. y Pauly, D. 2003. Hundred-year decline of North Atlantic predatory fish. *Fish Fish.* 4, 1–24

Cortina Segovia, S. G. Brachet B., M. Ibañez de la Calle y L. Quiñones V. 2007. Océanos y Costas. Análisis del Marco Jurídico e Instrumentos de política ambiental en México. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Instituto Nacional de Ecología. Primera edición 2007. 233 p.

Crutcher, H.L., y Quayle, R.G. 1974. Mariners worldwide climatic guide to tropical storms at sea: Naval Weather Service Environmental Detachment, Asheville, NC, 426 p.

Danovaro, R., A. Dell'Anno, A. Pusceddu. 2004. Biodiversity response to climate change in a warm deep sea. *Ecology Letters*. Volume 7, Issue 9, pages 821–828, September 2004

De la Lanza-Espino, G. 1991. Oceanografía de Mares Mexicanos. AGT (Ed.). México, D.F.

De la Lanza-Espino, G. 2001. Características Físico-Químicas de los Mares de México. Temas Selectos de Geografía en México. Instituto de Geografía, UNAM, México.

De la Lanza Espino, G. 2004. Gran escenario de la zona costera y oceánica de México. *Ciencias*, 76:4-13.

De la Maza, E. J., R. Cadena G. y C. Piquerón W. 2003. Estado Actual de las Áreas Naturales Protegidas de América Latina y el Caribe (Versión Preliminar). Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente Oficina Regional para América Latina y el Caribe. Quercus Consultoría Ecológica S.C.

Diario Oficial de la Federación. 1986. Ley Federal del Mar. Texto vigente. Nueva Ley publicada en el Diario Oficial de la Federación el 8 de enero de 1986. Fe de erratas DOF 09-01-1986

Diario Oficial de la Federación. 2006. Carta Nacional Pesquera y Acuícola. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. 25 de agosto de 2006.

Diario Oficial de la Federación. 2007. Ley General de Pesca y Acuicultura Sustentables. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. 24 de julio de 2007.

Diario Oficial de la Federación. 2008. Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Reforma publicada el 16 de mayo de 2008.

Diario Oficial de la Federación. 2009. Decreto por el que se declara área natural protegida, con el carácter de santuario, la porción marina conocida como “Ventiladas Hidrotermales de la Cuenca de Guaymas y de la Dorsal del Pacífico Oriental”, localizadas en el Golfo de California y en el Pacífico Norte, con una superficie total de 145,564-80-83.88 Hectáreas. Viernes 5 de junio de 2009.

Diario Oficial de la Federación. 2010a. Norma Oficial Mexicana *NOM-059-SEMARNAT-2010, protección ambiental- especies nativas de México de Flora y Fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo*. Publicado el 31 de diciembre de 2010.

Diario Oficial de la Federación. 2010b. Acuerdo mediante el cual se da a conocer la actualización de la Carta Nacional Pesquera. SAGARPA. 2 de diciembre de 2010.

Diario Oficial de la Federación. 2011. Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente. Publicado el 28 de enero de 1988. Texto vigente: Última reforma publicada en el Diario Oficial de la Federación el 28 de enero de 2011.

Diario Oficial de la Federación. 2012a. Ley General de Bienes Nacionales. Nueva Ley publicada en el Diario Oficial de la Federación el 20 de mayo de 2004. Texto Vigente. Última reforma publicada DOF 16-01-2012

Diario Oficial de la Federación. 2012b. Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos. Constitución Publicada en el Diario Oficial de la Federación el 5 de Febrero de 1917. Texto Vigente. Última Reforma Publicada DOF 09-02-2012

Doode Matsumoto O. S. 1999. Los claros-oscuros de la pesquería de sardina en Sonora: contradicciones y alternativas para un desarrollo equilibrado. El colegio de Michoacán. Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo A.C., Centro de Investigaciones y Estudios Superiores en Antropología Social. 351 p.

Dreyfus L. M., H. Robles. 2006. Atún del Océano Pacífico. Sustentabilidad y Pesca Responsable en México: Evaluación y Manejo. Instituto Nacional de la Pesca. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. ISBN: 968-800-684-X: 211-217 pp.

Duarte, C. 2006. La exploración de la Biodiversidad marina. Desafíos científicos y tecnológicos. Fundación BBVA, México. 154 p.

Dudley, N., S. Stolton, A. Belokurov, L. Krueger, N. Lopoukhine, K. MacKinnon, T. Sandwith y N. Sekhran [editores]. 2009. Soluciones Naturales: Las áreas protegidas ayudan a las personas a enfrentar el cambio climático, IUCN/WWF, TNC, PNUD, WCS, El Banco Mundial y WWF, Gland, Suiza, Washington DC y Nueva York, EE.UU.

Enríquez-Andrade, R. 2005. Manual para el Análisis Económico de Áreas Naturales Protegidas. Volumen 1. Antecedentes y Elementos de Economía Ambiental aplicados al análisis de Áreas Naturales Protegidas en México. *Conservación Internacional México A.C.* 64 p.

Enríquez-Andrade, R. y G. Danemann. 1998. Identificación y establecimiento de prioridades para las acciones de conservación y oportunidades de uso sustentable de los recursos marinos y costeros de la Península de Baja California. Reporte técnico de proyecto. Pronatura Península de Baja California. México. 77 p.

Enríquez-Andrade, R. G. Anaya-Reyna, J.C. Barrera- Guevara, M. A. Carvajal-Moreno, M. E. Martínez-Delgado, J. Vaca-Rodríguez y C. Valdés-Casillas. 2005. An analysis of critical areas for biodiversity conservation in the Gulf of California Region. *Ocean and Coastal Management*, 48: 31-50 pp.

Erismán, B., Aburto-Oropeza, O. y R. Cudney Bueno. 2010. En: Bitácora del Mar Profundo. Una expedición por el Golfo de California. O. Aburto-Oropeza, M. Caso, B. Erismán y E. Ezcurra (Eds.). Instituto Nacional de Pesca, U.C. Mexus y Scripps Institution of Oceanography. México. Pp. 121-130.

Escobar-Briones, E. 2000. La Biodiversidad del mar profundo en México. CONABIO. *Biodiversitas*, 29: 1-6 pp.

Escobar-Briones, E. y L. A. Soto. 1993. Bentos del mar profundo en México. En: Biodiversidad Marina y Costera de México. S.I. Salazar-Vallejo y N.E. González (Eds.) Com. Nal. Biodiversidad y CIQRO, México, 865 p.

Escobar, E., M. Maass et al. 2008. Diversidad de procesos funcionales en los ecosistemas, en Capital natural de México, vol. I : Conocimiento actual de la biodiversidad. Conabio, México, pp. 161-189.

Espinosa, H. 2004. El Pacífico Mexicano. En: C. Carrillo Trueba y N. Hinkley (Eds.), *Ciencias*, 76:14-21.

FAO. 1995. Código de Conducta para la Pesca Responsable. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) <http://www.fao.org/DOCREP/005/V9878S/V9878S00.HTM>

FAO. 2009. Directrices internacionales para la ordenación de las pesquerías de aguas profundas en alta mar. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Roma. 92 p.

FAO. 2010. Pesquerías de Aguas Profundas en Alta Mar. Hacia una utilización sostenible de los recursos marinos y la protección de los ecosistemas marinos vulnerables. Folleto FAO. 12 p.

Fisher, W. Krupp, F. Schneider, W. Sommer, C. Carpenter, K. E. Niem, V.H. 1995. Guía FAO para la identificación de especies para los fines de la pesca. Pacífico Centro-Oriental. Volumen I Roma FAO. Plantas e invertebrados. Vol. I: 1-646 P

Fisher, W. Krupp, F. Schneider, W. Sommer, C. Carpenter, K. E. Niem, V.H. 1995 Guía FAO para la identificación de especies para los fines de la pesca. Pacífico Centro-Oriental. Volumen II. Vertebrados. Parte 1. Roma FAO Vol. II: 647-1200 P

Fisher, W. Krupp, F. Schneider, W. Sommer, C. Carpenter, K. E. Niem, V.H. 1995 Guía FAO para la identificación de especies para los fines de la pesca. Pacífico Centro-Oriental. Volumen III. Vertebrados. Parte 2. Roma FAO Vol. III: 1201-1200 P

Froese, R. y D. Pauly. Edit. 2010. FishsBase. World Wide Web electronic publication. www.fishbase.org. Versión septiembre de 2010.

Funch, P., N. E. Kirstein N., S. Graf y F. Buttler, 2002. Marine meiofauna. Feltkursus i videregående zoologi på molslaboratoriet august 2002. 20 p.

Gage, J. D. y P. A. Tyler. 1991. Deep-sea Biology: A natural history of organisms at the deep-sea floor. Cambridge University, Press. 504 p.

GEBCO. 2008. Mapa Batimétrico General de los Océanos. UNESCO 2008. Comisión Oceanográfica Intergubernamental. París, 29 de julio de 2008

GEBCO. 2008. Grid, version 20090202, <http://www.gebco.net>

Gjerde K. M., 2003. Towards a Strategy for High Seas Marine Protected Areas, Proceedings of the IUCN, WCPA and WWF Experts Workshop on High Seas Marine Protected Areas, 15-17 January 2003, Malaga, Spain. IUCN, Gland, Switzerland.

Glover, A. G. y C. R. Smith. 2003. The deep-sea floor ecosystem: current status and prospects of anthropogenic change by the year 2025 *Environmental Conservation*, 30 (3): 219–241 pp.

Gómez-Pompa, A. y R. Dirzo. Coords. 1995. Reservas de la biosfera y otras áreas naturales protegidas de México. Instituto Nacional de Ecología, SEMARNAP y Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. (Edición digital: Conabio 2006).

Gordon J.D.M. 2010. Environmental and biological aspects of deepwater demersal fishes. Scottish Association for Marine Science Oban PA37 1QA, UK john.gordon@sams.ac.uk

Gracia, A., A. R. Vázquez- Bader, E. Lozano- Álvarez. 2010. Deep water shrimp (Crustacea penaeidae) of the Yucatan Peninsula (Southern Gulf of Mexico): A potential resource. *Journal of Shellfish Resource*. Vol 29, No 1, 37-43.

Grassle, J.F., L.S. Brown-Leger, L. Morse-Porteus, R. Petrecca y I. Williams. 1985. Deep-sea fauna of sediments in the vicinity of hydrothermal vents. En: Hydrothermal Vents of the Eastern Pacific: An Overview. M.L. Jones (ed.). *Bulletin of the Biological Society of Washington*, 6: 411-428.

Guerrero-Ruiz, M., Urban Ramírez, J. y Rojas Bracho, L. 2006. Las ballenas del Golfo de California. INE-SEMARNAT. México. 524 p.

Guinotte, J. S., and V. M. Fabry. 2008. Ocean acidification and its potential effects on marine ecosystems. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1134:320–342 pp.

Gutierrez, O. Q., S.G. Marione & A. Pares Sierra. 2004. Lagrangian surface circulation in the Gulf of California from a 3D numerical model. *Deep sea Research II* (51):659-672.

Halfar, J. y R.M. Fujita. 2007. Danger of Deep-Sea Mining. *Science*, 316: 987.

Heath, G. R. 1982. Deep-sea ferromanganese nodules. En: The Environment of the Deep-sea. W. G. Ernst y J. G. Morin (Eds.) Englewood Cliffs, New Jersey, Prentice Hall. pp. 105-153.

Hendrickx, M. E. y D. Serrano, 2010. Impacto de la Zona de Mínimo Oxígeno sobre los corredores pesqueros en el Pacífico Mexicano. *Interciencia*, Vol. 35 N° 1

- Hidalgo-González, R.M., S. Álvarez-Borrego y A. Zirino. 1997.** Mezcla en la región de las grandes islas del Golfo de California: efecto en la pCO₂ superficial. *Ciencias Marinas* 23(3):317-327.
- Hoagland, P., S. Beaulieu, M. A. Tivey, R. G. Eggert, C. German, L. Glowka y J. Lin. 2010.** Deep-sea mining of seafloor massive sulfides. *Elsevier, Marine Policy*, 34: 728-732.
- Holmes K., S. Brooke, Ardron, J. 2009.** Deep-Sea Mining: The Threat to Hydrothermal Vents. Marine Conservation Biology Institute (MCBI). Publicación Electrónica 53 pp.
- Hooker, S. K., Whitehead, H. and Gowans, S. 1999,** Marine Protected Area Design and the Spatial and Temporal Distribution of Cetaceans in a Submarine Canyon. *Conservation Biology*, 13: 592–602.
- INE-SEMARNAP. 1995.** Áreas Naturales Protegidas: Economía e Instituciones. Primera Edición Noviembre de 1995. 51 p.
- INE-SEMARNAP. 1996.** Programa de Áreas Naturales Protegidas de México 1995-2000. Primera Edición. 158 p.
- INEGI. 2005.** Marco Geoestadístico Municipal 2005 Versión 1.0. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, Aguascalientes.
- INEGI. 2009.** Marco Geoestadístico Municipal 2009 Versión 4.1. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, Aguascalientes.
- INEGI. 2010.** Información Geográfica. Datos. Aspectos Generales del Territorio Mexicano. *INEGI*. Disponible en: <http://mapserver.inegi.org.mx/geografia/espanol/datosgeogra/extterri/frontera.cfm?s=geo&c=920>.
- INAPESCA - Instituto Nacional de la Pesca, 2006.** Sustentabilidad y Pesca Responsable en México. Evaluación y Manejo. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación ISBA: 968-800-684-X.
- Jackson, J. B. C. 1997.** Reefs since Columbus. *Coral Reefs* 16 (Suppl.), 23–33.
- Johnson, M. A. y J. J. O'Brien. 1990.** The role of costal Kelvin wave son the northeast Pacific Ocean. *Journal of Marine Systems*, 1:29-38.
- Karr, J. R y D. R. Duddley, 1981.** Ecological Perspective on Water Quality Goals. *Environmental Management*, Vol. 5, No. 1, pp. 55~8
- Karr, J.R, 1995.** Risk assessment: we need more than an ecological veneer. *Human and Ecological Risk Assessment* 1: 436-442.
- Klein Richard J.T., E. Lisa F. Schipper, Suraje Dessai. 2005.** "Integrating mitigation and adaptation into climate and development policy: three research questions". *Environmental Science & Policy* 8 (2005) 579–588.
- Klimley, A. P., y S. B. Butler. 1988.** Immigration and emigration of a pelagic fish assemblage to seamounts in the Gulf of California related to water mass movements using satellite imagery. *Marine Ecology Progress Series* 49:11–20.
- Klimley, A.P., J.E. Richert y S.J. Jorgensen. 2005.** The home of blue water fish». *American Scientist* 93: 42-49.
- Knecht, R. W. 1982.** Deep ocean mining. *Oceanus*, 25: 3-11.
- Knox, G. 1977.** The role of polychaetes in benthic soft-bottom communities. En: D. Reish y K. Fauchald (Eds.). Essays of polychaetous annelids in memory of Dr. Olga Hartman. Allan Hancock Foundation, Los Ángeles, pp. 547-604.
- Lara-Lara, J.R., E. Millán-Núñez, R. Millán-Núñez y C. Bazán-Guzmán. 2003.** Producción primaria del fitoplancton en el Pacífico mexicano (1992-2000). En: M.T. Barreiro-Güemes, M.E. Meave del Castillo, M. Signoret-Poillon, M.G. Figueroa-Torres (Eds.). *Planctología Mexicana*. Sociedad Mexicana de Planctología, A.C., México, pp. 103-124.

Lara- Lara, J.R., et al. 2008. Los ecosistemas marinos. En: Capital natural de México, vol. 1: Conocimiento actual de la biodiversidad. CONABIO, México, pp. 135- 159.

Lavín, M.F., E. Beier, y A. Badan, 1997. Estructura hidrográfica y circulación del Golfo de California: Escalas estacional e interanual. En M.F. Lavín. Ed. Contribuciones a la Oceanografía Física en México. Monografía No. 3. Unión Geofísica Mexicana, pp 141-171.

León, C. y B. Graizbord. 2002. Bases para el Ordenamiento Ecológico de la Región de Escalera Náutica. Componente Social y Económico. México, D.F: Instituto Nacional de Ecología-SEMARNAT y El Colegio de México, A.C., 66 pp.

López M. J., M.O. Nevares-Martínez, A. Leyva-Contreras, O. Sánchez. 2000. Análisis de tres variables oceanográficas en la Región de Guaymas, Sonora, México. p. 229-254. En: LLuch-Belda, D., J. F. Elorduy-Garay, S. Lluch-Cota y G. Ponce-Díaz. BAC Centros de Actividad Biológica del Pacífico Mexicano. México. Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste. S.C.2000 ISBN -970-18-6285-6 EW.

Lluch-Cota, S., J. Arias-Aréchiga. 2000. Sobre la importancia de considerar la existencia de Centros de Actividad Biológica para la Regionalización del Océano: el Caso del Golfo de California. En: LLuch-Belda, D. J. F. Elorduy-Garay, S. Lluch-Cota y G. Ponce-Díaz. BAC Centros de Actividad Biológica del Pacífico Mexicano. México. Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste. S.C.2000 ISBN -970-18-6285-6 EW.

Machorro-Jiménez, M. y R. Leal-Hernández, 1995. Resultados preliminares del pozo exploratorio LV-3 del proyecto geotérmico de Las Tres Vírgenes, Baja California Sur, México. En: III Reunión Internacional sobre la geología de la península de Baja California. Abril 17-21. UABCS, Sociedad Geológica Peninsular. Pp. 111,112.

Magaña, V. O., J. L. Pérez, C. Conde, C. Gay y S. Medina. 1997. El fenómeno de El Niño y la Oscilación del Sur (ENOS) y sus impactos en México. En: <http://www.atmosfera.unam.mx/cambio/nino.htm>

Martín-Barajas A. 2000. Volcanismo y extensión en la provincia extensional del Golfo de California. Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana. Vol LIII (2000), pp. 72-83.

Martínez-Gutiérrez, G. y L. Mayer. 2004. Huracanes en Baja California, México y sus implicaciones en la sedimentación en el Golfo de California. *Geos*, 24 (1): 57-64.

Medellín Milán, P. 1998. El Principio Precautorio. (Versión electrónica) *Pulso*. Disponible en: <http://ambiental.uaslp.mx/docs/PMM-AP980820.pdf>

Medina, F. 1995. El vulcanismo y la formación del Golfo de California. En: Baja California desde el principio: Geología histórica. León Diez, C. Comp. UABC. pp. 65 -73.

Medina, P. 2000. Reclutamiento de corales petreos (Scleractinia) en los arrecifes coralinos de Jalisco y Nayarit, Mexico. Tesis de maestría. Universidad Autónoma de Baja California. 58 pp.

Michaelis, W., R. Seifert, K. Nauhaus, T. Treude, V. Thiel, M. Blumenberg, K. Knittel, A. Gieseke, K. Peterknecht, T. Pape, A. Boetius, R. Amann, B. B. Jørgensen, F. Widdel, J. Peckmann, N. V. Pimenov, M. B. Gulin. 2002. Microbial Reefs in The Black Sea fueled by anaerobic oxidation of methane. *Science*, 297:1013-1015.

Millennium Ecosystem Assessment, 2005. Ecosystems and Human Well-being: Synthesis. Island Press, Washington, DC. World Resources Institute. 155 p.

Morgan, L., S. Maxwell, F. Tsao, A.C. Wilkinson y P. Etnoyer, 2005. Áreas prioritarias marinas para la conservación: Baja California al Mar de Bering. Comisión para la Cooperación Ambiental y Marine Conservation Biology Institute. Montreal. 123 pp.

Mullin, M. 1993. Webs and scale: physical and ecological processes in marine fish recruitment. Washington Sea Grant Program, University of Washington Press, USA. 135 p.

Mullineaux, L., D. Desbruyeres, S.K. Juniper. 1994. Deep-sea hydrothermal vents sanctuaries: a position paper. *InterRidge News* 1998;7. En: Glowka L. (Ed.). A guide to the convention on biological diversity. IUCN, Gland, 1994.

- Nava-Romo, J.M. 1994.** Impactos a corto y largo plazo en la diversidad y otras características ecológicas de la comunidad bentico-demersal capturada por la pesquería de camarón en el norte del Alto Golfo de California, México. Tesis de maestría. Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey (ITESM)-Campus Guaymas.
- Niparáj. 2005.** Propuesta de Creación del Parque Nacional Espíritu Santo. Vol. 1 Estudio Previo Justificativo. Sociedad de Historia Natural Niparáj, A.C. 100 p.
- Oceana. 2006.** Hábitats en Peligro. Propuesta de protección de Oceana. Fundación Biodiversidad. Madrid, España.
- Ozturgut, E., J. W. Lavelle y R.E. Burns. 1981.** Impacts of manganese nodule mining on the environment: Results from pilot-scale mining test in the north equatorial Pacific. En: *Marine Environmental Pollution*, 2, Dumping and Mining. R.A. Geyer (Ed.) Elsevier, Oceanography Series, Amsterdam. Pp. 437-474.
- Paez-Osuna, F. 1988.** Geoquímica de los metales pesados en los sedimentos del mar de Cortés. Tesis Doctorado, UACPyP-CCH,ICMyL, Uiv. Nal. Autón. México. 391 pp.
- Parés-Sierra, A., M. López, y E. G. Pavía, 1997.** Oceanografía Física del Océano Pacífico Nororiental. En: M. F. Lavín (Ed.) *Contribuciones a la oceanografía Física en México*, No. 3. Unión Geofísica Mexicana, p. 1-24.
- Pérez Munguía, R., R. Pineda L. y M. Medina. 2007.** Integridad biótica de ambientes acuáticos en: *Perspectivas sobre conservación de ecosistemas acuáticos en México*. Ó. Sánchez, M. Herzig, E. Peters, R. Márquez-Huitzil y Luis Zambrano (editores). Primera edición. Julio de 2007. pp 71-111
- PNUMA-GIEC. 2005.** La captación y el almacenamiento de dióxido de carbono. Informe especial del IPCC. Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático. Convención Marco de las Naciones Unidas para el Cambio Climático. 66 p.
- Pocklington, P. y P. G. Wells. 1992.** Polychaetes: key taxa for marine environmental quality monitoring. *Marine Pollution Bulletin*, 24: 593-598.
- Ramírez-Llodra E. y D.S. M. Billett. 2006.** La exploración de la biodiversidad marina. Ecosistemas de las profundidades marinas. Reservorio privilegiado de la biodiversidad y desafíos tecnológicos. Carlos M. duarte (Ed.). fundación BBVA. 94 p.
- Ramírez-Llodra, E., A. Brandt, R. Danovaro, E. Escobar, C.R. German, L.A. Levin, P. Martínez- Arbizu, L. Menot, P. Buhl-Mortensen, B.E. Narayawamy, C.R. Smith, D.P. Tittensor, P.A. Tyler, A. Vanreusel y M. Vecchione. 2010.** Deep, diverse and definitely different: unique attributes of the world's largest ecosystem. *Biogeosciences*, 7, 2851–2899, 2010. www.biogeosciences.net/7/2851/2010/doi:10.5194/bg-7-2851-2010.
- Ramírez-Llodra E, Tyler PA, Baker MC, Bergstad OA, Clark MR, 2011.** Man and the Last Great Wilderness: Human Impact on the Deep Sea. *PLoS ONE* 6(8): e22588. doi:10.1371/journal.pone.0022588
- Ripa, P. y G. Velázquez. 1993.** Modelo unidimensional de la marea en el Golfo de California. *Geofísica Internacional*, 32: 41-56.
- Robinson, M.K. 1973.** Atlas of monthly mean sea surface and subsurface temperatures in the Gulf of California, Mexico. *San Diego Society of Natural History Memoir*, 5.
- Robison, B. H. 2009.** Conservation of Deep Pelagic Biodiversity. *Conservation Biology*, 23 (4): 847-858.
- Roden, G. 1964.** Oceanographic aspects of the Gulf of California. En: T.H. van Andel y G.G. Shor Jr. (Eds.). *Marine Geology of the Gulf of California: A symposium*. (Memoir No. 3). American Association of Petroleum Geologist, Tulsa, pp. 30-58.
- Romero-Centeno, R. 1995.** Comportamiento de los campos hidrográficos y flujos de calor y masa en el Canal de Ballenas. Tesis de Maestría, CICESE, Ensenada, B.C.
- Rona, P. A. 2008.** The changing vision of marine minerals. *Ore Geology Reviews*, 33: 618–666.

- Sáenz-Arroyo, A.; C. M. Roberts; J. Torres, M. Cariño-Olivera y R. Enríquez-Andrade. 2005.** Rapidly shifting environmental baselines among fishers of the Gulf of California. *Proc. R. Soc. B* (2005) 272, 1957–1962
- Sala, E., O. Aburto-Oropeza, G. Paredes, I. Parra, J. C. Barrera y P. K. Dayton. 2002.** A general model for designing networks of marine reserves. *Science*, 298: 1991-1993.
- SAGARPA, 2007.** Anuario Estadístico de Acuicultura y Pesca. Comisión Nacional de Pesca y Acuicultura. En Silva- Ramírez J. T. 2005. Programa de Pesca de Fomento de Pez Sable (*Anoplopoma fimbria*) con Palangre en la Costa Occidental de la Península de Baja California. Informe Interno. Instituto Nacional de la Pesca.
- Sancetta, C. 1995.** Diatoms in the Gulf of California: Seasonal flux patterns and the sediment record for the last 15,000 years, *Paleoceanography*, 10(1): 67-84.
- Sánchez-Juárez, E. 2001.** Evaluación de la Abundancia y Distribución del Camarón de Profundidad (*Pandalus platyceros*, Brandt 1851) en la Costa Occidental de Baja California, México. Propuesta para su manejo y administración. Tesis de Maestría, Facultad de Ciencias. Universidad Autónoma de Baja California.
- Sánchez-Ortíz, C. 2010.** Zonas de vida. En: Bitácora del Mar Profundo. Una expedición por el Golfo de California. O. Aburto-Oropeza, M. Caso, B. Erisman y E. Ezcurra (Eds.). Instituto Nacional de Pesca, U.C. Mexus y Scripps Institution of Oceanography. México. Pp. 107-112.
- Scott, S.D., 2001.** Deep ocean mining. *Geosciences Canada*. 28 (2):87–96.
- Scott, S.D., Atmanand, M.A., Hein, J., Heydon, D., Morgan, C., 2006.** Engineering Committee on Ocean Resources. Mineral deposits in the sea: a future resource symposium. Report, Specialist Panel on Marine Mining. Pp. 13.
- SCT. 2010.** Puertos de México. Recuperado el 1 de marzo de 2011 de <http://www.sct.gob.mx/puertos-y-marina-mercante/puertos-de-mexico>
- Silva-Ramírez J. T. 2005.** Programa de Pesca de Fomento de Pez Sable (*Anoplopoma fimbria*) con Palangre en la Costa Occidental de la Península de Baja California. Informe Interno. Instituto Nacional de la Pesca.
- Smith, W., 1986.** The effects of eastern North Pacific tropical cyclones on the southwestern United States. National Oceanic and Atmospheric Administration, Technical Memorandum National Weather Service WR- 197, 229 pp.
- Smith, K.L., Jr., H.A. Ruhl, B.J. Bett, D.S.M. Billett, R.S. Lampitt and R.S. Kaufmann. 2009.** Climate, carbon cycling, and deep-ocean ecosystems. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 106: 19211-19218.
- Solís-Weiss, V., y P. Hernández, Alcántara. 1996.** Atlas de anélidos poliquetos de la plataforma continental del Golfo de California. Informe técnico. Laboratorio de Ecología Costera, Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, UNAM, México.
- Spalding, M.D., H.E. Fox, G.R. Allen, N. Davidson, Z.A. Ferdaña, M. Finlayson, B.S. Halpern, M.A. Jorge, A. Lombana, S.A. Lourie, K.D. Martin, E. McManus, J. Molnar, C.A. Recchia y J. Robertson. 2007.** Marine Ecoregions of the World: A Bioregionalization of Coastal and Shelf Areas. *BioScience* 57(7):573-583.
- Sullivan, S.K. y G. Bustamante. 1999.** Setting geographic priorities for marine conservation in Latin America and the Caribbean. Arlington, VA. The Nature Conservancy.
- Thiel, H. Forschungsverbund, Tiefsee-Umweltschutz. 1995.** En ISOPE: Ocean Mining Symposium Proceedings, Tsukuba, Japan, 21-22 noviembre. International Society of Offshore and Polar Engineers (ISOPE), Golden, CO. Pp. 39-45.
- Thurnherr, A. M. 2005.** The physical environment of polymetallic sulphides deposits, the potential impact of exploration and mining on this environment, and data required to establish environmental baselines in exploration areas. En prensa.
- Torres-Orozco, E. 1993.** Análisis volumétrico de las masas de agua del Golfo de California. Tesis de maestría en ciencias. Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada. División de Oceanología. Departamento de Oceanografía Física, 1993. Inc. 80 pp.

UICN-WCPA, 1994. Guidelines for protected areas management categories. Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza, Cambridge, U.K. and Gland, Switzerland. En: Melo Gallegos, C. (Ed.) 2002. Áreas Naturales Protegidas de México en el siglo XX. Temas Selectos de Geografía de México. Instituto de Geografía, UNAM.

United States Environmental Protection Agency (EPA). 2011. Biological Indicators of Watershed Health. *About biological integrity and indicators.* Disponible en <http://www.epa.gov/bioiweb1/html/about.html>

Ulloa, R., J. Torre, L. Bourillón, A. Gondor y N. Alcantar. 2006. Planeación ecorregional para la conservación marina: Golfo de California y costa occidental de Baja California Sur. Informe final a The Nature Conservancy. Guaymas, México. Comunidad y Biodiversidad, A.C. pp 153.

UN. 1982. United Nations. Convention on the Law of the Sea of 10 December 1982. 223 p. Disponible en: http://www.un.org/Depts/los/convention_agreements/

PNUMA. 1983. Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente. Convenio para la Protección y el Desarrollo del Medio Marino en la Región del Gran Caribe. 24 de marzo de 1983. Programa Ambiental del Caribe, KINGSTON, 2006. 106 p.

UNCSD. 1992. United Nations Commission on Sustainable Development. Earth summit: Agenda 21. United Nations Conference on Environment and Development, Rio de Janeiro, Brazil, United Nations Division for Sustainable Development. (Conferencia de Naciones Unidas sobre el Desarrollo Sostenible). Declaración de Río sobre Medio Ambiente y el Desarrollo. 1992. Disponible en: http://www.un.org/esa/dsd/agenda21_spanish

UNEP. 1992. Agenda 21, United Nations Environment Programme. Adopted by the Plenary in Rio de Janeiro, on June 14, 1992. Environment for development. Disponible en: <http://www.unep.org/Documents>

UNEP. 2006. Ecosystems and Biodiversity in Deep Waters and High Seas. UNEP Regional Seas Reports and Studies No. 178. UNEP/IUCN, Switzerland.

UNEP-WCMC 2007. Spatial databases containing information on marine areas beyond the limits of national jurisdiction. A report to the Convention on Biological Diversity.

UNESCO. 2002. Un planeta, un océano - Desarrollo sostenible de los océanos y las zonas costeras: el compromiso de 129 Estados en Johannesburgo 2002. Colección de documentos de información de la Comisión Oceanográfica Intergubernamental de la UNESCO (COI N° 1172). Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura. París, 35 p.

UNESCO. 2009. Global Open Oceans and Deep Seabed (GOODS) – Biogeographic Classification. Paris, UNESCO-IOC. (IOC Technical Series, 84.)

Uribe, J. G. 2006. Langostilla del Océano Pacífico Sustentabilidad y Pesca Responsable en México. Evaluación y Manejo. Instituto Nacional de la Pesca. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación ISBN: 968-800-684-X: 211-217 p.

Valdez-Holguín, J.E., S. Álvarez-Borrego y C.C. Trees. 1999. Seasonal and spatial characterization of the Gulf of California phytoplankton photosynthetic parameters. *Ciencias Marinas*, 25: 445-467.

Van Andel, T. H. 1964. Recent marine sediments in the Gulf of California. In: Van Andel, T. J. And G. G. Shore (eds.) Marine geology of the Gulf of California. Amer. Assoc. Petrol. Geol. Mem. 3:216-310.

Verdugo-Díaz G., R. Cervantes Duarte y M. O. Albañez- Lucero. 2006. Variación estacional de la productividad primaria estimada por fluorescencia natural en el Bajo Espíritu Santo, B.C.S., México. CICIMAR-IPN. Vol. 4 núm. 2 *Naturaleza y Desarrollo* julio - diciembre 2006, pp 35-40.

Watling, L. y E. D. Norse. 1998. Disturbance of the seabed by mobile fishing gear: a comparison to forest clearcutting. *Conservation Biology*, 12 (6):1180- 1197.

Watts, M.E., et al., 2009. Marxan with Zones: Software for optimal conservation based land- and sea-use zoning, *Environ. Model. Softw.* (doi:10.1016/j. envsoft. 2009.06.005

Wilkinson, T., E. Wiken, J. Bezaury Creel, T. Hourigan, T. Agardy, H. Herrmann, L. Janishevski, C. Madden, L. Morgan y M. Padilla. 2009. Ecorregiones Marinas de América del Norte. Comisión para la Cooperación Ambiental, Montreal. 200 pp.

Wolff, W. J. 2000. The south-eastern North Sea losses of vertebrate fauna during the past 2000 years. *Biol. Conserv.* 95, 209–217.

Yool, A. Comunicación Personal 06/2009. Base de datos georeferenciada del flujo de Nitrógeno a 500 metros de profundidad.

Yool, A., A. P. Martin, C. Fernández, D. R. Clark. 2007. The significance of nitrification for oceanic new production. *Nature* 447, 999-1002 (21 June 2007) | doi:10.1038/nature05885. <http://ebookbrowse.com/yool-2007-pdf-d65287884>

Zeidberg, L. D., and B. H. Robison. 2007. Invasive range expansion by the Humboldt squid, *Dosidicus gigas*, in the eastern North Pacific. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, **104**:12948–12950.

VI. GLOSARIO

Abiótico: Sin vida. Término utilizado para referirse al marco físico o ambiental donde habitan los organismos.

Abisal: Piso oceánico entre los 2,000 y 6,500 m de profundidad.

Acantilado: Dicho del fondo del mar que forma escalones o cantiles. Escarpa casi vertical en un terreno.

Anticiclónico, giro: Condición atmosférica de gran presión barométrica (superior a la normal de 1013.25 milibares) cuya circulación es a favor de las manecillas del reloj en el hemisferio Norte; este último aplicable a giros oceánicos.

Archaea: Microorganismos unicelulares, procariotas que carecen de núcleo celular. Tienen una historia evolutiva independiente y presentan muchas diferencias con respecto al resto de formas de vida.

Archipiélago: Conjunto generalmente numeroso de islas, agrupadas en una superficie más o menos extensa de mar.

Arrecife: Cresta calcárea submarina que sobresale del nivel del mar, formado por colonias de corales, algas calcáreas y otros organismos. Se presentan solo en mares cálidos tropicales y pueden ser de diferentes tipos: de barrera, litoral y atolón.

Autótrofo: Organismo que produce su propio alimento mediante la síntesis de carbono e hidrógeno para formar carbohidratos, a partir de una fuente de energía.

Bahía: Entrada de mar en la costa, de extensión considerable, que puede servir de abrigo a las embarcaciones.

Banco: En geología se utiliza para designar un estrato de gran espesor.

Bajo: Fondo subacuático somero y accidentado que representa un peligro para la navegación.

Batial: Piso oceánico entre los 200 y los 2,000 m de profundidad.

Batimetría: Profundidad del agua, relativo al nivel del mar.

Bentos: Conjunto de organismos que viven en los fondos acuáticos.

Bentónico: Dicho de un animal o vegetal que viven asociados a los fondos acuáticos.

Biodiversidad: Término que ganó popularidad a fines de 1980, utilizado para describir todos los aspectos de diversidad biológica, incluyendo la riqueza de especies, complejidad del ecosistema y la variación genética.

Biota: Plantas y animales que ocupan un mismo lugar; por ejemplo: biota marina, biota terrestre.

Biótico: Perteneciente a organismos vivientes.

Borderland: Región muy irregular, más profunda que la plataforma continental, que suele ocupar o bordear una plataforma adyacente a un continente.

Cadena o red alimenticia: Secuencia de relaciones de alimentación, en donde la energía es transferida de los productores primarios a los consumidores.

Cañón submarino: Valle del fondo marino, sinuoso, de paredes muy inclinadas, con perfil en V, comúnmente con ramificaciones, con profundidades de hasta 2 km, y se extiende cortando el extremo marginal de la plataforma continental y el talud continental.

Cayo: Isla arenosa y rasa. El término se utiliza comúnmente en el Caribe y Golfo de México.

Cinegética, actividad: Actividad relacionada con el arte de la caza.

Clorofila, a: Pigmento primario presente en todos los organismos fotosintetizadores que desprenden oxígeno ($C_{55}H_{72}MgN_4O_5$). Porphirinas con un magnesio central y una ramificación fitil lipofílica. Sus máximas absorbancias son 430 y 663 nm.

Conductividad: Propiedad que tienen los cuerpos de transmitir el calor o la electricidad.

Corrientes geostróficas: Las corrientes oceánicas están influenciadas por fuerzas que inician el movimiento de las masas de agua, estas son: el calentamiento solar y los vientos. El balance entre otro tipo de fuerzas influye en la dirección del flujo de las corrientes, la fuerza de Coriolis (hacia la derecha en el Hemisferio Norte) y la gravedad la cual se dirige hacia el gradiente de presión. Estas corrientes marinas se conocen como Corrientes Geostróficas (del griego *strophe*, giro: fuerzas provocadas por la rotación de la tierra).

Críptico: Que se camufla en su entorno mediante su color, olor o su aspecto.

Cuenca: Término geológico que se refiere a zonas deprimidas, hundidas, donde se produce procesos de sedimentación.

Decreto: Decisión de un gobernante o de una autoridad o tribunal o juez, sobre la materia o negocio en que tengan competencia.

Detrito: Todo tipo de material biogénico en diferentes grados de descomposición microbiana, que representa una fuente de energía potencial para los consumidores, en donde se incluyen organismos muertos, productos de descomposición y productos extracelulares de organismos vivos, incluyendo la materia orgánica disuelta. También se refiere a los fragmentos de material rocoso producidos por la meteorización y desintegración de rocas y remoción de su lugar de origen.

Diapiro: Estructuras geológicas intrusivas formadas por masas de evaporitas (sales, anhidrita y yeso), procedentes de niveles estratigráficos plásticos, sometidos a gran presión, que ascienden por las capas sedimentarias de la corteza terrestre, atravesándolas y deformándolas. Este proceso ocurre en millones de años, llamado diapirismo.

Diatomea: Miembro de la clase Bacillariophyceae. Vegetal microscópico (de 20 a 200 micras) con células cubiertas por una pared dividida en dos tapas o valvas formadas por sílice. Forman parte del fitoplancton y son uno de los grupos de organismos más abundantes en el mar y fuente de alimento primario para los animales.

Duna: Acumulación de arena (a veces arcilla, yeso o carbonatos) depositados por la acción del viento. Son formaciones en tierra comunes en algunos desiertos y zonas costeras.

Ecosistema: Término utilizado por A. G. Tansley en 1935, para describir una unidad discreta que consiste de partes vivas y no vivas interactuando en un sistema estable. Los conceptos fundamentales incluyen el flujo de energía, las redes alimenticias y el ciclo biogeoquímico de nutrientes. Este término puede ser aplicado en todas las escalas; por ejemplo: a un lago, océano o todo el planeta.

El Niño: Incremento de la corriente cálida ecuatorial proveniente del Pacífico Occidental (Contracorriente ecuatorial) que fluye hacia el sur a lo largo de la costa de Ecuador y Perú, desplazando hacia afuera las aguas frías. Se desarrolla generalmente en julio y se hace evidente a fines de diciembre, coincidiendo con un cambio del cinturón de lluvias tropicales hacia el sur (amainamiento de vientos alisios). En años excepcionales la corriente puede extenderse a lo largo de la costa peruana hasta los 12°S hasta Alaska. Cuando este fenómeno ocurre, el plancton y los peces mueren, y tiene lugar un fenómeno similar a la marea roja. Es común que se observe el agua coloreada y haya bioluminiscencias intensas.

Endemismo: Situación en la cual una especie o grupo taxonómico se encuentra restringido a una sola región geográfica.

ENOS: El Niño Oscilación del Sur.

Escarpe: Pendiente submarina muy abrupta y alargada, que divide zonas llanas o con pendientes suaves.

Especie bandera: Aquella especie que es carismática y atractiva para la gente, y que sirve para llamar la atención del público hacia objetivos de conservación.

Especie clave: Aquella que enriquece los procesos de un ecosistema de una manera única y significativa a través de sus actividades. La remoción de esta especie implica cambios estructurales en el ecosistema y aún, la pérdida de la biodiversidad.

Especie endémica: Aquella especie que es nativa de una región y solo se encuentra confinada a ese lugar.

Estuario: Cuerpo de agua costero o parte final de un río abierto al mar. En este cuerpo de agua se presentan variaciones de salinidad como resultado de la mezcla de agua marina con la de la cuenca fluvial. Son áreas de transición o ecotonos variables.

Eutrófico: Perteneciente o característico de los cuerpos de agua que contienen abundante materia nutritiva disuelta.

Fitoplancton (productores primarios): Porción vegetal del plancton. Formas vegetales microscópicas del plancton de la división pelágica. Fotosintetizadores básicos de la materia orgánica. Los fitopláctones más abundantes son las diatomeas en aguas frías, y los dinoflagelados en aguas más cálidas.

Hábitat: Área geográfica que provee de las actividades clave de vida. El lugar o sitio en el cual un organismo se encuentra naturalmente.

Hadal: Región del mar a profundidades mayores a los 6,500 m. Estas aguas están confinadas a formaciones como trincheras profundas a lo largo de los límites de las placas tectónicas.

Humedales: Término definido por Ramsar Convention on Wetlands en 1971, como todas las áreas de pantanos o marismas, o aguas naturales o artificiales, permanentes o temporales, estáticas o con flujo, dulce, salobre o salada, incluyendo áreas de agua marina a una profundidad en la cual las olas bajas no excedan los 6 m. Esta definición abarca aguas abiertas y aguas en tierra estacionales o permanentes, incluyendo lagos, ríos, estuarios y marismas de agua dulce.

Insular: Perteneciente o relativo a una isla.

Integridad ecológica: Criterio de valor biológico que intenta evaluar cuán próxima a su estado natural se encuentra una región. Se relaciona con la degradación producida por las actividades humanas y pérdida de las características funcionales.

Lecho marino: Fondo del mar.

Litoral: Perteneciente o relativo a la orilla o costa del mar. Orilla o franja de tierra al lado de los ríos. Cuerpo acuático semicerrado, separado del mar por algún tipo de barrera y con el eje mayor paralelo a la línea de costa. La comunicación con el mar puede ser permanente o efímera.

Masa de agua: Volumen de agua identificado por niveles típicos de temperatura y salinidad característicos, que la distingue de las aguas circundantes.

Megadiversidad: Estado en el que la biodiversidad por área es muy elevada debido a los factores climáticos, fisiográficos y topográficos, así como a la historia geológica y ecológica.

Metabolismo, metabólico: Conjunto de procesos químicos desarrollados en órganos o en el organismo en general, que comprende los procesos de catabolismo (desintegración) y anabolismo (elaboración).

Montaña submarina: Elevación aislada del fondo del océano, en plano circulares, ovaladas, con laderas abruptas de 15 a 20° o más, y alturas entre los 500 y 5,000 m o más. La mayoría de las montañas submarinas son de origen volcánico.

Nerítico: Dicho de un organismo acuático, animal o vegetal que vive en zonas próximas al litoral, a diferencia de los pelágicos. En geología se utiliza para designar a una zona marítima correspondiente a la plataforma continental.

Nortes: Vientos huracanados del Golfo de México que proceden del Norte, tienen un carácter continental y se presentan cuando hay un mínimo de presión bien marcado al sur o al oeste o noroeste de los Estados Unidos de Norteamérica. Invasión de una masa de aire polar modificada a su paso por el territorio de Estados Unidos, dentro del Golfo de México. La orografía tiene un efecto sobre la distribución de las formaciones nubosas que acompañan a los nortes.

Océano abierto: Es un término no legal utilizado entre los científicos para referirse a la columna de agua que se encuentra más allá de la plataforma continental, en otras palabras, no costeras. El océano abierto puede ocurrir en áreas con jurisdicción nacional, en estados con una plataforma continental estrecha.

Oligotrófico: Perteneciente o característico de los cuerpos de agua que contienen poca materia nutritiva disuelta (especialmente en nitrógeno y fósforo) y consecuentemente baja productividad con diversas especies de organismos acuáticos, relativamente presentes en poca abundancia. El cuerpo de agua se caracteriza por tener una alta transparencia y concentración de oxígeno en la capa superior (hipolimnio), y los materiales depositados en el fondo son generalmente oscuros o cafés, con pequeñas cantidades de materia orgánica.

Pelágico: Dicho de un animal o vegetal marino que viven en zonas alejadas de la costa, esto es, en la columna de agua de océanos abiertos.

Picnoclina: Gradiente fuerte o discontinuidad de densidad de una masa de fluidos a otra.

Placa: Porción rígida de la litósfera terrestre que se mueve en dirección horizontal e interactúa con otras placas a lo largo de sus bordes.

Planicie abisal: Gran extensión de área plana o suavemente inclinada del piso oceánico, justo en la orilla de un continente y usualmente a profundidades entre 3,500 y 6,500 m. La planicie abisal comienza donde el talud continental y la elevación continental termina.

Plataforma continental: El piso oceánico entre la costa y el talud que baja hacia el océano profundo.

Producción primaria: Conversión realizada por organismos autótrofos, del dióxido de carbono en materia orgánica, bajo la presencia de luz por unidad de área y tiempo. Proceso mediante el cual las plantas que contienen clorofila son capaces de transformar sustancias simples inorgánicas ($\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$) en orgánicas complejas, utilizando la energía lumínica. Los productos de síntesis más importantes son los carbohidratos, las proteínas y las grasas. En los océanos, la fotosíntesis se realiza por el fitoplancton en la zona eufótica (por arriba de los 100 m de profundidad). Las aguas de las áreas tropicales son menos productivas que las aguas templadas, debido a que en las aguas tropicales no ocurre mezcla vertical; en cambio en las áreas templadas o frías las aguas más profundas ascienden llevando consigo una gran cantidad de nutrientes a las aguas más superficiales, aumentando la productividad.

Quimioautotrófico: Organismo que produce su alimento a partir de la síntesis química o quimiosíntesis.

Quimiolítico-autótrofas: Tipo de simbiosis entre algas y bacterias que producen su alimento a partir de la síntesis química, y es rara entre invertebrados y bacterias.

Quimiosíntesis: Proceso mediante el cual las bacterias utilizan la energía de los compuestos y elementos químicos, tales como el sulfuro de hidrógeno para combinar agua y dióxido de carbono para producir carbohidratos.

Regionalización: Proceso de identificación y mapeo de patrones espaciales basados en atributos físicos y/o biológicos, a través de métodos de clasificación utilizados para propósitos de manejo y planeación.

Resiliencia: Capacidad de un material elástico para absorber y almacenar energía de deformación. Capacidad de asumir con flexibilidad situaciones límite y sobreponerse a ellas.

Rift: Rift continental o fosa de hundimiento (graben), limitado por bordes elevados, con actividad volcánica más o menos intensa. Rift oceánico o fosa de hundimiento en medio de las dorsales.

Riqueza específica: Es el número de especies presentes en una comunidad, medido como el número de especies por unidad de área. Existen varios factores que influyen en la riqueza específica, principalmente los recursos disponibles y aquellos que se traslapan en la explotación de los mismos.

Sargazo: Alga marina en la que el talo está diferenciado en una parte que tiene aspecto de raíz y otra que se asemeja a un tallo. De esta última arrancan órganos laminares, parecidos por su forma y disposición a hojas de plantas fanerógamas, con un nervio central saliente y vesículas axilares, aeríferas, a modo de flotadores que sirven para sostener la planta dentro o en la superficie del agua.

Simbiosis, simbiótico: Asociación de individuos animales o vegetales de diferentes especies, que obtienen provecho de la vida en común.

Surgencia: Fenómeno que determina que aguas profundas ricas en nutrientes, asciendan a niveles superficiales por efectos del viento. Las surgencias ocurren en océanos abiertos, en donde las corrientes superficiales divergen y las aguas profundas alcanzan la superficie para reemplazar a las aguas movidas por el viento.

Sustentabilidad: Propiedad que tiene el valor que debe ser igualmente compartido entre las generaciones presentes y futuras del planeta.

Sustentable, desarrollo: Desarrollo que provee beneficios económicos, sociales y ambientales a largo plazo, teniendo en consideración a las necesidades de vida presentes y de las futuras generaciones. Este término fue definido por "The World Commission on Environment and Development", como el desarrollo que conoce la necesidad del presente sin comprometer la habilidad de futuras generaciones para conocer sus propias necesidades. El desarrollo sustentable

considera los recursos vivos y no vivos para su conservación y las ventajas y desventajas de los cursos alternativos de acción para las generaciones futuras.

Sustrato: Material en que un organismo se fija; por ejemplo el suelo para las plantas, las rocas para los líquenes, la corteza para las epifitas, etc.

Talud: Declive hacia las grandes profundidades que se extiende desde el borde de la plataforma continental hasta el comienzo de una falda continental o hasta el punto donde exista una disminución de la pendiente (2 a 5 km de profundidad). Ladera alta de cientos o miles de metros, con pendientes promedio de 3 a 5°. A veces limita hacia el fondo con una trinchera oceánica (5 a 10 km de profundidad) o con cuencas de mar marginal (2 a 4 km de profundidad). La superficie del talud se corta frecuentemente por valles submarinos, barrancos, cañones, escalones, escarpes, montañas submarinas, elevaciones y depresiones.

Tasa: Relación que existe entre la medida de una variable que fluctúa a lo largo de un periodo determinado. Se define también como la velocidad a la cual se realiza un proceso dentro de un ecosistema.

Taxonomía: Ciencia que estudia la clasificación científica de organismos, de acuerdo a sus semejanzas y diferencias, con el fin de ordenar el grupo que comparte cualidades que los agrupan en cada nivel o taxon. La palabra deriva del griego *tasso*, que significa ordenar.

Taxon, taxonómico: Grupo de organismos de cualquier categoría taxonómica; por ejemplo: familia, género, especie.

Tectónica: Referente a los movimientos de las placas de la corteza terrestre y las deformaciones de origen interno de la corteza terrestre superficial.

Termoclina: Intervalo de profundidad en la cual se presenta una tasa máxima de disminución de temperatura, con 1°C/10 m de profundidad.

Termófilo, termofílico: Organismo que vive en áreas muy calientes o medios de temperatura ambiental sostenida.

Trinchera: Depresión presente en la porción media de las dorsales y zona donde se crea el piso oceánico.

UPS: Abreviación de unidades prácticas de salinidad, equivalentes a partes por mil ($^0/_{00}$) o gramos por litro. Actualmente la salinidad en UPS es adimensional (UNESCO, 1985).

Ventila hidrotermal: Estructura presente en los fondos marinos en forma de chimenea, formada por sulfuros polimetálicos, en donde se realiza la emisión del fluido hidrotermal.

Vientos alisios: Vientos de la zona tropical que fluyen hacia el ecuador con dirección noreste-suroeste en el Hemisferio Norte y del sureste-noroeste en el Hemisferio Sur.

Zooplankton: Formas marinas del plancton que incluyen a diversos crustáceos, huevos y larvas de animales bentónicos y nectónicos. Son los consumidores principales del fitoplancton, y a su vez, alimento de un gran número de peces y ballenas.

Zona económica exclusiva, (ZEE): Áreas oceánicas a 200 millas náuticas de la costa, donde la nación adyacente tiene derechos económicos exclusivos y los derechos y libertades de otros estados son gobernados por las posiciones relevantes de la Convención de Naciones Unidas en la Ley del Mar.

Zona de subducción: Área de hundimiento en la astenosfera de una placa cortical oceánica, probablemente como consecuencia de su mayor peso, en el límite con una placa de corteza

continental que, al ser mas ligera, queda en la superficie. Estas áreas se caracterizan por una actividad sísmica y volcánica intensa.

Glosario basado en:

Lugo, H.J. 1989. *Diccionario Geomorfológico*. Instituto de Geografía, UNAM, México.

De la Lanza E., G., C. Cáceres-Martínez, S. Adame-Martínez y S. Hernández-Pulido. 1999. *Diccionario de Hidrología y Ciencias Afines*. Plaza y Valdés Editores. México. pp 288.

Páginas electrónicas:

ICOG (Ilustre Colegio Oficial de Geólogos) En: http://www.icog.es/_portal/glosario/sp_search.asp

Real Academia Española. En : <http://www.rae.es/rae.html>

Fausto O. Sarmiento. 2001. *Diccionario de ecología: paisajes, conservación y desarrollo sustentable para Latinoamérica*. Ediciones Abya-Yala, Quito: CLACS-UGA, CEPEIGE, AMA [Primera edición digital de *Diccionario de ecología*, a cargo de José Luis Gómez-Martínez y autorizada para Proyecto Ensayo Hispánico, Octubre 2001].

ANEXO 1. MÉTODO

Resulta notable la escasez de información relativa a los ambientes de mar profundo presentes en la Zona Económica Exclusiva de la República Mexicana, especialmente en cuanto a lo referente a las zonas ubicadas más allá del talud de la plataforma continental. Es por esto que con el objeto de integrar los estudios técnicos justificativos necesarios para el establecimiento de una Red de Áreas Naturales Protegidas Submarinas, se seleccionó el programa Marxan para ubicar aquellos sitios que pudiesen conformar dicha Red.

Marxan presenta una serie de algoritmos que fueron diseñados para apoyar el diseño de redes de áreas de conservación, permitiendo alcanzar objetivos específicos de protección al menor costo posible definido por el usuario (por lo general de tipo socioeconómico). Marxan permite que el usuario establezca y modifique diversos aspectos del problema, mismos que incluyen: la cantidad y tipos de objetos de conservación que se incorporan en el análisis; las metas cuantitativas para cada uno de los objetos de conservación; la definición de las metas a cumplir en la cobertura de los objetos de conservación establecidos; el estado de protección de las unidades de planificación; y, el “costo” (visto desde el punto de vista de aquellos otros sitios con un menor costo social para su establecimiento) que cada sitio a ser incluido en la Red de áreas de conservación representa. La posibilidad de evaluar múltiples escenarios, es una de las principales fortalezas del Marxan. (Adaptado de Ardrón et al. 2008)

MARXAN

Marxan es un programa (software) que apoya la toma de decisiones para el diseño de sistemas de áreas naturales protegidas. Marxan fue diseñado en primer lugar, para solucionar un problema de diseño de reservas, conocido como el “problema del conjunto mínimo”, donde la meta general es alcanzar una representación máxima de determinados rasgos de la biodiversidad, al menor costo posible. Marxan ayuda a los usuarios en el proceso de identificación de la posible contribución de los sitios individuales en el contexto de redes que permitan el cumplimiento de los objetivos planteados. Los usuarios pueden utilizar Marxan para examinar y proponer las posibles configuraciones de las redes de conservación o para facilitar el diseño de redes que permitan el involucramiento de los actores pertinentes en la zonificación de áreas marinas. Marxan no está diseñado para funcionar como una solución independiente para el diseño de áreas naturales protegidas. Su efectividad dependerá de: la participación de los actores pertinentes; la adopción de principios ecológicos; el establecimiento de metas y objetivos generales de conservación que contengan un argumento científico sólido; y, la creación de bases de datos espaciales (Ball 2000, Ball y Possingham 2000). Adaptado de Ardrón et al. 2008).

Es importante comprender que la función de Marxan, al igual que la de otros programas de apoyo a la toma de decisiones, es precisamente el apoyar dicho proceso. Marxan no generará una red definitiva de áreas naturales protegidas y las opciones computarizadas planteadas, inevitablemente estarán dirigidas a conformar un plan que analice una amplia gama de factores políticos, socioeconómicos y prácticos. (Adaptado de Ardrón et al. 2008)

El programa *Zonae Cogito* (del Latin *zonae* - zona y *cogito* - pensar o reflexionar en) fue utilizado en el procesamiento de la información disponible; es un sistema de apoyo a la toma de decisiones y para el manejo de las bases de datos que fue diseñado para ser utilizado dentro de la familia del programa Marxan. El paquete *Zonae Cogito* incorpora componentes abiertos de sistemas de información geográfica (SIG) que fue diseñado como una fuente sencilla y robusta para correr los análisis Marxan, así como visualizar los resultados (Watts et al. 2010).

Procedimiento

1. Objetivo general y objetivos específicos

Establecer un sistema representativo de los ambientes bentónicos comprendidos en las aguas marinas mexicanas entre los límites de la plataforma continental y la Zona Económica Exclusiva mediante la creación de una Red de Áreas Naturales Protegidas Submarinas en México.

- Lograr la representatividad del sistema mediante la estratificación horizontal y vertical de las aguas marinas mexicanas.
- Evitar conflictos con las pesquerías pelágicas que se desarrollan en las aguas marinas mexicanas ubicando la mayor parte de los polígonos a una profundidad mayor a la que se realizan actualmente las pesquerías.

2. Marco geográfico

Los polígonos propuestos para integrar la Red de Áreas Protegidas Submarinas se ubican en aguas marinas sobre las cuales la Nación ejerce su jurisdicción que están localizadas entre los límites de la plataforma continental (GEBCO 2008) y la Zona Económica Exclusiva mexicana (Bezaury-Creel *et al.* 2010). Para el uso del Marxan esta superficie fue subdividida en 38,748 hexágonos (total o parcialmente incluidos dentro del marco geográfico) con una superficie de 7,000 ha cada uno. Sobre el marco geográfico se realizó una **ESTRATIFICACIÓN** horizontal y vertical.

3. Información utilizada

Para el uso del programa Marxan se definieron ocho diferentes **OBJETOS DE CONSERVACIÓN** genéricos: montes submarinos, domos salinos, dorsales oceánicas, cañones submarinos, tipo de sustrato, flujo de nitrógeno a 500 metros de profundidad, Índice de Rugosidad Batimétrica e Índice de Posición Batimétrica, los cuales representan por si mismos o como elementos sustitutos, la biodiversidad a conservar mediante la Red de Áreas Naturales Protegidas Submarinas de México propuesta.

Para integrar la capa de **COSTOS** a ser usada por el programa Marxan, se utilizaron cuatro diferentes capas de información: 1) intensidad de uso de las rutas de navegación, 2) presencia de instalaciones petroleras, 3) posible existencia de nódulos, tapetes y depósitos de sulfuros polimetálicos y 4) producción primaria (inferida a partir de la actividad fotosintética detectada en imágenes de satélite) como subrogado de intensidad de las pesquerías. Estos elementos pueden representar amenazas, costos administrativos u obstáculos para el establecimiento de la Red de Áreas Naturales Protegidas Submarinas de México propuesta. Finalmente se establecieron metas cuantitativas para todos los objetos de conservación especificando la cantidad o porción mínima de cada objeto de conservación que se propone sea incluida en la Red, así como los valores asignados a cada uno de los elementos contenidos en la capa de costos.

4. Preselección de sitios a ser incluidos en la Red de Áreas Naturales Protegidas Submarinas de México

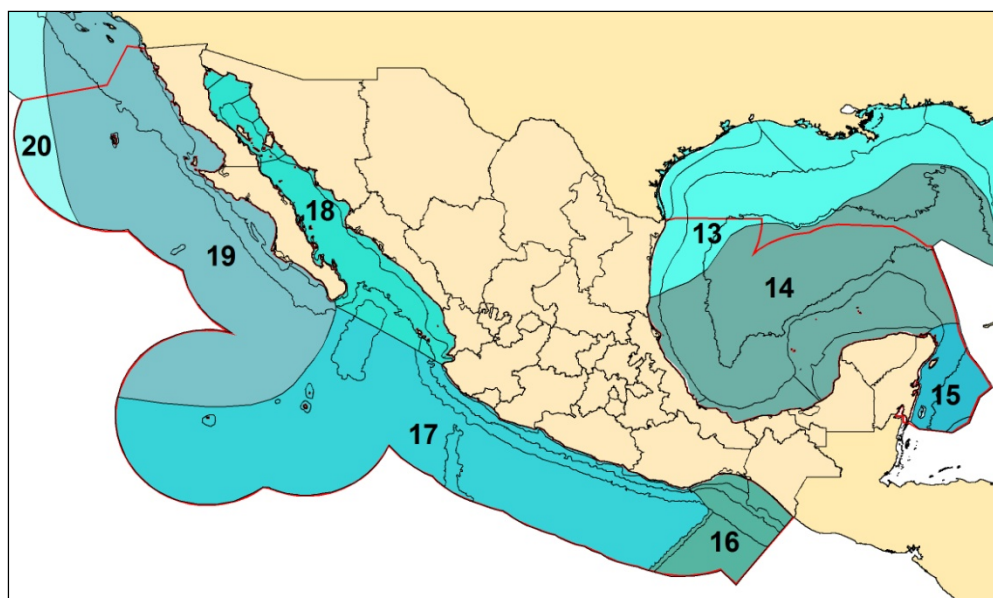
La superficie de las áreas naturales protegidas marinas de mar profundo existentes, así como los sitios identificados en el Análisis de vacíos y omisiones en conservación de la biodiversidad marina de México: océanos, costas e islas (CONABIO-CONANP-TNC-PRONATURA 2007), ubicadas dentro del marco geográfico seleccionado, fueron preseleccionados y bloqueados con el objeto de que Marxan los incluyese obligadamente en la solución planteada para el **DISEÑO** de la Red.

5. Diseño de los polígonos para la propuesta de áreas protegidas en las zonas marinas profundas y sus zonas núcleo

Mediante una serie de aproximaciones subsecuentes utilizando Marxan, se plantearon y analizaron diversos diseños alternativos para configurar cinco reservas de la biosfera que cumplieren con los objetivos y las metas de los objetos de conservación planteados. Los polígonos de los sitios se seleccionaron a partir del análisis de diversas configuraciones de redes, minimizando el número de polígonos y maximizando su extensión (ver inciso relativo al **DISEÑO** de los polígonos), para lograr plantear la propuesta incluida en el presente Estudio Técnico Justificativo.

ESTRATIFICACIÓN

Con el objeto de lograr la representatividad de los ambientes béntonicos del mar profundo mexicano en una Red de Áreas Naturales Protegidas Submarinas, evitando la concentración de los resultados derivados del proceso de optimización de Marxan sobre unas pocas regiones geográficas, se realizó una estratificación de las aguas en dos dimensiones. Para la estratificación horizontal, se utilizaron los Niveles I y II (Mapa 1) de las Ecorregiones Marinas de Norteamérica planteado por la Comisión para la Cooperación Ambiental de Norteamérica (Wilkinson *et al.* 2009).

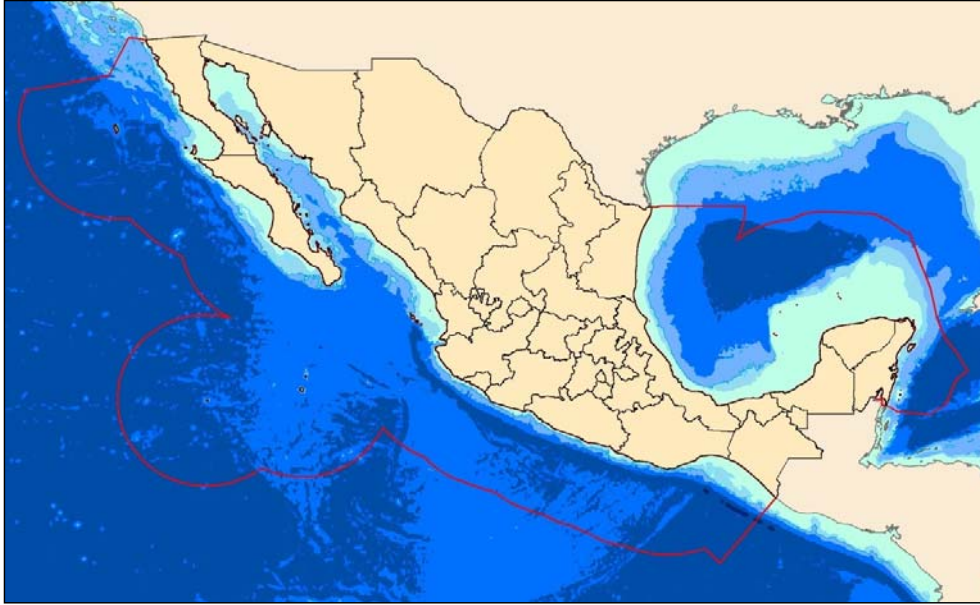


Mapa 1.- Zonificación horizontal - Niveles I y II de las Ecorregiones Marinas de Norteamérica*

*13. Golfo de México Norte -Reserva de la Biosfera del Golfo de Mexico; 14. Golfo de México Sur -Reserva de la Biosfera del Golfo de Mexico; 15. Mar Caribe - Reserva de la Biosfera del Caribe Mexicano; 16. Pacífico Centroamericano -Reserva de la Biosfera del Pacífico Transicional Mexicano y Centroamericano; 17. Pacífico Transicional Mexicano - Reserva de la Biosfera del Pacífico Transicional y Centroamericano; 18. Golfo de California -Reserva de la Biosfera del Golfo de California; 19. Pacífico Sudcaliforniano - Reserva de la Biosfera Pacífico Sud-Californiano; 20. Pacífico Transicional de Monterey - Reserva de la Biosfera Pacífico Sud-Californiano.

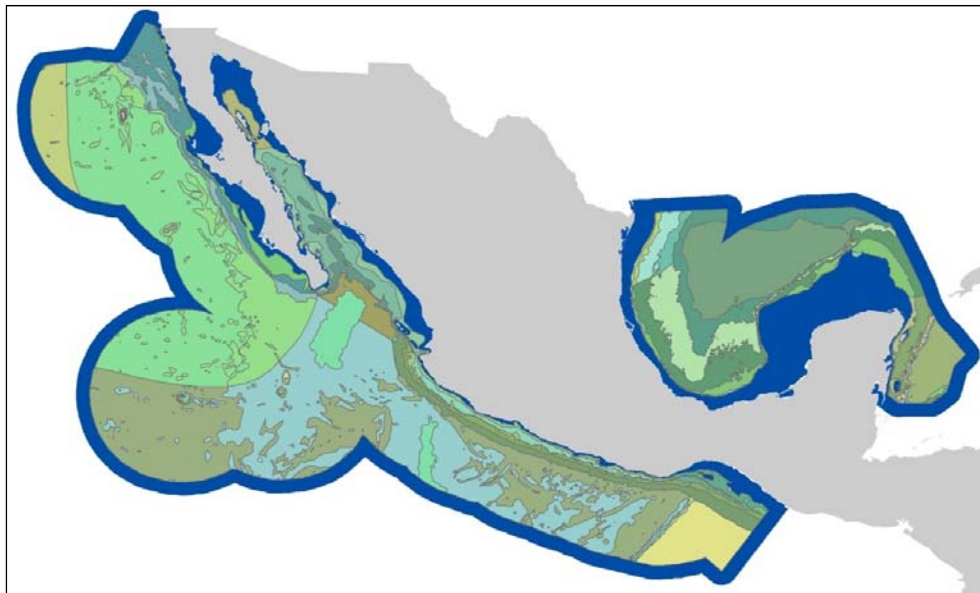
Para establecer la estratificación vertical se adoptó la clasificación de las zonas de mar profundo para México planteada por Escobar-Briones (2010), en cuya definición se utilizaron criterios incluidos en UNESCO (2009), Gage y Tyler (1991) y Tyler, P.A. (2003), así como la batimetría en formato grid incluida en *The General Bathymetric Chart of the Oceans*, GEBCO (2009), conforme a los siguientes rangos de profundidad (Mapa 2):

Batial Superior	200 - 800 m	Abisal Superior	2,000 - 3,500 m	Hadal	> 6,500 m
Batial Inferior	800 - 2,000 m	Abisal Inferior	3,500 - 6,500 m		



Mapa 2.- Zonificación vertical - Zonas de mar profundo para México

Se definieron un total de 51 estratos para abarcar la totalidad del marco geográfico en donde se pretende ubicar la Red de Áreas Protegidas Submarinas de México (Mapa 3, Tabla 1). Algunos estratos cuya superficie no constituía una representación significativa fueron fusionados al estrato aledaño. Los estratos correspondientes a la zonificación de mar profundo de: Isla Guadalupe, Rocas Alijos y del Archipiélago Revillagigedo fueron fusionados en un solo estrato. El estrato correspondiente a la zona Hadal que solo se presenta en la Trinchera Mesoamericana ubicada dentro de la Región del Pacífico Centroamericano, quedó excluido de este esquema, por lo que posteriormente se incluyó manualmente como un objeto de conservación específico, correspondiente a la zona oceánica con mayor profundidad en el país, con el objeto de que fuese incluido en el producto final.



Mapa 3. Estratificación del marco geográfico

Tabla 1.- Estratos finales del marco geográfico definido para el Marxan

	Estrato	Superficie ha
GOLFO DE MEXICO		50,211,628
1	Batial Superior del Talud del Norte del Golfo de México	515,728
2	Batial Inferior del Talud del Norte del Golfo de México	1,859,579
3	Abisal Superior del Talud del Norte del Golfo de México	1,161,249
4	Abisal Superior de la Cuenca del Golfo de México	8,335,995
5	Abisal Inferior de la Cuenca del Golfo de México	17,688,616
6	Batial Superior del Talud del Sur del Golfo de México	4,045,317
7	Batial Inferior del Talud del Sur del Golfo de México	8,437,457
8	Abisal Superior del Talud del Sur del Golfo de México	8,167,686
9	Abisal Inferior del Talud del Sur del Golfo de México	50,378
MAR CARIBE		8,579,716
10	Batial Superior del Talud del Caribe Mesoamericano	784,497
11	Batial Inferior del Talud del Caribe Mesoamericano	2,233,467
12	Abisal Superior del Talud del Caribe Mesoamericano	512,263
13	Abisal Inferior del Talud del Caribe Mesoamericano	237,987
14	Abisal Inferior de la Cordillera Caimán	6,260
15	Abisal Superior de la Cordillera Caimán	126,785
16	Abisal Inferior de la Cordillera Caimán	153,569
17	Abisal Superior de la Cuenca de Yucatán	12,581
18	Abisal Inferior de la Cuenca de Yucatán	4,512,306
PACÍFICO TRANSICIONAL MEXICANO Y CENTROAMERICANO		115,781,135
19	Batial Superior del Talud del Golfo de Tehuantepec	1,095,981
20	Batial Inferior del Talud del Golfo de Tehuantepec	174,616
21	Abisal Superior de la Cresta de Tehuantepec	349,093
22	Abisal Inferior de la Cresta de Tehuantepec	330,681
23	Abisal Inferior de la Cuenca de Guatemala	7,394,354
24	Batial Superior del Talud del Pacífico Transicional Mexicano	1,064,077
25	Batial Inferior del Talud del Pacífico Transicional Mexicano	2,303,381
26	Abisal Superior del Talud del Pacífico Transicional Mexicano	539,053
27	Abisal Superior de las Planicies y Montañas Marinas del Pacífico Transicional Mexicano	44,173,825
28	Abisal Inferior de las Planicies y Montañas Marinas del Pacífico Transicional Mexicano	43,476,604
29	Abisal Inferior de las Planicies y Montañas Marinas del Pacífico Transicional Mexicano	129,868
30	Archipiélago Oceánico de Revillagigedo	48,839
31	Abisal Superior de la Dorsal del Pacífico Oriental	5,388,708
32	Batial Superior de la Trinchera Mesoamericana	109,010
33	Batial Inferior de la Trinchera Mesoamericana	665,078
34	Abisal Superior de la Trinchera Mesoamericana	2,705,950
35	Abisal Inferior de la Trinchera Mesoamericana	5,832,017
GOLFO DE CALIFORNIA		15,887,543
36	Batial Superior del Talud y Depresiones del Golfo de California	3,492,772
37	Batial Inferior del Talud y Depresiones del Golfo de California	6,134,316
38	Abisal Superior del Talud y Depresiones del Golfo de California	2,215,364
39	Batial Superior de los Estrechos de las Grandes Islas	1,387,998
40	Batial Inferior de los Estrechos de las Grandes Islas	21,707
41	Batial Superior de las Planicies y Montañas Marinas del Golfo de California	23,716
42	Abisal Superior de las Planicies y Montañas Marinas del Golfo de California	2,560,571
43	Abisal Inferior de las Planicies y Montañas Marinas del Golfo de California	51,098
PACÍFICO SUDCALIFORNIANO		81,076,209
44	Batial Superior del Margen Continental de Baja California	2,642,143
45	Batial Inferior del Margen Continental de Baja California	5,712,847
46	Abisal Superior del Margen Continental de Baja California	3,664,899
47	Abisal Superior de las Islas Oceánicas del Pacífico Sudcaliforniano	107,330
48	Abisal Superior de las Planicies y Montañas Marinas del Pacífico Sudcaliforniano	15,523,202
49	Abisal Inferior de las Planicies y Montañas Marinas del Pacífico Sudcaliforniano	46,933,869
50	Abisal Superior de las Planicies y Montañas Marinas del Pacífico Transicional de Monterey	51,139
51	Abisal Inferior de las Planicies y Montañas Marinas del Pacífico Transicional de Monterey	6,440,780
TOTAL		271,536,233

SELECCION DE LOS OBJETOS DE CONSERVACION

Un objeto de conservación es un componente de la biodiversidad medible y definible desde el punto de vista espacial que será considerado para ser protegido dentro de una red de unidades de conservación. Los objetos de conservación se pueden definir a diferentes niveles de la escala ecológica, por ejemplo, es posible proteger especies, comunidades, tipos de hábitat, poblaciones y subtipos genéticos. En los análisis realizados con Marxan, a cada objeto de conservación se le asigna una meta (*target*), que representa la cantidad de ese objeto de conservación que se desea quede incluido dentro de la Red de unidades de conservación. (Adaptado de Ardrón *et al.* 2008)

Los objetos de conservación seleccionados para el diseño de la Red de Reservas en las Zonas Marinas Profundas para México son considerados como objetos de filtro grueso debido a la notable carencia de información relativa a la ubicación precisa de especies, comunidades y poblaciones de especies en el país. En función de la información georeferenciable disponible se seleccionaron los siguientes objetos de conservación:

- Montes Submarinos
- Domos Salinos (Diápiros)
- Dorsales Oceánicas
- Cañones Submarinos
- Tipo de Sustrato Presente
- Magnitud del flujo de Nutrientes a Menos de 500 Metros de Profundidad
- Clase del Índice de Posición Topográfica (TPI - *Topographic Position Index*)
- Rango del Índice de Complejidad Topográfica (TRI - *Topographic Ruggedness Index*)

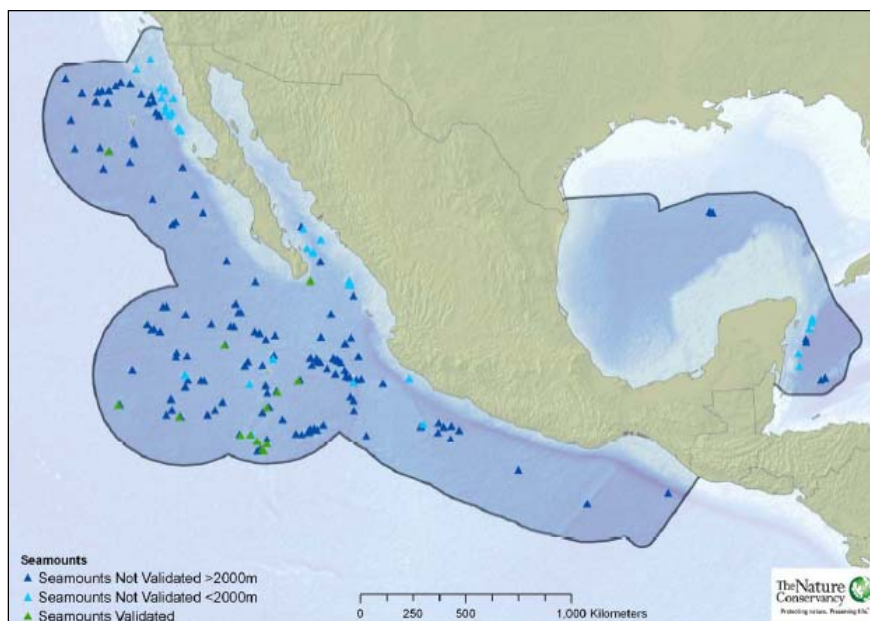
Montes Submarinos

Las zonas de mar abierto generalmente son consideradas como áreas de baja productividad. En estas zonas, la presencia de montes submarinos que emergen sobre las planicies del fondo marino genera una serie de cambios inducidos por la topografía que incrementan significativamente la productividad.

Una gran porción de la biodiversidad de las aguas profundas se encuentra concentrada en los montes submarinos. Dichos montes o montañas se levantan a 1,000 metros o más a partir del lecho marino sin que su cima alcance la superficie del océano. A pesar de que la mayor parte de ellas no han sido plasmadas en mapas, se calcula que puede haber más de 100,000 montañas submarinas en todo el mundo. Algunas montañas submarinas son extraordinariamente ricas en nutrientes. Debido a sus características físicas y a las corrientes locales, las montañas submarinas acumulan enormes cantidades de plancton. A su vez, el plancton atraen a otros componentes de la biodiversidad marina, proporcionando alimento y zonas de desove para innumerables especies pelágicas, desde grandes mamíferos marinos, hasta una extraordinaria diversidad de peces y las aves que de ellos se alimentan, incluyendo ecosistemas de esponjas y bacterias microscópicas. (Adaptado de DSCC s/f)

La expresión cartográfica de los montes submarinos en México se obtuvo de la información proporcionada por Clark (2009), la cual incluye tanto a los montes validados en campo, como aquellos detectados por sensores remotos cuya ubicación *in situ* aun no ha sido verificada (Mapa 4).

Categoría	Porcentaje a incluir como Meta
Validados	100%
No Validados + 2000	75%
No Validados - 2000	50%



Mapa 4.- Montes submarinos

Domos Salinos

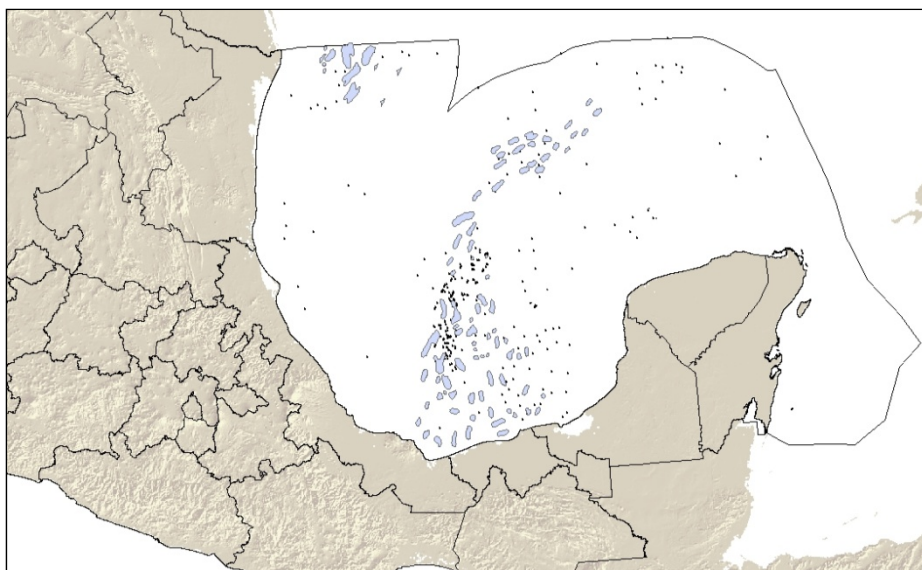
Los domos salinos o diapiros, aunque en menor magnitud, juegan un papel similar al de los montes submarinos, considerándose organizadores de diversos hábitats ya que promueven la agregación de peces y la acumulación de energía y minerales como resultado de la interacción biológica. Modifican las corrientes de fondo y la distribución de los sedimentos promoviendo una clara zonación con la profundidad derivada del cambio de los regímenes hidrográficos en el fondo. Están asociados a la retención y dispersión larval, promoviendo endemismos y alta diversidad, lo que hace que los domos salinos sean un importante componente de la diversidad global en las aguas profundas. Adicionalmente, los domos salinos o diapiros pueden ser utilizados como indicadores sustitutos o subrogados de la presencia de comunidades quimiosintéticas submarinas de emanaciones o filtraciones frías, así como la subsecuente colonización del sustrato generado por estas comunidades o por otras comunidades tales como los corales de profundidad.

En el Golfo de México, sobre la plataforma y el talud continental del suroeste, son comunes los sitios en donde se producen emanaciones frías naturales de hidrocarburos fósiles así como de gas metano, provenientes de acumulaciones de aceite o gas natural. La mayoría de los sitios de emisión de hidrocarburos corresponden a provincias geológicas en donde predominan las rocas sedimentarias o ígneas, asociadas a gruesos estratos sedimentarios. Las emanaciones o filtraciones se originan como consecuencia de la geodinámica que se presenta en áreas de fallamiento, por fracturas en deformaciones diapíricas, o bien por mecanismos de intrusión de rocas sedimentarias o ígneas y emanaciones directas desde la roca madre (Paul *et al.* 1984, Kennicutt *et al.* 1985, Wade *et al.* 1989). En aguas mexicanas del Golfo de México, los sitios en los cuales se presenta el fenómeno de emanación natural de gas e hidrocarburos líquidos han sido descritos genéricamente con el término de "chapopoteras" el cual alude al material intemperizado de petróleo empleado como detergente por las culturas de Mesoamérica. Tales sitios se han localizado frente a los estados de Tamaulipas, Veracruz y Campeche y generalmente han coincidido con la existencia de importantes yacimientos de hidrocarburos actualmente bajo explotación. Además de la Chapopotera de Cantarell, ubicada sobre la plataforma continental, en las zonas profundas de la parte sur del Golfo de México se han identificado un gran número de áreas con emanaciones naturales que se ubican enfrente de las costas de Tabasco y Veracruz. (Adaptado de Pemex 2009)

Diferentes expresiones de filtraciones frías se asocian a diferentes tipos de biota dependiendo de sus requerimientos fisiológicos. Dos grupos de megafauna con bacterias thiotróficas y/o metanotróficas como simbiontes son dominantes: los gusanos vestimentíferos de la familia Siboglinidae de los poliquetos; y, los bivalvos que incluyen a mejillones batimodiolineos y múltiples familias de almejas. (Adaptado de Cordes *et al.* 2009)

Las comunidades quimiosintéticas son solo uno de los tipos de comunidades que se asocian a los hábitats con sustrato duro en el Golfo de México. Una vez que las filtraciones de hidrocarburos y sulfatos se agotan, sus relictos representados principalmente por carbonatos autígenicos que conforman el sustrato puede ser colonizado por corales de profundidad. En el Golfo de México, un total de 63 especies de corales escleractinios azooxanquelados han sido reportadas, siendo la mayor parte de ellos corales no coloniales (Cairns *et al.* 1993). En la parte superior del talud *Lophelia pertusa* integra las estructuras coralinas más extensas, junto con *Madrepora oculata* un coral escleractinio y otras especies de gorgónidos antipatarios y corales nanboo (Schroeder *et al.* 2005). (Adaptado de Cordes *et al.* 2009)

La expresión cartográfica de los domos salinos ubicados en el Golfo de México fue digitalizada a partir de Carranza-Edwards y Aguayo-Camargo (1991) (Mapa 5). Debido a que los domos salinos o diapiros se encuentran íntimamente ligados a las zonas de explotación petrolera, se seleccionó una meta relativamente baja para este objeto de conservación, mediante la cual se pretende incluir el 20 % del número de las ocurrencias.



Mapa 5.- Domos salinos (gris), filtraciones naturales de hidrocarburos (puntos negros).

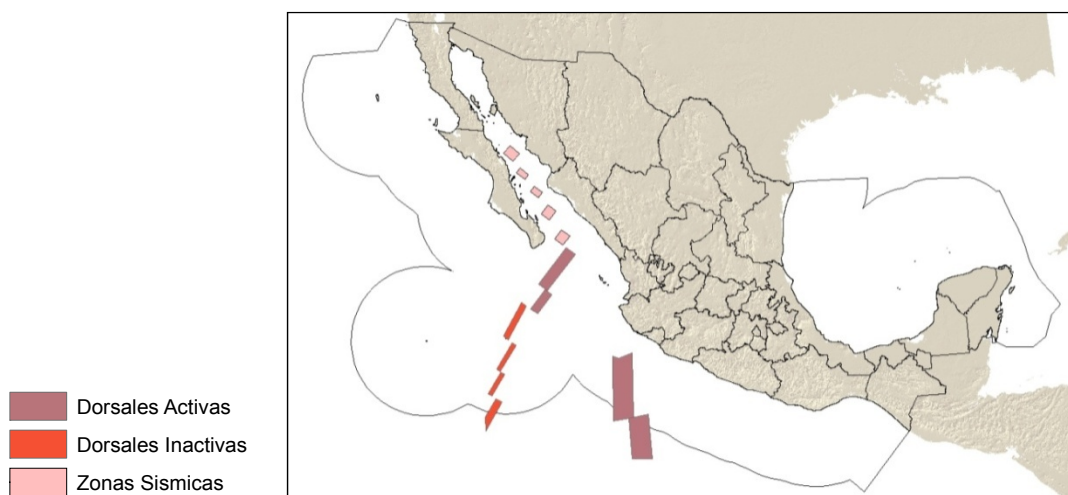
Dorsales Oceánicas

Las dorsales oceánicas son elevaciones submarinas situadas en la parte central de los océanos. En estas zonas se presentan fenómenos de acreción de las placas de la corteza terrestre, por lo que poseen un surco central, llamado *rift* por donde sale magma procedente de la astenosfera. Cuando estas formaciones están activas, el magma emerge continuamente desde la corteza oceánica, a través de las fisuras del fondo del océano formando nuevos volcanes e incrementando porciones de la corteza de las placas tectónicas que generalmente son empujadas hacia su otro extremo a zonas de subducción, lo que permite mantener su tamaño relativo con respecto a otras

placas. Las dorsales oceánicas pueden ser utilizadas como un indicador sustituto o subrogado de los ecosistemas quimiosintéticos de profundidad denominados ventilas hidrotermales.

La base energética de los ecosistemas terrestres y de las aguas poco profundas es la fotosíntesis que realizan las plantas. En el mar profundo la falta de luz evita que las plantas puedan subsistir, por lo que la mayor parte de los nutrientes en las cadenas alimenticias de profundidad, consisten en la materia orgánica que “llueve” proveniente de las aguas superficiales. Solamente una pequeña fracción (1% o menos) de la productividad de las aguas superficiales alcanza a llegar hasta los fondos marinos profundos. Es por esto que las comunidades de fauna de los fondos marinos profundos usualmente se encuentran dispersa y presenta una baja abundancia. El descubrimiento de densas comunidades de gusanos tubícolas gigantes, así como de almejas y mejillones concentrados alrededor de ventilas hidrotermales a profundidades mayores de 2,000 metros, sorprendió al mundo científico hace poco más de 30 años, ya que la fuente de nutrientes de dichas comunidades no resultaba ser inmediatamente aparente. Otros aspectos inusuales presentados por los organismos de las ventilas hidrotermales era su fisiología alimenticia y su tolerancia a ambientes extremos desde el punto de vista termal y de flujos potencialmente tóxicos con altas concentraciones de sulfatos. Asimismo la composición de las comunidades de fauna presente en las ventilas hidrotermales resultaba ser variable en los diferentes sitios y regiones (Van Dover *et al.* 2002, Juniper, 2004, Adaptado de Holmes *et al.* 2009)

En México solamente se encuentra presente una porción de la Dorsal del Pacífico Oriental, la cual según Holmes y colaboradores (2009), constituye una dorsal oceánica de rápida expansión (~100 mm año⁻¹). La expresión cartográfica de las dorsales oceánicas fue digitalizada a partir de Aguayo-Camargo y Carranza-Edwards (1991) (Mapa 6). La meta seleccionada para Marxan de este objeto de conservación representa el 50 % de su cobertura.



Mapa 6.- Dorsales oceánicas

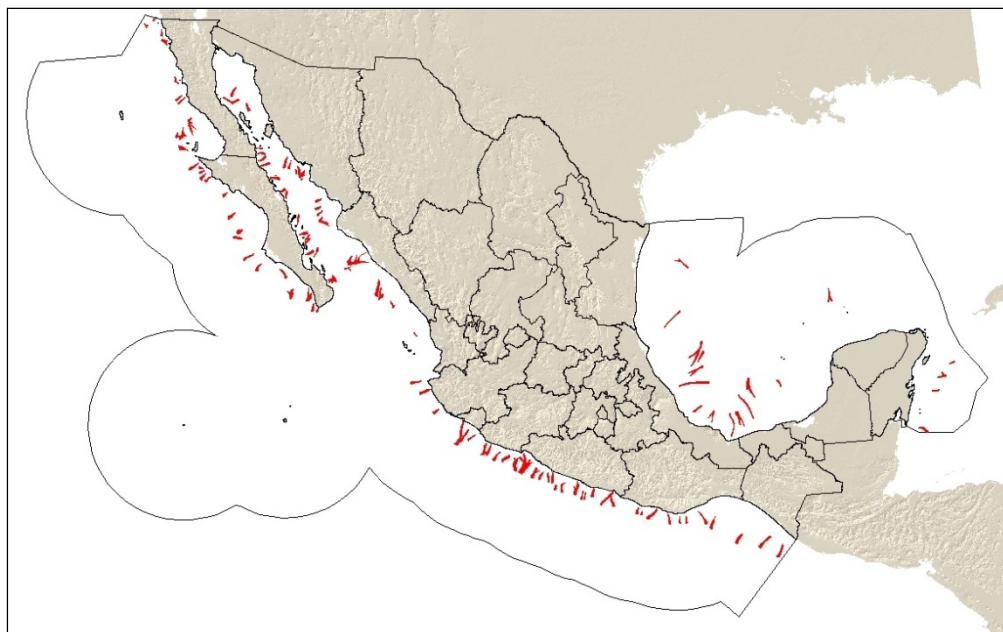
Cañones Submarinos

La estructura de los taludes continentales muchas veces está definida por la presencia de cañones submarinos y zonas de deslices de sedimentos. Estos elementos de gran escala, junto con las corrientes oceánicas crean una gran diversidad topográfica de los fondos marinos que incluyen un amplio rango de sustratos colonizables por los organismos tales como: sedimentos suaves, peñones; y, paredes de roca expuesta (Adaptado de UNEP 2007).

Los cañones submarinos son considerados como zonas de alta biodiversidad (*hotspots*). Representan cambios locales en la zonación al producir una discontinuidad física en la plataforma continental y su talud, siendo además conductos que canalizan materiales de origen continental,

como aportes de ríos, sedimentos, etc., lo que generalmente provoca una mayor abundancia de nutrientes, comparado con las áreas adyacentes.

La expresión cartográfica de los cañones submarinos en México fue obtenida a partir de la Carta de Geomorfología Marina I de Lugo Hubp y Córdoba-Fernández (1991) (Mapa 7), adoptándose una meta del 20 % del total numérico de los cañones incluidos en el mapa.



Mapa 7.- Cañones submarinos

Magnitud del Flujo de Nutrientes a 500 Metros de Profundidad

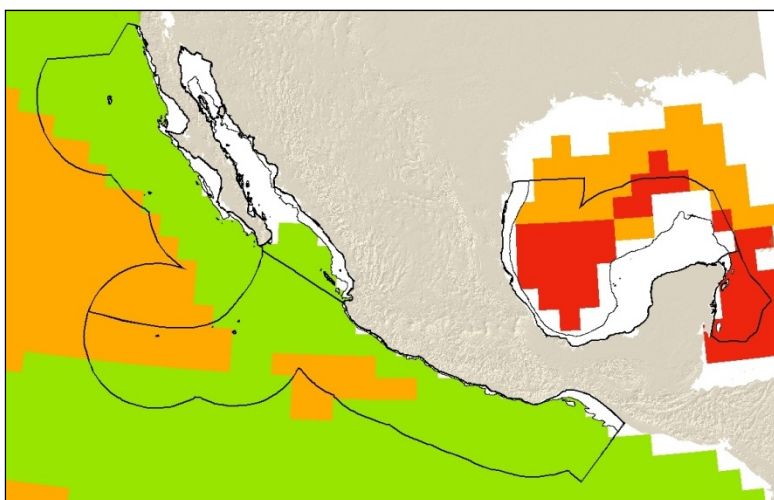
Como se indicó anteriormente, a falta de luz las plantas no pueden sobrevivir en las zonas de mar profundo, por lo que la mayor parte de los nutrientes en las cadenas alimenticias de profundidad son producto de la materia orgánica proveniente de las aguas superficiales que “llueve” sobre el mar profundo. Solamente una pequeña fracción (1% o menos) de la productividad de las aguas superficiales alcanza a llegar hasta los fondos marinos profundos. Es por esto que las comunidades de fauna de los fondos marinos profundos usualmente se encuentran dispersas y presenta poca abundancia. (Adaptado de Holmes *et al.* 2009)

Para estimar el flujo de materia orgánica en el océano, comúnmente se ha recurrido a métodos indirectos como medir la producción primaria, que a vez está determinada por el flujo de nitratos, sin embargo, es necesario considerar otras fuentes de nitrógeno biodisponible en el ambiente marino; el modelo propuesto por Yool, *et al.* (2007), considera el nitrógeno proveniente de procesos biológicos y lo diferencia del proveniente de procesos de re-mineralización (nitratos), proveyendo un dato más confiable en cuanto al flujo de materia orgánica en el océano.

La expresión cartográfica del flujo de nutrientes a 500 metros de profundidad fue obtenida de la tabla de simulación efectuada por Yool (2009), la cual utiliza datos de la década 1995 - 2004 e incluye tanto el flujo de nitrógeno (N) detrital ($\text{mmol N m}^{-2} \text{d}^{-1}$) como el flujo de carbono (C) detrital ($\text{mmol C m}^{-2} \text{d}^{-1}$) (Mapa 8). El modelo separa la re-mineralización del nitrógeno y el carbono, por lo que la proporción C:N a 500 metros de profundidad equivale a la planteada por Redfield (Yool 2009).

Los datos tabulares fueron transformados a shapefile y posteriormente convertidos a tipo ráster usando el software ArcView 3.1 de ESRI. A partir de los valores indicados en la base de datos se definieron 3 categorías y en función de su abundancia relativa de flujo de Carbono y se determinaron los siguientes porcentajes a incluir como la meta a ser alcanzada por Marxan:

Categoría	Valor	Porcentaje a incluir como Meta
Bajo	0 a 0.5 mmol C m ⁻² d ⁻¹	75%
Medio	0.5 a 2.5 mmol C m ⁻² d ⁻¹	50%
Alto	2.5 a 6.14 mmol C m ⁻² d ⁻¹	30%



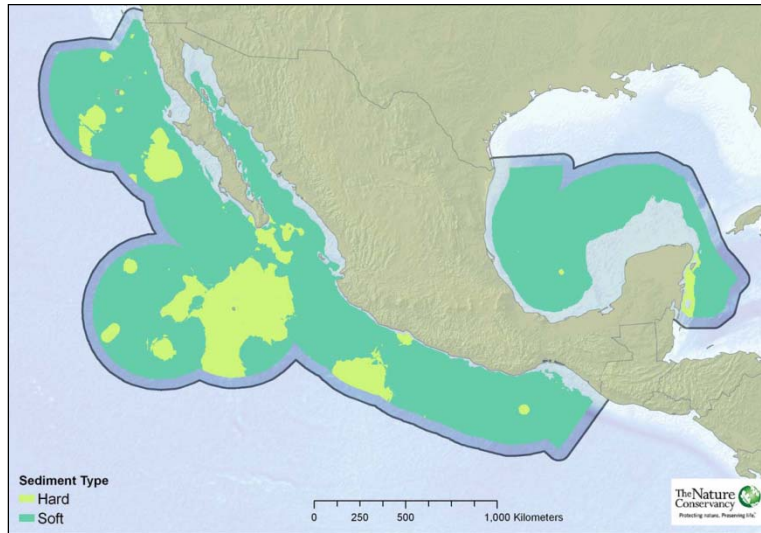
Mapa 8. - Flujo de Carbono a 500 metros de profundidad
Bajo (rojo), Medio (naranja), Alto (verde).

Tipo de Sustrato Presente

No obstante que la diversidad no depende directamente de la dureza del sustrato, se ha observado que mientras los ambientes de fondos duros están asociados a una mayor diversidad de macrofauna, la meiofauna se asocia comúnmente a los fondos suaves. Los ambientes de fondos duros presentan generalmente comunidades más complejas y heterogéneas que las de los fondos suaves, no obstante que ambos pueden ser igualmente diversos.

La expresión cartográfica del tipo de sustrato se obtuvo de la información incluida en el portal en Internet del National Center for Ecological Analysis and Synthesis (2008) (Mapa 9). Las bases de datos de los fondos suaves y duros en formato ráster, fueron convertidas a formato vector y posteriormente fusionadas en una sola capa para ser utilizada en el análisis con Marxan. En función de su abundancia relativa, se determinaron los porcentajes a incluir como meta en el análisis:

Categoría	Porcentaje a incluir como Meta
Suave	20%
Duro	50%



Mapa 9.- Tipo de sustrato

Clase del Índice de Posición Topográfica (TPI)

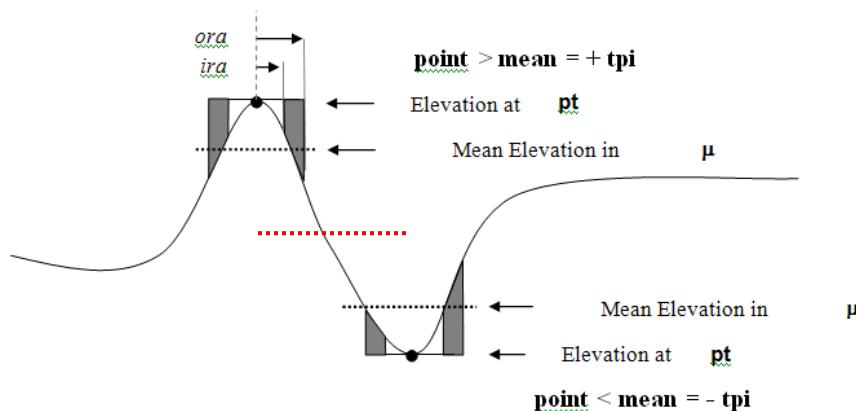
El Índice de Posición Topográfica es generado comparando cada punto de un Modelo Digital de Elevación, con la elevación media de todas aquellas celdas que se ubican dentro de un anillo localizado alrededor de dicho punto (Figuras 1a y 1b) (Weiss s/f y Weiss 2001).

Los valores positivos en el TPI representan sitios que se encuentran mas altos dentro de la distancia especificada (dorsales, escarpes, cimas de montes o lomas, o cambios abruptos en la transición entre la plataforma continental el talud continental), mientras que los valores negativos indican sitios que se ubican más abajo (cañones, trincheras, depresiones, cambios abruptos en la transición entre la planicie abisal y el talud continental/insular/de los montes submarinos). Los valores cercanos a cero indican una pendiente constante (del talud continental/insular o de los montes submarinos) o áreas planas (plataforma continental o planicies abisales).

Fig 1a

$$tpi_{scalefactor} = \text{int}((dem - \text{focalmean}(dem, \text{annulus}, irad, orad)) + .5)$$

scalefactor = outer radius in map units
irad = inner radius of annulus in cells



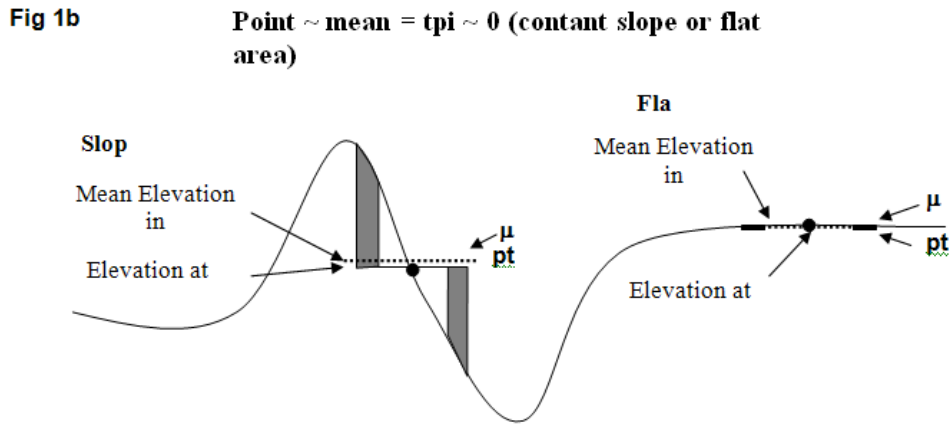
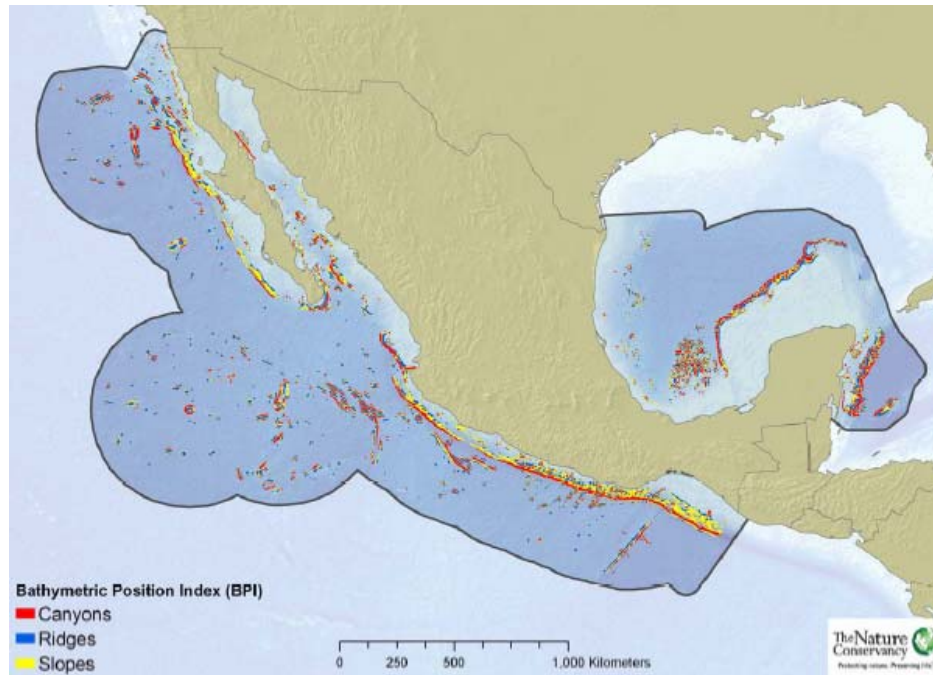


Figura 1. Índice de Posición Topográfica (Adaptado de Weiss 2001)

La expresión cartográfica del Índice de Posición Topográfica se calculó a partir de la batimetría en formato grid disponible en The General Bathymetric Chart of the Oceans (GEBCO 2009), la cual fue procesada utilizando el programa Benthic Terrain Modeler (NOAA OSU s/f) (Mapa 10). En función de su abundancia relativa, se determinaron los porcentajes a incluir como meta en el análisis:

Clase	Porcentaje a incluir como Meta
Cresta = Inicio del Talud	50%
Talud = Talud Continental	50%
Cañones = Final del Talud	50%
Plano = Planicie Abisal	15%



Mapa 10.- Índice de Posición Topográfica (TPI)

Rango del Índice de Complejidad Topográfica (TRI)

La complejidad física (*ruggedness*) ha demostrado ser un indicador sumamente útil para la identificación de hábitats particularmente heterogéneos, los cuales muchas veces están asociados a una alta riqueza de especies. A falta de información biológica precisa, la complejidad física puede ser utilizada como un sustituto o surrogado en esquemas de planificación marina. El cálculo de la complejidad béntica resulta ser relativamente sencillo, ya que solamente requiere de información batimétrica, la cual generalmente es el único dato disponible para realizar un análisis en el ámbito marino profundo. La complejidad topográfica béntica indica cada cuanto cambia la pendiente del fondo oceánico en un área predeterminada, o sea la densidad de las pendientes. La inclinación significa el grado de la pendiente, el relieve representa la rugosidad, mientras que la complejidad considera que tan intrincada es una superficie. La complejidad contempla los cambios en la inclinación (círculos negros) y puede distinguir aquellos rasgos inclinados típicos, de los rasgos distintivos, los cuales tanto la inclinación, como el relieve generalmente no pueden distinguir (Figura 2). (Adaptado de Ardrón 2002)

Las áreas ricas en especies muchas veces están asociadas con hábitats complejos. Una mayor cantidad de tipos de nichos disponibles en donde los organismos puedan vivir, generalmente puede conducir a la presencia de una mayor diversidad de organismos.

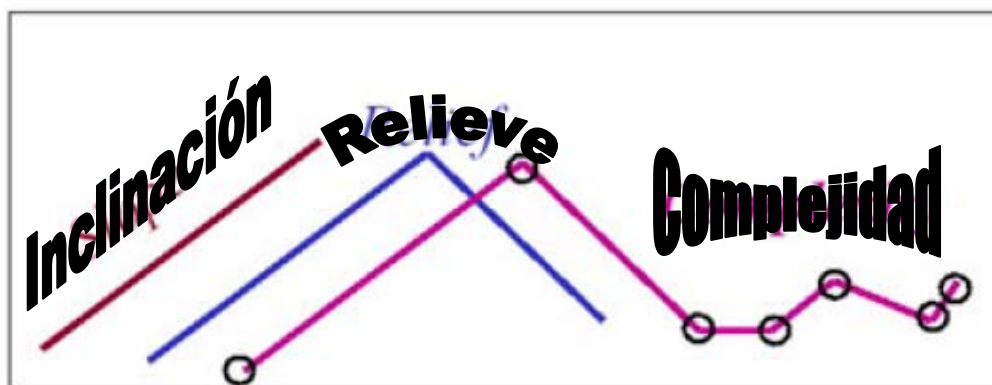


Figura 2. Diferencia entre los conceptos: inclinación, relieve y complejidad.

La complejidad del hábitat también es capaz de alterar las relaciones entre presa y depredador, las cuales en hábitats más simples podría provocar la dominancia o la ausencia funcional de algunas especies. Es por esto que en hábitats complejos, pueden coexistir tanto una mayor cantidad de especies, como de estadios de vida de una misma especie, los cuales no podrían coexistir en otros sitios con menor complejidad. Los hábitats complejos también pueden presentar una mayor resiliencia ecosistémica. (Adaptado de Ardrón 2002)

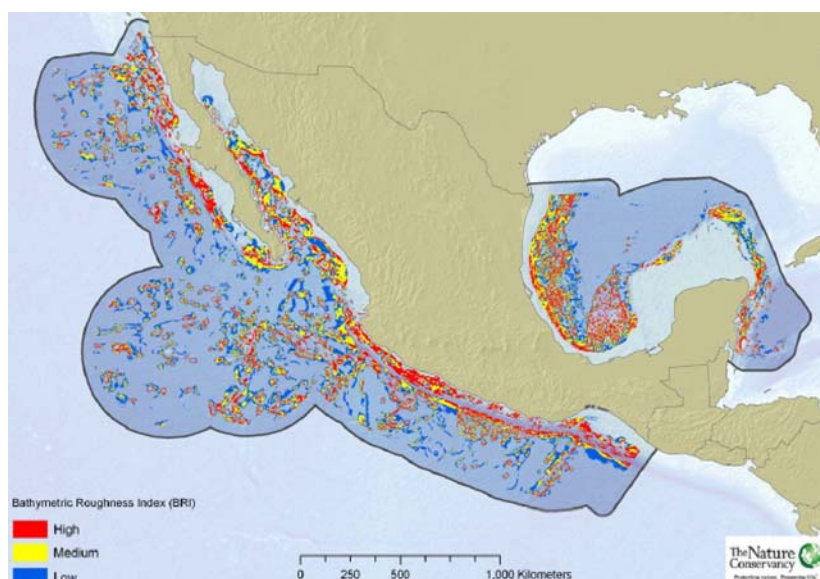
El Índice de Complejidad Topográfica (Topographic Ruggedness Index o TRI por sus siglas en inglés) es una medida desarrollada por Riley *et al.* (1999), que expresa la magnitud de los cambios en la altura entre celdas adyacentes en un modelo digital de elevación, a partir de una celda central y las 8 celdas que la circundan. Riley *et al.* (1999) propusieron un rango de 7 valores derivados del TRI:

1. 0-80 m, representa un fondo plano.
2. 81-116 m, representa un fondo casi plano.
3. 117-161 m, representa una superficie ligeramente rugosa.
4. 162-239 m, representa una superficie de rugosidad intermedia.
5. 240-497 m, representa una superficie moderadamente rugosa.
6. 498-958 m, representa una superficie altamente rugosa.
7. 959-5,000 m representa una superficie extremadamente rugosa.

Para efectos de este trabajo estas clases fueron agrupadas en tres rangos de complejidad: alta (rangos 7 y 6), media (rangos 5, 4 y 3) y baja (rangos 2 y 1).

La expresión cartográfica del Índice de Rugosidad Topográfica se obtuvo a partir de la batimetría en formato reticulado (*grid*) incluida en The General Bathymetric Chart of the Oceans (GEBCO 2009), procesada con el programa Topographic Roughness Index (Evans 2004) (Mapa 11). En función de su abundancia relativa, se determinaron los porcentajes a incluir como metas en el análisis:

Rango	Porcentaje a incluir como Meta
Alto	25%
Medio	20%
Bajo	10%



Mapa 11.- Índice de Complejidad Topográfica (TRI)

DETERMINACIÓN DE COSTOS

Cada unidad de planificación en Marxan tiene un costo. Marxan intenta alcanzar todas las metas de conservación de la biodiversidad a un mínimo costo total. De esta forma, las configuraciones de costo pueden ser utilizadas para favorecer la selección de las unidades de planificación en áreas de alta integridad biológica que generalmente se asocian con las zonas de menor costo. Por lo general el costo se calcula ya sea como el mero reflejo del área o como un costo económico; sin embargo, no hay razón por la que el costo de cada unidad de planificación no pueda reflejar un tema ecológico en casos donde deseamos evitar los sitios de costos elevados, manteniendo iguales los costos todos los demás sitios. (Adaptado de Ardrón *et al.* 2008)

En función de la escasa disponibilidad de bases de datos georeferenciadas, los costos seleccionados para el diseño de la Red de Reservas Submarinas para México, fueron los siguientes:

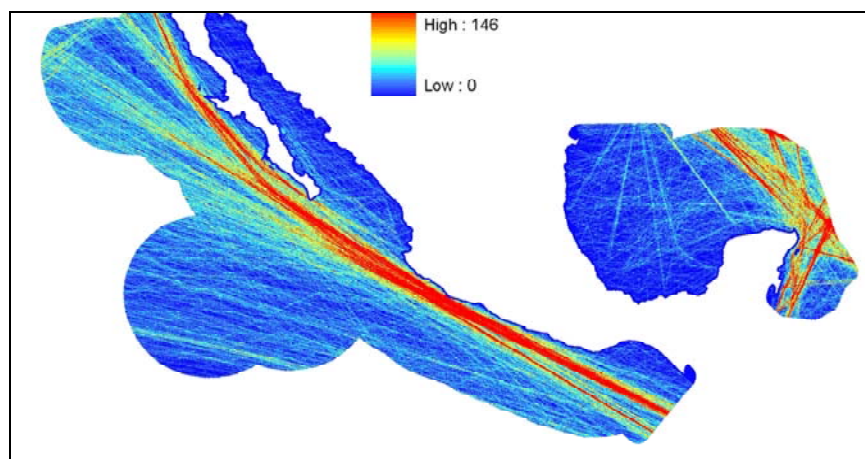
- Intensidad de uso de las rutas de navegación
- Presencia de instalaciones petroleras

- Posible existencia de nódulos, tapetes y depósitos de sulfuros polimetálicos
- Producción primaria (contenido de clorofila) como subrogado de la intensidad de las pesquerías pelágicas

Intensidad de uso de las rutas de navegación

La intensidad de uso de las rutas de navegación representa un costo para la futura operación de las áreas naturales protegidas submarinas, debido a que por un lado a mayor intensidad de tránsito de embarcaciones se genera una mayor cantidad de desechos sólidos mismos que eventualmente se depositarán sobre el fondo marino y por el otro puede dificultar las acciones de vigilancia y manejo de las actividades que se desarrollan por encima de los polígonos que conforman Red.

La expresión cartográfica de la intensidad de uso de las rutas de navegación (Mapa 12) se tomó de la información proporcionada en la página web del National Center for Ecological Analysis and Synthesis (2008). La información es proporcionada en formato de retícula o raster cuyas celdas comprenden una superficie de 1 km². Los valores incluidos en la base de datos representan la frecuencia de tránsito de embarcaciones sobre una celda, mismos que presentan valores desde 0 hasta 146 (Mapa 12). A partir de los valores indicados en la base de datos se definieron 4 categorías en función de una escala geométrica, donde la mayor calificación corresponde a la mitad de la incidencia de tránsito por celda (Alto = 76 - 146), seguido de las celdas que representan la mitad de los valores restantes (Medio = 36 - 75) y así sucesivamente (Bajo = 18 - 35 y Muy Bajo = 0 - 17).



Mapa 12.- Intensidad de uso de las rutas de navegación

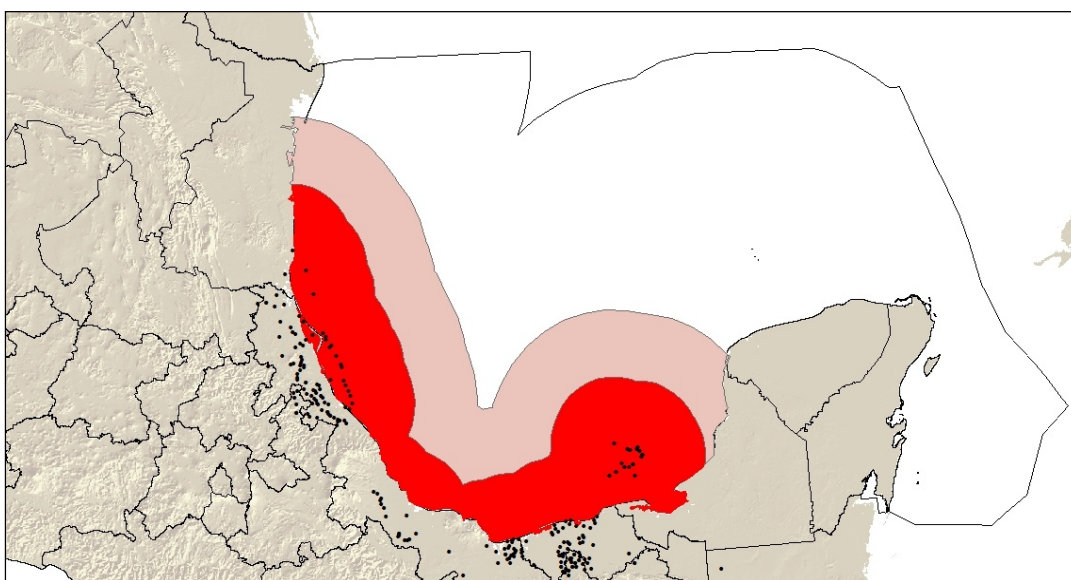
Presencia de Pozos Petroleros

La existencia de actividades relacionadas con la explotación petrolera representa un costo para el establecimiento de áreas naturales protegidas submarinas, ya que las necesidades energéticas planteadas por el esquema de desarrollo vigente a nivel mundial, requiere permanentemente de la exploración, descubrimiento, evaluación y explotación de nuevas fuentes para obtener petróleo. Las vastas reservas de hidrocarburos existentes en aguas profundas de jurisdicción nacional en el Golfo de México, es considerada por Petróleos Mexicanos (Pemex) como la nueva frontera a desarrollar. Es por esto que será necesario compatibilizar tanto los requerimientos de producción petrolera a mediano plazo del país, con la necesidad de conservar la biodiversidad existente en el fondo marino y los servicios ambientales que esta provee a la sociedad.

Hasta el año 2011, Pemex ha perforado 14 pozos en aguas profundas, de los cuales 13 han resultado secos y solamente uno produce actualmente gas, habiéndose destinado 16,798.5 millones de pesos en estudios y perforaciones en esta nueva frontera. No obstante aun no se ha

definido formalmente las categorías de explotación petrolera en aguas profundas, el gobierno de los Estados Unidos, en donde comenzó esa rama de la industria petrolera, considera como aguas profundas los trabajos realizados a más de 300 metros de profundidad. Algunas publicaciones especializadas de ese mismo país califican como profundas las perforaciones realizadas a más de 500 metros y ultraprofundas aquella realizadas a más de 1,500 metros de profundidad. (Adaptado de Rodriguez 2010)

La expresión cartográfica de la presencia de actividades de explotación petrolera en el Golfo de México se tomó de una base de datos georeferenciada sin autor, fecha o metadatos (Mapa 13). La información alternativa en este caso, basada en la presencia de instalaciones petroleras registradas en la Carta Náutica electrónica visualizada a una escala 1:1,000,000 y disponible en el sitio web de MyTopo (2008), provoca una subestimación de la amplitud de este costo a lo largo de la costa del Golfo de México, al mismo tiempo que se sobrestimaba el costo hacia el norte de Cayo Arcas debido a la presencia de instalaciones de carga de petróleo en buques.



Mapa 13.- Pozos de petróleo (puntos negros) en el Golfo de México y buffers de 120 y 240 km.

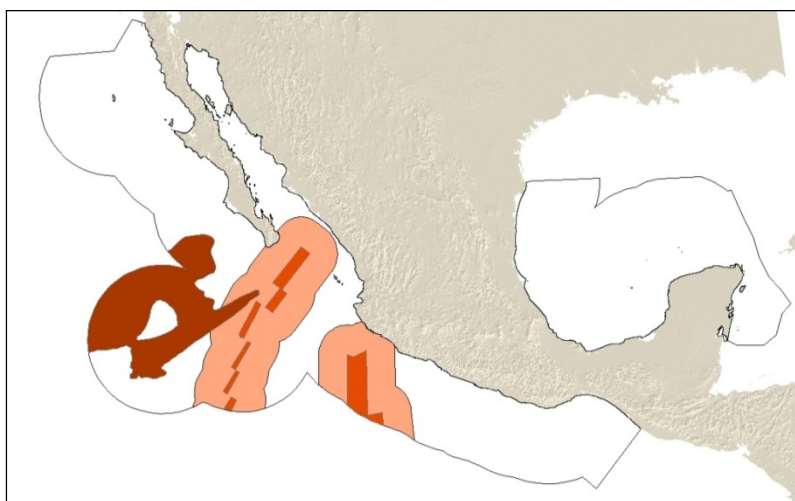
Factibilidad de presencia de nódulos, tapetes y depósitos de sulfuros polimetálicos

Los nódulos polimetálicos son concreciones semiesféricas de minerales que se forman en los fondos marinos a lo largo de periodos de tiempo a escala de millones de años. Constituyen concentraciones de metales útiles para la industria, ya que en promedio, contienen de un 15 a un 35% de manganeso, de un 15 a un 20% de hierro, de 1 a 10% de calcio, así como 1% de cobalto, cobre, níquel y titanio. Los nódulos polimetálicos son abundantes en las planicies abisales, especialmente en el Océano Pacífico. No obstante que los nódulos polimetálicos aun no son aprovechados, actualmente se exploran tecnologías que permitirán en el futuro su extracción industrial mediante dragas especializadas.

Los depósitos de sulfuros polimetálicos presentan atributos significativos que los hacen muy diferentes a las zonas con presencia de nódulos o de tapetes polimetálicos, en términos tanto de los escenarios geológicos, de su distribución y de continuidad, como en términos de los impactos que podrían ser generados como resultado de las actividades mineras orientadas a su extracción. Los sitios individuales de depósito de sulfuros presentan dimensiones con una magnitud de decenas o centenas de metros, mientras que las zonas de tapetes polimetálicos presentan mayor continuidad física a escalas de kilómetros (Hein *et al.*, 1999). Estas particularidades plantean diferencias fundamentales en cuanto a su exploración y explotación. A nivel mundial se han

detectado más de 300 sitios con ventilas hidrotermales y sus procesos asociados de mineralización. Alrededor de 100 de estos sitios presentan depósitos de sulfuros polimetálicos. Altas temperaturas de alrededor de 350°C y estructuras de chimeneas negras (black smokers) son características distintivas de estos sitios. (Adaptado de Hannington y Monecke 2006)

La cercanía al continente y a las dorsales oceánicas favorece la formación de nódulos, tapetes y depósitos de sulfuros polimetálicos. La expresión cartográfica de la posible existencia de nódulos, polimetálicos se obtuvo de la información contenida en la carta sobre Sedimentología Marina de Carranza-Edwards y Aguayo-Camargo (1991). La información referente a la posible existencia de depósitos de sulfuros polimetálicos, tapetes o nódulos se obtuvo de la ubicación de las dorsales oceánicas presentada en la carta Geología Marina de Aguayo-Camargo y Carranza-Edwards (1991), a la cual se le agregó un *buffer* de 250 km. Ambas capas fueron fusionadas presentando solamente dos valores: áreas con mayor factibilidad de presencia la superficie arriba descrita o áreas con mayor factibilidad de ausencia de recursos polimetálicos la superficie restante (Mapa 14).



Mapa 14.- Zonas con mayor factibilidad de presencia de nódulos, tapetes y depósitos de sulfuros polimetálicos Rojo - nódulos polimetálicos (Carranza y Aguayo 1991), Naranjas – dorsales y *buffer* de 250 km (Aguayo y Carranza 1991).

Producción primaria (contenido de clorofila) como subrogado de intensidad de las pesquerías

La información sistematizada disponible relativa a la intensidad de las pesquerías pelágicas en las aguas marinas mexicanas es aun escasa. Sin embargo se consideró que en el uso del Marxan sería importante que esta actividad de alguna forma fuese reflejada en el modelo, ya que representa un costo alto para el diseño de una Red de Áreas Naturales Protegidas submarinas. Es por esto que a falta de información directa, la productividad primaria se utilizó como un indicador sustituto o subrogado de dicha actividad, no obstante las amplias deficiencias que implica su uso, tal y como se indica a continuación.

La relación entre productividad primaria y producción pesquera ha sido ampliamente discutida en la literatura científica relativa tanto a los aspectos de pesquerías como aquellos que abordan temas de conservación a partir del trabajo de Ryther (1969). Veinte años más tarde, Lasker (1988) planteó que la investigación sobre las cadenas tróficas oceánicas había resultado ser notablemente inefectiva para predecir la productividad pesquera, debido principalmente a métodos inadecuados para medir la productividad primaria y a la falta de datos sobre la eficiencia en la transferencia entre los diferentes eslabones de las cadenas. Los métodos para evaluar la productividad primaria (tanto nueva, como reciclada) mejoró en años recientes, no obstante que el estado de la ciencia aun no permitió asignar esta productividad a las masas oceánicas, ni que esta fuese utilizada para predecir la productividad

pesquera. Un acercamiento que utiliza solamente los flujos materiales (capturas, consumo alimenticio de los peces y de sus presas) no requiere de una estimación de las biomásas, las cuales han resultado ser especialmente difíciles de estimar adecuadamente a nivel global (Pauly y Christensen 1995, Cubillos *et al.* 1998). La productividad primaria requerida (PPR) es considerablemente más baja en los ecosistemas oceánicos en comparación con respecto a los ecosistemas dulceacuícolas, de surgencias o de las plataformas continentales (Pauly y Christensen 1995). Jennings *et al.* (2008) demostraron como el desarrollo teórico de la macroecología, la teoría de las historias de vida y la ecología de las cadenas tróficas pueden ser combinadas para formular un modelo sencillo para predecir la biomasa potencial, producción, tamaño y estructura trófica de las comunidades consumidoras. La fortaleza de este método es que utiliza datos derivados de sensores remotos para predecir propiedades de las comunidades en ambientes donde el muestreo directo resulta difícil y prohibitivo por su costo.

La capa de contenido de clorofila fue generada utilizando información derivada de OBPG MODIS-Aqua Monthly Global 9-km Products (2009). La capa representa el promedio de valores del contenido de clorofila dentro del periodo comprendido entre el 1 de julio de 2002 y el 31 de diciembre de 2008.

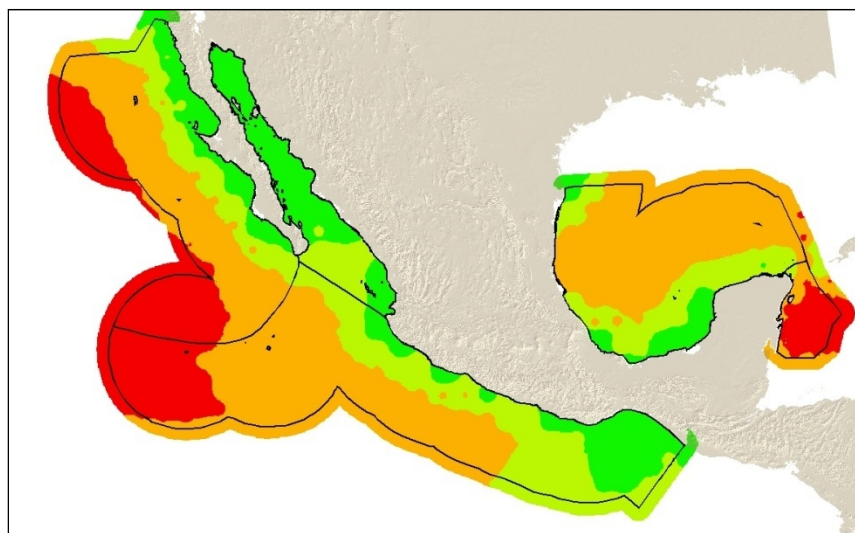
A partir del archivo ASCII con una resolución de 0.01 grados, se generó una cobertura raster usando el software ArcView 3.2 de ESRI, el cual fue cortado con la capa de la Zona Económica Exclusiva de México. La información en formato ráster fue clasificada en rangos dividiéndola en cuartiles (el primer cuartil es el valor por debajo del cual quedan el 25% de las frecuencias del conjunto de datos, el segundo abarca el 50%, el tercero el 75% y el cuarto el 100%), obteniéndose las siguientes categorías:

Clase 1 - 0.070635 - 0.103629 mg/m³

Clase 2 - 0.103629 - 0.202612 mg/m³

Clase 3 - 0.262612 - 0.466565 mg/m³

Clase 4 - 0.466565 - 8.517135 mg/m³



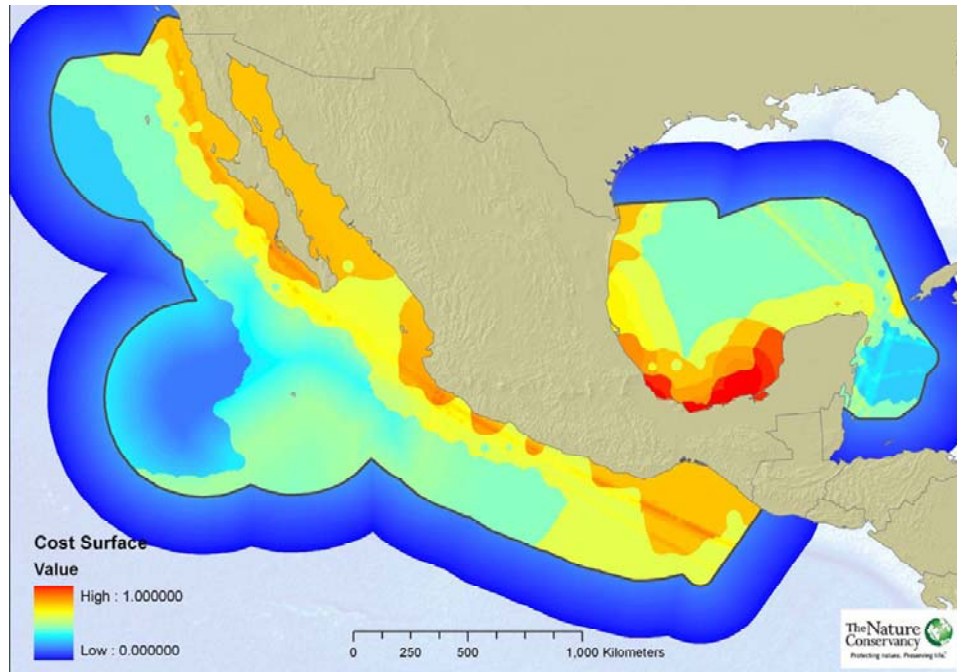
Mapa 15.- Producción primaria (contenido de clorofila)
Clase 1 (rojo), Clase 2 (naranja), Clase 3 (verde claro), Clase 4 (verde oscuro)

Integración de la Capa de Costos

A los rangos de cada costo seleccionado para el diseño de la Red de Reservas Submarinas para México se les asignó un valor comprendido entre 0 y 1, en función de la magnitud del costo que representa cada rango para el establecimiento de una unidad de conservación (Tabla 2). Los valores de rangos de cada costo fueron sumados para integrar la capa final de costos, misma que es la utilizada por Marxan para evaluar la idoneidad de inclusión de cada hexágono en la solución resultante (Mapa 16).

Tabla 2.- Características y valores asignados a los costos seleccionados

Costo	Tipo	Decaimiento	Buffer	Nivel de Costo												
				0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1		
Intensidad Uso de Rutas Navegación	Intensidad Geométrico	No	15 km													
Muy Bajo 0 - 17																
Bajo 18 - 35																
Medio 36 - 75																
Alto 76 - 146																
Pozos Petroleros	Cercanía Geométrico	No	Variable													
Buffer 240 km																
Buffer 120 km																
Nodulos, Tapetes y Depósitos Polimetálicos	Zonas: de nodulos de dorsales	Linear 250 km	250 km													
Afuera de la zona probable																
Adentro de la zona probable																
Concentración de Clorofila mg/m³ (Pesquerías)	Valores Cuantiles	No	No													
0.103629 - 0.070635																
0.202612 - 0.103629																
0.466565 - 0.262612																
8.517135 - 0.466565																



Mapa 16.- Capa de costos Integrada definida para Marxan

DISEÑO DE LA RED DE RESERVAS SUBMARINAS PARA MÉXICO

Preselección de Sitios

Los algoritmos que emplea Marxan para encontrar buenas soluciones al problema del diseño de reservas utilizan el principio de la complementariedad. El principio de complementariedad requiere que las unidades de planificación logren, en su conjunto, una buena complementación, para que las especies o hábitats que contienen sean diferentes, de manera que su identificación ofrezca una combinación de unidades de planificación que de conjunto, alcancen la meta general de amplitud del modo más efectivo (Justus y Sarkar, 2002). Por consiguiente, el proceso de planificación de los sistemas debe conocer qué contiene cada una de las áreas naturales protegidas existentes (Kirkpatrick 1983, Vane-Wright *et al.* 1991, Pressey *et al.* 1993) (Mapa 17). (Adaptado de Ardrón 2008).

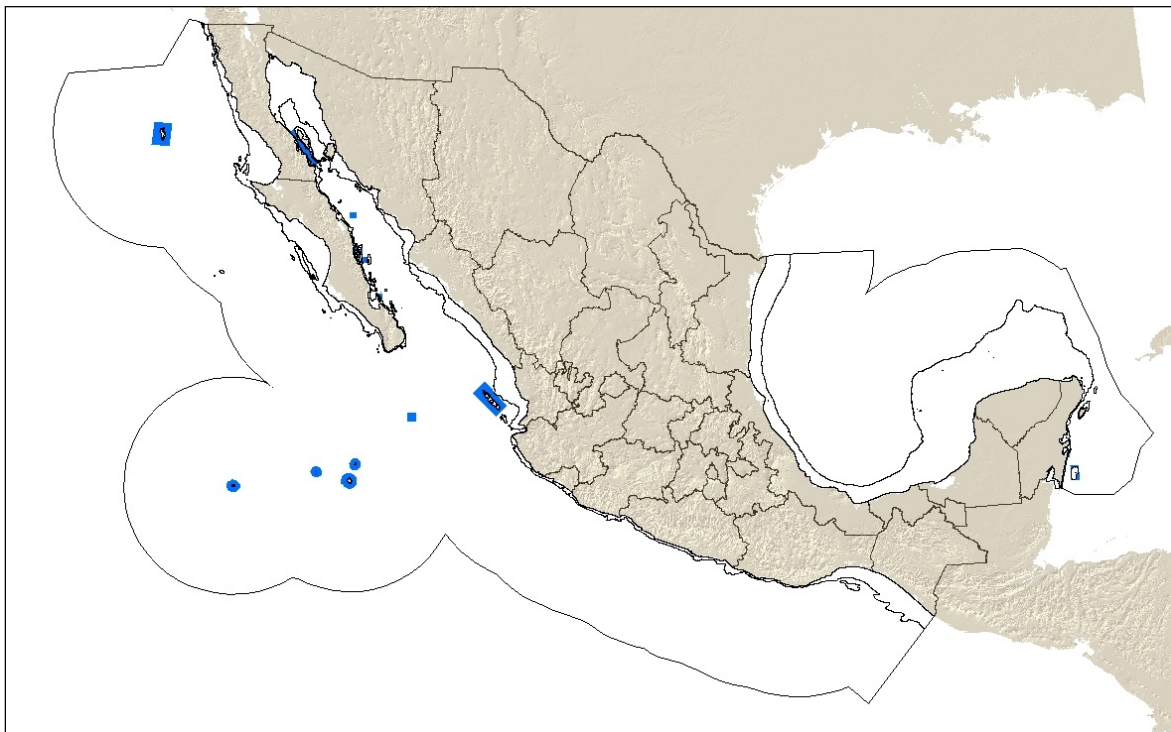
Las conclusiones del “Análisis de vacíos y omisiones en conservación de la biodiversidad marina de México: océanos, costas e islas” (CONABIO-CONANP-TNC-PRONATURA 2007) fueron consideradas como un componente esencial del planteamiento de la Red, debido a que:

- Se identificaron 31 “sitios prioritarios para la conservación de los ambientes oceánicos”, de los cuales 26 corresponden al mar profundo (Mapa 18).
- Indica que se requiere de una mayor representatividad de áreas naturales protegidas en la zona costera y en particular en la zona de mar profundo, para conservar una porción viable y representativa de la biodiversidad marina de México.
- Establece que la creación de nuevas áreas naturales protegidas, debe dar prioridad a los sitios que representan vacíos en conservación y que fueron clasificados como de extrema importancia, que en su mayoría son sitios de mar profundo.
- Se identificó la necesidad de proteger los montes y cañones submarinos de la amenaza de la pesca de arrastre de mar profundo.

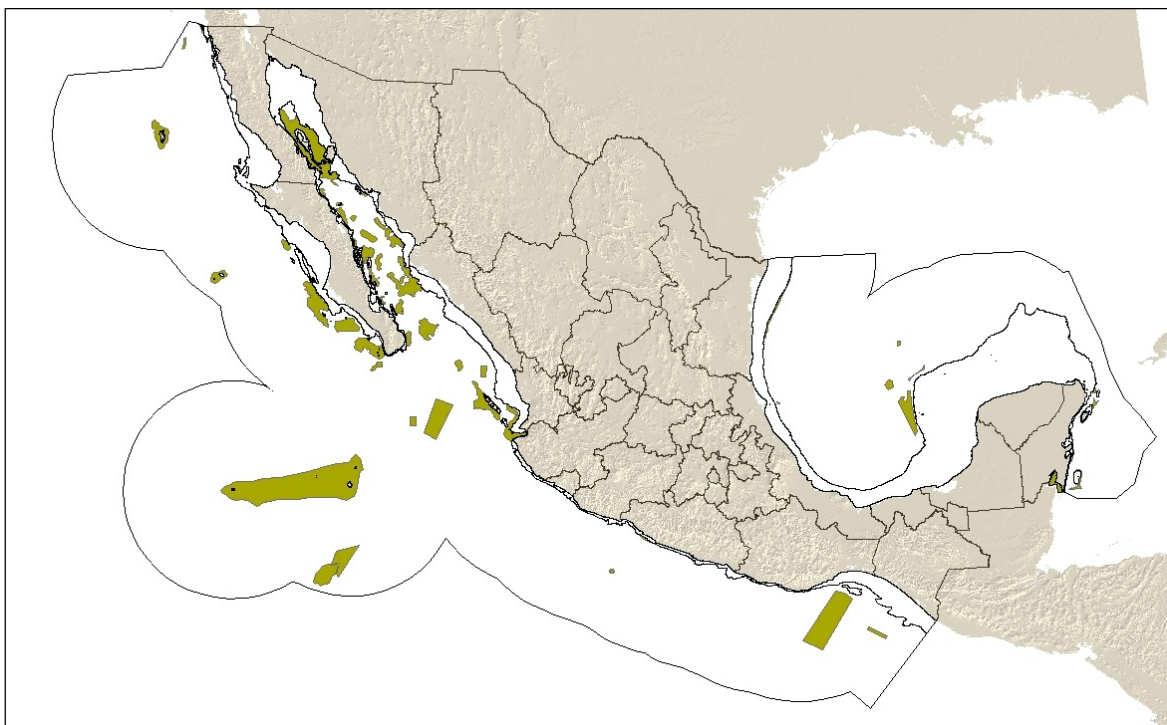
Tanto las áreas naturales protegidas existentes dentro del marco geográfico seleccionado (Mapa 17), como los sitios prioritarios para la conservación de los ambientes oceánicos (Mapa 18), fueron preseleccionados para el planteamiento de la mejor solución mediante el uso del Marxan. Esto provoca que Marxan seleccione y concentre hexágonos alrededor de estos sitios preseleccionados.

Proporción del perímetro con relación al área

Aunque Marxan no selecciona portafolios óptimos de acuerdo con formas específicas de las reservas, la forma de la red de reservas puede verse influida por el “Modificador de Longitud de Frontera” (BLM) y los valores de Costo de Frontera. El BLM actúa para agrupar a las unidades de planificación, así, mientras mayor sea el BLM, más tratará Marxan de agruparlas para evitar una atomización de los sitios seleccionados. Si los valores del Costo de Frontera son modificados para ciertas unidades de planificación, el algoritmo tenderá a agrupar aquellos conjuntos que comparten fronteras de mayor costo. Al modificar el Costo de Frontera, se pueden generar soluciones con diferentes grados de fragmentación (Mapas Serie 19 y 21, Mapa 22) en diferentes partes de una región de estudio. (Adaptado de Ardrón 2008)



Mapa 17.- Áreas naturales protegidas de México ubicadas dentro del marco geográfico seleccionado



Mapa 18.- Sitios prioritarios para la conservación de los ambientes oceánicos, ubicados dentro del marco geográfico seleccionado

El tamaño de agrupamiento mínimo puede garantizar que se tengan en cuenta procesos ecológicos dinámicos, los que de otra manera son difíciles de incorporar. Dentro del medio marino, se ha sugerido que si los tamaños de agrupamiento son muy pequeños, la mayoría de las larvas se van a dispersar fuera de las áreas protegidas, provocando que las poblaciones no puedan sustentarse en los agrupamientos seleccionados por Marxan (Halpern y Warner 2003). (Adaptado de Ardrón, 2008)

Frecuencia de Selección

En el procesamiento mediante el uso de Marxan el usuario genera numerosas soluciones correctas en cuanto al problema del conjunto mínimo. Con todas esas soluciones adecuadas se puede calcular la frecuencia con la cual una unidad de planificación es seleccionada (Mapas Serie 20). Esto es lo que se denomina frecuencia de selección. (Adaptado de Ardrón 2008)

Una mayor frecuencia de selección de un hexágono a lo largo de diferentes soluciones encontradas por el Marxan, es un indicador de la importancia que tiene ese hexágono en el cumplimiento de las metas planteadas para los objetos de conservación en función de los costos asignados.

Diseño de polígonos para la propuesta de áreas naturales protegidas submarinas y sus zonas núcleo

Marxan como cualquier otra herramienta de apoyo a la planificación, presenta diversas limitaciones operacionales. La calidad de las soluciones es un reflejo de la calidad de los datos utilizados, por lo que es importante reconocer que no obstante que el estado del conocimiento sobre la biodiversidad de los fondos submarinos se ha incrementado a lo largo de los últimos años, este conocimiento es aún sumamente limitado a nivel global y más aun en México.

Otra limitante importante es que para efectos prácticos es necesario definir en forma precisa los polígonos a ser decretados como área natural protegida y que en el ámbito marino es

recomendable que los límites de estos polígonos tengan la menor cantidad de vértices y que estos estén orientados en lo posible en dirección Norte-Sur y Este-Oeste franco, de tal forma que se facilite su ubicación y reconocimiento durante la navegación. Es así que los resultados que se derivan del Marxan en su mayor parte están constituidos por conjuntos polimorfos de hexágonos, muchas veces con otros hexágonos que no forman parte de la solución incluidos en su interior. Es por esto que la solución del conjunto mínimo derivada del Marxan, invariablemente se verá afectada negativamente a la hora de seleccionar y diseñar los polígonos que se pretende conservar.

Finalmente los usuarios deben desarrollar los análisis de sensibilidad que permitan verificar la influencia de los parámetros de entrada en los resultados de Marxan. Los análisis detallados de sensibilidad son importantes ya que cada problema de diseño de reservas incluye un área/situación de estudio diferente y no hay dos problemas que sean similares. (Adaptado de Ardron 2008)

Para la definición de los polígonos a ser incluidos en la Red de Áreas Naturales Protegidas Submarinas de México, se realizaron una serie de acercamientos progresivos, que incluyeron tanto diversas corridas del Marxan como el análisis de sensibilidad.

Marxan Primera y Segunda Corrida

Estas corridas (diciembre 2009 y febrero 2010) se efectuaron con el objeto de poder visualizar inicialmente los resultados derivados de las metas de los objetos de conservación y los costos previamente asignados, así como calibrar el valor del Modificador de Longitud de Frontera (BLM) a utilizar en las corridas subsecuentes.

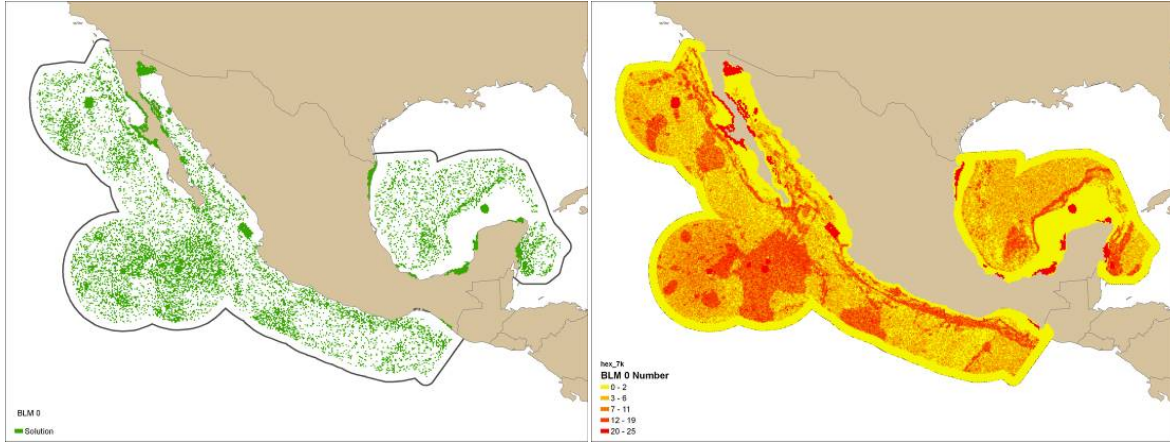
- Total Objetos de Conservación: 440
- Total Estratos: 51
- Metas: Indicadas en el texto para cada objeto de conservación.
- Parametros Generales para Marxan:
 - BLM = 0, 1, 5, 10
 - RANDSEED = -1
 - NUMREPS = 25
 - NUMITNS = 1,000,000
 - Preselección de sitios: Áreas naturales protegidas

En la segunda corrida se amplió el rango del BLM para incluir adicionalmente a los valores 2 y 25.

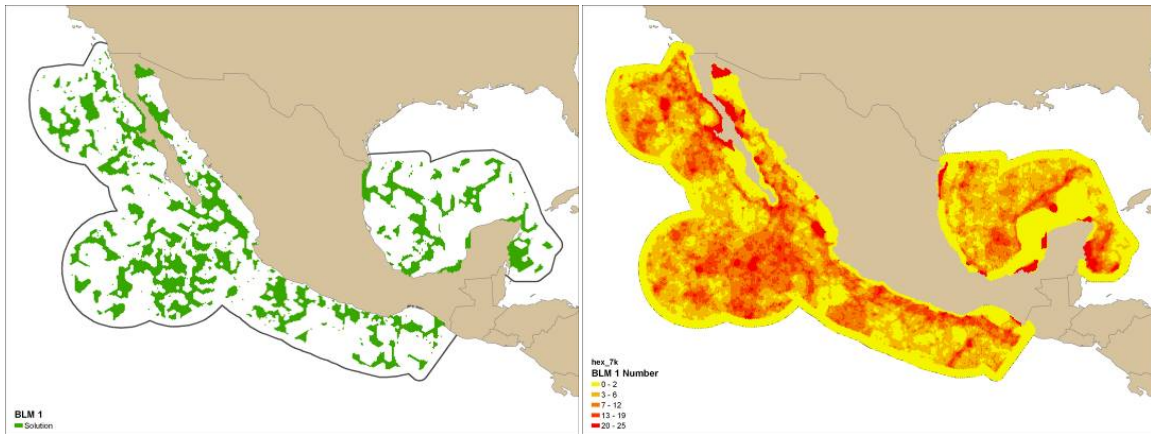
Mapas Serie 19.- Modificador de longitud de frontera (BLM)

Mapas Serie 20.- Frecuencia de selección

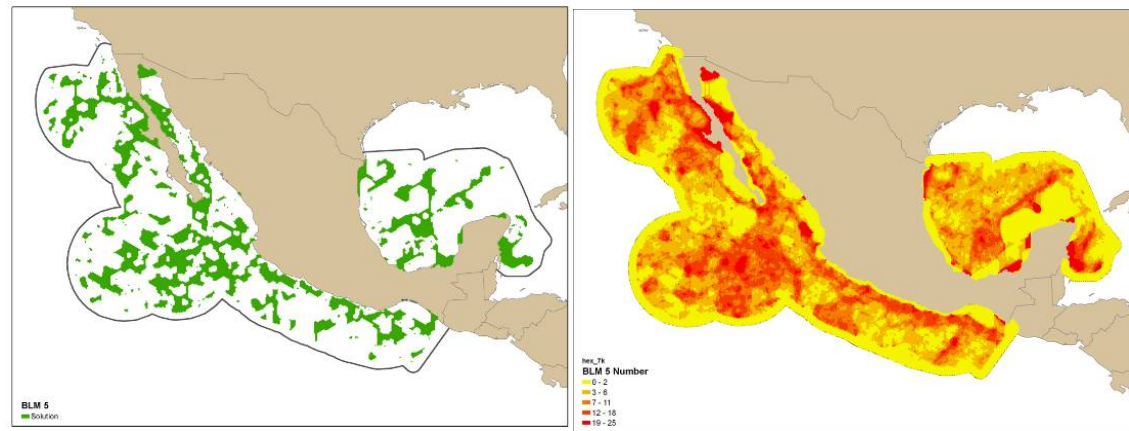
Resultados utilizando las áreas naturales protegidas existentes como sitios preseleccionados.



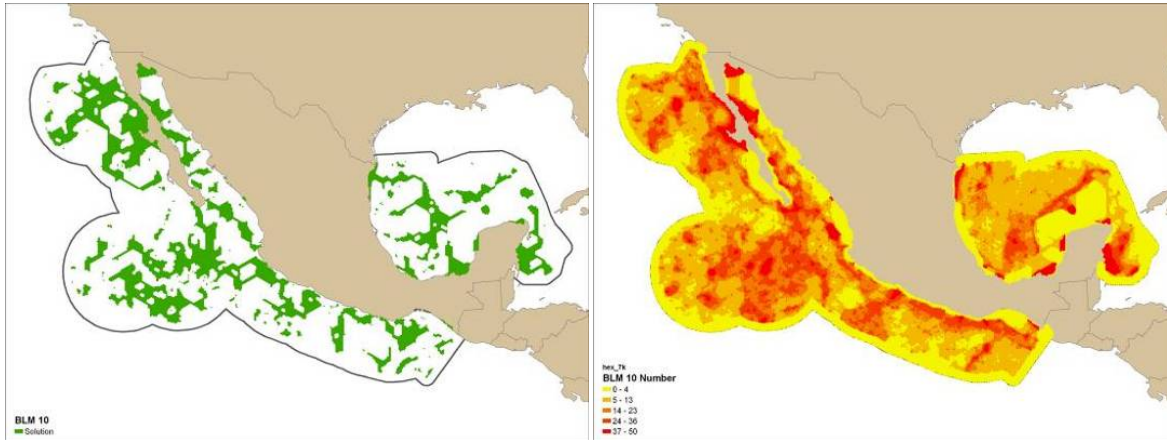
BLM 0



BLM 1



BLM 5



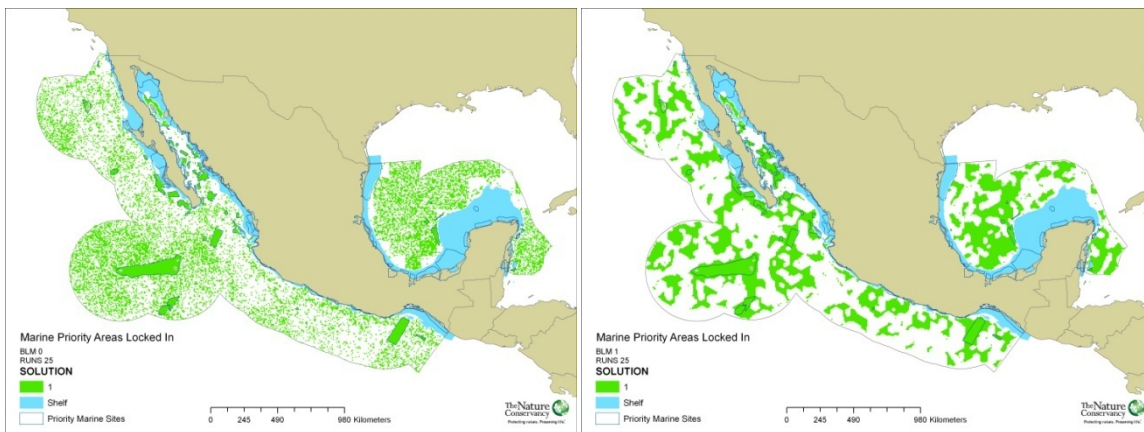
BLM 10

Marxan Tercera Corrida

Para esta corrida (marzo 2010) fueron preseleccionadas tanto las áreas naturales protegidas marinas, como los sitios prioritarios identificados en el Análisis de vacíos y omisiones en conservación de la biodiversidad marina de México: océanos, costas e islas (CONABIO-CONANP-TNC-PRONATURA. 2007). Se eliminaron todas aquellas ANP o sitios prioritarios localizados sobre la plataforma continental (profundidad menor a 200 m).

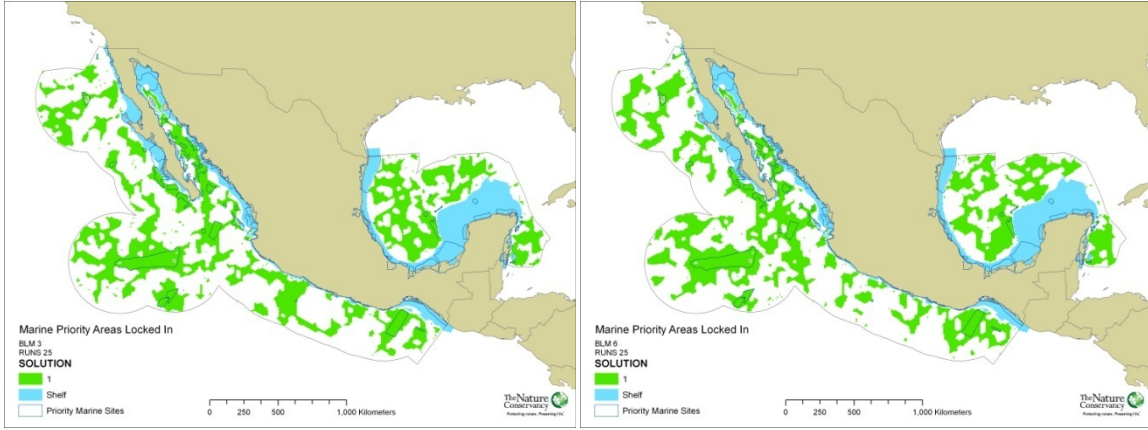
BML = 0, 1, 1.5, 2, 3, 5, 6, 7, 8, 9, 0.25, 0.50 y 0.75.

Mapas Serie 21.- Resultados utilizando como sitios preseleccionados las áreas naturales protegidas existentes y los sitios prioritarios para la conservación de los ambientes oceánicos. Modificador de longitud de frontera (BLM) variable.



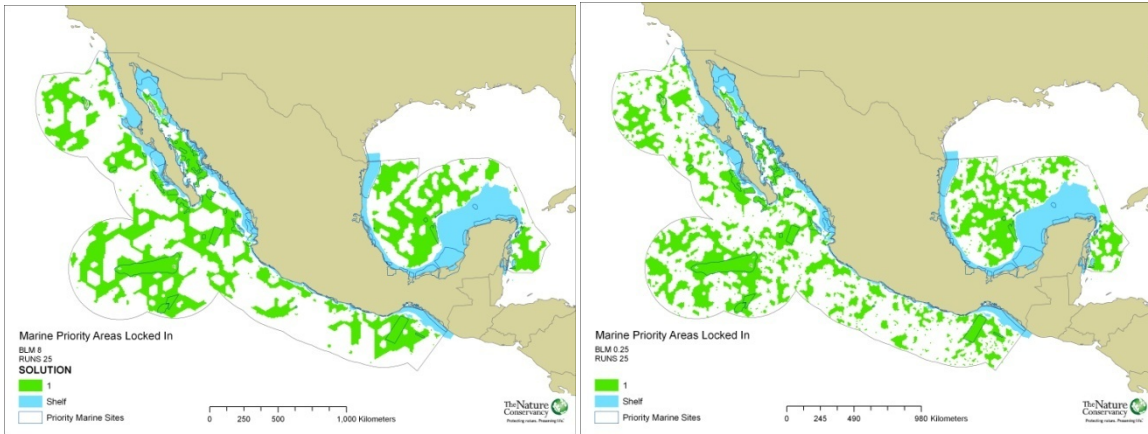
BML 0

BML 1



BLM 3

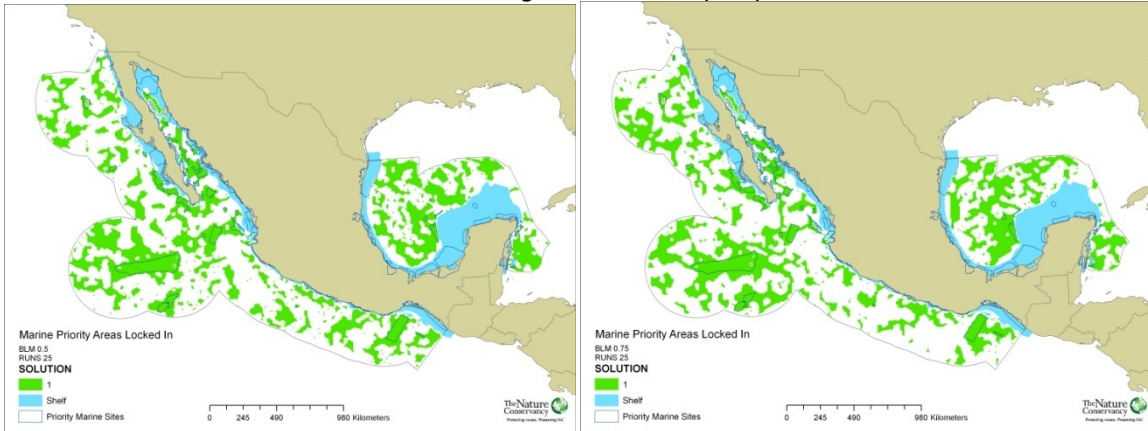
BLM 6



BLM 8

BLM 0.25

Mapas Serie 21.- Áreas Naturales Protegidas Existentes y Sitios Prioritarios como sitios Preseleccionados, Modificador de Longitud de Frontera (BLM) Variable.

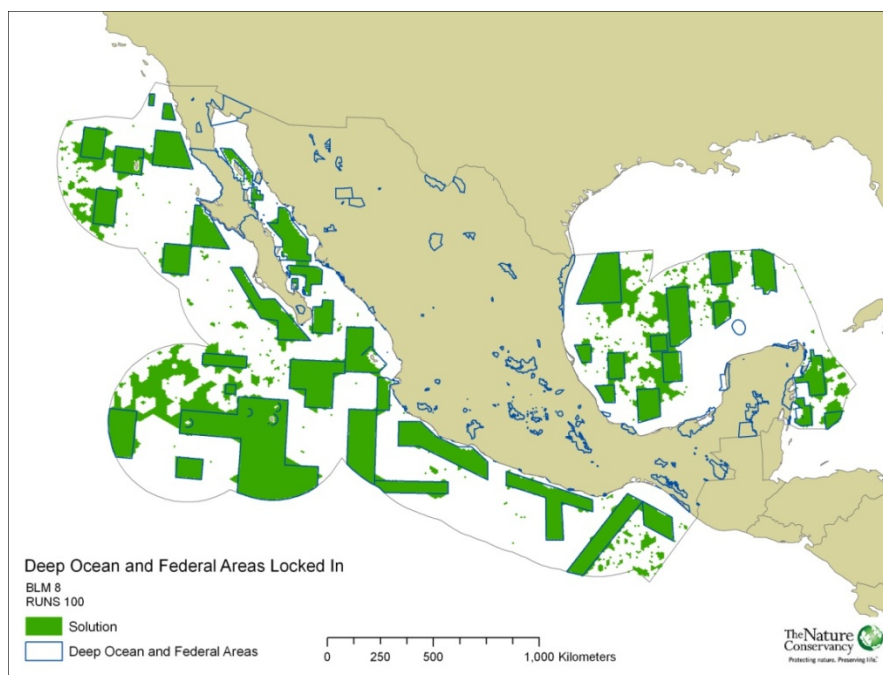


BLM 0.5

BLM 0.75

Marxan Cuarta Corrida

A partir de los resultados de la tercera corrida se efectuó un primer diseño de los polígonos individuales que conformarían la Red de Reservas Submarinas para México. Este diseño preliminar fue planteado sobre un canevá trazado a cada minuto, utilizando como criterio de diseño el incluir la menor cantidad de vértices posible y tratar de que la mayor parte de los lados de los polígonos estuviesen dentro de lo posible ubicados con un rumbo Norte-Sur o Este-Oeste franco o utilizando diagonales lo más largas posibles cuando lo anterior no resulte práctico. Este diseño preliminar (el cual incluye en su interior a las preselecciones previas) fue a su vez preseleccionado para esta corrida (julio 2010), para la cual en función de los resultados previamente obtenidos, se utilizó exclusivamente un BLM con valor de 8.



Mapas 22.- Versión preliminar de los polígonos que incluyen tanto a las áreas naturales protegidas existentes como a los sitios prioritarios como sitios preseleccionados, Modificador de longitud de frontera (BLM) = 8

El resultado obtenido en esta corrida del Marxan abarca una superficie total de 114,058,001 ha, de las cuales 83,069,106 ha (72.83%) corresponden a los hexágonos seleccionados que se ubican adentro de los polígonos propuestos para la conformación de la Red (ver hexágonos seleccionados por Marxan afuera de los polígonos aludidos en el Mapa 22). Los polígonos propuestos, con una superficie total de 85,803,256 ha, representan el 27.37 % de la superficie de las aguas marinas mexicanas.

Afinado del Diseño Preliminar de la Red y Evaluación de la Cobertura de los Objetos de Conservación

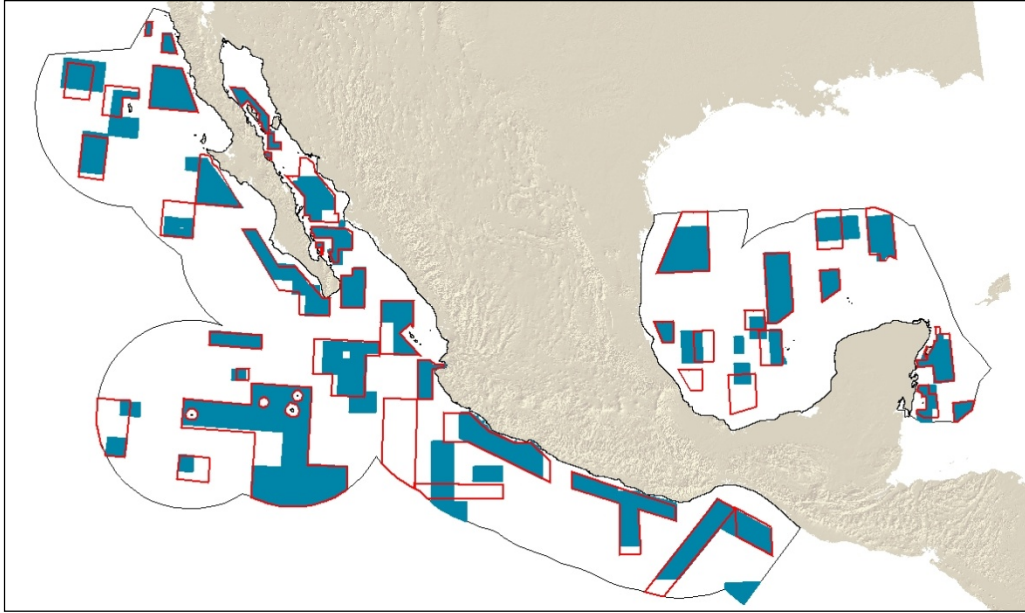
Posteriormente y con el objeto tanto de afinar el diseño preliminar de los polígonos generales de la Red de Áreas Naturales Protegidas Submarinas de México, como para definir los polígonos de las zonas núcleo, se utilizó información adicional cartografiada relativa a la ubicación precisa de algunos objetos de conservación, derivada de las siguientes fuentes:

- **Montes y Colinas Submarinos:** EarthRef 2010. (Alarcón, Alphecca, Arquímedes, Bernoulli, Cabrillo, Cantor, Cedros, Cerralvo, Clairaut, Colmer, Dispatch, Downwind, Euler, Fairweather, Ferrel, Gauss, Golden Gate, Green, Kepler, Lagrange, Leibnitz, Lovachevski, Napier, Newton. Pascal, Red, Rosa, Shimada, Ulloa, Westfal).
- **Colinas Submarinas:** Worzel 1973 (Colinas de Sisbee - *Sigsbee Knolls*), MacDonald *et al.* 2004, Ding *et al.* 2010 (Colinas de Campeche - *Campeche Knolls*).
- **Cañones Submarinos:** Álvarez, McMillen y Haines 1982 (Cañón de Ometepec), Carranza *et al.* 1986 (Cañones de la Costa del Estado de Guerrero), 2007 (Cañón de Banderas).
- **Filtraciones Frias:** MacDonald *et al.* 2004, Scholz-Böttcher *et al.* 2009, Diener 2010, Ding *et al.* 2010 (Golfo de México).
- **Dorsales Submarinas:** Aguayo-Camargo y Carranza-Edwards 1991 (Dorsal del Pacífico Oriental y Golfo de California).
- **Topografía Submarina:** IOC 2005, GEBCO 2008, INEGI (Zona Económica Exclusiva).

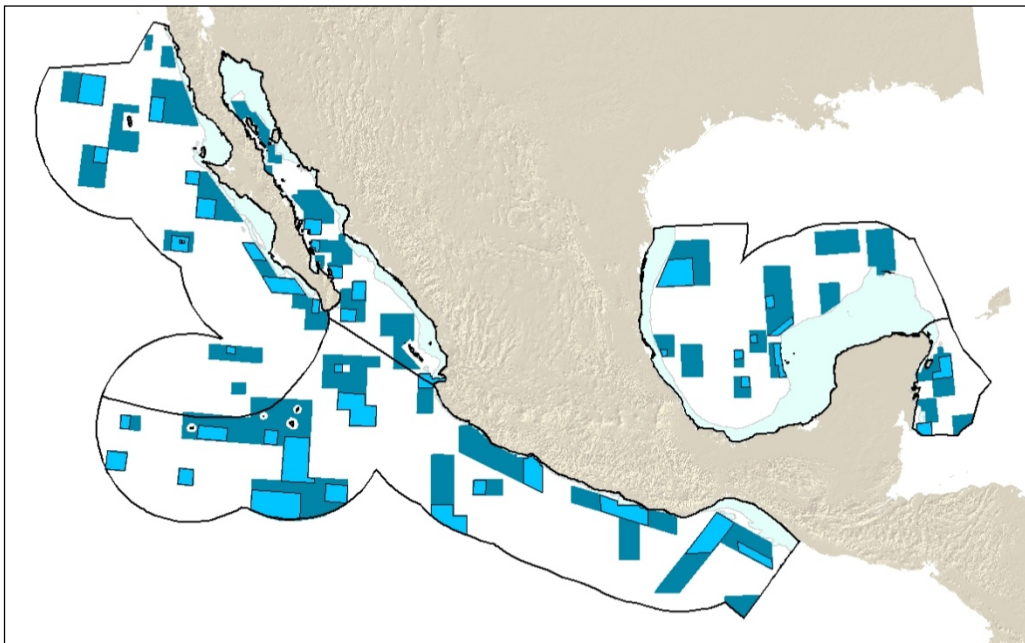
Otros criterios adoptados para afinar el diseño incluyeron:

- La reducción de la cobertura territorial abarcada por el total de los polígonos.
- Evitar que los polígonos del Golfo de México colinden directamente con la frontera marina de los Estados Unidos, con el objeto de evitar la explotación unilateral de los recursos petroleros.
- Minimizar la superficie de los polígonos ubicados en el Golfo de México cercanos a la zona de explotación petrolera.
- Complementar la representación en la Cuenca de Guatemala.
- Incorporar a los polígonos la porción superior de los principales cañones submarinos a partir de los 200 metros de profundidad.
- Corregir la ubicación de la Dorsal del Pacífico Oriental en la capa previamente utilizada.
- Cambiar los valores de la capa de Nitrógeno por los valores de la capa de Carbono.
- Incorporar los diseños de las zonas núcleo en el diseño general de la Red.

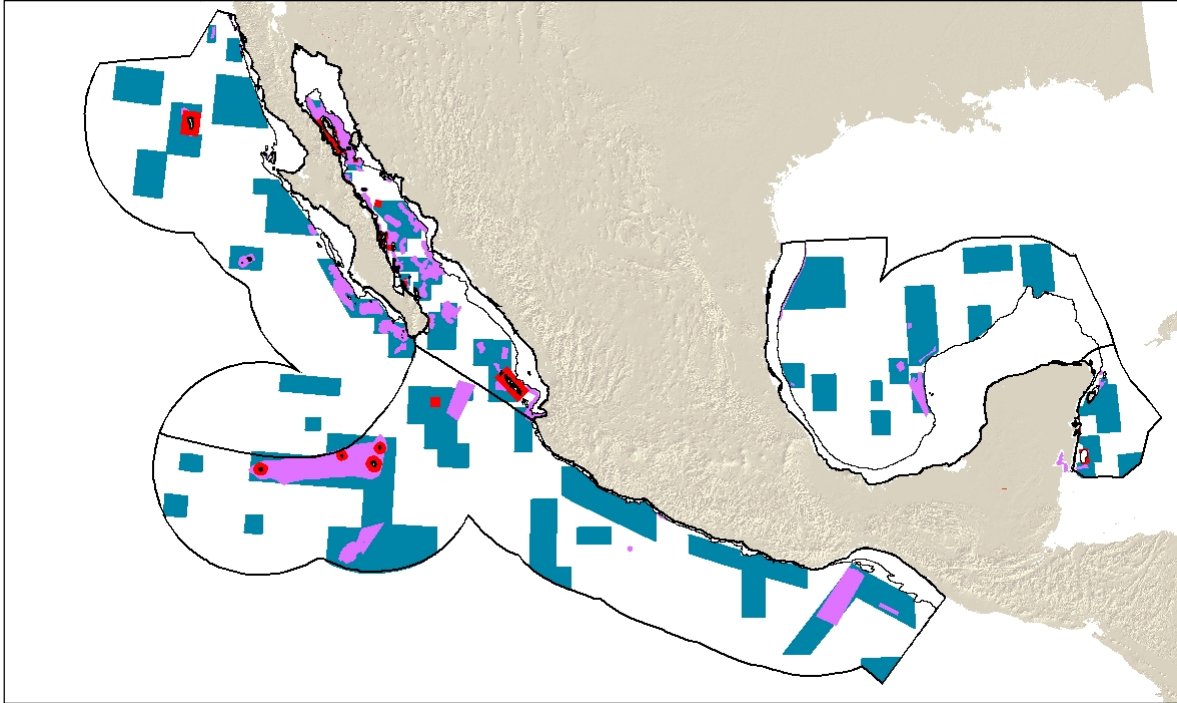
El comparativo entre el diseño preliminar y el diseño modificado de la Red se ilustra en el Mapa 23 y el resultado final incluyendo las zonas núcleo en el Mapa 24. En los mapas 25 y 26 se puede visualizar los polígonos generales y los de las zonas núcleo, junto con los sitios prioritarios para la conservación de los ambientes oceánicos y las áreas naturales protegidas. La evaluación comparativa entre las metas programadas para los objetos de conservación y las metas alcanzadas en el diseño final planteado para conformar la Red de Áreas Naturales Protegidas Submarinas de México, se muestra en la Tabla 3.



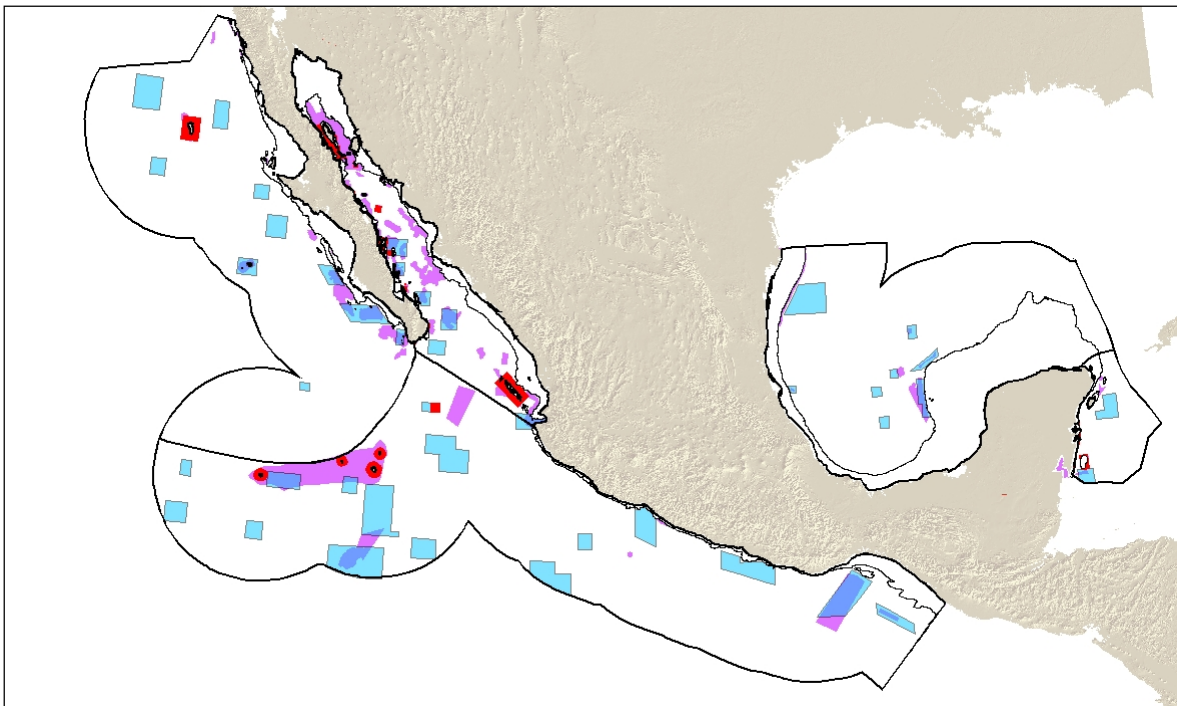
Mapa 23.- Comparativo entre los resultados de la cuarta corrida de Marxan (línea roja) y el diseño afinado de los polígonos generales propuestos como solución final (azul oscuro)



Mapa 24.- Polígonos generales (azul oscuro) y zonas núcleo (azul claro) que integran la propuesta para conformar la Red de Áreas Naturales Protegidas Submarinas de México



Mapa 25.- Polígonos generales (azul oscuro), sitios prioritarios para la conservación de los ambientes oceánicos (morado) y áreas naturales protegidas (rojo).



Mapa 26.- Polígonos de las zonas núcleo (azul claro), sitios prioritarios para la conservación de los ambientes oceánicos (morado) y áreas naturales protegidas (rojo).

Tabla 3.- Comparativo entre la metas programada para los objetos de conservacion y las metas alcanzadas en el diseño final de la Red de Áreas Naturales Protegidas Submarinas de México

Objetos de Conservación	Unidad	Meta Programada %	Meta Alcanzada %	Diferencia %	Adentro de los polígonos (ha o número)	Afuera de los polígonos (ha o número)
Rasgos Tectónicos						
Montes Submarinos Validados	% Número	100	88.89	-11.11	24	3
Montes Submarinos No Validados + 2000 m	% Número	75	40.00	-35.00	38	57
Montes Submarinos No Validados - 2000 m	% Número	50	63.51	13.51	47	27
Domos Salinos	% Número	20	22.58	2.58	21	72
Dorsales Océánicas	% Sup.	50	59.21	9.21	4,548,270	3,133,517
Cañones Submarinos	% Número	20	41.09	21.09	83	119
Tipo de Sustrato						
Suave	% Sup.	20	19.54	-0.46	52,147,733	214,791,583
Duro	% Sup.	50	39.60	-10.40	19,419,786	29,619,795
Flujo de Nitrógeno a menos de 500 m						
Bajo 0 a .5 mmol C m ⁻² d ⁻¹	% Sup.	75	24.91	-50.09	8,628,445	26,014,227
Medio .5 a 2.5 0 mmol C m ⁻² d ⁻¹	% Sup.	50	21.02	-28.98	12,667,058	47,599,562
Alto 2.5 a 10 mmol C m ⁻² d ⁻¹	% Sup.	30	26.93	-3.07	43,101,345	116,966,344
Índice de Posición Topográfico (TPI)						
Cresta = Inicio del Talud	% Sup.	50	46.09	-3.91	3,998,465	4,676,425
Talud = Talud Continental	% Sup.	50	49.63	-0.37	5,717,759	5,803,926
Cañones = Final del Talud	% Sup.	50	51.20	1.20	4,511,335	4,300,232
Plano = Planicie Abisal	% Sup.	15	20.10	5.10	57,531,689	228,765,671
Índice de Complejidad Topográfica (TRI)						
Alto	% Sup.	25	40.26	15.26	10,416,102	15,455,760
Medio	% Sup.	20	34.34	14.34	9,924,032	18,976,859
Bajo	% Sup.	10	28.41	18.41	10,338,819	26,052,508

Resultados

El diseño final modificado abarca una superficie total de 71,757,939 ha y representan el 22.88 % de la superficie de las aguas marinas mexicanas. La Red de Áreas Naturales Protegidas Submarinas de México propuesta está integrada por un total de 46 polígonos generales, mismos que incluyen en su interior 44 zonas núcleo con una superficie total de 22,417,613 ha.

El análisis comparativo entre las metas programadas para los objetos de conservacion y las metas alcanzadas, indican que las metas programadas fueron razonablemente alcanzadas en el diseño modificado, tomando en cuenta las siguientes consideraciones:

- La información utilizada para los montes submarinos consiste en una capa de puntos georeferenciados y por lo tanto cada ocurrencia se refleja en un solo hexágono. Si la presencia de otros objetos de conservación no conformaron una agregación de hexagones alrededor del hexágono que representa a uno de estos montes submarinos, resultó impráctico la creación de un polígono alrededor de esta sola ocurrencia, especialmente en lo relativo a los montes submarinos aun no verificados.
- Las metas planteadas inicialmente para los valores bajo y medio del flujo de carbono a menos de 500 m, resultaron ser excesivas, ya que al modificarse la clasificación inicial de los rangos, las metas no fueron ajustadas.

Es importante resaltar que con la información disponible, la evaluación de los costos que la Red pudiese significar para algunas actividades con futuro potencial económico se considera como bajo ya que:

- El posible impacto sobre futuras actividades mineras solo se presentaría en el 29.6 % de la superficie de los polígonos que quedan incluidos en la zona considerada como con mayor factibilidad de presencia de nódulos, tapetes y depósitos de sulfuros polimetálicos
- El posible impacto sobre futuras actividades de explotación petrolera solo se presentaría en el 4.94 % de la superficie comprendida dentro de un *buffer* ubicado a partir de 0 y hasta 60 km de la ubicación de los pozos petroleros localizados sobre la plataforma continental, el 9.88 % de un *buffer* de 60 hasta 120 km y el 17.14 de *buffer* de 120 hasta 240 km.
- Actualmente no se desarrollan pesquerías de profundidad en México y los resultados de las actividades de pesca de fomento realizadas para explorar la factibilidad de desarrollar esta actividad no han obtenido resultados promisorios, debido principalmente a la presencia de la capa anóxica.

Conclusiones

Con la información actualmente disponible y de una manera objetiva y sistemática fue posible determinar las áreas que podrían constituir la Red de Áreas Naturales Protegidas Submarinas de México con el fin de contribuir a la protección de sitios de mar profundo que permitan mantener una porción representativa de la biodiversidad de los mares de México.

La aplicación de criterios de selección utilizados permitió determinar áreas submarinas cuya conservación genera conflictos con el desarrollo actual y futuro del país.

Al declarar una Red de Áreas Naturales Protegidas Submarinas, México se colocaría a la vanguardia internacional por ser la primera en su tipo.

Agradecimientos

M.Sc. Jeff Ardron – Marine Conservation Biology Institute – Estados Unidos

Dr. Malcolm Clark - National Institute of Water and Atmospheric Research - Nueva Zelanda

Dra. Kristina Gjerde - IUCN Global Marine Program – Polonia

Alison Green - The Nature Conservancy

Michele Libby - The Nature Conservancy

Alejandra Reta Lira - The Nature Conservancy – México.

Carmen Revenga - The Nature Conservancy

Dr. Andrew Yool - National Oceanography Centre (NOC) - Reino Unido.

Bibliografía

- Aguayo-Camargo, J. E., A. Carranza-Edwards. 1991. Geología Marina. Naturaleza, Carta IV.9.5, Atlas Nacional de México, México. Instituto de Geografía UNAM. Sistemas de Información Geográfica S.A.
- Alvarez R. 2007. Submarine topography and faulting in Bahía de Banderas, Mexico. *Geofísica Internacional* (2007), Vol. 46, Num. 2, pp. 93-116.
- Ardron, J. 2002. A GIS Recipe for Determining Benthic Complexity: An Indicator of Species Richness. In: Breman, J. (Ed.), Marine Geography. ESRI. USA. 224p. http://www.livingoceans.org/files/PDF/mpa/complexity_draft8.pdf
- Ardron, J.A., Possingham, H.P., y Klein, C.J. (eds) 2008. Guía para las Buenas Prácticas de Marxan. Versión de Revisión Externa; 17 Mayo, 2008. Asociación para la Investigación y Análisis Marino del Pacífico, Vancouver, BC, Canada. Traducción 01/2009. 179 páginas. www.pacmara.org.
- Ball, I.R. 2000. Mathematical applications for conservation ecology: The dynamics of tree hollows and the design of nature reserves. PhD thesis, University of Adelaide, Adelaide.
- Ball, I.R., y H.P. Possingham. 2000. Marxan (v 1.8.2): Marine reserve design using spatially explicit annealing, a manual. The University of Queensland, Brisbane.
- Bezaury-Creel J. E., J. Fco. Torres, M. Castro Campos. 2010. Base de Datos Geográfica de la Zona Económica Exclusiva Mexicana, Versión 1.0. 1 Capa ArcGIS 9.2. + 1 Capa *Google Earth* KML En: Bezaury-Creel J. E., J. Fco. Torres. 2010. Base de Datos Geográfica de las Aguas Marinas y Costeras Mexicanas, Versión 1.0. The Nature Conservancy. 24 Capas ArcGIS 9.2 + 19 Capas *Google Earth* KMZ + 12 Capas *Google Earth* KML + 1 Archivo de Metadatos en texto.
- Cairns SD, Opresko DM, Hopkins TS, Schroeder WW. 1993. New records of deep-water Cnidaria (Scleractinia & Antipatharia) from the Gulf of Mexico. *Northeast Gulf Sci.* 13:1–11
- Carranza-Edwards A., J.E. Aguayo-Camargo. 1991. Sedimentología Marina. Naturaleza, Carta IV.9.5, Atlas Nacional de México, México. Instituto de Geografía UNAM. Sistemas de Información Geográfica S.A.
- Carranza-Edwards, A., A.Z. Márquez-García y E.A. Morales de la Garza. 1986. Estudio de sedimentos de la plataforma continental del Estado de Guerrero y su importancia dentro de los recursos minerales del mar. Anales Del Centro De Ciencias del Mar y Limnología Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Ciencias del Mar y Limnología. Contribución 465 del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, UNAM. Pp 241-262. <http://biblioweb.tic.unam.mx/cienciasdelmar/instituto/1986-3/articulo251.html> Consultado 03/2011
- CEE- Commission for Environmental Cooperation 2009. Marine Ecoregions of North America, 2008 Vector digital data. Montréal, Québec, Canada http://www.cec.org/Page.asp?PageID=924&ContentID=1324&AA_SiteLanguageID=3 Consultada 09/2010.
- Clark M. Base de Datos Georeferenciada de Montes Marinos. Global Census of Marine Life on Seamounts (CenSeam) . Comunicación Personal 06/2009 y 01/2011.
- CONABIO-CONANP-TNC-PRONATURA. 2007. *Análisis de vacíos y omisiones en conservación de la biodiversidad marina de México: océanos, costas e islas*. Comisión Nacional para el conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas, The Nature Conservancy- Programa México, Pronatura, A.C. México, D.F.
- Cordes, E.E., D.C. Bergquist, C.R. Fisher. 2009 . Macro-Ecology of Gulf of Mexico Cold Seeps. *Annu. Rev. Mar. Sci.* 2009. 1:143–68
- Cubillos. L., S. Núñez y D. Arcos. 1998, Producción primaria requerida para sustentar el desembarque de peces pelágicos en Chile. *Investig. Mar.* vol.26], pp. 83-96. http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0717-71781998002600008&lng=es&nrm=iso 06/ 02/2011
- Deep Sea Conservation Coalition – DSCC. s/f. Documento Informativo: Montañas Submarinas. 4 pp.
- Diener S. 2010. The Gulf of Mexico and Natural Oil-Eating Bacteria Natural: oil seeps, mother nature's defense, and the effect of hydrocarbonoclastic bacteria. June 23, 2010. Solar, Ocean & Atmospheric Research, LLC www.soar-boulder.com/index.php/download_file/-/view/21/ Consultado 03/2011. Mapa de filtraciones frías posiblemente proveniente de: Mitchell, Roger, I.R. MacDonald, K. Kvenvolden. 2000. Estimates of Total Hydrocarbon Seepage into the Gulf of Mexico Based on Satellite Remote Sensing Images, *American Geophysical Union Ocean Sciences Meeting*.
- Ding, F., V. Spiess, I. R. MacDonald , M. Brüning, N. Fekete, G. Bohrmann. 2010. Shallow sediment deformation styles in north-western Campeche Knolls, Gulf of Mexico and their controls on the occurrence of hydrocarbon seepage. *Marine and Petroleum Geology* 27 (2010) 959–972

- EarthRef. 2010. The Seamount Catalog. Seamount Biogeosciences Network <http://earthref.org/SBN/> Consultado 10/2010.
- Escobar-Briones, E., J. Bezaury-Creel, J. F. Torres. 2010. Clasificación de las zonas de mar profundo para México. Versión 1.0. 1 Capa ArcGIS 9.2 + 1 Capa *Google Earth* KMZ. En: Bezaury-Creel J. E., J. Fco. Torres. 2010. Base de Datos Geográfica de las Aguas Marinas y Costeras Mexicanas, Versión 1.0. The Nature Conservancy. 24 Capas ArcGIS 9.2 + 19 Capas *Google Earth* KMZ + 12 Capas *Google Earth* KML + 1 Archivo de Metadatos en texto.
- Evans J. 2004. Topographic Roughness Index. Program esri support. <http://arcscripts.esri.com/details.asp?dbid=12435>
- Gage, J.D. & P.A. Tyler. 1991. Deep-Sea Biology. A Natural History of organisms at the Deep-Sea Floor. Cambridge University Press. 504 pp.
- GEBCO - The General Bathymetric Chart of the Oceans. 2009. GEBCO_08 Grid, version 2009 02 02, <http://www.gebco.net>
- IHO-IOC GEBCO Gazetteer of Undersea Feature Names, 2007 version. www.gebco.net http://www.ngdc.noaa.gov/mgg/gebco/gazet_sept2007.xls Consultado 09/2007. Nueva página http://www.gebco.net/data_and_products/undersea_feature_names/
- Halpern, B.S. and Warner, R.R. 2003. Matching marine reserve design to reserve objectives. Proceedings of The Royal Society, London. 270, 1871-1878.
- Hannington M., T. Monecke. 2006. Global Exploration Models for Polymetallic Sulphide Deposits in the Area: Possible Criteria for Lease Block Selection under the Draft Regulations on Prospecting and Exploration for Polymetallic Sulphides. University of Ottawa for the International Seabed Authority. June 21, 2006
- Hein, J.R., Kochinsky, A., Bau, M., Manheim, T., Kang, J.-K., and Roberts, L., 1999. Cobalt-rich ferromanganese crusts in the Pacific, in Cronan, D.S., ed., CRC Handbook of Marine Mineral Deposits: CRC Press Inc., p. 347-368.
- Holmes K., S. Brooke, Ardron, J. 2009. Deep-Sea Mining: The Threat to Hydrothermal Vents. **Marine Conservation Biology Institute (MCBI). Publicación Electrónica 53 pp.**
- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI), Lugo-Hupb J., Vidal-Zepeda, R., Fernández-Equiarte, A., Gallegos-García, A., Zavala-H, J. y otros. 1990. "Zona Económica exclusiva de México" en Hipsometría y Batimetría, I.1.1. Atlas Nacional de México. Vol. I. Escala 1:4 000 000. Instituto de Geografía, UNAM. México.
- International Hydrographic Bureau Gazetteer of Undersea Features. 1993. **NGDC - NOAA's National Geophysical Data Center.** http://www.ngdc.noaa.gov/mgg/global/relief/ETOPO5/GAZETEER/IHOGAZ_O/IHOGAZ.TAB Consultado 09/2007
- IOC - Intergovernmental Oceanographic Commission.** 2005. International Bathymetric Chart of the Caribbean Sea and the Gulf of Mexico (IBCCA). Sheets: 1.01, 1.05, 1.06. <http://www.ngdc.noaa.gov/mgg/ibcca/ibcca.html> Consultado 05/2005.
- Jennings S., F. Mélin, J.L Blanchard., R.M. Forster, N.K. Dulvy, and R.W. Wilson. 2008. Global-scale predictions of community and ecosystem properties from simple ecological theory. Proc. R. Soc. B doi:10.1098/rspb.2008.0192 Published online. <http://www.quest-fish.org.uk/PDFs/jennings.pdf> 06/01/2010
- Juniper, K. 2004. Impact of the development of seafloor massive sulphides on the vent ecosystem. In: International Seabed Authority. *Proceedings of the International Seabed Authority Workshop on Minerals other than polymetallic nodules of the International Seabed Area.* Kingston, Jamaica. Chapter 6: 271-302
- Justus, J., and Sarkar, S. 2002. The principle of complementarity in the design of reserve networks to conserve biodiversity: a preliminary history. Journal of Biosciences, 27, 421-435.
- Kirkpatrick, S., Gelatt, C.D., and Vecchi, M.P. 1983. Optimization by Simulated Annealing, Science 220(4598), 671-680. <http://citeseer.ist.psu.edu/kirkpatrick83optimization.html>
- Lasker R. 1988. Food chains and fisheries: an assessment after 20 years. *Southwest Fisheries Center, NOAA/NHFS. In: Rorhschild (ed.). 1988. Toward a Theory on Biological-Physical Interactions in the World Ocean, 8.1. 173-182. Kluwer Academic Publishers.* <http://swfsc.noaa.gov/publications/CR/1988/8839.PDF> 09/2010
- Kennicutt M.C., J. M. Brooks, R.R. Bidigare, R.A. Fay, T.I. Wade, T.J. McDonald. 1985. Vent type taxa in a hydrocarbon seep region on the Louisiana slope. Nature , 317:351-353.
- Lugo Hubp J., C. Córdoba-Fernández de Arteaga. 1991. Geomorfología 1, Naturaleza, Carta IV.3.3, Atlas Nacional de México, México. Instituto de Geografía UNAM. Sistemas de Información Geográfica S.A.

MacDonald, I.R., G. Bohrmann, E. Escobar, F. Abegg, P. Blanchon, V. Blinova, W. Brückmann, M. Drews, A. Eisenhauer, X. Han, K. Heeschen, F. Meier, C. Mortera, T. Naehr, B. Orcutt, B. Bernard, J. Brooks, and M. de Faragó. 2004. Asphalt volcanism and chemosynthetic life, Campeche Knolls, Gulf of Mexico. *Science*. 2004 May 14;304(5673):999-1002.

McMillen, K. J., T.R. Haines. 1982. Late Quaternary Sediments of the Southern Mexico Margin. Deep Sea Drilling Project reports and publications, DSDP Volume LXVI Table 10.2973/dsdp.proc.66.112.1982. http://www.deepseadrilling.org/66/volume/dp66_12.pdf Consultado 03/2011

MyTopo. 2008. Carta Nautica Golfo de México. Consultada 15/02/2008
http://mapserver.mytopo.com/homepage/index.cfm?lat=20.8955830274&lon=-97.1243977422&scale=500000&zoom=50&type=0&height=498&width=498&icon=0&searchscope=dom&CFID=2206869&CFTOKEN=91340202&scriptfile=http://mapserver.mytopo.com/homepage/index.cfm&bpid=MAP0204021051&latlon_type=DMS

National Center for Ecological Analysis and Synthesis. 2008. A Global Map of Human Impacts to Marine Ecosystems. Data: Ecosystems. Soft Slope, Deep Soft Benthic, Hard Slope and Deep Hard-Bottom georeferenced databases. <http://www.nceas.ucsb.edu/globalmarine/ecosystems>. Consultado 15/02-/2008

National Center for Ecological Analysis and Synthesis. 2008. A Global Map of human impact on marine ecosystems. Data: Impacts: Commercial Activity (Shipping) georeferenced Database <http://www.nceas.ucsb.edu/globalmarine/impacts> Consultado 14/02/2008

NOAA Coastal Services Center – Oregon State University. s/f. Benthic Terrain Modeler.26 pp. http://dusk.geo.orst.edu/dji/samoa/BTM_Exercise.pdf Consultado 04/ 2008

OBPG MODIS-Aqua Monthly Global 9-km Products. 2009. <http://reason.gsfc.nasa.gov/OPS/Giovanni/ocean.aqua.shtml>
"The images and data used in this study were acquired using the GES-DISC Interactive Online Visualization ANd aNalysis Infrastructure (Giovanni) as part of the NASA's Goddard Earth Sciences (GES) Data and Information Services Center (DISC)."

Paul C.K., B. Hecker, R. Commeau, R.P. Freeman-Lynde, C. Neumann, W.P. Corso, S. Golubic, J.E. Hook, E. Sikes, J. Curray. 1984. Biological Communities at the Florida Escarpment resemble hydrothermal vent taxa. *Science*, 226:965-967.

Pauly, D., V. Christensen. 1995. Primary production required to sustain global fisheries. *Nature* 374:255-257.

Petroleos Mexicanos – Pemex. s/f. Emanaciones naturales de hidrocarburos. Presentación Powerpoint, Gerencia de Seguridad Industrial, Protección Ambiental y Calidad RMSO. <http://www.pemex.com/index.cfm?action=content§ionID=119&catID=11480>

Pressey, R.L., Humphries, C.J., Margules, C.R., Vane-Wright, R.I., and Williams P.H. 1993. Beyond Opportunism: Key Principles for Systematic Reserve Selection. *TREE*, 8(4) 124-128.

Riley, S. J., S. D. DeGloria and R. Elliot (1999). A terrain ruggedness index that quantifies topographic heterogeneity, *Intermountain Journal of Sciences*, vol. 5, No. 1-4,1999.

Rodríguez I. 2010. Se cancelan proyectos en aguas profundas, prevén en Pemex. *La Jornada, Economía*. 21 Junio, 2010

Ryther, J. H. 1969. Photosynthesis and fish production in the sea. *Science*. 166:72–76.

Seamount Biogeosciences Network - Seamount Catalog: Stocks, K. 2007. SeamountsOnline: an online information system for seamount biology. Version 2007. World Wide Web electronic publication. <http://seamounts.sdsc.edu> Consultado 09/2007

Scholz-Böttcher, B.M., S. Ahlf, F. Vázquez-Gutiérrez, J. Rullkötter. 2009. Natural vs. anthropogenic sources of hydrocarbons as revealed through biomarker analysis: A case study in the southern Gulf of Mexico. *Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana Volumen 61, núm1, 2009*, p. 47-56.

Schroeder WW, Brooke SD, Olson JB, Phaneuf B, McDonough JJ, Etnoyer P. 2005. Occurrence of deepwater *Lophelia pertusa* and *Madrepora oculata* in the Gulf of Mexico. In *Cold-water Corals and Ecosystems*, ed. A Freiwald, JM Roberts, pp. 297–307. Berlin: Springer

Tyler, P.A. 2003. Ecosystems of the Deep Ocean. In. *Ecosystems of the World* 28 Elsevier. 569 pp.

UNEP. 2007. Deep-Sea Biodiversity and Ecosystems: A scoping report on their socio-economy, management and governance. UNEP-WCMC Biodiversity Series No 28 84 pp. www.unep-wcmc.org/resources/publications

UNESCO. 2009. Global Open Oceans and Deep Seabed (GOODS) – Biogeographic Classification. Paris, UNESCO-IOC. (IOC Technical Series, 84.)

Van Dover, C.L., C.R. German, K.G. Speer, L.M. Parson and R.C. Vrijenhoek (2002). Evolution and biogeography of deep-sea vent and seep invertebrates. *Science* 295: 1253-1257

Vane-Wright, R. I., C. J. Humphries, and Williams. P.H. 1991. What to Protect? Systematics and the agony of choice. *Biological Conservation*, 55, 235-254.

Wade T.L., M.C. Kennicutt, J.M. Brooks. 1989. Gulf of Mexico hydrocarbon seep communities: Part III. Aromatic hydrocarbon concentrations in organisms, sediments and water. *Mar. Environ.Res.*27:19-30.

Watts M.E., R.R. Stewart, D. Segan, L. Kircher, and H. P. Possingham. 2010. Using the Zonae Cogito Decision Support System: A manual prepared by Applied Environmental Decision Analysis Centre The Ecology Centre, University Of Queensland. PDF. January 2010. 34pp

Watts M.E., R.R. Stewart, D. Segan, L. Kircher, and H. P. Possingham. 2010. Using the Zonae Cogito Decision Support System: A manual prepared by Applied Environmental Decision Analysis Centre The Ecology Centre, University Of Queensland. PDF. January 2010. 34pp.

Weiss, A. Undated on file. Topographic Position Index and HUC-based metrics. INDUS Corporation. 4 pp.

Weiss, A. 2001. Topographic Position and Landforms Analysis. Poster presentation, ESRI User Conference, San Diego, CA.

Wilkinson T.A.C., E. Wiken, J. Bezaury Creel, T. Hourigan, T. Agardy, H. Herrmann, L. Janishevski, C. Madden, L. Morgan y M.Padilla. 2009. Ecorregiones marinas de América del Norte. Comisión para la Cooperación Ambiental. Montreal. 200 pp. <http://www.cec.org/Page.asp?PageID=924&ContentID=1324>

Worzel, J.L. 1973. Introduction - Part I: Site Reports. Deep Sea Drilling Project reports and publications, DSDP Volume LXVI, doi:10.2973/dsdp.proc.10.101.1973 http://www.deepseadrilling.org/10/volume/dsdp10_01.pdf Consultado 03/2011

Yool, A. Comunicación Personal 06/2009. Base de datos georeferenciada del flujo de Nitrógeno a 500 metros de profundidad.

**ANEXO 2. FICHAS TÉCNICAS CON LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS
DE LOS NUEVE POLÍGONOS PROPUESTOS.**

Polígono: Islas Ángel de la Guarda, San Lorenzo y San Pedro Mártir Profundo			Superficie Total:		Clave: 1
Polígono GAP Marino: Grandes Islas del Golfo de California			892,342.85 ha		
BATIMETRÍA			TIPO DE SEDIMENTOS PRESENTES		
Profundidad Máxima	-1,048 m		Fondos Duros	-	-
Profundidad Mínima	-200 m		Fondos Suaves	869,382 ha	97%
Profundidad Promedio	-457 m		No Determinados	22,961 ha	3%
ÍNDICE DE POSICIÓN TOPOGRÁFICA			ÍNDICE DE RUGOSIDAD TOPOGRÁFICA		
Cordillera o Inicio del Talud	-	-	Alto	20,842 ha	2%
Talud	703 ha	0%	Medio	68,474 ha	8%
Cañón o Término del Talud	1,421 ha	0%	Bajo	259,324 ha	2%
Planicie	890,219 ha	100%	Muy Bajo	543,703 ha	61%
GEOMORFOLOGÍA			SEDIMENTOLOGÍA		
Dorsal	283,046 ha	32%	Arena	430,061 ha	48%
Plataforma continental	1,842 ha	0%	Arena-Limo	144,450 ha	16%
Talud continental	607,455 ha	68%	Grava-Arena-Limo	194,221 ha	22%
ZONIFICACIÓN POR PROFUNDIDAD			Lodo	123,610 ha	14%
			FLUJO DE NUTRIENTES (CARBONO) (A partir de los 500 m de profundidad)		
Plataforma continental (de 0 a - 200 m)	20,422 ha	2%	Bajo 0 a 0.5 mmol C m ⁻² d ⁻¹	-	-
Batial superior (de - 200 a - 800 m)	808,462 ha	91%	Medio 0.5 a 2.5 mmol C m ⁻² d ⁻¹	-	-
Batial inferior (de - 800 a - 2,000 m)	63,459 ha	7%	Alto 2.5 a 10 mmol C m ⁻² d ⁻¹	-	-
Abisal superior (de - 2,000 a - 3,500 m)	-	-	No Determinado:	892,343 ha	100%
Abisal inferior (de - 3,500 a - 6,500 m)	-	-	COSTOS PARA EL ANÁLISIS MARXAN		
Hadal (>6500 m)	-	-			
ELEMENTOS DEL RELIEVE			Superficie con posible presencia nódulos polimetálicos	-	-

Montañas Submarinas Verificadas:	-	Promedio de clorofila superficial representando posible intensidad de pesquerías	1.37 mg/m ³	Alto
Montañas Submarinas No Verificadas:	-	Índice de intensidad de tránsito de embarcaciones	0.90	Muy bajo
Cañones y valles en dorsal			13,835 ha	2%
Cañones y valles en talud continental			38,375 ha	4%
ESTRATOS DE PLANIFICACIÓN UTILIZADOS PARA EL ANÁLISIS MARXAN				
Plataforma de Cortés-Talud y depresiones del Golfo de California Batial Superior			74,641 ha	21%
Estrechos de las grandes Islas del Golfo de California Batial Superior			272,048 ha	78%
Talud y depresiones del Golfo de California Batial Inferior			1,952 ha	1%

Polígono: Talud Continental de Bahía de San Carlos			Superficie Total:		Clave: 2
Polígono GAP Marino: Plataforma y Talud Continental de Bahía de San Carlos			51,713.16 ha		
BATIMETRÍA			TIPO DE SEDIMENTOS PRESENTES		
Profundidad Máxima	-948 m		Fondos Duros	-	-
Profundidad Mínima	-207 m		Fondos Suaves	51,713 ha	100%
Profundidad Promedio	-530.13 m		No Determinados	0.11	0%
ÍNDICE DE POSICIÓN TOPOGRÁFICA			ÍNDICE DE RUGOSIDAD TOPOGRÁFICA		
Cordillera o Inicio del Talud	-	-	Alto	12,091 ha	23%
Talud	-	-	Medio	16,669 ha	32%
Cañón o Término del Talud	-	-	Bajo	22,954 ha	45%
Planicie	51,713 ha	100%	Muy Bajo	-	-
GEOMORFOLOGÍA			SEDIMENTOLOGÍA		
Plataforma continental	17,108 ha	33%	Arena-Limo	51,713.16	100%
Talud continental	34,605 ha	67%			
ZONIFICACIÓN POR PROFUNDIDAD			FLUJO DE NUTRIENTES (CARBONO) (A partir de los 500 m de profundidad)		
Plataforma continental	569 ha	1%	Bajo	-	-

(de 0 a – 200 m)			0 a 0.5 mmol C m ⁻² d ⁻¹		
Batial superior (de - 200 a - 800 m)	47,767 ha	92%	Medio 0.5 a 2.5 mmol C m ⁻² d ⁻¹	-	-
Batial inferior (de - 800 a - 2,000 m)	3,377 ha	7%	Alto 2.5 a 10 mmol C m ⁻² d ⁻¹	-	-
Abisal superior (de - 2,000 a - 3,500 m)	-	-	No Determinado:	51,713 ha	100%
Abisal inferior (de - 3,500 a - 6,500 m)	-	-	COSTOS PARA EL ANÁLISIS MARXAN		
Hadal (>6500 m)	-	-			
ELEMENTOS DEL RELIEVE			Superficie con posible presencia nódulos polimetálicos	-	-
Montañas Submarinas Verificadas:		-	Promedio de clorofila superficial representando posible intensidad de pesquerías	1.43 mg/m ³	Alto
Montañas Submarinas No Verificadas:		-	Índice de intensidad de tránsito de embarcaciones	1.40	Muy bajo
Cañones y valles en plataforma continental				2,053 ha	4%
Cañones y valles en talud continental				4,397 ha	9%
ESTRATOS DE PLANIFICACIÓN UTILIZADOS PARA EL ANÁLISIS MARXAN					
Plataforma de Cortés-Talud y depresiones del Golfo de California Batial Superior				51,713 ha	100%

Polígono: Cuenca del Carmen			Superficie Total:			Clave: 3
Polígono GAP Marino: Cuenca del Carmen – Talud Sta Catalina – Bahía de Loreto			1'662,209.83 ha			
BATIMETRÍA			TIPO DE SEDIMENTOS PRESENTES			
Profundidad Máxima	-2,680 m		Fondos Duros	4,843 ha	0%	
Profundidad Mínima	-200 m		Fondos Suaves	1,631,424 ha	98%	
Profundidad Promedio	-1,341 m		No Determinados	25,943 ha	2%	
ÍNDICE DE POSICIÓN TOPOGRÁFICA			ÍNDICE DE RUGOSIDAD TOPOGRÁFICA			
Cordillera o Inicio del Talud	43,342 ha	3%	Alto	260,512 ha	15%	
Talud	94,886 ha	6%	Medio	429,774 ha	26%	
Cañón o Término del Talud	56,890 ha	3%	Bajo	359,072 ha	22%	
Planicie	1,467,092 ha	88%	Muy Bajo	612,853 ha	37%	
GEOMORFOLOGÍA			SEDIMENTOLOGÍA			
Dorsal	912,314 ha	55%	Arena	75,946 ha	5%	
Plataforma continental	317 ha	0%	Limo	756,788 ha	45%	
Talud continental	749,579 ha	45%	Lodo	829,476 ha	50%	
ZONIFICACIÓN POR PROFUNDIDAD			FLUJO DE NUTRIENTES (CARBONO) (A partir de los 500 m de profundidad)			
Plataforma continental (de 0 a - 200 m)	15,902 ha	1%	Bajo 0 a 0.5 mmol C m ⁻² d ⁻¹	-	-	
Batial superior (de - 200 a - 800 m)	189,635 ha	11%	Medio 0.5 a 2.5 mmol C m ⁻² d ⁻¹	-	-	
Batial inferior (de - 800 a - 2,000 m)	1,357,519 ha	82%	Alto 2.5 a 10 mmol C m ⁻² d ⁻¹	-	-	
Abisal superior (de - 2,000 a - 3,500 m)	99,154 ha	6%	No Determinado:	1,662,210 ha	100%	
Abisal inferior (de - 3,500 a - 6,500 m)	-	-	COSTOS PARA EL ANÁLISIS MARXAN			
Hadal (>6500 m)	-	-				

ELEMENTOS DEL RELIEVE		Superficie con posible presencia nódulos polimetálicos	-	-
Montañas Submarinas Verificadas:	-	Promedio de clorofila superficial representando posible intensidad de pesquerías	1.78 mg/m ³	Alto
Montañas Submarinas No Verificadas:	-	Índice de intensidad de tránsito de embarcaciones	1.11	Muy bajo
Cañones y valles en dorsal			3,277 ha	0%
Cañones y valles en talud continental			47,985 ha	3%
ESTRATOS DE PLANIFICACIÓN UTILIZADOS PARA EL ANÁLISIS MARXAN				
Plataforma de Cortés-Talud y depresiones del Golfo de California Batial Superior			176,923 ha	17%
Talud y depresiones del Golfo de California Batial Inferior			826,935 ha	79%
Talud y depresiones del Golfo de California Abisal Superior e inferior			45,449 ha	4%

Polígono: Cañón de San Ignacio			Superficie Total:		Clave: 4
Polígono GAP Marino: Corredor Pesquero Estero Tobarí – Bahía Santa María			36,421.97 ha		
BATIMETRÍA			TIPO DE SEDIMENTOS PRESENTES		
Profundidad Máxima	-1,952 m		Fondos Duros	-	-
Profundidad Mínima	-206 m		Fondos Suaves	35,789 ha	98%
Profundidad Promedio	-873 m		No Determinados	633 ha	2%
ÍNDICE DE POSICIÓN TOPOGRÁFICA			ÍNDICE DE RUGOSIDAD TOPOGRÁFICA		
Cordillera o Inicio del Talud	3,857 ha	10%	Alto	9,700 ha	27%
Talud	14,475 ha	40%	Medio	900 ha	2%
Cañón o Término del Talud	6,560 ha	18%	Bajo	-	-
Planicie	11,530 ha	32%	Muy Bajo	25,822 ha	71%
GEOMORFOLOGÍA			SEDIMENTOLOGÍA		
Plataforma continental	7,362 ha	20%	Arena	985 ha	3%

Talud continental	29,060 ha	80%	Limo	28,977 ha	79%
ZONIFICACIÓN POR PROFUNDIDAD			Lodo	6,460 ha	18%
			FLUJO DE NUTRIENTES (CARBONO) (A partir de los 500 m de profundidad)		
Plataforma continental (de 0 a – 200 m)	2,459 ha	7%	Bajo 0 a 0.5 mmol C m ⁻² d ⁻¹	-	-
Batial superior (de - 200 a - 800 m)	16,403 ha	45%	Medio 0.5 a 2.5 mmol C m ⁻² d ⁻¹	-	-
Batial inferior (de - 800 a - 2,000 m)	17,559 ha	48%	Alto 2.5 a 10 mmol C m ⁻² d ⁻¹	-	-
Abisal superior (de - 2,000 a - 3,500 m)	-	-	No Determinado:	36,422 ha	100%
Abisal inferior (de - 3,500 a - 6,500 m)	-	-	COSTOS PARA EL ANÁLISIS MARXAN		
Hadal (>6500 m)	-	-			
ELEMENTOS DEL RELIEVE			Superficie con posible presencia nódulos polimetálicos	-	-
Montañas Submarinas Verificadas:		-	Promedio de clorofila superficial representando posible intensidad de pesquerías	1.13 mg/m ³	Alto
Montañas Submarinas No Verificadas:		-	Índice de intensidad de tránsito de embarcaciones	1.01	Muy Bajo
Sin cañones ni valles				36,422	100%
ESTRATOS DE PLANIFICACIÓN UTILIZADOS PARA EL ANÁLISIS MARXAN					
Plataforma de Cortés-Talud y depresiones del Golfo de California Batial Superior				3,839 ha	36%
Talud y depresiones del Golfo de California Batial Inferior				6,761 ha	64%

Polígono: Cuenca Farallón			Superficie Total:			Clave: 5
Polígono GAP Marino: Cuenca Farallón – Isla y Fractura de Cerralvo			1'228,004.49 ha			
BATIMETRÍA			TIPO DE SEDIMENTOS PRESENTES			
Profundidad Máxima	-3,569 m		Fondos Duros	-	-	
Profundidad Mínima	-201 m		Fondos Suaves	1,224,458 ha	100%	
Profundidad Promedio	-1,703.48 m		No Determinados	3,546 ha	0%	
ÍNDICE DE POSICIÓN TOPOGRÁFICA			ÍNDICE DE RUGOSIDAD TOPOGRÁFICA			
Cordillera o Inicio del Talud	31,960 ha	3%	Alto	305,078 ha	25%	
Talud	87,091 ha	7%	Medio	318,219 ha	26%	
Cañón o Término del Talud	89,654 ha	7%	Bajo	218,039 ha	18%	
Planicie	1'019,300 ha	83%	Muy Bajo	386,668 ha	31%	
GEOMORFOLOGÍA			SEDIMENTOLOGÍA			
Dorsal	698,603 ha	57%	Arena	28 ha	0%	
Plataforma continental	1,111 ha	0%	Arena-Limo	23,789 ha	2%	
Talud continental	528,290 ha	43%	Lodo	1'204,187 ha	98%	
ZONIFICACIÓN POR PROFUNDIDAD			FLUJO DE NUTRIENTES (CARBONO) (A partir de los 500 m de profundidad)			
Plataforma continental (de 0 a - 200 m)	3,112 ha	0%	Bajo 0 a 0.5 mmol C m ⁻² d ⁻¹	-	-	
Batial superior (de - 200 a - 800 m)	85,024 ha	7%	Medio 0.5 a 2.5 mmol C m ⁻² d ⁻¹	-	-	
Batial inferior (de - 800 a - 2,000 m)	754,665 ha	62%	Alto 2.5 a 10 mmol C m ⁻² d ⁻¹	-	-	
Abisal superior (de - 2,000 a - 3,500 m)	384,291 ha	31%	No Determinado:	1,228,004 ha	100%	
Abisal inferior (de - 3,500 a - 6,500 m)	913 ha	0%	COSTOS PARA EL ANÁLISIS MARXAN			
Hadal (>6500 m)	-	-				

ELEMENTOS DEL RELIEVE		Superficie con posible presencia nódulos polimetálicos	-	-
Montañas Submarinas Verificadas:	1	Promedio de clorofila superficial representando posible intensidad de pesquerías	0.84 mg/m ³	Alto
Montañas Submarinas No Verificadas:	3	Índice de intensidad de tránsito de embarcaciones	1.47	Muy bajo
Cañones y valles en dorsal			7,363 ha	1%
Cañones y valles en talud continental			8,527 ha	1%
ESTRATOS DE PLANIFICACIÓN UTILIZADOS PARA EL ANÁLISIS MARXAN				
Plataforma de Cortés-Talud y depresiones del Golfo de California Batial Superior			38,512 ha	5%
Talud y depresiones del Golfo de California Batial Inferior			511,698 ha	60%
Talud y depresiones del Golfo de California Abisal Superior e Inferior			291,126 ha	35%

Polígono: Archipiélago Espíritu Santo Profundo			Superficie Total:		Clave: 6
Polígono GAP Marino: Isla Espíritu Santo y Talud Continental			93,424.63 ha		
BATIMETRÍA			TIPO DE SEDIMENTOS PRESENTES		
Profundidad Máxima	-892 m		Fondos Duros	-	-
Profundidad Mínima	-200 m		Fondos Suaves	93,148 ha	100%
Profundidad Promedio	-510 m		No Determinados	277 ha	0%
ÍNDICE DE POSICIÓN TOPOGRÁFICA			ÍNDICE DE RUGOSIDAD TOPOGRÁFICA		
Cordillera o Inicio del Talud	-	-	Alto	14,139 ha	15%
Talud	1,011 ha	1%	Medio	11,147 ha	12%
Cañón o Término del Talud	11,447 ha	12%	Bajo	29,689 ha	32%
Planicie	80,966 ha	87%	Muy Bajo	38,449 ha	41%
GEOMORFOLOGÍA			SEDIMENTOLOGÍA		
Plataforma continental	752 ha	1%	Arena-Limo	4,284 ha	5%
Talud continental	92,673 ha	99%	Lodo	89,140 ha	95%

ZONIFICACIÓN POR PROFUNDIDAD			FLUJO DE NUTRIENTES (CARBONO) (A partir de los 500 m de profundidad)		
Plataforma continental (de 0 a - 200 m)	1,553 ha	2%	Bajo 0 a 0.5 mmol C m ⁻² d ⁻¹	-	-
Batial superior (de - 200 a - 800 m)	84,688 ha	90%	Medio 0.5 a 2.5 mmol C m ⁻² d ⁻¹	-	-
Batial inferior (de - 800 a - 2,000 m)	7,184 ha	8%	Alto 2.5 a 10 mmol C m ⁻² d ⁻¹	-	-
Abisal superior (de - 2,000 a - 3,500 m)	-	-	No Determinado:	93,425 ha	100%
Abisal inferior (de - 3,500 a - 6,500 m)	-	-	COSTOS PARA EL ANÁLISIS MARXAN		
Hadal (>6500 m)	-	-			
ELEMENTOS DEL RELIEVE			Superficie con posible presencia nódulos polimetálicos	-	-
Montañas Submarinas Verificadas:		-	Promedio de clorofila superficial representando posible intensidad de pesquerías	0.78 mg/m ³	Alto
Montañas Submarinas No Verificadas:		-	Índice de intensidad de tránsito de embarcaciones	2.10	Muy bajo
Cañones y valles en talud continental				16,728 ha	18%
ESTRATOS DE PLANIFICACIÓN UTILIZADOS PARA EL ANÁLISIS MARXAN					
Plataforma de Cortés-Talud y depresiones del Golfo de California Batial Superior				25,329 ha	46%
Talud y depresiones del Golfo de California Batial Inferior				29,647 ha	54%

Polígono: Cañón Submarino de Cabo Pulmo y Monte Submarino Cabrillo			Superficie Total:			Clave: 7
Polígono GAP Marino: Cabo Pulmo y Cañón Submarino			1'365,231.12 ha			
BATIMETRÍA			TIPO DE SEDIMENTOS PRESENTES			
Profundidad Máxima	-3,956 m		Fondos Duros	352,418 ha	26%	
Profundidad Mínima	-214 m		Fondos Suaves	1,010,228 ha	74%	
Profundidad Promedio	-2,526 m		No Determinados	4,128 ha	0%	
ÍNDICE DE POSICIÓN TOPOGRÁFICA			ÍNDICE DE RUGOSIDAD TOPOGRÁFICA			
Inicio del Talud o Cordillera	103,175 ha	7%	Alto	152,677 ha	11%	
Talud	134,588 ha	10%	Medio	137,721 ha	10%	
Cañón o Término del Talud	131,249 ha	10%	Bajo	235,450 ha	17%	
Planicie	996,220 ha	73%	Muy Bajo	839,383 ha	62%	
GEOMORFOLOGÍA			SEDIMENTOLOGÍA			
Cresta	92,125 ha	6%	Arcilla	444,249 ha	33%	
Dorsal	817,069 ha	60%	Arena-Limo	12,727 ha	1%	
Pie del continente	284,202 ha	21%	Lodo	908,255 ha	66%	
Plataforma continental	536 ha	0%				
Talud continental	171,298 ha	13%				
ZONIFICACIÓN POR PROFUNDIDAD			FLUJO DE NUTRIENTES (CARBONO) (A partir de los 500 m de profundidad)			
Plataforma continental (de 0 a - 200 m)	1,668 ha	0%	Bajo 0 a 0.5 mmol C m ⁻² d ⁻¹	-	-	
Batial superior (de - 200 a - 800 m)	12,808 ha	1%	Medio 0.5 a 2.5 mmol C m ⁻² d ⁻¹	-	-	
Batial inferior (de - 800 a - 2,000 m)	180,691 ha	13%	Alto 2.5 a 10 mmol C m ⁻² d ⁻¹	1,110,553 ha	81%	
Abisal superior (de - 2,000 a - 3,500 m)	1,161,161 ha	85%	No Determinado:	254,678 ha	19%	
Abisal inferior	8,902 ha	1%	COSTOS PARA EL ANÁLISIS MARXAN			

(de - 3,500 a - 6,500 m)				
Hadal (>6500 m)	-	-		
ELEMENTOS DEL RELIEVE			Superficie con posible presencia nódulos polimetálicos	1,365,231 ha 100%
Montañas Submarinas Verificadas:	2	Promedio de clorofila superficial representando posible intensidad de pesquerías	0.38 mg/m ³	Medio
Montañas Submarinas No Verificadas:	1	Índice de intensidad de tránsito de embarcaciones	2.08	Muy bajo
Crestas			92,125 ha	7%
ESTRATOS DE PLANIFICACIÓN UTILIZADOS PARA EL ANÁLISIS MARXAN				
Plataforma de Cortés-Talud y depresiones del Golfo de California Batial Superior			1,973 ha	0%
Dorsal del Pacífico Oriental Batial Superior e Inferior			46,972 ha	9%
Talud y depresiones del Golfo de California Batial Inferior			19,960 ha	4%
Planicies y Montañas marinas del Golfo de California Abisal Superior			214,480 ha	41%
Talud y depresiones del Golfo de California Abisal Superior e Inferior			242,464 ha	46%

Polígono: Islas Marías Profundo			Superficie Total:		Clave: 8
Polígono GAP Marino: Islas Marías y Talud Continental			1,795,632.65 ha		
BATIMETRÍA			TIPO DE SEDIMENTOS PRESENTES		
Profundidad Máxima	-4,446 m		Fondos Duros	86,236 ha	5%
Profundidad Mínima	-212 m		Fondos Suaves	1,706,272 ha	95%
Profundidad Promedio	-2,309 m		No Determinados	3,335 ha	0%
ÍNDICE DE POSICIÓN TOPOGRÁFICA			ÍNDICE DE RUGOSIDAD TOPOGRÁFICA		
Cordillera o Inicio del Talud	52,557.93 ha	3%	Alto	241,758 ha	13%
Talud	36,688.77 ha	2%	Medio	603,746 ha	34%
Cañón o Término del Talud	26,430.03 ha	1%	Bajo	435,306 ha	24%

Planicie	1,679,955.93 ha	94%	Muy Bajo	515,009 ha	29%
GEOMORFOLOGÍA			SEDIMENTOLOGÍA		
Cresta	28,978 ha	1%	Arcilla	47,782 ha	3%
Dorsal	962,753 ha	54%	Lodo	1'747,851 ha	97%
Talud continental	736,960 ha	41%			
Trinchera	66,941 ha	4%			
ZONIFICACIÓN POR PROFUNDIDAD			FLUJO DE NUTRIENTES (CARBONO) (A partir de los 500 m de profundidad)		
Plataforma continental (de 0 a - 200 m)	-	-	Bajo 0 a 0.5 mmol C m ⁻² d ⁻¹	-	-
Batial superior (de - 200 a - 800 m)	82,955 ha	5%	Medio 0.5 a 2.5 mmol C m ⁻² d ⁻¹	-	-
Batial inferior (de - 800 a - 2,000 m)	582,912 ha	32%	Alto 2.5 a 10 mmol C m ⁻² d ⁻¹	1,795,633 ha	100%
Abisal superior (de - 2,000 a - 3,500 m)	1,028,872 ha	57%	No Determinado:	-	-
Abisal inferior (de - 3,500 a - 6,500 m)	100,893 ha	6%	COSTOS PARA EL ANÁLISIS MARXAN		
Hadal (>6500 m)	-	-			
ELEMENTOS DEL RELIEVE			Superficie con posible presencia nódulos polimetálicos	1,342,765 ha	75%
Montañas Submarinas Verificadas:		-	Promedio de clorofila superficial representando posible intensidad de pesquerías	0.39 mg/m ³	Medio
Montañas Submarinas No Verificadas:		3	Índice de intensidad de tránsito de embarcaciones	2.00	Muy bajo
Crestas			28,978 ha		2%
ESTRATOS DE PLANIFICACIÓN UTILIZADOS PARA EL ANÁLISIS MARXAN					

Plataforma de Cortés-Talud y depresiones del Golfo de California Batial Superior	59,376 ha	5%
Planicies y Montañas marinas del Golfo de California Batial Superior e Inferior	2,292 ha	0%
Talud y depresiones del Golfo de California Batial Inferior	510,983 ha	40%
Planicies y Montañas marinas del Golfo de California Abisal Superior	474,187 ha	37%
Planicie y Montañas marinas del Pacífico Transicional Mexicano Abisal Superior	23,187 ha	2%
Talud y depresiones del Golfo de California Abisal Superior e Inferior	141,252 ha	11%
Trinchera Mesoamericana Abisal Inferior	41,013 ha	3%
Planicies y Montañas marinas del Golfo de California Abisal Inferior	27,568 ha	2%
Planicie y Montañas marinas del Pacífico Transicional Mexicano Abisal Inferior	9752 ha	0%

Polígono: Cañón Submarino de Banderas			Superficie Total:			Clave: 9		
Polígono GAP Marino: Chacalá - Bahía de Banderas			933,363.79 ha					
BATIMETRÍA			TIPO DE SEDIMENTOS PRESENTES					
Profundidad Máxima	-4,947 m		Fondos Duros	-				
Profundidad Mínima	-200 m		Fondos Suaves	921,558 ha	99%			
Profundidad Promedio	-2,618 m		No Determinados	11,805 ha	1%			
ÍNDICE DE POSICIÓN TOPOGRÁFICA			ÍNDICE DE RUGOSIDAD TOPOGRÁFICA					
Cordillera o Inicio del Talud	84,926 ha	9%	Alto	259,077 ha	28%			
Talud	136,171 ha	15%	Medio	205,903 ha	22%			
Cañón o Término del Talud	151,498 ha	16%	Bajo	57,185 ha	6%			
Planicie	560,768 ha	60%	Muy Bajo	411,198 ha	44%			
GEOMORFOLOGÍA			SEDIMENTOLOGÍA					
Isla	1,234 ha	0%	Arena	72,547 ha	8%			
Plataforma continental	25,908 ha	3%	Arena-Lodo	555,444 ha	59%			
Talud continental	583,405 ha	62%	Lodo	305,373 ha	33%			
Trinchera	322,818 ha	35%						
ZONIFICACIÓN POR PROFUNDIDAD			FLUJO DE NUTRIENTES (CARBONO) (A partir de los 500 m de profundidad)					
Plataforma continental (de 0 a - 200 m)	13,287 ha	1%	Bajo	-				

			0 a 0.5 mmol C m ⁻² d ⁻¹		
Batial superior (de - 200 a - 800 m)	56,608 ha	6%	Medio 0.5 a 2.5 mmol C m ⁻² d ⁻¹	-	-
Batial inferior (de - 800 a - 2,000 m)	204,273 ha	22%	Alto 2.5 a 10 mmol C m ⁻² d ⁻¹	933,364 ha	100%
Abisal superior (de - 2,000 a - 3,500 m)	437,484 ha	47%	No Determinado:	-	-
Abisal inferior (de - 3,500 a - 6,500 m)	221,718 ha	24%	COSTOS PARA EL ANÁLISIS MARXAN		
Hadal (>6500 m)	-	-			
ELEMENTOS DEL RELIEVE			Superficie con posible presencia nódulos polimetálicos	61,903 ha	7%
Montañas Submarinas Verificadas:		-	Promedio de clorofila superficial representando posible intensidad de pesquerías	0.92 mg/m ³	Alto
Montañas Submarinas No Verificadas:		-	Índice de intensidad de tránsito de embarcaciones	7.49	Muy bajo
Cañones y valles en talud continental			32,274. ha		3%
Cañones y valles en trinchera			2,014 ha		0%
ESTRATOS DE PLANIFICACIÓN UTILIZADOS PARA EL ANÁLISIS MARXAN					
Plataforma de Cortés-Talud y depresiones del Golfo de California Batial Superior			15,563 ha		3%
Plataforma-Talud del Pacífico Transicional Mexicano Batial Superior			2,334 ha		0%
Talud y depresiones del Golfo de California Batial Inferior			2,037 ha		0%
Plataforma-Talud del Pacífico Transicional Mexicano Batial Inferior			54,621 ha		10%
Trinchera Mesoamericana Abisal Superior			163,245 ha		31%
Talud del Pacífico Transicional Mexicano Abisal Superior			161,274 ha		31%
Talud y depresiones del Golfo de California Abisal Superior e Inferior			164 ha		0%
Trinchera Mesoamericana Abisal Inferior			103,400 ha		20%
Planicie y Montañas marinas del Pacífico Transicional Mexicano Abisal Inferior			19,528 ha		4%

ANEXO 3. FAUNA RBZMP GOLFO DE CALIFORNIA

Tabla 1. Especies de invertebrados de mar profundo registradas para el Mar de Cortés y Pacífico Mexicano (Tomado de Escobar-Briones y Soto, 1993).

Phylum	Orden	Familia	Especie
Cnidaria			<i>Antipathes lentipinna</i>
Vestimentifera			<i>Riftia pachyptila</i>
Mollusca		Vesicomidae	<i>Calyptogena pacifica</i>
			<i>Vesicomya gigas</i>
			<i>Idasola sp.</i>
		Nuculanidae	<i>Nuculana sp.</i>
Polychaeta		Alvinellidae	<i>Paralvinella grasslei</i>
		Ampharetidae	<i>Amphisamytha galapagensis</i>
			<i>Cossura sp.</i>
			<i>Exallopus jumarsi</i>
		Cossuridae	<i>Ophryotrocha akessoni</i>
		Dorvilleidae	<i>Ophryotrocha platykephale</i>
			<i>Euphrosine rosácea</i>
			<i>Glycera profundí</i>
		Euphrosinidae	<i>Nereimyra alvinae</i>
		Glyceridae	<i>Orseis grasslei</i>
			<i>Ceratocephale pacifica</i>
		Hesionidae	<i>Nereis sandersi</i>
			<i>Bathykurila guaymasensis</i>
		Nereidae	<i>Branchinotogluma grasslei</i>
			<i>Branchinotogluma sandersi</i>
<i>Branchinotogluma sp.</i>			
<i>Branchiplicatus cupreus</i>			
<i>Lepidonotopodium williamsae</i>			
Polynoidae	<i>Macellicephaloides alvini</i>		
	<i>Neoleanira racemosa</i>		
Sigalionidae	<i>Lindaspio dibranchiata</i>		
	<i>Spiophanes sp.</i>		
Crustacea	Halocyprida	Halocypridae	<i>Bathyconchoecia paulula</i>
			<i>Bathyconchoecia deevayae</i>
			<i>Bathyconchoecia sp.</i>
	Amphipoda	Lysianassidae	<i>Andaniexis sp.</i>
			<i>Halice sp.</i>
			<i>Megalanceola sp.</i>
			<i>Orchomene sp.</i>
			<i>Tectoalopsis fusilus</i>

Phylum	Orden	Familia	Especie
	Stomatopoda	Squillidae	<i>Schmittius politus</i> <i>Squilla biformis</i> <i>Squilla hancocki</i>
	Decapoda	Pandalidae	<i>Heterocarpus vicarius</i>
	Infraorden Caridea		
	Infraorden Anomura	Galathelidae	<i>Munidopsis alvisca</i> <i>Pleuroncodes monodon</i>
	Infraorden Brachyura	Lithodidae	<i>Neolithodes diomedae</i>
		Axiidae	<i>Calocaris sp.</i>

Tabla 2. Especies de macroinvertebrados de aguas profundas registradas para el Golfo de California (Tomado de Aburto-Oropeza *et al.* 2010).

Orden	Familia	Especie	Profundidad (m)
Porifera		<i>Acanthascus sp.</i>	180-400
		<i>Farrea sp.</i>	180-400
		Clase Hexactinellida sp.	200-400
Cnidaria	Hidrozoa	Suborden conica sp. 1	200-300
		Suborden conica sp. 2	200-300
		<i>Tubularia sp.</i>	80-160
	Octocorallia	<i>Anthomastus sp.</i>	200-400
		<i>Paragorgia sp.</i>	170-400
		<i>Eugorgia n sp.</i>	60-120
		<i>Leptogorgia n sp.</i>	60-140
		<i>Leptogorgia chilensis</i>	60-120
		<i>Pacifigorgia gracilis</i>	20-60
		<i>Pacifigorgia n sp.2</i>	50-70
		<i>Muricea fruticosa</i>	20-100
		<i>Muricea n sp.3</i>	60-150
		<i>Heterogorgia verrucosa</i>	50-80
		<i>Psammogorgia teres</i>	50-100
		<i>Ellisella limbaughi</i>	60-150
		<i>Cavernullia sp.</i>	60
		<i>Ptilosarcus sp.</i>	100
		<i>Virgularia sp.</i>	60-100
		Orden Pennatulacea sp.	100
Hexacorallia	<i>cf. Antiparactis sp.</i>	60-120	
	<i>Epizoanthus sp.</i>	50-100	

Orden	Familia	Especie	Profundidad (m)
Annelida	Polychaeta	Familia Dendrophyllidae sp.1	150-300
		Familia Dendrophyllidae sp.2	150-300
		Familia Dendrophyllidae sp.3	150-300
		<i>Antipathes galapagensis</i>	50-120
		<i>Myriopathes cf. ulex</i>	50-150
		<i>Chloeia sp.</i>	200
		<i>Paleonotus sp.</i>	200
		<i>Eunice vittata</i>	200
		Familia Nereididae sp.	200
		<i>Aricia pacifica</i>	200
		<i>Eulalia bilineata</i>	200
		Subfamilia Harmothoinae sp.	200
		<i>Syllis armillaris</i>	200
		<i>Loimia medusa</i>	200
		<i>Eupolymnia sp.</i>	200
<i>Thelepus sp.</i>	200		
<i>Pista sp.</i>	200		
<i>Thelepodinae sp.</i>	200		
Mollusca	Gastropoda	<i>Hexaples sp.</i>	60
		<i>Hytissa hyotis</i>	50-100
		<i>Megathura crenulata</i>	150-200
		<i>Neosimnia cf. barbarensis</i>	100
		Orden Opisthobranchia sp.1	100
Crustacea	Cephalopoda	<i>Octopus rubescens</i>	50-150
	Caridea	<i>Sandyella ttricornutta</i>	50-100
		Subfamilia Pontoniinae n sp.1	60-140
		Subfamilia Pontoniinae n sp.2	60-140
	Anomura	<i>Alpheus bellimanus</i>	100
		<i>Munida mexicana</i>	100-120
	Brachyura	Familia Galatheididae sp.	50-200
		<i>Maiopsis panamensis</i>	60-300
		<i>Stenorhynchus sp.</i>	50-200
		<i>Stenorhynchus debilis</i>	100
		<i>Quadrella nítida</i>	50-100
	Cirripedia	<i>Oxynaspis cf. rossi</i>	50-150
Echinodermata	Asteroidea	<i>Amphiaster insignis</i>	20-190
		<i>Astropecten ornatissimus</i>	190-295
		<i>Henricia sp.</i>	190
		<i>Henricia clarkii</i>	190-200

Orden	Familia	Especie	Profundidad (m)
		<i>Henricia nana</i>	170-200
		<i>Luidia ludwigi</i>	190
		<i>Luidia phragma</i>	190
		<i>Narcissia gracilis</i>	75-190
		<i>Coronaster marchenus</i>	75-190
		<i>Tethyaster canaliculatus</i>	295
	Ophiuroidea	<i>Astrodictyum panamense</i>	60
		<i>Astrocaneum spinosum</i>	190
		<i>Ophiacantha sp.</i>	170-180
		<i>Ophiacantha sp.1</i>	170
		<i>Ophiacantha sp.2</i>	170
		<i>Ophiacantha n sp.</i>	190
		<i>Ophiactis sp.</i>	200
		<i>Ophiolephis crassa</i>	190
		<i>Ophiostigma sp.1</i>	200
		<i>Ophiostigma sp.2</i>	170
		<i>Ophiothela mirabilis</i>	75-170
	Echinoidea	<i>Ophiothrix galapagensis</i>	100-170
		Orden Ophiurida n sp.	170-200
	Holothuroidea	<i>Hesperocidaris perplexa</i>	190-295
		<i>Metalia espatangus</i>	190
		Orden Aspidochirotida	190
		<i>Holothuria zaca</i>	100-190

Tabla 3. Especies de peces registradas para el Golfo de California (Tomado de Aburto-Oropeza *et al.* 2010).

Orden	Familia	Especie	Profundidad (m)
Anguliformes	Congridae	<i>Ariosoma gilberti</i>	100
		<i>Paraconger californiensis</i>	70
	Ophichthidae	<i>Bascanichthys cylindricus</i>	120
		<i>Pisodonophis daspilotus</i>	150
		<i>Quassiremus notochir</i>	50-80
Aulopiformes	Synodontidae	<i>Synodus evermanni</i>	90-180
Carcharhiniformes	Carcharhinidae	<i>Carcharinus limbatus</i>	10-15
	Scylirhinidae	<i>Cephaloscyllium ventricosum</i>	100-200
Gadiformes	Moridae	<i>Physiculus rastrelliger</i>	100-200
Lamniformes	Alopiidae	<i>Alopias sp.</i>	10-15

Orden	Familia	Especie	Profundidad (m)
Lophiiformes	Anntennaridae	<i>Antennarus avalonis</i>	100-200
	Lophiidae	<i>Lophiodes caularis</i>	100-200
		<i>Lophiodes spilurus</i>	100-200
Ophidiiformes	Ophidiidae	Ophidiidae n sp.	120-200
Perciformes	Apogonidae	<i>Apogon pacificus</i>	50-90
	Callinimidae	<i>Synchiropus atrilabiatus</i>	100-150
	Carangidae	<i>Caranx caballus</i>	100
		<i>Seriola rivoliana</i>	30-200
	Chaetodontidae	<i>Prognathodes falcifer</i>	50-200
	Embiotocidae	<i>Zalembius rosaceus</i>	90-150
	Labridae	<i>Decodon melasma</i>	80-220
		<i>Halichoeres raisneri</i>	80-120
		<i>Semicossyphus pulcher</i>	50-150
	Lutjanidae	<i>Hoplopagrus guentheri</i>	100
		<i>Lutjanus argentriventris</i>	10-90
		<i>Lutjanus guttatus</i>	100-120
		<i>Lutjanus peru</i>	40-80
	Malacanthidae	<i>Caulolatilus affinis</i>	80-150
	Mullidae	<i>Mulloidichthys dentatus</i>	5-110
	Muraenidae	<i>Muraena argus</i>	80-120
	Ophistognathidae	<i>Ophistognathidae n sp.</i>	100
	Pomacentridae	<i>Chromis limbaughi</i>	120
	Priacanthidae	<i>Pristigenys serrula</i>	120-250
	Serranidae	<i>Diplectrum sp.</i>	50-120
		<i>Epinephelus niphobles</i>	100-250
		<i>Hemanthias signifer</i>	150-210
		<i>Liopropoma multifasciatum</i>	20-100
		<i>Mycteroperca Jordani</i>	100
		<i>Mycteroperca prionura</i>	20-90
		<i>Mycteroperca rosácea</i>	5-100
		<i>Palabrax auroguttatus</i>	30-120
<i>Paranthias colonus</i>		5-120	
<i>Pronotogrammus multifasciatus</i>		100-250	
Pleuronectiformes	Paralichthyidae	<i>Cyclopsetta panamensis</i>	120
		<i>Syacium ovale</i>	90
Rajiformes	Myliobatidae	<i>Mobula sp.</i>	220
	Narcinae	<i>Diplobatis ommata</i>	100-150
	Rajidae	<i>Raja inornata</i>	180
	Rhinobatidae	<i>Zapteryx exasperata</i>	30-200
	Urobatidae	<i>Urobatis concentricus</i>	5-120

Orden	Familia	Especie	Profundidad (m)
Scorpaeniformes	Scorpaenidae	<i>Urobatis maculatus</i>	90
		<i>Pontinus clemensi</i>	250
		<i>Pontinus furcirhinus</i>	80-250
		<i>Scorpaena histrio</i>	80-200
		<i>Scorpaena mystes</i>	5-100
	Triglidae	<i>Bellator xenisma</i>	100-150

Tabla 4. Especies registradas en alguna de las categorías de protección para el sitio y/o su zona de influencia Grandes islas Del Golfo de California correspondiente al polígono Isla Angel de la Guarda, San Lorenzo y San Pedro Mártir de la RBZMP Golfo de California (Tomado de CONABIO *et al.* 2007).

Grupo	Familia/Género y especie /Nombre común/Categoría NOM-059-SEMARNAT-2010 /Categoría UICN Red List
Invertebrados	Pteriidae / Pinctada mazatlanica /Concha nácar o madre perla /Sujeta a protección especial
	Stichopodidae / Istichopus fuscus / Pepino de mar / Sujeta a protección especial
Peces	Cetorhinidae / Cetorhinus maximus / Tiburón peregrino / Amenazada / EN A1ad ver 2.3 (1994)
	Pomacanthidae /Holacanthus passer /Angel Rey /Sujeta a protección especial
	Pomacanthidae /Pomacanthus zonipectus / Angel Cortés / Sujeta a protección especial
	Pomacentridae /Chromis limbaughi /Damisela azul y amarillo o castañeta mexicana /Sujeta a protección especial. Endémica
	Rhiniodontidae / Rhincodon typus /Tiburón ballena / Amenazada / VU A1bd+2d ver 2.3 (1994)
	Sciaenidae / Totoaba macdonaldi /Totoaba /En peligro de extinción. Endémica /CR A1abce+2bce, B1+2ce+3ad ver 2.3 (1994)
	Serranidae /Mycteroperca prionura / Garropa aserrada /VU A1d+2d ver 2.3 (1994)
	Serranidae /Mycteroperca rosacea / Cabrilla Rosa /VU A1d+2d ver 2.3 (1994)
	Sphyrnidae /Sphyrna lewini /Tiburón martillo /LR/nt ver 2.3 (1994)
	Squatina /Squatina californica /Angelote /LR/nt ver 2.3 (1994)
Syngnathidae /Hippocampus ingens / Caballito del Pacífico /Sujeta a protección especial /VU A4cd ver 3.1 (2001)	
Mamíferos	Balaenopteridae /Balaenoptera acutorostrata /Ballena minke, ballena menor /Sujeta a protección especial /LR/nt ver 2.3 (1994)
	Balaenopteridae /Balaenoptera edeni /Ballena de bryde o rorcual tropical /Sujeta a protección especial /DD ver 2.3 (1994)
	Balaenopteridae /Balaenoptera musculus /Ballena azul /Sujeta a protección especial /EN A1abd ver 2.3 (1994)
	Balaenopteridae /Balaenoptera physalus /Rorcual común, ballena de aleta /Sujeta a protección

Grupo	Familia/Género y especie /Nombre común/Categoría NOM-059-SEMARNAT-2010 /Categoría IUCN Red List
	especial /EN A1abd ver 2.3 (1994)
	Delphinidae / Delphinus capensis /Delfín común de rostro largo /Sujeta a protección especial
	Delphinidae /Delphinus delphis /Delfín común de rostro corto /Sujeta a protección Especial
	Delphinidae /Tursiops truncatus /Delfín nariz de botella o tursión o tonina /Sujeta a protección especial /DD ver 2.3 (1994)
	Delphinidae / Orcinus orca /Orca /Sujeta a protección especial /LR/cd ver 2.3 (1994)
	Eschrichtidae /Eschrichtius robustus /Ballena gris/Sujeta a protección especial /LR/cd ver 2.3 (1994)
	Physeteridae /Physeter macrocephalus / Cachalote /Sujeta a protección especial /VU A1bd ver 2.3 (1994)

Tabla 5. Especies registradas en alguna de las categorías de protección para el sitio y/o su zona de influencia del Corredor Pesquero Estero Tobarí–Bahía Santa María correspondiente al polígono Cañón de San Ignacio de la RBZMP Golfo de California (Tomado de CONABIO *et al.* 2007).

Grupo	Familia / Género y especie / Nombre común /Categoría NOM-059-SEMARNAT-2010 /Categoría IUCN Red List
Peces	Pomacanthidae /Pomacanthus zonipectus /Ángel Cortés /Sujeta a protección especial
	Sciaenidae /Totoaba macdonaldi /Totoaba /En peligro de extinción. Endémica /CR A1abce+2bce,B1+2ce+3ad
	Syngnathidae /Hippocampus ingens /Caballito del Pacífico /Sujeta a protección especial /VU A4cd ver 3.1 (2001)
Mamíferos	Delphinidae /Delphinus delphis /Delfín común de rostro corto /Sujeta a protección especial
	Delphinidae / Stenella longirostris /Delfín tornillo /Sujeta a protección especial LR/cd ver 2.3 (1994)
	Delphinidae /Tursiops truncatus /Delfín nariz de botella o tursión o tonina /Sujeta a protección especial /DD ver 2.3 (1994)
	Eschrichtidae / Eschrichtius robustus / Ballena gris /Sujeta a protección especial /LR/cd ver 2.3 (1994)

Tabla 6. Especies registradas en alguna de las categorías de protección para el sitio y/o su zona de influencia de Isla Espíritu Santo y Talud Continental correspondiente al polígono Archipiélago Espíritu Santo Profundo de la RBZMP Golfo de California (Tomado de CONABIO *et al.* 2007).

Grupo	Familia /Género y especie /Nombre común /Categoría NOM-059- SEMARNAT-2010 /Categoría IUCN Red List
Peces	Pomacanthidae /Holacanthus passer /Ángel rey /Sujeta a protección especial
	Pomacanthidae /Pomacanthus zonipectus /Ángel Cortés /Sujeta a protección especial
Mamíferos	Balaenopteridae /Balaenoptera borealis /Ballena sei /Sujeta a protección especial /EN A1abd ver 2.3 (1994)
	Balaenopteridae /Balaenoptera musculus /Ballena azul /Sujeta a protección especial /EN A1abd ver 2.3 (1994)
	Balaenopteridae /Balaenoptera physalus /Rorcual común, ballena de aleta /Sujeta a protección especial /EN A1abd ver 2.3 (1994)
	Delphinidae /Orcinus orca /Orca /Sujeta a protección especial /LR/cd ver 2.3 (1994)
	Eschrichtidae /Eschrichtius robustus /Ballena gris /Sujeta a protección especial /LR/cd ver 2.3 (1994)
	Kogiidae /Kogia simus /Cachalote enano /Sujeta a protección especial
	Otariidae /Arctocephalus townsendi /Foca de Guadalupe /En peligro de extinción. Endémica /VU D2 ver 2.3 (1994)
	Otariidae /Zalophus californianus /Lobo marino californiano /Sujeta a protección especial
	Phocidae /Mirounga angustirostris /Elefante marino /Amenazada
	Phocidae /Phoca vitulina /Foca común /Sujeta a protección especial
	Physeteridae /Physeter macrocephalus /Cachalote /Sujeta a protección especial /VU A1bd ver 2.3 (1994)

Tabla 7. Especies registradas en alguna de las categorías de protección para el sitio y/o su zona de influencia Cabo Pulmo y Cañón Submarino correspondiente al polígono Cañón Submarino de Cabo Pulmo y Monte Submarino Cabrillo de la RBZMP Golfo de California (Tomado de CONABIO *et al.* 2007).

Grupo	Familia /Género y especie /Nombre común /Categoría NOM-059-SEMARNAT-2010 /Categoría IUCN Red List
Mamíferos	Balaenopteridae /Megaptera novaeangliae /Ballena jorobada /Sujeta a protección especial /VU A1ad ver 2.3 (1994)
	Otariidae /Zalophus californianus /Lobo marino californiano /Sujeta a protección especial
	Phocidae /Phoca vitulina /Foca común /Sujeta a protección especial
	Ziphiidae /Berardius bairdii /Zifido de baird /Sujeta a protección especial /LR/cd ver 2.3 (1994)

Tabla 8. Especies registradas en alguna de las categorías de protección para el sitio y/o su zona de influencia Islas Marías y Talud continental correspondiente al polígono Islas Marías Profundo de la RBZMP Golfo de California (Tomado de CONABIO *et al.* 2007).

Grupo	Familia /Género y especie /Nombre común /Categoría NOM-059-SEMARNAT-2010 /Categoría IUCN Red List
Peces	Pomacentridae / <i>Chromis limbaughi</i> /Damisela azul y amarillo o castañeta mexicana /Sujeta a protección especial. Endémica
	Pomacanthidae / <i>Holacanthus passer</i> /Angel rey /Sujeta a protección especial
	Pomacanthidae / <i>Pomacanthus zonipectus</i> /Ángel Cortés /Sujeta a protección especial
	Rhinodontidae / <i>Rhincodon typus</i> /Tiburón ballena /Amenazada /VU A1bd+2d ver 2.3 (1994)
	Syngnathidae / <i>Hippocampus ingens</i> /Caballito del Pacífico /Sujeta a protección especial /VU A4cd ver 3.1 (2001)
Mamíferos	Balaenopteridae / <i>Balaenoptera edeni</i> /Ballena de bryde o rorcual tropical /Sujeta a protección especial /DD ver 2.3 (1994)
	Balaenopteridae / <i>Megaptera novaeangliae</i> /Ballena jorobada /Sujeta a protección especial /VU A1ad ver 2.3 (1994)
	Delphinidae / <i>Feresa attenuata</i> /Orca pigmea /Sujeta a protección especial /DD ver 2.3 (1994)
	Delphinidae / <i>Grampus griseus</i> /Delfín de risso, delfín chato /Sujeta a protección especial /DD ver 2.3 (1994)
	Delphinidae / <i>Orcinus orca</i> /Orca /Sujeta a protección especial /LR/cd ver 2.3 (1994)
	Delphinidae / <i>Pseudorca crassidens</i> /Orca falsa /Sujeta a protección especial
	Delphinidae / <i>Stenella attenuata</i> /Delfín manchado pantropical, delfín moteado /Sujeta a protección especial /LR/cd ver 2.3 (1994)
	Delphinidae / <i>Stenella longirostris</i> /Delfín tornillo /Sujeta a protección especial /LR/cd ver 2.3 (1994)
	Delphinidae / <i>Steno bredanensis</i> /Delfín de dientes rugosos /Sujeta a protección especial /DD ver 2.3 (1994)
	Delphinidae / <i>Tursiops truncatus</i> /Delfín nariz de botella o tursión o tonina /Sujeta a protección especial /DD ver 2.3 (1994)
	Eschrichtidae / <i>Eschrichtius robustus</i> /Ballena gris /Sujeta a protección especial LR/cd ver 2.3 (1994)

Tabla 9. Especies registradas en alguna de las categorías de protección para el sitio y/o su zona de influencia Chacalá - Bahía de Banderas correspondiente al polígono Cañón Submarino de Banderas de la RBZMP Golfo de California (Tomado de CONABIO *et al.* 2007).

Grupo	Familia /Género y especie /Nombre común /Categoría NOM-059-SEMARNAT-2010 /Categoría IUCN Red List
Mamíferos	Balaenopteridae /Megaptera novaeangliae /Ballena jorobada /Sujeta a protección especial /VU A1ad ver 2.3 (1994)
	Delphinidae /Orcinus orca /Orca /Sujeta a protección especial /LR/cd ver 2.3 (1994)
	Delphinidae /Pseudorca crassidens /Orca falsa /Sujeta a protección especial
	Delphinidae /Stenella attenuata /Delfín manchado pantropical, delfín moteado /Sujeta a protección especial /LR/cd ver 2.3 (1994)
	Delphinidae /Stenella coeruleoalba /Delfín listado /Sujeta a protección especial /LR/cd ver 2.3 (1994)
	Delphinidae /Stenella longirostris /Delfín tornillo /Sujeta a protección especial /LR/cd ver 2.3 (1994)
	Delphinidae /Steno bredanensis /Delfín de dientes rugosos /Sujeta a protección especial /DD ver 2.3 (1994)
	Delphinidae /Tursiops truncatus /Delfín nariz de botella o tursión o tonina /Sujeta a protección especial /DD ver 2.3 (1994)
	Kogiidae /Kogia simus /Cachalote enano /Sujeta a protección especial
	Ziphiidae /Mesoplodon densirostris /Mesoplodonte o ballena picuda de blainville /Sujeta a protección especial
	Ziphiidae /Mesoplodon peruvianus /Mesoplodonte pigmeo, ballena picuda peruana Sujeta a protección especial /DD ver 2.3 (1994)
	Ziphiidae /Ziphius cavirostris /Zifido o ballena picuda de Couvier /Sujeta a protección especial /DD ver 2.3 (1994)

**ANEXO 4. LISTADO DE ESPECIES ASOCIADAS A LA PESCA PROFUNDA
EN LAS REGIONES MARINAS DE MÉXICO**

GRUPO	FAMILIA	ESPECIE	Profundidad mínima (metros)	Profundidad máxima (metros)
PECES				
	Argentinidae	<i>Argentina sialis</i>	11	274
	Batrachoididae	<i>Porichthys analis</i>	0	224
	Bramidae	<i>Brama japonica</i>	0	620
	Branchiostegidae	<i>Caulolatilus princeps</i>	10	91
	Carangidae	<i>Caranx lugubris</i>	12	354
	Congridae	<i>Heteroconger digueti</i>	230	275
	Congridae	<i>Bathycongrus macrurus</i>	265	590
	Congridae	<i>Bathycongrus varidens</i>	165	935
	Congridae	<i>Xenomystax atrarius</i>	165	935
	Congridae	<i>Gnathophis cinctus</i>	10	250
	Cynoglossidae	<i>Symphurus oligomerus</i>	110	300
	Gempylidae	<i>Gempylus serpens</i>	0	600
	Gempylidae	<i>Lepidocybium flavobrunneum</i>		200
	Labridae	<i>Semicossyphus pulcher</i>	0	55
	Lepidopinae	<i>Lepidopus fitchi</i>		400
	Macrouridae	<i>Caelorinchus scaphopsis</i>	180	300
	Macrouridae	<i>Nezumia liolepis</i>	768	1660
	Merlucciidae	<i>Merluccius angustimanus</i>	80	523
	Ophichthidae	<i>Ophichthus frontalis</i>	35	760
	Ophidiidae	<i>Lepophidium microlepis</i>	17	322
	Ophidiidae	<i>Cherublemma emmelas</i>	429	732
	Paralichthyidae	<i>Citharichthys fragilis</i>	18	347
	Paralichthyidae	<i>Citharichthys xanthostigma</i>	2	201
	Priacanthidae	<i>Cookeolus japonicus</i>	60	400
	Regalecidae	<i>Regalecus glesne</i>		1000
	Sciaenidae	<i>Cynoscion nannus</i>	100	812
	Scorpaenidae	<i>Pontinus furcirhinus</i>		300
	Scorpaenidae	<i>Sebastes macdonaldi</i>	91	350
	Scorpaenidae	<i>Sebastes chlorostictus</i>	49	201
	Scorpaenidae	<i>Sebastes cortezi</i>	200	1100
	Scorpaenidae	<i>Pontinus sierra</i>	110	247
	Scorpaenidae	<i>Scorpaena guttata</i>		183
	Scorpaenidae	<i>Sebastes sinensis</i>	290	670
	Serranidae	<i>Epinephelus niveatus</i>	30	525
	Serranidae	<i>Mycteroperca prionura</i>	8	55
	Serranidae	<i>Alphesthes multiguttatus</i>	201	1757
	Uranoscopidae	<i>Kathetostoma avertuncus</i>	13	384
	Scombridae	<i>Scomber japonicus</i>	0	300
TIBURONES				
	Alopiidae	<i>Alopias superciliosus</i>	0	500
	Echinorhinidae	<i>Echinorhinus cookei</i>	11	1100

GRUPO	FAMILIA	ESPECIE	Profundidad mínima (metros)	Profundidad máxima (metros)
	Hexanchidae	<i>Notorynchus cepedianus</i>	0	570
	Odontaspidae	<i>Odontaspis ferox</i>	10	2000
	Rhincodontidae	<i>Rhincodon typus</i>	0	700
	Scyliorhinidae	<i>Galeus piperatus</i>	275	1326
	Squalidae	<i>Squalus acanthias</i>	0	200
MOLUCOS BIVALVOS				
	Mytilidae	<i>Modiolus eiseni</i>	4	360
CALAMARES				
	Ommastrephidae	<i>Ommastrephes Bartrami</i>	0	1500
	Ommastrephidae	<i>Sthenotheuthis oualaniensis</i>		1000
LANGOSTAS				
	Axiidae	<i>Calocarides quinqueseriatus</i>	283	1780
CAMARONES				
	Benthescymidae	<i>Benthescymus tanneri</i>	200	2406
	Benthescymidae	<i>Benthescymus altus</i>	910	4062
	Crangonidae	<i>Paracrangon areolata</i>	650	1250
	Crangonidae	<i>Slerocrangon atrox</i>	800	1250
	Crangonidae	<i>Metacrangon procax</i>	1209	1658
	Crangonidae	<i>Pontophilus occidentalis</i>	1789	4082
	Crangonidae	<i>Paracrangon areolata</i>	1238	1246
	Glyphocrangonidae	<i>Glyphocrangon spinulosa</i>	1157	1586
	Glyphocrangonidae	<i>Glyphocrangon sicaria</i>	1225	3310
	Glyphocrangonidae	<i>Glyphocrangon alata</i>	600	1300
	Hippolytidae	<i>Lebbeus scrippsi</i>	768	1164
	Nematocarcinidae	<i>Nematocarcinus agassizii</i>	230	1800
	Nematocarcinidae	<i>Nematocarcinus faxoni</i>	41	900
	Pandalidae	<i>Heterocarpus vicarius</i>	62	800
	Pandalidae	<i>Pantomus affinis</i>	3	120
	Pandalidae	<i>Heterocarpus affinis</i>	800	1250
	Pandalidae	<i>Pandalus amplus</i>	553	1986
	Pandalidae	<i>Plesionika carinirostris</i>	360	380
	Pandalidae	<i>Plesionika mexicana</i>	4	258
	Solenoceridae	<i>Hymenopenaeus</i>	549	4082

ANEXO 5. CARACTERÍSTICAS DE LAS ZONAS NÚCLEO INCLUIDAS EN LOS POLÍGONOS DE LA RBZMPGC

Polígono: Islas Ángel de la Guarda, San Lorenzo y San Pedro Mártir Profundo					Superficie Total: 892,342.85 ha					Clave: 1					
Polígono GAP Marino: Grandes Islas del Golfo de California															
NOMBRE DE ZONAS NÚCLEO					BATIMETRÍA										
ZN		San Lorenzo Tiburón		San Pedro Mártir		ZN		San Lorenzo Tiburón		San Pedro Mártir					
San Lorenzo Tiburón	135,985 ha		15%			Profundidad Máxima		-702 m			-1,048 m				
San Pedro Mártir	126,425 ha		14%			Profundidad Mínima		-202 m			-351 m				
						Profundidad Promedio		-402 m			-679 m				
ÍNDICE DE POSICIÓN TOPOGRÁFICA					ÍNDICE DE RUGOSIDAD TOPOGRÁFICA										
ZN		San Lorenzo Tiburón		San Pedro Mártir		ZN		San Lorenzo Tiburón		San Pedro Mártir					
Cordillera o Inicio del Talud	-	-	-	-	-	Alto	53 ha	0%	-	-	-	-	-	-	-
Talud	-	-	-	-	-	Medio	708 ha	0%	17,789 ha	14%					
Cañón o Término del Talud	-	-	-	-	-	Bajo	3,566 ha	3%	74,317 ha	59%					
Planicie	135,985 ha	100%	126,425 ha	100%	Muy Bajo	131,658 ha	97%	34,319 ha	27%						
GEOMORFOLOGÍA					SEDIMENTOLOGÍA										
ZN		San Lorenzo Tiburón		San Pedro Mártir		ZN		San Lorenzo Tiburón		San Pedro Mártir					
Dorsal	-	-	89,295 ha	71%	-	Arena	34,801 ha	25%	411 ha	0%					
Plataforma continental	-	-	-	-	-	Arena-Limo	14,692 ha	11%	103,034 ha	82%					
Talud continental	135,985 ha	100%	37,129 ha	29%		Grava-Arena-Limo	86,492 ha	64%	-	-					
						Lodo	-	-	22,980 ha	18%					
ZONIFICACIÓN POR PROFUNDIDAD					FLUJO DE NUTRIENTES (CARBONO) (A partir de los 500 m de profundidad)										
ZN		San Lorenzo Tiburón		San Pedro Mártir		ZN		San Lorenzo Tiburón		San Pedro Mártir					
Plataforma continental (de 0 a - 200 m)	292 ha	0%	-	-	-	Bajo	0 a 0.5 mmol C m ⁻² d ⁻¹	-	-	-	-	-	-	-	-
Batial superior (de - 200 a - 800 m)	135,693 ha	100%	88,329 ha	70%	-	Medio	0.5 a 2.5 mmol C m ⁻² d ⁻¹	-	-	-	-	-	-	-	-
Batial inferior (de - 800 a - 2,000 m)	-	-	38,096 ha	30%	-	Alto	2.5 a 10 mmol C m ⁻² d ⁻¹	-	-	-	-	-	-	-	-

Abisal superior (de - 2,000 a - 3,500 m)	-	-	-	-	No Determinado:	135,985 ha	100%	126,425 ha	100%
Abisal inferior (de - 3,500 a - 6,500 m)	-	-	-	-	COSTOS PARA EL ANÁLISIS MARXAN				
Hadal (>6500 m)	-	-	-	-	ZN	San Lorenzo Tiburón	San Pedro Mártir		
ELEMENTOS DEL RELIEVE					Superficie con posible presencia nódulos polimetálicos	-		-	
Montañas Submarinas Verificadas:	-				Promedio de clorofila superficial representand o posible intensidad de pesquerías	1.57 mg/m ³	Alto	1.24 mg/m ³	Alto
Montañas Submarinas No Verificadas:	-				Índice de intensidad de tránsito de embarcaciones	0.48	Muy bajo	0.89	Muy bajo
ZN					San Lorenzo Tiburón		San Pedro Mártir		
Cañones y valles en dorsal					-	-	-	-	-
Cañones y valles en talud continental					-	-	9,834 ha	8%	
Rasgos submarinos					Cuenca de Tiburón		-		
ESTRATOS DE PLANIFICACIÓN UTILIZADOS PARA EL ANÁLISIS MARXAN									
ZN					San Lorenzo Tiburón		San Pedro Mártir		
Estrechos de las grandes Islas del Golfo de California Batial Superior						135,985 ha	100%	35,786 ha	28%
Talud y depresiones del Golfo de California Batial Superior						-	-	88,687 ha	70%
Talud y depresiones del Golfo de California Batial Inferior						-	-	1,952 ha	2%

Polígono: Cuenca del Carmen				Superficie Total: 1'662,209.83 ha			Clave: 3		
Polígono GAP Marino: Cuenca del Carmen – Talud Sta Catalina – Bahía de Loreto									
NOMBRE DE ZONAS NÚCLEO				BATIMETRÍA					
				ZN		Loreto			
Loreto	367,723 ha	22%	Profundidad Máxima						-2,396 m
			Profundidad Mínima						-200 m
			Profundidad Promedio						-1,209 m
ÍNDICE DE POSICIÓN TOPOGRÁFICA				ÍNDICE DE RUGOSIDAD TOPOGRÁFICA					
ZN		Loreto		ZN		Loreto			
Cordillera o Inicio del Talud	13,127 ha	3%	Alto			58,752 ha	16%		
Talud	24,448 ha	7%	Medio			150,833 ha	41%		
Cañón o Término del Talud	7,403 ha	2%	Bajo			79,713 ha	22%		

Planicie	322,745 ha	88%	Muy Bajo	78,425 ha	21%
GEOMORFOLOGÍA			SEDIMENTOLOGÍA		
ZN	Loreto		ZN	Loreto	
Dorsal	214,978 ha	59%	Arena	69,637 ha	19%
Plataforma continental	316 ha	0%	Limo	232,697 ha	63%
Talud continental	152,429 ha	41%	Lodo	65,388 ha	18%
ZONIFICACIÓN POR PROFUNDIDAD			FLUJO DE NUTRIENTES (CARBONO) (A partir de los 500 m de profundidad)		
ZN	Loreto		ZN	Loreto	
Plataforma continental (de 0 a - 200 m)	7,314 ha	2%	Bajo 0 a 0.5 mmol C m ⁻² d ⁻¹	-	-
Batial superior (de - 200 a - 800 m)	72,000 ha	20%	Medio 0.5 a 2.5 mmol C m ⁻² d ⁻¹	-	-
Batial inferior (de - 800 a - 2,000 m)	269,135 ha	73%	Alto 2.5 a 10 mmol C m ⁻² d ⁻¹	-	-
Abisal superior (de - 2,000 a - 3,500 m)	19,273 ha	5%	No Determinado:	367,723 ha	100%
Abisal inferior (de - 3,500 a - 6,500 m)	-	-	COSTOS PARA EL ANÁLISIS MARXAN		
Hadal (>6500 m)	-	-	ZN	Loreto	
ELEMENTOS DEL RELIEVE			Superficie con posible presencia nódulos polimetálicos	-	
Montañas Submarinas Verificadas:	-	-	Promedio de clorofila superficial representand o posible intensidad de pesquerías	1.06 mg/m ³	Alto
Montañas Submarinas No Verificadas:	-	-	Indice de intensidad de tránsito de embarcacion es	1.62	Muy bajo
ZN			Loreto		
Cañones y valles en talud continental				10,534 ha	3%
Zonas sísmicas				45,782 ha	12%
ESTRATOS DE PLANIFICACIÓN UTILIZADOS PARA EL ANÁLISIS MARXAN					
ZN			Loreto		
Talud y depresiones del Golfo de California Batial Superior			82,825 ha 23%		
Talud y depresiones del Golfo de California Batial Inferior			257,405 ha 70%		
Talud y depresiones del Golfo de California Abisal Superior			27,493 ha 7%		

Polígono: Cuenca Farallón	Superficie Total:	Clave: 5
----------------------------------	--------------------------	-----------------

Polígono GAP Marino: Cuenca Farallón – Isla y Fractura de Cerralvo					1'228,004.49 ha						
NOMBRE DE ZONAS NÚCLEO					BATIMETRÍA						
					ZN		Filtraciones Frías Cuenca de las Animas		Monte Cerralvo		
Filtraciones Frías Cuenca de las Animas	112,369 ha	9%			Profundidad Máxima	-1,842 m	-2,034 m				
Monte Cerralvo	208,877 ha	17%			Profundidad Mínima	-247 m	-201 m				
					Profundidad Promedio	-1,308 m	-1,082 m				
ÍNDICE DE POSICIÓN TOPOGRÁFICA					ÍNDICE DE RUGOSIDAD TOPOGRÁFICA						
ZN		Filtraciones Frías Cuenca de las Animas		Monte Cerralvo		ZN		Filtraciones Frías Cuenca de las Animas		Monte Cerralvo	
Cordillera o Inicio del Talud	2,252 ha	2%	13,575 ha	7%	Alto	36,777 ha	33%	52,601 ha	25%		
Talud	19,680 ha	17%	26,739 ha	13%	Medio	32,450 ha	29%	28,852 ha	14%		
Cañón o Término del Talud	7,633 ha	7%	25,587 ha	12%	Bajo	13,378 ha	12%	45,312 ha	22%		
Planicie	82,805 ha	74%	142,977 ha	68%	Muy Bajo	29,765 ha	26%	82,111 ha	39%		
GEOMORFOLOGÍA					SEDIMENTOLOGÍA						
ZN		Filtraciones Frías Cuenca de las Animas		Monte Cerralvo		ZN		Filtraciones Frías Cuenca de las Animas		Monte Cerralvo	
Dorsal	60,867 ha	54%	-	-	Arena	28 ha	0%	-	-		
Plataforma continental	1,111 ha	1%	-	-	Arena-Limo	23,789 ha	21%	-	-		
Talud continental	50,392 ha	45%	208,877 ha	100%	Grava-Arena-Limo	-	-	-	-		
					Lodo	88,553 ha	79%	208,877 ha	100%		
ZONIFICACIÓN POR PROFUNDIDAD					FLUJO DE NUTRIENTES (CARBONO) (A partir de los 500 m de profundidad)						
ZN		Filtraciones Frías Cuenca de las Animas		Monte Cerralvo		ZN		Filtraciones Frías Cuenca de las Animas		Monte Cerralvo	
Plataforma continental (de 0 a - 200 m)	-	-	3,129 ha	2%	Bajo 0 a 0.5 mmol C m ⁻² d ⁻¹	-	-	-	-		
Batial superior (de - 200 a - 800 m)	6,535 ha	6%	63,099 ha	30%	Medio 0.5 a 2.5 mmol C m ⁻² d ⁻¹	-	-	-	-		
Batial inferior (de - 800 a - 2,000 m)	105,834 ha	94%	142,430 ha	68%	Alto 2.5 a 10 mmol C m ⁻² d ⁻¹	-	-	-	-		
Abisal superior (de - 2,000 a - 3,500 m)	-	-	220 ha	0%	No Determinado:	112,369 ha	100%	208,877 ha	100%		

Abisal inferior (de - 3,500 a - 6,500 m)	-	-	-	-	COSTOS PARA EL ANÁLISIS MARXAN				
Hadal (>6500 m)	-	-	-	-	ZN	Filtraciones Frías Cuenca de las Animas		Monte Cerralvo	
ELEMENTOS DEL RELIEVE				Superficie con posible presencia nódulos polimetálicos	-		-		
ZN		Filtraciones Frías Cuenca de las Animas	Monte Cerralvo						
Montañas Submarinas Verificadas:	-	1	Promedio de clorofila superficial representand o posible intensidad de pesquerías	0.95 mg/m ³	Alto	0.82 mg/m ³	Alto		
Montañas Submarinas No Verificadas:	-	1	Índice de intensidad de tránsito de embarcacion es	2.20	Muy bajo	1.67	Muy bajo		
ZN				Filtraciones Frías Cuenca de las Animas		Monte Cerralvo			
Cañones y valles en dorsal				7,342 ha	7%	-	-		
Cañones y valles en talud continental				8,527 ha	8%	-	-		
Zonas sísmicas				-	-	35,667 ha	17%		
Rasgos submarinos				-	-	Monte Cerralvo			
ESTRATOS DE PLANIFICACIÓN UTILIZADOS PARA EL ANÁLISIS MARXAN									
ZN				Filtraciones Frías Cuenca de las Animas		Monte Cerralvo			
Plataforma de Cortés Batial Superior				303 ha	0%	4,583 ha	2%		
Talud y depresiones del Golfo de California Batial Superior				15,047 ha	14%	36,456 ha	17%		
Talud y depresiones del Golfo de California Batial Inferior				97,019 ha	86%	166,749 ha	80%		
Talud y depresiones del Golfo de California Abisal Superior				-	-	1,089 ha	1%		

Polígono: Cañón Submarino de Cabo Pulmo y Monte Submarino Cabrillo				Superficie Total: 1'365,231.12 ha		Clave: 7			
Polígono GAP Marino: Cabo Pulmo y Cañón Submarino				BATIMETRÍA					
NOMBRE DE ZONAS NÚCLEO				ZN	Monte Alarcón	Monte Cabrillo			
Monte Alarcón	387,443 ha	28%	Profundidad Máxima	-3,956 m	-3,144 m				
Monte Cabrillo	284,411 ha	21%	Profundidad Mínima	-1,106 m	-522 m				
			Profundidad Promedio	-2,502 m	-2,774 m				
ÍNDICE DE POSICIÓN TOPOGRÁFICA				ÍNDICE DE RUGOSIDAD TOPOGRÁFICA					
ZN	Monte Alarcón	Monte Cabrillo	ZN	Monte Alarcón	Monte Cabrillo				
Cordillera o Inicio del Talud	27,527 ha	7%	18,415 ha	6%	Alto	57,017 ha	15%	25,182 ha	9%

Talud	58,834 ha	15%	21,814 ha	8%	Medio	36,288 ha	9%	12,507 ha	4%
Cañón o Término del Talud	54,601 ha	14%	28,324 ha	10%	Bajo	48,918 ha	13%	19,624 ha	7%
Planicie	246,480 ha	64%	215,859 ha	76%	Muy Bajo	245,220 ha	63%	227,099 ha	80%
GEOMORFOLOGÍA					SEDIMENTOLOGÍA				
ZN	Monte Alarcón		Monte Cabrillo		ZN	Monte Alarcón		Monte Cabrillo	
Dorsal	297,976 ha	77%	104,241 ha	37%	Arcilla	121,444 ha	31%	63,133 ha	22%
Pie del continente	63,071 ha	16%	67,374 ha	24%	Lodo	265,999ha	69%	221,279 ha	78%
Talud continental	26,396 ha	7%	32,220 ha	11%					
Cresta	-	-	80,577 ha	28%					
ZONIFICACIÓN POR PROFUNDIDAD					FLUJO DE NUTRIENTES (CARBONO) (A partir de los 500 m de profundidad)				
ZN	Monte Alarcón		Monte Cabrillo		ZN	Monte Alarcón		Monte Cabrillo	
Plataforma continental (de 0 a - 200 m)	-	-	-	-	Bajo 0 a 0.5 mmol C m ⁻² d ⁻¹	-	-	-	-
Batial superior (de - 200 a - 800 m)	-	-	7.37 ha	0%	Medio 0.5 a 2.5 mmol C m ⁻² d ⁻¹	-	-	-	-
Batial inferior (de - 800 a - 2,000 m)	49,271 ha	13%	31,485 ha	11%	Alto 2.5 a 10 mmol C m ⁻² d ⁻¹	382,075 ha	99%	280,270 ha	99%
Abisal superior (de - 2,000 a - 3,500 m)	329,270 ha	85%	252,918 ha	89%	No Determinado:	5,368 ha	1%	4,141 ha	1%
Abisal inferior (de - 3,500 a - 6,500 m)	8,902 ha	2%	-	-	COSTOS PARA EL ANÁLISIS MARXAN				
Hadal (>6500 m)	-	-	-	-	ZN	Monte Alarcón		Monte Cabrillo	
ELEMENTOS DEL RELIEVE					Superficie con posible presencia nódulos polimetálicos	387,443 ha	100%	284,411 ha	100%
			Monte Alarcón	Monte Cabrillo					
Montañas Submarinas Verificadas:			-	2	Promedio de clorofila superficial representand o posible intensidad de pesquerías	0.46 mg/m ³	Medio	0.31 mg/m ³	Medio
Montañas Submarinas No Verificadas:			1	-	Índice de intensidad de tránsito de embarcaciones	1.29	Muy bajo	3.19	Muy bajo

ZN	Monte Alarcón		Monte Cabrillo	
Zonas sísmicas	149,319 ha	39%	-	-
Rasgos submarinos	Corte Pescadero		Monte Cabrillo	
ESTRATOS DE PLANIFICACIÓN UTILIZADOS PARA EL ANÁLISIS MARXAN				
ZN	Monte Alarcón		Monte Cabrillo	
Talud y depresiones del Golfo de California Batial Superior	-	-	1,931 ha	1%
Planicies y Montañas marinas del Golfo de California Batial Inferior	97 ha	0%	-	-
Talud y depresiones del Golfo de California Batial Inferior	35,505 ha	9%	21,718 ha	7%
Planicies y Montañas marinas del Golfo de California Abisal Superior	57,060 ha	15%	196,856 ha	69%
Talud y depresiones del Golfo de California Abisal Superior	283,334 ha	73%	38,985 ha	14%
Dorsal del Pacífico Oriental Abisal Superior	-	-	24,921 ha	9%
Talud y depresiones del Golfo de California Abisal Inferior	11,446 ha	3%	-	-

Polígono: Cañón Submarino de Banderas				Superficie Total: 933,363.79 ha		Clave: 9	
Polígono GAP Marino: Chacalá - Bahía de Banderas				BATIMETRÍA			
NOMBRE DE ZONAS NÚCLEO				ZN		Cañón de Banderas	
Cañón de Banderas	363,526 ha	39%	Profundidad Máxima			-3,822 m	
			Profundidad Mínima			-200 m	
			Profundidad Promedio			-2,002 m	
ÍNDICE DE POSICIÓN TOPOGRÁFICA				ÍNDICE DE RUGOSIDAD TOPOGRÁFICA			
ZN	Cañón de Banderas		ZN	Cañón de Banderas			
Cordillera o Inicio del Talud	45,347 ha	12%	Alto	79,466 ha	22%		
Talud	41,814 ha	12%	Medio	51,278 ha	14%		
Cañón o Término del Talud	86,627 ha	24%	Bajo	30,165 ha	8%		
Planicie	189,737 ha	52%	Muy Bajo	202,617 ha	56%		
GEOMORFOLOGÍA				SEDIMENTOLOGÍA			
ZN	Cañón de Banderas		ZN	Cañón de Banderas			
Isla	1,234 ha	0%	Arena	72,547 ha	20%		
Plataforma continental	25,908 ha	7%	Arena-Lodo	33,743 ha	9%		
Talud continental	327,268 ha	90%	Lodo	257,236 ha	71%		
Trinchera	9,116 ha	3%					
ZONIFICACIÓN POR PROFUNDIDAD				FLUJO DE NUTRIENTES (CARBONO) (A partir de los 500 m de profundidad)			
ZN	Cañón de Banderas		ZN	Cañón de Banderas			
Plataforma continental (de 0 a - 200 m)	13,436 ha	4%	Bajo 0 a 0.5 mmol C m ⁻² d ⁻¹			-	

Batial superior (de - 200 a - 800 m)	48,933 ha	13%	Medio 0.5 a 2.5 mmol C m ⁻² d ⁻¹	-	-
Batial inferior (de - 800 a - 2,000 m)	98,551 ha	27%	Alto 2.5 a 10 mmol C m ⁻² d ⁻¹	363,526 ha	100%
Abisal superior (de - 2,000 a - 3,500 m)	187,527 ha	52%	No Determinado:	-	-
Abisal inferior (de - 3,500 a - 6,500 m)	15,086 ha	4%	COSTOS PARA EL ANÁLISIS MARXAN		
Hadal (>6500 m)	-	-	ZN	Cañón de Banderas	
ELEMENTOS DEL RELIEVE			Superficie con posible presencia nódulos polimetálicos	-	
Montañas Submarinas Verificadas:		-	Promedio de clorofila superficial representand o posible intensidad de pesquerías	0.78 mg/m ³	Alto
Montañas Submarinas No Verificadas:		-	Índice de intensidad de tránsito de embarcacion es	2.52	Muy bajo
ZN			Cañón de Banderas		
Cañones y valles en talud continental			14,536 ha		4%
Cañones y valles en trinchera			2,014 ha		1%
Rasgos submarinos			Cañón de Banderas		
ESTRATOS DE PLANIFICACIÓN UTILIZADOS PARA EL ANÁLISIS MARXAN					
ZN			Cañón de Banderas		
Plataforma de Cortés Batial Superior			437 ha		0%
Talud y depresiones del Golfo de California Batial Superior			86,399 ha		24%
Talud del Pacífico Transicional Mexicano Batial Superior			6,466 ha		2%
Talud y depresiones del Golfo de California Batial Inferior			51,328 ha		14%
Talud del Pacífico Transicional Mexicano Batial Inferior			14,205 ha		4%
Trinchera Mesoamericana Batial Inferior			255 ha		0%
Talud y depresiones del Golfo de California Abisal Superior			7,486 ha		2%
Talud del Pacífico Transicional Mexicano Abisal Superior			76,102 ha		21%
Trinchera Mesoamericana Abisal Superior			111,001 ha		30%
Trinchera Mesoamericana Abisal Inferior			9,847 ha		3%