

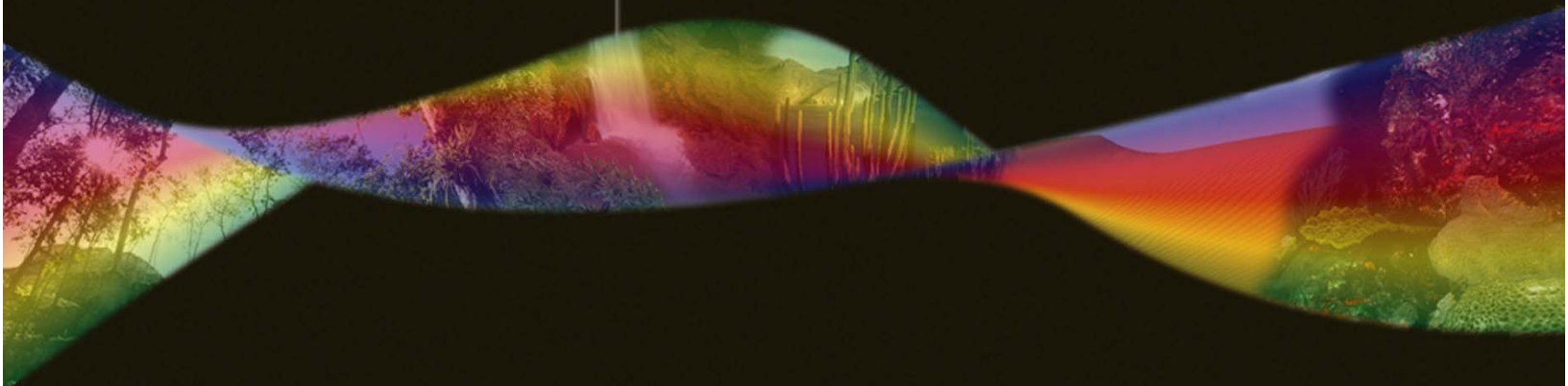
**ESTUDIO PREVIO JUSTIFICATIVO  
PARA EL ESTABLECIMIENTO DEL ÁREA  
NATURAL PROTEGIDA**

**RESERVA DE LA BIOSFERA  
ZONA MARINA PROFUNDA  
PACÍFICO TRANSICIONAL  
MEXICANO Y  
CENTROAMERICANO**



Escanea con tu  
smartphone y obtén  
la versión digital

**Noviembre 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***HUMBERTO GABRIEL REYES GÓMEZ***Director Regional Occidente  
y Pacífico Centro***FRANCISCO JAVIER JIMÉNEZ GONZÁLEZ***Director Regional Frontera Sur, Istmo  
y Pacífico Sur***CÉSAR SÁNCHEZ IBARRA***Director Encargado de Representatividad  
y Creación de Áreas Naturales Protegidas*

Cítese:

Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. 2012. Estudio Previo Justificativo para el establecimiento del área natural protegida con la categoría de Reserva de la Biosfera Zona Marina Profunda Pacífico Transicional Mexicano y Centroamericano, localizada desde el extremo más meridional de Baja California Sur hasta el suroeste de México, frente a las costas de los Estados de Jalisco, Colima, Michoacán, Guerrero, Oaxaca y Chiapas, México. 113 páginas + 5 anexos. Noviembre 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 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 Áreas Naturales Protegidas

Lilián Torija Lazcano - Jefa de Departamento de Estudios Técnicos

Amantina Lavalle Sánchez – Consultor Especializado

Mireya Torres Ramírez - Sistemas 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**

<b>INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>7</b>
<b>I. INFORMACIÓN GENERAL .....</b>	<b>11</b>
A) NOMBRE DEL ÁREA PROPUESTA .....	11
B) ENTIDAD FEDERATIVA Y MUNICIPIOS EN DONDE SE LOCALIZA EL ÁREA.....	11
C) SUPERFICIE .....	12
D) VÍAS DE ACCESO .....	16
E) MAPA Y DESCRIPCIÓN DE LÍMITES GEOGRÁFICOS .....	16
F) NOMBRE DE LAS ORGANIZACIONES, INSTITUCIONES, ORGANISMOS GUBERNAMENTALES O ASOCIACIONES CIVILES PARTICIPANTES EN LA ELABORACIÓN DEL ESTUDIO.....	17
<b>II. EVALUACIÓN AMBIENTAL .....</b>	<b>25</b>
A) DESCRIPCIÓN DE LOS ECOSISTEMAS, ESPECIES O FENÓMENOS NATURALES QUE SE PRETENDE PROTEGER .....	25
1. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS .....	25
<i>Fisiografía.....</i>	25
<i>Geología física e histórica .....</i>	27
<i>Oceanografía.....</i>	29
<i>Factores climáticos.....</i>	36
2. CARACTERÍSTICAS BIOLÓGICAS .....	38
<i>Ecosistemas .....</i>	38
<i>Fauna .....</i>	42
<i>Las especies profundas de peces en las regiones marinas de México.....</i>	43
B) RAZONES QUE JUSTIFIQUEN EL RÉGIMEN DE PROTECCIÓN.....	45
C) ESTADO DE CONSERVACIÓN DE LOS ECOSISTEMAS, ESPECIES O FENÓMENOS NATURALES.....	47
D) RELEVANCIA A NIVEL REGIONAL Y NACIONAL DE LOS ECOSISTEMAS REPRESENTADOS EN EL ÁREA PROPUESTA .....	49
E) ANTECEDENTES DE PROTECCIÓN DEL ÁREA.....	53
F) UBICACIÓN RESPECTO A LAS REGIONES PRIORITARIAS PARA LA CONSERVACIÓN DETERMINADAS POR LA COMISIÓN NACIONAL PARA EL CONOCIMIENTO Y USO DE LA BIODIVERSIDAD (CONABIO). ....	54
<b>III. DIAGNÓSTICO .....</b>	<b>62</b>
A) CARACTERÍSTICAS HISTÓRICAS Y CULTURALES .....	62
B) ASPECTOS SOCIOECONÓMICOS RELEVANTES DESDE EL PUNTO DE VISTA AMBIENTAL .....	62
<i>Uso y aprovechamiento de los recursos en la zona de influencia: La pesca en aguas profundas del Golfo de California.....</i>	62
<i>Las pesquerías tradicionales en el Golfo de California y el Pacífico Mexicano.....</i>	63
<i>Las condiciones de la pesca y posibles efectos de las políticas de conservación en los sitios marinos profundos.....</i>	65
<i>Directrices internacionales para la ordenación de las pesquerías de aguas profundas en alta mar .....</i>	66
<i>Conclusiones .....</i>	67
C) USOS Y APROVECHAMIENTOS ACTUALES Y POTENCIALES DE LOS RECURSOS NATURALES EXISTENTES EN EL ÁREA.....	68
<i>Biodiversidad del mar profundo.....</i>	68
<i>Explotación minera .....</i>	68
D) PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN QUE SE HAYAN REALIZADO O SE PRETENDAN REALIZAR .....	70

E)	SITUACIÓN JURÍDICA DE LA TENENCIA DE LA TIERRA.....	72
F)	PROBLEMÁTICA ESPECÍFICA QUE DEBE TOMARSE EN CUENTA.....	73
<b>IV.</b>	<b>PROPUESTA DE MANEJO DEL ÁREA.....</b>	<b>78</b>
A)	ZONIFICACIÓN.....	78
B)	TIPO O CATEGORÍA DE MANEJO .....	89
C)	NORMATIVIDAD BÁSICA SOBRE USOS Y PROHIBICIONES .....	90
D)	ADMINISTRACIÓN .....	92
E)	OPERACIÓN.....	92
F)	FINANCIAMIENTO.....	95
<b>V.</b>	<b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>97</b>
<b>VI.</b>	<b>GLOSARIO .....</b>	<b>107</b>

## INDICE DE FIGURAS

FIGURA 1.	REPRESENTACIÓN GRÁFICA DEL VOLUMEN DE LOS OCÉANOS DE ACUERDO A SU PROFUNDIDAD...	8
FIGURA 2.	ESQUEMA DE LA DELIMITACIÓN DE LOS POLÍGONOS DE LA RB ZMPPT.....	14
FIGURA 3.	LOCALIZACIÓN DE LOS DOCE POLÍGONOS INCLUIDOS EN LA RB ZMP PACÍFICO TRANSICIONAL MEXICANO Y CENTROAMERICANO. ....	15
FIGURA 4.	LOCALIZACIÓN DEL POLÍGONO 1) MONTES SUBMARINOS Y DORSAL DEL PACÍFICO ORIENTAL. ..	18
FIGURA 5.	LOCALIZACIÓN DEL POLÍGONO 2) MONTE SUBMARINO ALPHECCA. ....	19
FIGURA 6.	LOCALIZACIÓN DEL POLÍGONO 3) ARCHIPIÉLAGO DE REVILLAGIGEDO Y MONTES DE LOS MATEMÁTICOS. ....	20
FIGURA 7.	LOCALIZACIÓN DEL POLÍGONO 4) TRINCHERA MESOAMERICANA Y CAÑONES SUBMARINOS.....	21
FIGURA 8.	LOCALIZACIÓN DE LOS POLÍGONOS 5) MONTE SUBMARINO SHIMADA Y 6) MONTE SUBMARINO DOWNWIND. ....	22
FIGURA 9.	LOCALIZACIÓN DE LOS POLÍGONOS 7) DORSAL DEL PACÍFICO ORIENTAL Y 8) MONTES Y FOSA DEL PACÍFICO TRANSICIONAL MEXICANO. ....	23
FIGURA 10.	LOCALIZACIÓN DE LOS POLÍGONOS 9) TRINCHERA MESOAMERICANA FOSA DE ACAPULCO, 10) DORSAL DE TEHUANTEPEC, 11) TRINCHERA MESOAMERICANA FOSA DE TEHUANTEPEC Y 12) CUENCA DE GUATEMALA.....	24
FIGURA 11.	BATIMETRÍA DE LA REGIÓN DEL PACÍFICO TRANSICIONAL MEXICANO Y CENTROAMERICANO. ...	26
FIGURA 12.	PERFILES DE DISTRIBUCIÓN VERTICAL DE O <sub>2</sub> EN LOS CRUCEROS .....	34
FIGURA 13.	SECCIONES VERTICALES DE LA DISTRIBUCIÓN DE O <sub>2</sub> EN LOS CRUCEROS .....	35
FIGURA 14.	LOCALIZACIÓN DE LOS POLÍGONOS INCLUIDOS EN LA RBZMPPT, Y LAS REGIONES MARINAS PRIORITARIAS DE CONABIO (ARRIAGA-CABRERA <i>ET AL.</i> 1998). ....	57
FIGURA 15.	LOCALIZACIÓN DE LOS POLÍGONOS INCLUIDOS EN LA PROPUESTA DE LA RB ZMP PACÍFICO TRANSICIONAL MEXICANO Y CENTROAMERICANO RESPECTO AL ANÁLISIS DE VACÍOS Y OMISIONES (CONABIO <i>ET AL.</i> 2007). ....	61
FIGURA 16.	ZONAS DE PESCA DE ATUNES EN EL PACÍFICO ORIENTAL (DREYFUS <i>ET AL.</i> 2006). ....	65
FIGURA 17.	ZONA NÚCLEO DEL POLÍGONO 1) MONTES SUBMARINOS Y DORSAL DEL PACÍFICO ORIENTAL..	82
FIGURA 18.	ZONA NÚCLEO DEL POLÍGONO 2) MONTE SUBMARINO ALPHECCA. ....	83
FIGURA 19.	ZONAS NÚCLEO DEL POLÍGONO 3) ARCHIPIÉLAGO DE REVILLAGIGEDO Y MONTES DE LOS MATEMÁTICOS. ....	84
FIGURA 20.	ZONA NÚCLEO DEL POLÍGONO 4) TRINCHERA MESOAMERICANA Y CAÑONES SUBMARINOS. ....	85
FIGURA 21.	ZONAS NÚCLEO DE LOS POLÍGONOS 5) MONTE SUBMARINO SHIMADA Y 6) MONTE SUBMARINO DOWNWIND. ....	86

FIGURA 22. ZONAS NÚCLEO DE LOS POLÍGONOS 7) DORSAL DEL PACÍFICO ORIENTAL Y 8) MONTE Y FOSA DEL PACÍFICO TRANSNACIONAL MEXICANO. ....	87
FIGURA 23. ZONAS NÚCLEO DE LOS POLÍGONOS 9) TRINCHERA MESOAMERICANA FOSA DE ACAPULCO, 10) DORSAL DE TEHUANTEPEC Y 11) TRINCHERA MESOAMERICANA FOSA DE TEHUANTEPEC. ....	88

## INDICE DE TABLAS

TABLA 1. COBERTURA DE ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS EN AGUAS MARINAS MEXICANAS. ....	10
TABLA 2. SUPERFICIE Y UBICACIÓN DE LOS POLÍGONOS INCLUIDOS EN LA PROPUESTA RESERVA DE LA BIOSFERA ZONA MARINA PROFUNDA DEL PACÍFICO TRANSICIONAL MEXICANO Y CENTROAMERICANO. ....	13
TABLA 3. CARACTERÍSTICAS FISIOGRAFICAS Y GEOLÓGICAS DE LOS POLÍGONOS PROPUESTOS PARA LA RB ZMPPT. ....	27
TABLA 4. ASPECTOS OCEANOGRÁFICOS DE LOS POLÍGONOS DE LA RB ZMP PACÍFICO TRANSICIONAL MEXICANO Y CENTROAMERICANO. ....	30
TABLA 5. GRUPOS TAXONÓMICOS Y NÚMERO DE ESPECIES DE LA ZONA MARINA PROFUNDA PACÍFICO TRANSICIONAL MEXICANO Y CENTROAMERICANO. ....	43
TABLA 6. RESULTADOS DE SIGNIFICANCIA ENTRE MEDIAS DE LOS RANGOS DE PROFUNDIDAD DE ESPECIES Y HÁBITATS DE PLATAFORMA-TALUD, CON LAS ESPECIES MÁS PROFUNDAS. ....	44
TABLA 7. INTEGRIDAD ECOLÓGICA ESTIMADA PARA LOS SITIOS LA RB ZMPPT. ....	48
TABLA 8. UBICACIÓN DE LOS POLÍGONOS DE LA RB ZMPPT RESPECTO A LAS. ....	55
TABLA 9. UBICACIÓN DE LOS POLÍGONOS DE LA RB ZMPPT RESPECTO A LOS SITIOS PRIORITARIOS. ....	60
TABLA 10. PRINCIPALES IMPACTOS ANTROPOGÉNICOS EN LOS ECOSISTEMAS DE MAR PROFUNDO. ....	74
TABLA 11. NOMBRES Y SUPERFICIES DE LAS ZONAS NÚCLEO DE LOS POLÍGONOS PROPUESTOS PARA LA RB ZMP PACÍFICO TRANSICIONAL MEXICANO Y CENTROAMERICANO. ....	81
TABLA 12. COORDINACIÓN INTRA-INSTITUCIONAL REQUERIDA EN EL SECTOR MEDIO AMBIENTE – SEMARNAT. ....	94
TABLA 13. COORDINACIÓN INTER-INSTITUCIONAL REQUERIDA CON OTRAS DEPENDENCIAS DEL SECTOR PÚBLICO FEDERAL. ....	94
TABLA 14. DIRECCIONES REGIONALES DE LA CONANP VINCULADAS A LA OPERACIÓN DE LA RESERVA DE LA BIOSFERA ZONA MARINA PROFUNDA PACÍFICO TRANSICIONAL MEXICANO Y CENTROAMERICANO. ....	95

## ANEXOS

ANEXO 1. MÉTODO. ....	115
ANEXO 2. FICHAS TÉCNICAS DE LOS DOCE POLÍGONOS DE LA RESERVA DE LA BIOSFERA ZONA MARINA PROFUNDA PACÍFICO TRANSICIONAL MEXICANO Y CENTROAMERICANO. ....	123
ANEXO 3. ESPECIES REGISTRADAS EN LA ZONA PROPUESTA PARA LA RB ZMPPT. ....	135
ANEXO 4. ESPECIES INCLUIDAS EN ALGUNA CATEGORÍA DE RIESGO PARA LOS POLÍGONOS PROPUESTOS EN LA RB ZMPPT. ....	138
ANEXO 5. FICHAS TÉCNICAS DE LAS ZONAS NÚCLEO DE LOS POLÍGONOS DE LA RBZMP PACÍFICO TRANSICIONAL MEXICANO Y CENTROAMERICANO. ....	139

## INTRODUCCIÓN

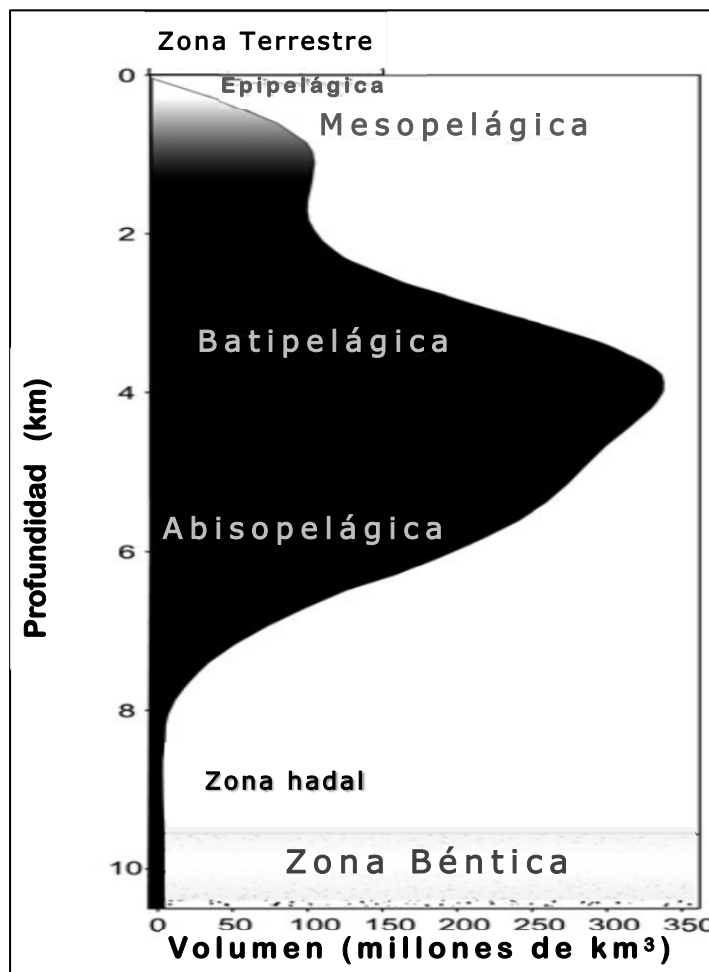
A lo largo de su historia las áreas naturales protegidas han sido establecidas individualmente, caso por caso, y no como resultado de un proceso sistemático de planificación. En cuanto a las áreas naturales protegidas marinas, la necesidad de contar con un sistema representativo fue reconocida desde 1988 en la 17ª Asamblea General de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN, por sus siglas en inglés), llevada a cabo en San José Costa Rica. Esta necesidad fue reiterada en 1992 en el Cuarto Congreso Mundial de Parques Nacionales efectuado en Caracas, Venezuela. La Cumbre Mundial sobre el Desarrollo Sostenible, realizada por las Naciones Unidas en Johannesburgo en el año 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 20 y el 30% de la superficie de los océanos del planeta, para ser incluida en sistemas de áreas protegidas marinas para el 2012.

En el año 2004, el Convenio sobre la Diversidad Biológica (CBD, por sus siglas en inglés) 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 incluidas en el Programa de Trabajo sobre Áreas Naturales Protegidas, se encuentra 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 el régimen de protección, por lo que durante esta década es necesario incrementar substancialmente la cobertura de las 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 son más las especies que habitan los fondos marinos profundos que en todos los demás ambientes marinos en conjunto. No obstante que aún no logramos comprender 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 restructuración 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 (ONU 2008, en Robinson 2009).

Debido a su lejanía, 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 así como en aguas someras, asociada al desarrollo tecnológico,

están promoviendo un interés creciente sobre los servicios que proveen los recursos del mar profundo (Ramírez-Llodra *et al.* 2010).

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 km<sup>2</sup> 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 diversidad de hábitats, entre ellos taludes continentales, trincheras, cordilleras oceánicas, zonas de subducción y expansión, montes submarinos, ventilas hidrotermales, infiltraciones de metano y cañones submarinos (CONABIO 2008a).

El Pacífico Transicional Mexicano comprende desde la punta más meridional de Baja California Sur, frente a los estados de Jalisco, Colima, Michoacán, Guerrero y parte de Oaxaca; es considerado un mar tropical y estacionalmente subtropical, con una geomorfología submarina altamente compleja. La plataforma continental es estrecha y desciende a grandes profundidades, en donde se encuentran numerosos montes submarinos, cañones, un sistema de dorsales, conos volcánicos y la gran trinchera mesoamericana, la cual alcanza profundidades entre los 4000 y 5000 m. Asimismo, la superficie cuenta con una amplia diversidad de ambientes costeros que albergan una importante riqueza específica (Wilkinson *et al.* 2009).

Por su parte, el Pacífico Centroamericano es más bien una región tropical que se encuentra prácticamente sin la influencia de las aguas frías del norte, y está localizado frente a los estados de Oaxaca y Chiapas. Es una región pequeña, sin embargo con una batimetría submarina bastante compleja que consiste de una plataforma continental amplia que desciende hacia el talud y la trinchera mesoamericana, que posteriormente se eleva hacia la cuenca de Guatemala y la cresta de Tehuantepec (Wilkinson *et al.* 2009).

En términos de sitios prioritarios para la conservación identificados en el Análisis de Vacíos y Omisiones en Conservación de la Biodiversidad Marina de México (CONABIO *et al.* 2007), el Pacífico Transicional Mexicano presenta 13 sitios costeros y de margen continental (SCMC), y 6 sitios de mar profundo (SMP). La región del Pacífico Centroamericano cuenta con 3 SCMC y 2 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 análisis de priorización de los sitios importantes para la conservación se obtuvieron 5 sitios de extrema importancia, 4 sitios muy importantes y 11 sitios importantes para el Pacífico Transicional Mexicano; mientras que para el Pacífico Centroamericano se identificaron 2 sitios de extrema importancia, 1 sitio muy importante y 2 sitios importantes. En la presente propuesta se incluyen 5 de los SMP con nivel de extrema importancia. Las profundidades de los SMP van de los 200 m y alcanzan los 6,721 m registrados en esta zona.

El establecimiento y desarrollo de una estrategia para decretar áreas naturales de protección submarina, es una de las opciones más plausibles 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 protegidas. En México los ecosistemas marinos se encuentran subrepresentados (Tabla 1) 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. Cobertura de áreas naturales protegidas en aguas marinas mexicanas.**

Aguas Marinas Mexicanas	Aguas Marinas Mexicanas	Superficie ANP Federales	%	Superficie ANP Estatales	%	Superficie total ANP (ha)	%
<b>Mar Territorial</b> (Bezaury y Torres 2010a)	23,300,377	3,400,106	14.59	106,668	0.46	3,506,774	15.05
<b>Aguas Interiores del Golfo de California</b> (Bezaury y Torres 2010a)	4,853,742	972,785	20.04	-	0.00	972,785	20.04
<b>Zona Económica Exclusiva</b> (Bezaury <i>et al.</i> 2010b)	285,337,841	450,505	0.16	591	0.00	451,096	0.16
<b>Total</b>	<b>313,491,960</b>	<b>4,823,396</b>	<b>1.54</b>	<b>107,259</b>	<b>0.03</b>	<b>4,930,655</b>	<b>1.57</b>
<b>Sobre la Plataforma Continental (-200m)</b> (Bezaury y Torres 2010b)	40,283,459	2,779,509	6.90	107,259	0.27	2,886,768	7.17
<b>Afuera de la Plataforma Continental (+200m)</b> (Bezaury y Torres 2010b)	273,207,766	2,043,888	0.75	-	0.00	2,043,888	0.75
<b>Total</b>	<b>313,491,225</b>	<b>4,823,397</b>	<b>1.54</b>	<b>107,259</b>	<b>0.03</b>	<b>4,930,656</b>	<b>1.57</b>
<b>Aguas interiores de la Bahía de Chetumal</b> (Bezaury <i>et al.</i> 2010b)	136,889	-	0.00	103,680	95.50	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 se calcularon con herramientas de Sistemas de Información Geográfica.

El presente Estudio Previo Justificativo (EPJ) se ha desarrollado con la finalidad de proporcionar los elementos que permitan proponer los sitios de mar profundo del Pacífico Transicional Mexicano y Centroamericano, para ser establecidos como área natural protegida (ANP) de carácter federal con la categoría de Reserva de la Biosfera y que podrán formar parte de una Red de Áreas Naturales Protegidas de las Zonas Marinas Profundas de México. La presente propuesta comprende una superficie de 33,493,362-77-73.83 hectáreas distribuidas en doce polígonos tridimensionales que contienen el volumen de la columna de agua comprendido entre el fondo oceánico y los 400 metros de profundidad, incluyendo en algunos casos, las paredes del talud continental arriba de los 400 m, más el volumen de agua comprendido dentro de una distancia de 100 m medidos horizontalmente a partir del talud.

Los objetivos del ANP Reserva de la Biosfera Zona Marina Profunda del Pacífico Transicional Mexicano y Centroamericano, se proponen con base en el Artículo 45 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA, última reforma publicada en el Diario Oficial de la Federación el día 04 de junio de 2012) e incluyen de manera general la preservación de los ambientes naturales representativos de esta zona, con la finalidad de asegurar el equilibrio y la continuidad de los procesos evolutivos y ecológicos; salvaguardar la diversidad genética de las especies silvestres presentes; asegurar el aprovechamiento sustentable de los diferentes ecosistemas y sus elementos; proporcionar un campo propicio para la investigación científica, el estudio de los ecosistemas y su equilibrio; y generar, rescatar y divulgar conocimientos, prácticas y tecnologías, tradicionales o nuevas, que permitan la preservación y el aprovechamiento sustentable de la biodiversidad de esta zona.

La presente propuesta requerirá de la colaboración conjunta entre el Gobierno Federal, la industria, la comunidad conservacionista y científica; de que se vean implicadas directa e indirectamente en este proyecto.

## **I. INFORMACIÓN GENERAL**

### **a) Nombre del área propuesta**

Área Natural Protegida, con la categoría de Reserva de la Biosfera Zona Marina Profunda Pacífico Transicional Mexicano y Centroamericano; para efectos prácticos, a lo largo del presente Estudio Previo Justificativo se abreviará el nombre de la zona propuesta como RB ZMPPT.

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

La RB ZMPPT se extiende al suroeste de México, desde el extremo más meridional de Baja California Sur hasta el suroeste de México, frente a las costas de los estados de Jalisco, Colima, Michoacán, Guerrero, Oaxaca y Chiapas. La Figura 3 muestra la ubicación de los doce polígonos que conforman la presente propuesta, respecto a los estados.

### **c) Superficie**

La RB ZMPPT abarca una superficie de 33,493,362-77-73.83 hectáreas (33,493,362.777383 ha) distribuidas en doce polígonos (Figura 3, Tabla 2).

Los polígonos incluidos en la presente propuesta se presentan en proyección Coordenadas Geográficas datum ITRF92 conforme a las Normas Técnicas Para Levantamientos Geodésicos (publicadas el lunes 01 de abril de 1985 en el Diario Oficial de la Federación), así como el ACUERDO que reforma y adiciona a las Normas Técnicas Para Levantamientos Geodésicos (publicado el lunes 27 de abril de 1998).

El diseño de los polígonos, como parte de una Red de Áreas Naturales Protegidas de las Zonas Marinas Profundas de México, fue desarrollado con ayuda del programa Marxan. En el ejercicio se consideraron ocho diferentes objetos de conservación genéricos: 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, los cuales representan por sí mismos o como elementos sustitutos, la biodiversidad a conservar mediante la Reserva de la Biosfera profunda propuesta (ver detalles sobre el método en el 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.

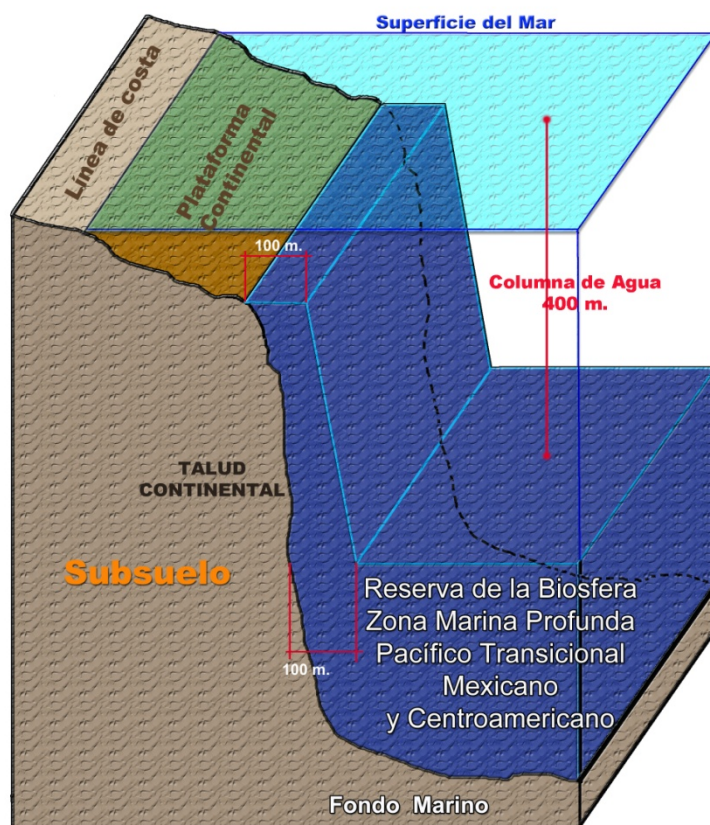
Los polígonos de la propuesta RB ZMPPT se ubican exclusivamente en la zona marina profunda, por debajo de los 400 metros de profundidad hasta el fondo marino y comprenden tanto fondos marinos, como la columna de agua delimitada por las dos dimensiones horizontales definidas en el polígono. En el caso 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 2).

En el Anexo 2, se presenta el ejercicio realizado, en proyección Conforme Cónica de Lambert y datum ITRF92, para determinar las características físicas generales para las zonas propuestas para formar parte de la RB ZMPPT, con la descripción de los objetos de conservación contenidos.

**Tabla 2. Superficie y ubicación de los polígonos incluidos en la propuesta Reserva de la Biosfera Zona Marina Profunda del Pacífico Transicional Mexicano y Centroamericano.**

No.*	Nombre del Polígono	Polígono GAP**	Superficie (ha)	Ubicación
1	Montes Submarinos y Dorsal del Pacífico Oriental	Montes Submarinos del Pacífico Oriental	3,870,483.817440	Frente a las costas de los municipios de: San Blas, Compostela, y Bahía de Banderas, Nayarit y frente a las costas de los municipios de: Puerto Vallarta, Cabo Corrientes, Tomatlán y La Huerta, Jalisco.
2	Monte Submarino Alphecca	-	404,930.415825	Al oeste del Archipiélago Revillagigedo.
3	Archipiélago de Revillagigedo y Montes de los Matemáticos	Archipiélago Revillagigedo - Matemáticos - M. S. P. Oriental	12,837,718.651200	Adyacente al Archipiélago Revillagigedo.
4	Trinchera Mesoamericana y Cañones Submarinos	Playas Petacalco – Piedra de Tlacoyunque	3,275,825.57373	Frente a las costas de los municipios de: Manzanillo, Armería y Tecmán, Colima, frente a las costas de los municipios de: Coahuayana, Aquila y Lázaro Cárdenas, Michoacán y frente a las costas de los municipios de: La Unión de Isidoro, Montes de Oca y José Azueta, Guerrero.
5	Monte Submarino Shimada	-	548,726.186291	Al sur-oeste del Archipiélago Revillagigedo.
6	Monte Submarino Downwind	-	346,584.648792	Al sur-oeste del Archipiélago Revillagigedo.
7	Dorsal del Pacífico Oriental	Dorsal del Pacífico Oriental	2,670,097.571190	Frente a las costas de los municipios de: Coahuayana, Aquila y Lázaro Cárdenas, Michoacán y frente a las costas de los municipios de: La Unión de Isidoro Montes de Oca y José Azueta, Guerrero.
8	Montes y Fosa del Pacífico Transicional Mexicano	-	629,136.890904	Frente a las costas de los municipios de: Aquila y Lázaro Cárdenas, Michoacán y frente a las costas de los municipios de: La Unión de Isidoro Montes de Oca, Guerrero.
9	Trinchera Mesoamericana Fosa de Acapulco	-	3,705,472.605240	Frente a las costas de los municipios de: Benito Juárez, Coyuca de Benítez, Acapulco de Juárez, San Marcos, Florencio Villarreal, Copala, Marquelia, Cuajinicuilapa, Guerrero y frente a las costas de los municipios de: Santiago Tapextla, Santo Domingo Armenta, Santiago Pinotepa Nacional, Santa María Huazolotitlán, Santiago Jamiltepec, Villa de Tututepec de Melchor Ocampo, San Pedro Mixtepec, Santa María Colotepec y Santa María Tonameca, Oaxaca.
10	Dorsal de Tehuantepec	Dorsal de Tehuantepec	2,824,693.559260	Frente a las costas de los municipios de: San Mateo del Mar, Juchitán de Zaragoza, San Dionisio del Mar y San Francisco del Mar, Oaxaca.
11	Trinchera Mesoamericana Fosa de Tehuantepec	Trinchera Mesoamericana Tehuantepec	1,723,328.277060	Frente a las costas de los municipios de: Tonalá, Pijijiapan, Mapastepec, Acapetahua, Huixtla, Mazatán y Tapachula, Chiapas.
12	Cuenca de Guatemala	-	656,364.580451	Frente a las costas de los municipios de: Mapastepec, Acapetahua, Huixtla, Mazatán y Tapachula, Chiapas.
<b>Total General</b>			<b>33'493,362.777383 (33,493,362-77-73.83)</b>	

\* Nombre y clave del polígono asignados en la presente propuesta para el decreto de ANP Reserva de la Biosfera Zona Marina Profunda Pacífico Transicional Mexicano y Centroamericano. \*\* Nombre del polígono del GAP marino de acuerdo a los sitios de mar profundo (SMP) obtenidos a partir del Análisis de vacíos y omisiones en conservación de la biodiversidad marina de México: océanos, costas e islas. CONABIO-CONANP-TNC-PRONATURA (2007)



**Figura 2. Esquema de la delimitación de los polígonos de la RBZMPPT.**

Los polígonos de la propuesta para la Reserva de la Biosfera Zona Marina Profunda del Pacífico Transicional Mexicano y Centroamericano (RBZMPPT) 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.

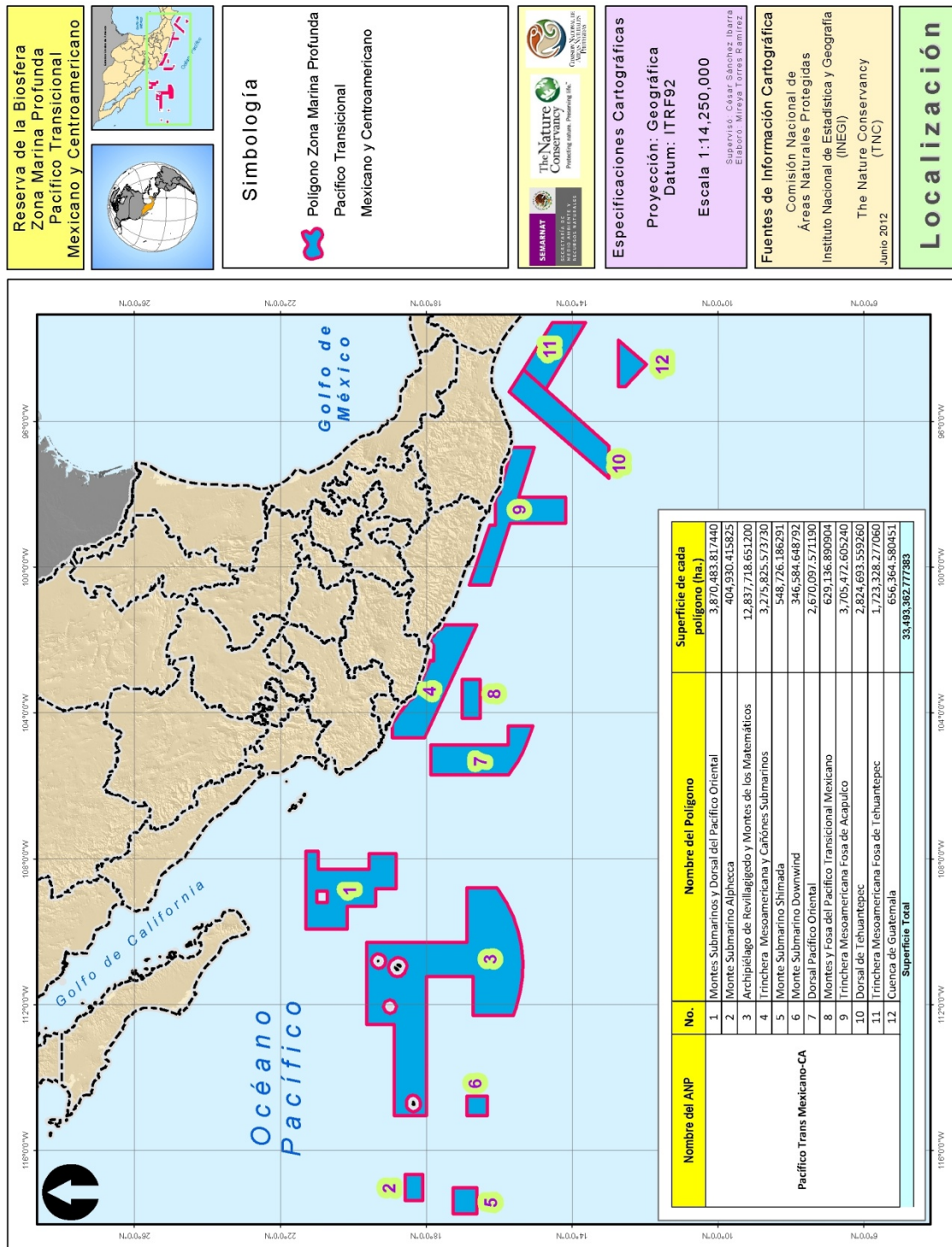


Figura 3. Localización de los doce polígonos incluidos en la RBZMP Pacífico Transicional Mexicano y Centroamericano.

#### d) Vías de acceso

Las superficies marinas ubicadas sobre los polígonos propuestos sólo son accesibles por barco a partir de los principales puertos de la costa suroeste del océano Pacífico, como el Puerto de Cabo San Lucas, Mazatlán, Vallarta, Manzanillo, Lázaro Cárdenas, Salina Cruz, Acapulco y Chiapas (Secretaría de Comunicaciones y Transportes, SCT 2010). 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 no hay actualmente manera alguna de ser visitados.

**Puerto Cabo San Lucas:** El Puerto se localiza al sur de La Paz, Baja California Sur, en el litoral del Pacífico a 22° 54' 40" Latitud N y 109° 54' 40" Longitud O.

**Puerto Mazatlán:** Se ubica en el estado de Sinaloa entre los 22° 31' y 26° 56' latitud N y los 105° 24' y 109° 27' longitud oeste. Este puerto es el punto de confluencia del Océano Pacífico y el Golfo de California.

**Puerto Vallarta:** Se ubica en la Bahía de Banderas en el estado de Jalisco, en el litoral del Océano Pacífico. Sus coordenadas geográficas son 20° 39' 09" latitud N y 105° 14' 30" longitud O. Al norte limita con Punta de Mita, al sur con Cabo Corrientes, al noreste existen islas y arrecifes como la Corbeteña y las Marietas.

**Puerto Manzanillo:** El puerto se ubica en el estado de Colima, en las coordenadas geográficas 19° 03' 45" latitud N y 104° 18' 08" longitud O.

**Puerto Lázaro Cárdenas:** Este puerto industrial y comercial se ubica en el estado de Michoacán en las coordenadas geográficas 17° 54' 58" latitud N y 102° 10' 22" longitud O. La zona donde se encuentra este puerto también se conoce como delta del Balsas.

**Puerto Acapulco:** El puerto de Acapulco es una sociedad privada que se localiza en el estado de Guerrero en la latitud N 16° 51' 21" y longitud O 99° 53' 46".

**Puerto Salina Cruz:** La ciudad y puerto Salina Cruz se ubica en el estado de Oaxaca, al norte del Golfo de Tehuantepec en el Océano Pacífico. Sus coordenadas corresponden a los 16° 09' 30" latitud N y los 95° 11' 30" longitud O.

**Puerto Chiapas:** El puerto se ubica en el litoral del Pacífico en el estado de Chiapas, entre los paralelos 14° 32' 24" y 17° 59' 08" de latitud N y los meridianos 90° 20' 32" y 94° 07' 13" de longitud O.

#### e) Mapa y descripción de límites geográficos

Los polígonos propuestos para conformar la RB ZMPPT se encuentran ubicados en las aguas profundas del Océano Pacífico a partir de los 400 m de profundidad (Figura 2). Sus límites geográficos se localizan entre las coordenadas 11°58'07" latitud mínima norte (N), -93°18'00" longitud mínima oeste (O); 21°18'00" latitud máxima norte (N), -117°45'00" longitud oeste (O). Las coordenadas de los polígonos se encuentran en Proyección Geográfica, con Datum ITRF92. En las Figuras 4 a la 10 se muestra la ubicación y las coordenadas de cada uno de los doce polígonos propuestos para la RBZMPPT.

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

Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP), órgano desconcentrado de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (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).

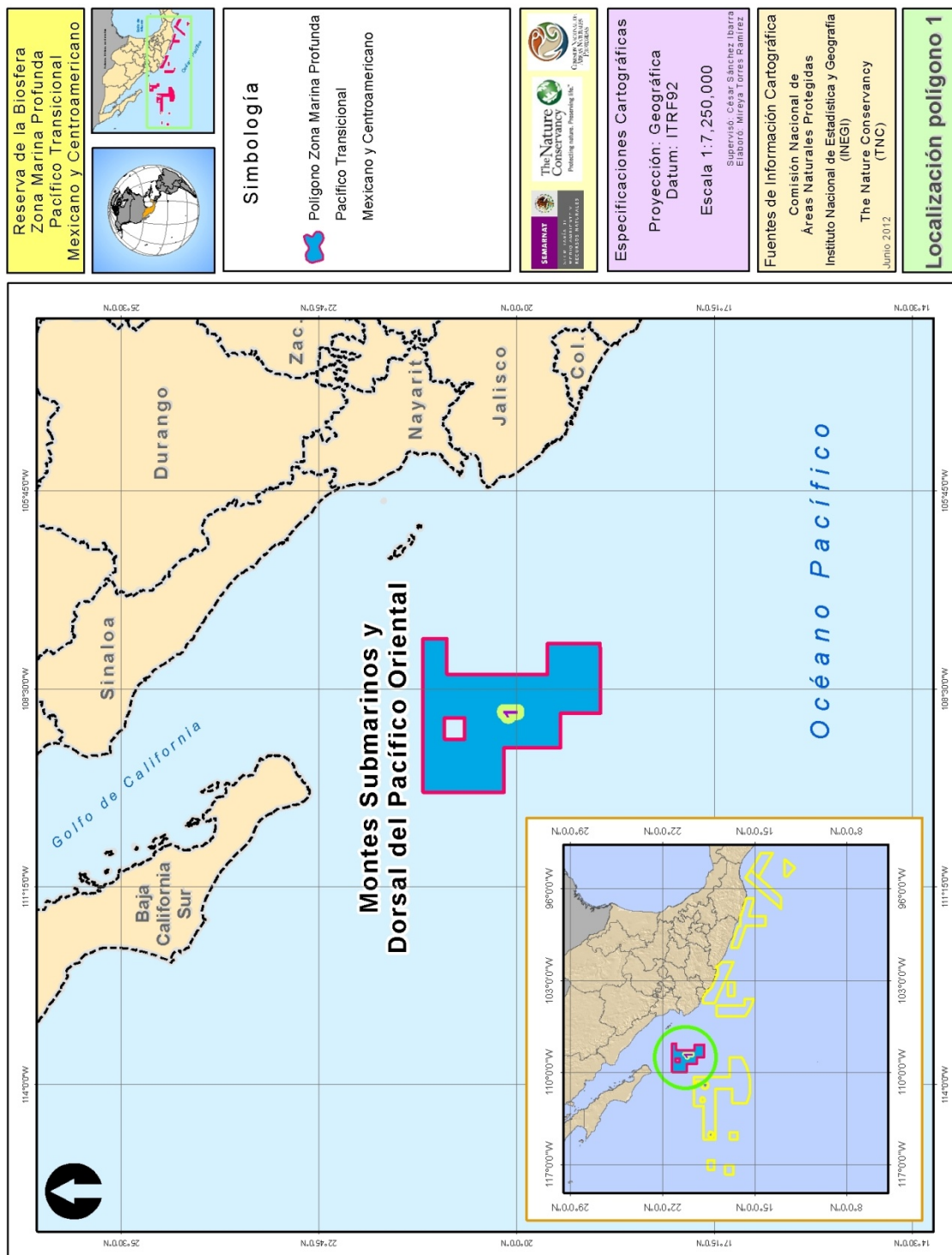


Figura 4. Localización del polígono 1) Montes Submarinos y Dorsal del Pacífico Oriental.

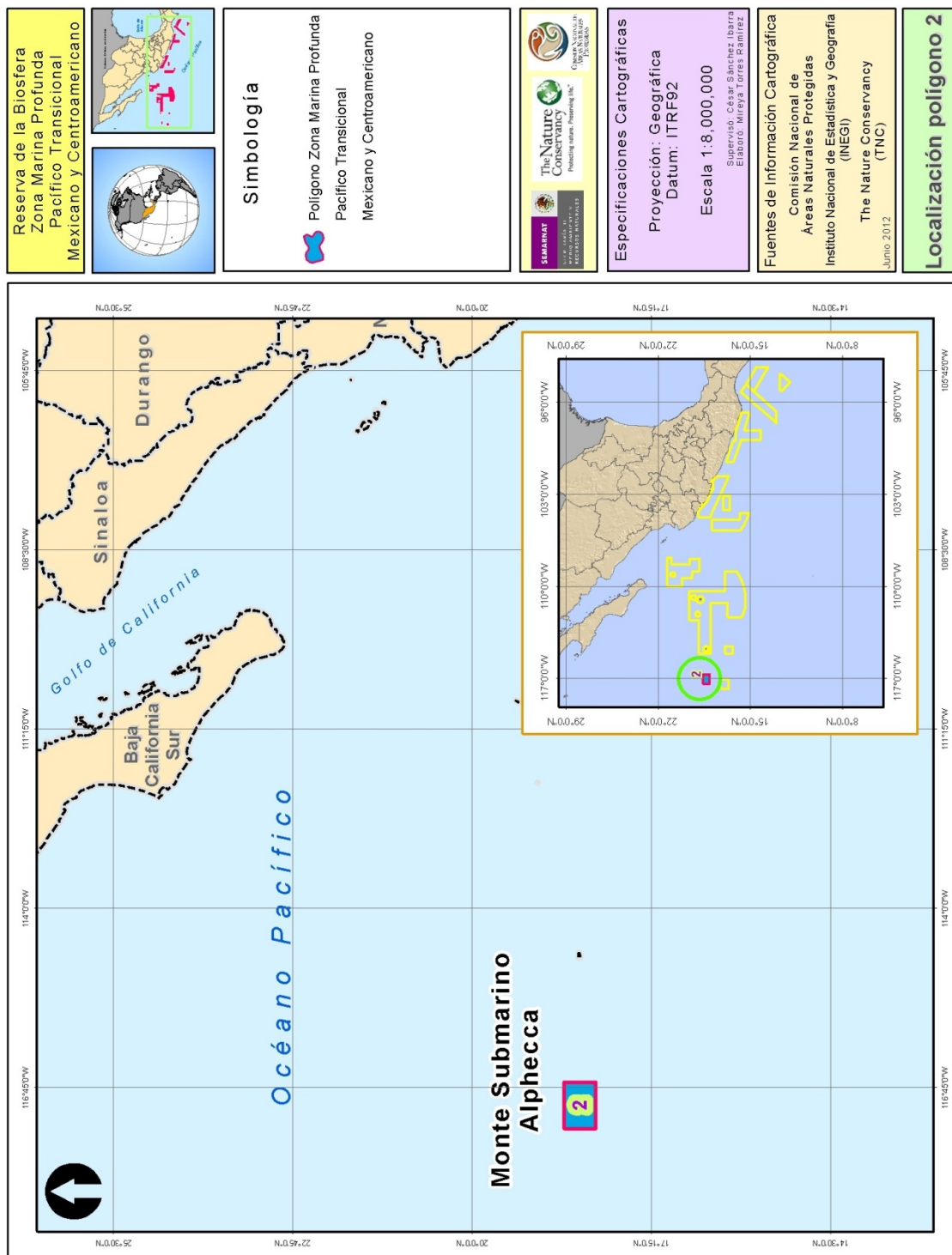


Figura 5. Localización del polígono 2) Monte Submarino Alpecca.

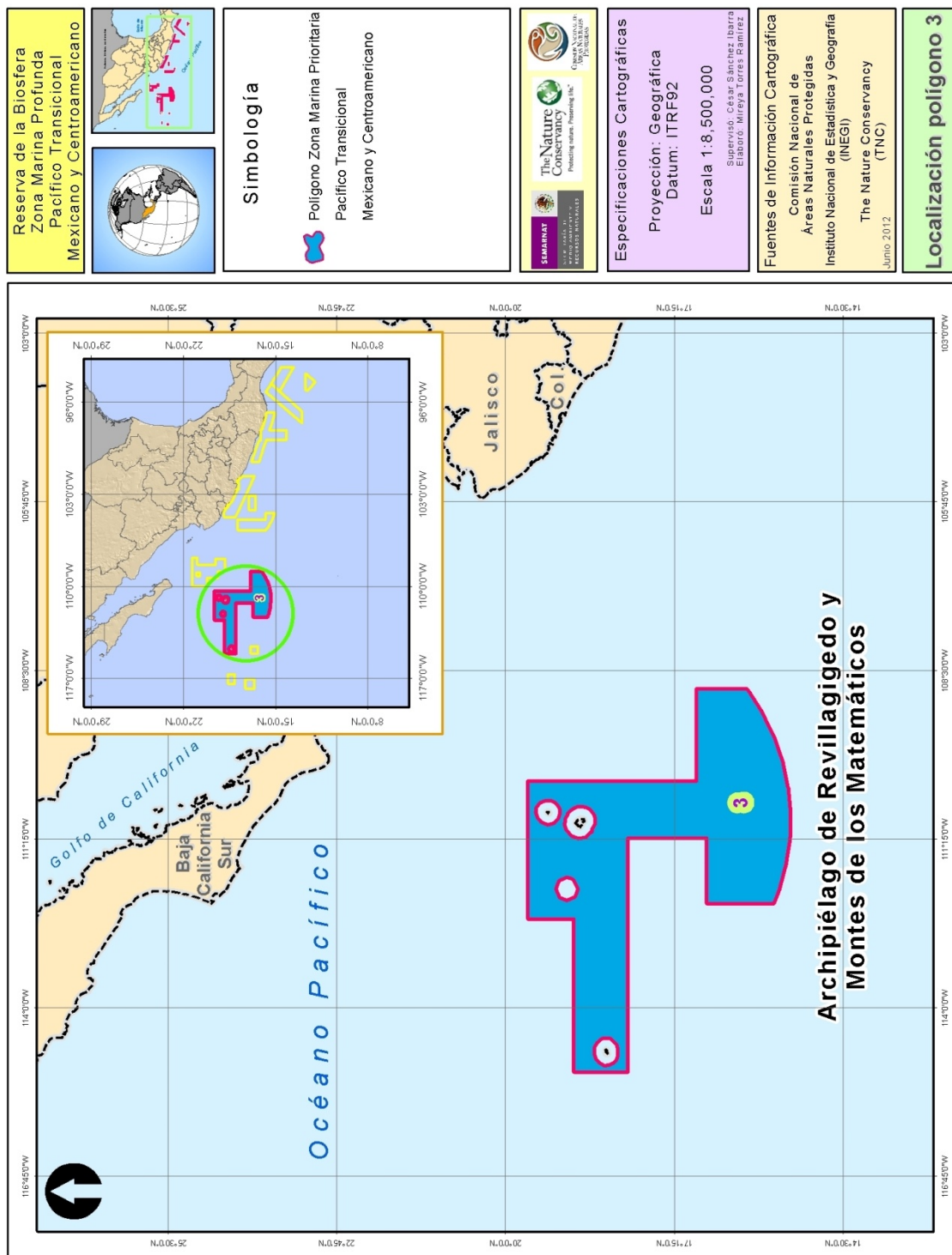


Figura 6. Localización del polígono 3) Archipiélago de Revillagigedo y Montes de los Matemáticos.

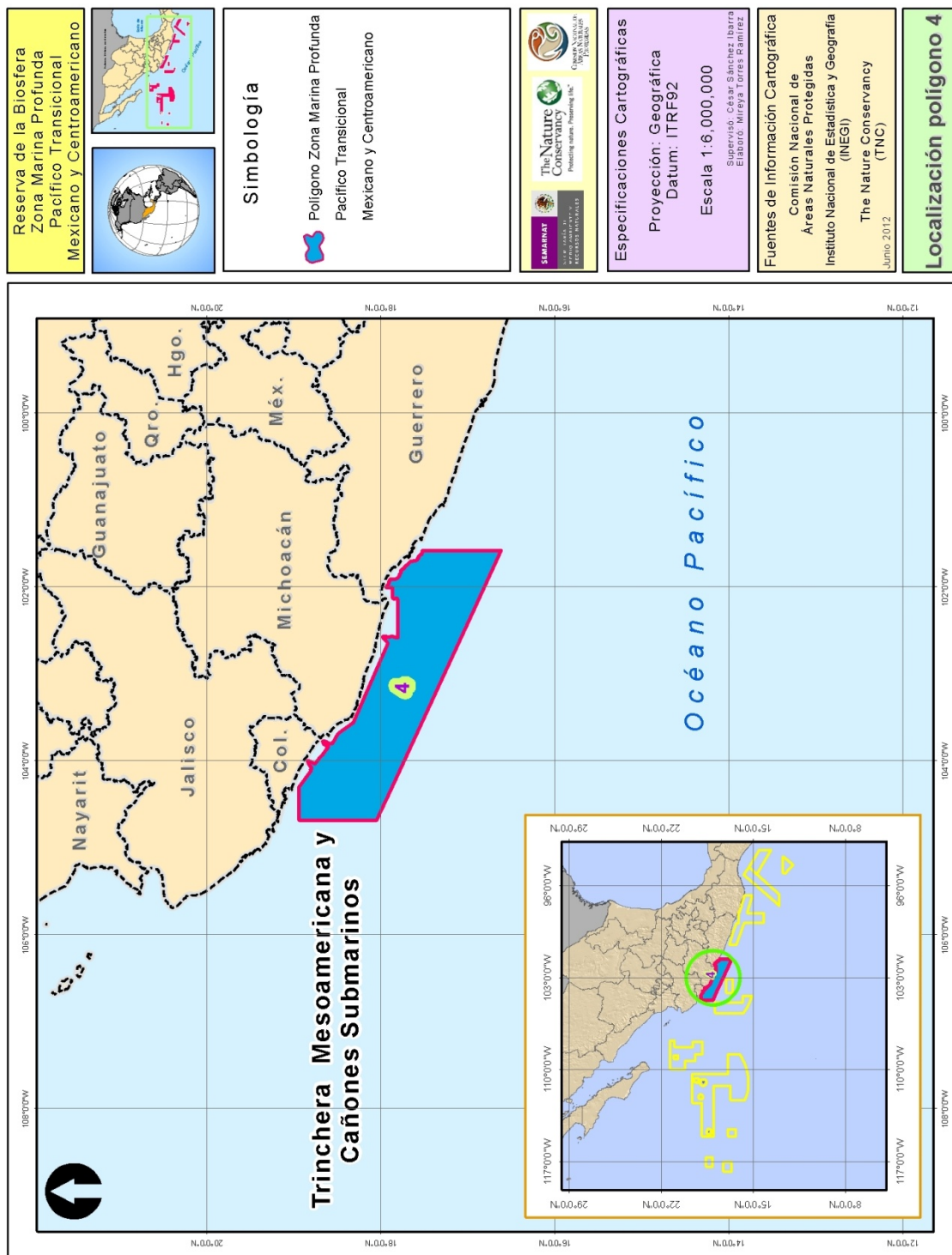


Figura 7. Localización del polígono 4) Trinchera Mesoamericana y Cañones Submarinos.

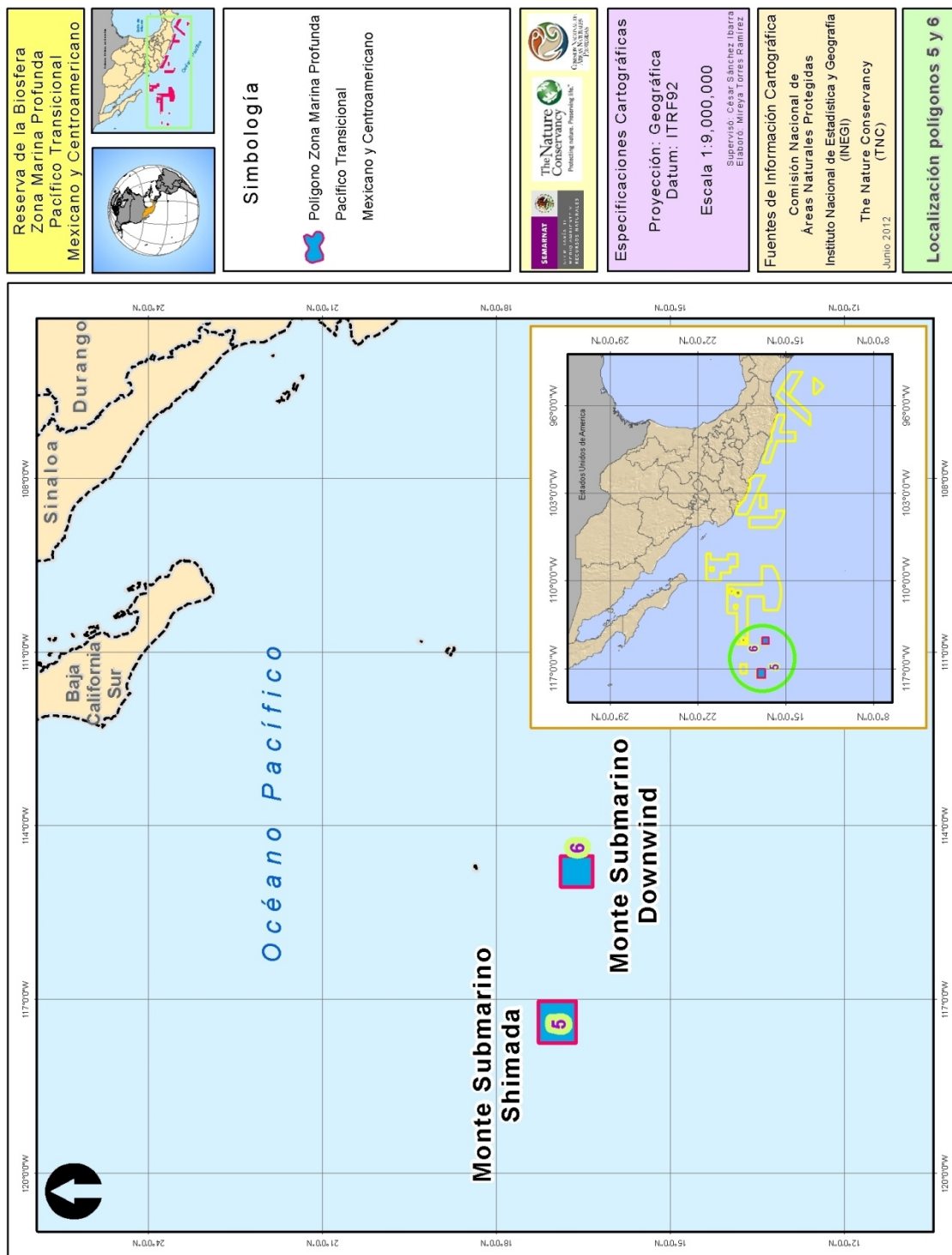


Figura 8. Localización de los polígonos 5) Monte Submarino Shimada y 6) Monte Submarino Downwind.

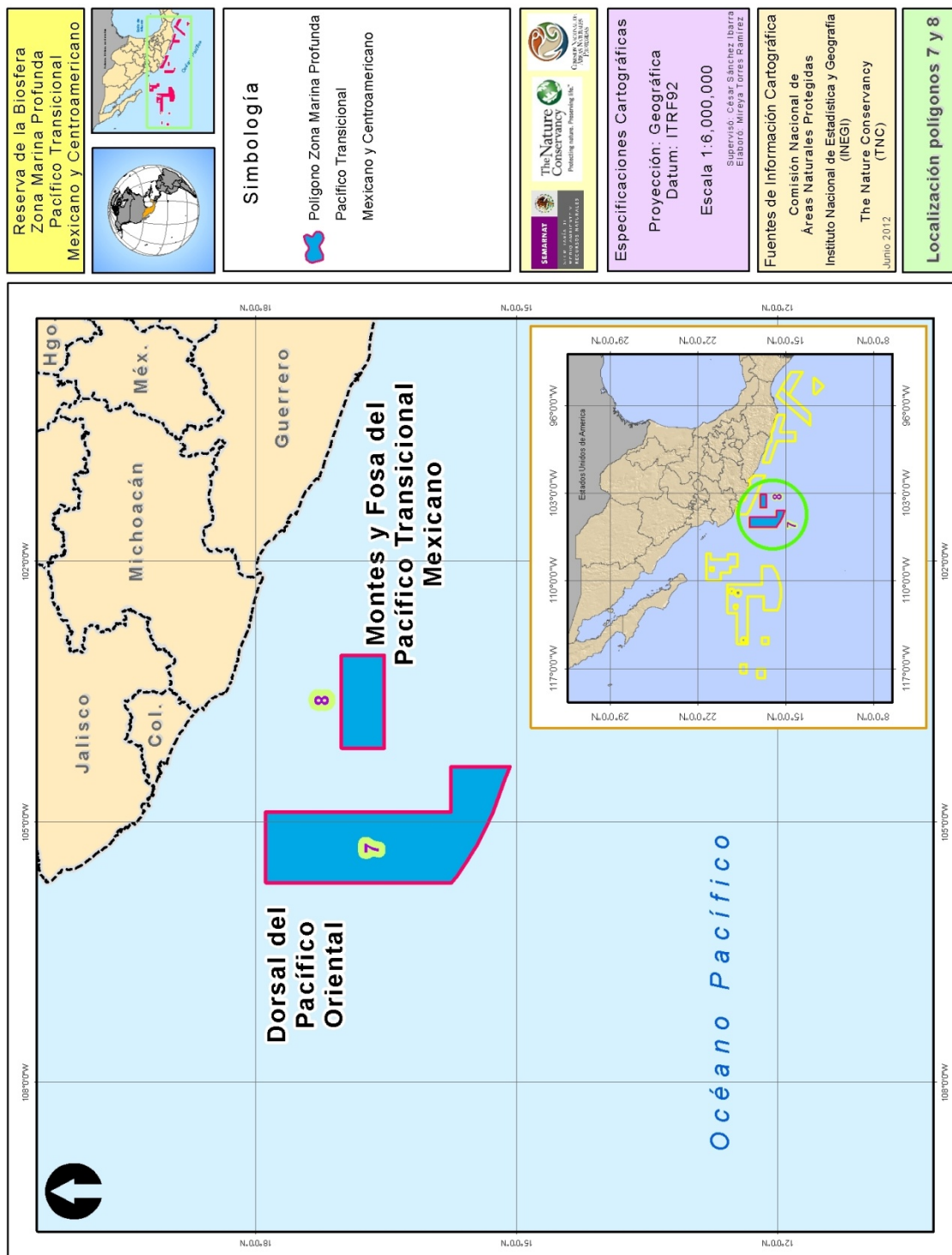


Figura 9. Localización de los polígonos 7) Dorsal del Pacífico Oriental y 8) Montes y Fosa del Pacífico Transicional Mexicano.

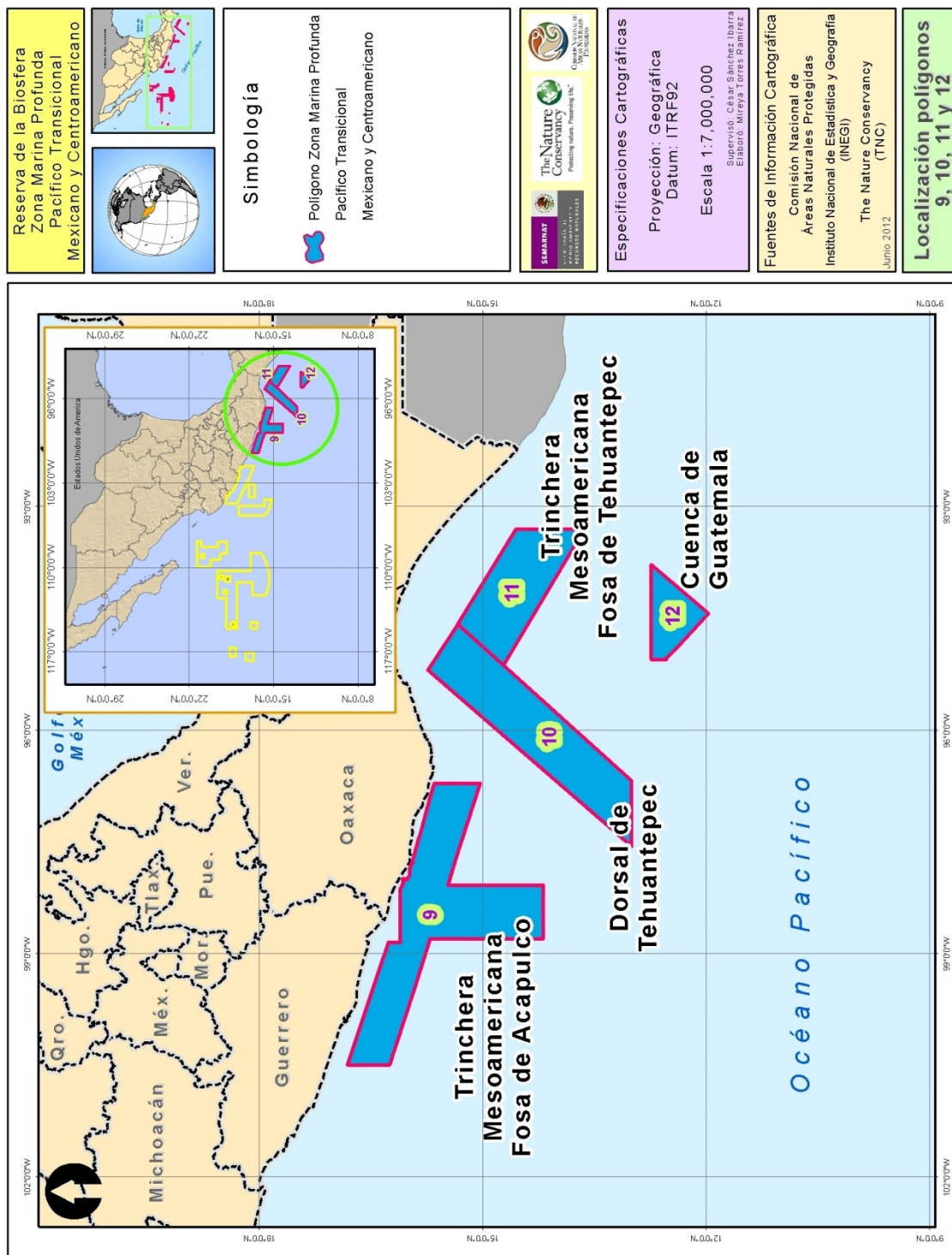


Figura 10. Localización de los polígonos 9) Trinchera Mesoamericana Fosa de Acapulco, 10) Dorsal de Tehuantepec, 11) Trinchera Mesoamericana Fosa de Tehuantepec y 12) Cuenca de Guatemala.

## II. EVALUACIÓN AMBIENTAL

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

#### 1. Características físicas

Una gran parte de la extensión total del mar profundo aún permanece sin ser muestreada, esto ocasiona que actualmente se cuente con poca información para delimitar unidades biogeográficas tanto a nivel de provincia como de región (Organización de las Naciones Unidas para la Educación la Ciencia y la Cultura, 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).

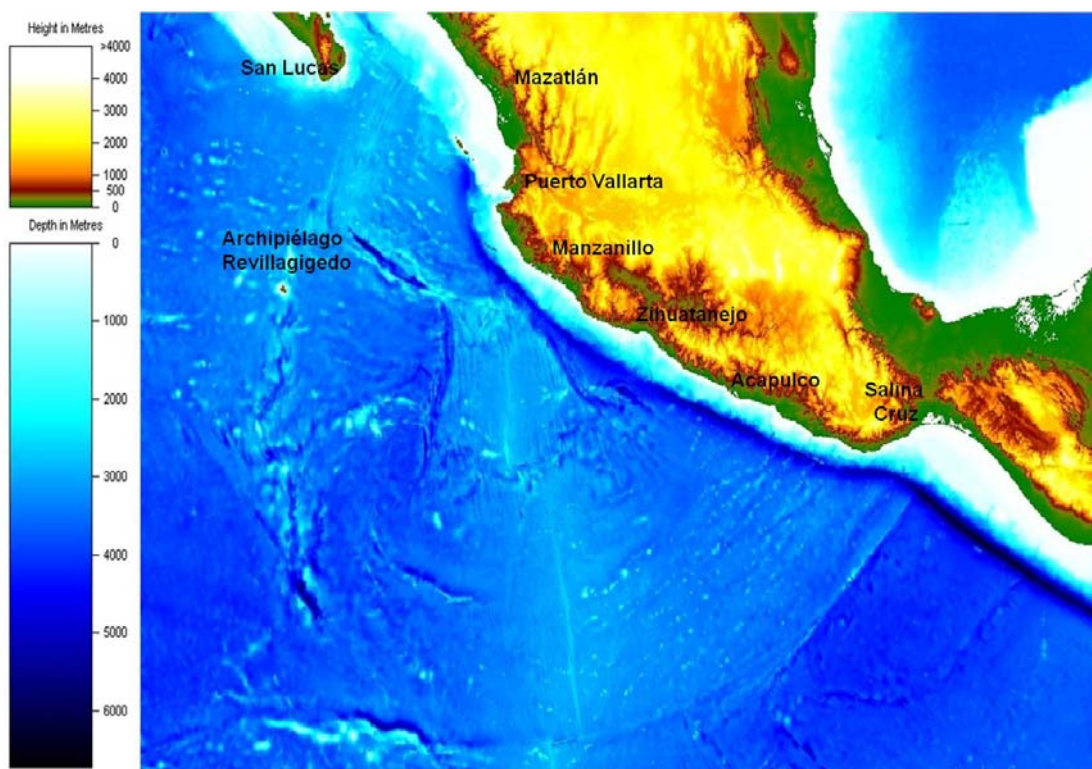
En este análisis, el Pacífico Transicional Mexicano y Centroamericano se encuentra incluido en la provincia pelágica del *Pacífico Tropical Este*, definido a partir del análisis de variables de temperatura, profundidad y productividad primaria. La clasificación biogeográfica béntica del mar profundo, 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, de las cuales, el Pacífico Transicional Mexicano y Centroamericano, se ubica en la provincia de *Placa de Cocos*; mientras que, por las profundidades marinas correspondientes a la zona abisal de esta ecoregión, se ubicó en la provincia de las *Cuencas del Pacífico Oriental*, la cual incluye las cuencas de Chile-Perú-Guatemala, la cuenca de Panamá y otras áreas profundas menores del Pacífico este de México, la Península de Baja California, el norte de la elevación de Chile, y las zonas de oxígeno mínimo del talud Norteamericano occidental.

#### Fisiografía

El fondo del Pacífico Mexicano cuenta con una batimetría muy variable, más del 80% de la ZEE sobrepasa los 2,000 m de profundidad, mientras que el 6% se ubica entre los 1,000 y 2,000 m, poco más del 6% tiene entre 200 y 500 m y 6.5% se encuentra a menos de 200 m de profundidad (Espinoza 2004) (Fig. 11).

El Pacífico Transicional Mexicano se caracteriza por la presencia de una plataforma continental estrecha de 10 a 15 km de ancho, la cual es interrumpida por varios cañones submarinos desde Jalisco hasta Oaxaca, y declina rápidamente muy cerca de la costa hasta alcanzar profundidades entre 2,500 y 3,000 m (Wilkinson *et al.* 2009). A unos 100 km de distancia desde la costa, se encuentra la trinchera mesoamericana, la cual alcanza una profundidad de hasta 5,616 m y de 5,057 m en la Fosa de Acapulco y los Cañones Submarinos, respectivamente. Esta es una zona de subducción muy importante porque contribuye a los frecuentes sismos de la región. La planicie abisal del lado marítimo de la trinchera alcanza profundidades entre 3,500 y 4,000 m y elevaciones de hasta 1,000 m en los montes submarinos y fracturas con profundidades de hasta 5,886 m. Existe también un sistema de dorsales producidas por la expansión de las placas oceánicas, como el caso del

Archipiélago de Revillagigedo (Wilkinson *et al.* 2009), en donde se ha registrado una profundidad máxima de 4,856 m.



**Figura 11. Batimetría de la región del Pacífico Transicional Mexicano y Centroamericano.**  
(Mapa: Monahan 2008 y Regiones: Parés-Sierra *et al.* 1997).

Hacia la parte centroamericana del Pacífico, la plataforma continental es amplia y posee un talud continental con pendientes de diversas profundidades que comprende una porción de la trinchera mesoamericana en Tehuantepec, con una profundidad máxima registrada de 6,721 m; una parte de la cuenca de Guatemala, con fosas profundas que alcanzan los 4,371 m; y la cresta o dorsal de Tehuantepec, la cual es una cadena montañosa de origen volcánico (Wilkinson *et al.* 2009), con una profundidad registrada de hasta 6,494 m (Tabla 3).

**Tabla 3. Características fisiográficas y geológicas de los polígonos propuestos para la RBZMPPT**

(Adaptado de CONABIO *et al* 2007).

No.	Nombre del Polígono	Características geológicas y fisiográficas
1	Montes Submarinos y Dorsal del Pacífico Oriental	Tectónica de placas: frontera entre las placas del Pacífico y de Rivera Topografía: montes marinos con escarpes y valles Zona sujeta a efectos tectónicos.
2	Monte Submarino Alphecca	-
3	Archipiélago de Revillagigedo y Montes de los Matemáticos	<u>Archipiélago Revillagigedo:</u> Nombre de la Placa Tectónica: Pacífico Sustrato: limoso, litoso, andoso y arcilloso Tipo de Rocas: ígneas Sedimento: ceniza, coralino Topografía: talud con pendiente pronunciada Tipo de Costas: playas, acantilados, arrecifes, bahías arenosas, costa rocosa, costa dentada y zona montañosa. Plataforma continental estrecha Estructuras emergentes: archipiélagos <u>M. S. de Los Matemáticos y M.S. del Pacífico Oriental:</u> Tectónica de placas: margen activo de la placa del Pacífico con actividad volcánica. Rocas ígneas y sedimentos lodosos. <u>M. S. de Los Matemáticos:</u> Topografía: montes marinos con escarpes y valles.
4	Trinchera Mesoamericana y Cañones Submarinos	-
5	Monte Submarino Shimada	-
6	Monte Submarino Downwind	-
7	Dorsal del Pacífico Oriental	Tectónica de placas: zona de rift y dorsal de la placa Pacífico-Tamayo con rocas ígneas.
8	Montes y Fosa del Pacífico Transicional Mexicano	-
9	Trinchera Mesoamericana Fosa de Acapulco	-
10	Dorsal de Tehuantepec	Tectónica de placas: margen activo de la Placa de Cocos con rocas ígneas. Zona sujeta a actividad tectónica.
11	Trinchera Mesoamericana Fosa de Tehuantepec	Tectónica de placas: Trinchera entre las placas de Norteamérica y de Cocos.  Zona de subducción con rocas ígneas y sedimentos de tipo lodosos.
12	Cuenca de Guatemala	-

### Geología física e histórica

El sureste de México posee una geometría estructural compleja. En esta zona existe una interacción de tipo trinchera-falla transformante entre las placas de América del Norte, Caribe y de Cocos, ubicada hacia el SE de Salina Cruz. Esta unión es inestable y emigra hacia el oriente, desde Puerto Ángel a lo largo del sistema Polochic-Motagua, desde hace

aproximadamente 8 millones de años. El sistema Polochic-Motagua funciona como límite entre las placas de América del Norte y del Caribe, con un movimiento lateral izquierdo (Delgado-Argote y Carballido-Sánchez 1990).

La unión triple del Golfo de Tehuantepec explica rasgos tectónicos complejos, como el de la cuenca marginal, entre Puerto Ángel y Salina Cruz, un sistema transpresivo izquierdo de 100 km de anchura desde Puerto Ángel hasta Macuspana; y la región del bloque activo entre los sistemas transcurrentes Puerto Ángel-Macuspana y Polochic-Motagua (Delgado-Argote y Carballido-Sánchez 1990). Para el caso de Chiapas, se ha propuesto la individualización del bloque del macizo cristalino de Chiapas del Pérmico en respuesta a la evolución del bloque de Chortis (Guzmán-Speziale 1985), el cual se considera activo a lo largo de la provincia de fallas de transcurrencia de Chiapas que termina hacia el oeste, en el Istmo de Tehuantepec (Delgado-Argote y Carballido-Sánchez 1990).

La Trinchera Mesoamericana se encuentra hacia el oeste y sureste de la dorsal de Tehuantepec, que corresponde con las costas de Oaxaca y Chiapas-Guatemala, respectivamente. En esta zona se han reconocido sedimentos del Mioceno tardío (Walkins *et al.* 1982), lo cual permite asumir que esta zona de subducción está activa por lo menos a partir desde esta época (Delgado-Argote y Carballido-Sánchez 1990).

#### *Tipos de materiales geológicos.*

Los tipos de sedimentos que se obtuvieron a partir del taller realizado por la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) para la clasificación de sitios prioritarios, el cual arrojó un total de 9 categorías. En general, todas las ecorregiones, presentaron sustratos arenoso, limoso y arcilloso. De manera particular, se reportó para el Archipiélago de Revillagigedo un sustrato de tipo limoso, litosol, andosol y arcilloso, además de sedimentos de ceniza y coralino; y para los montes de Los Matemáticos y la Trinchera Mesoamericana Fosa de Tehuantepec se reportaron sedimentos de tipo lodoso (CONABIO *et al.* 2007) (Tabla 3).

La Comisión para la Coordinación Ambiental (CCA) ha encontrado que en la región del Pacífico Transicional Mexicano, el sustrato de la plataforma cambia gradualmente de arena a arena fangosa, fango arenoso y fango, a medida que se aleja de la costa. Estas variaciones en el sustrato, pueden ser atribuidas a las tormentas intensas ocasionales o con la actividad sísmica intensa que comúnmente se presenta en la zona. En cambio, en la región del Pacífico Centroamericano, se encontró que el sustrato es una mezcla variable de fango, arena y grava; además de presentar zonas con un contenido mínimo de oxígeno (Wilkinson *et al.* 2009).

Por otra parte, en este estudio se encontró que los polígonos que forman parte de la propuesta de RBZMP Pacífico Transicional Mexicano y Centroamericano presentan sedimentos suaves y duros, con características texturales de arcilla, lodo, arena y en algunos casos mezclas de grava-arcilla y arena-limo.

## Oceanografía

### *Circulación y corrientes.*

En el Pacífico Transicional Mexicano y Centroamericano confluyen corrientes de agua de baja temperatura que provienen de Alaska y forman la Corriente de California, la cual llega hasta las costas de América del Sur; mientras que la corriente ecuatorial de temperatura tropical cálida, viaja desde Asia a través del Pacífico Central y sube bordeando el continente americano. La corriente del Pacífico Norte, proveniente de la corriente de Japón, cruza el Pacífico hasta encontrarse con la Corriente de California y se une con las corrientes templadas del noroeste del Pacífico mexicano, las cuales rodean las costas mexicanas con diferentes temperaturas durante todo el año y se unen a las corrientes de Humbolt, del Perú y Ecuatorial. Además de estas corrientes superficiales, en el Pacífico existen corrientes profundas, abisales y hadales (Espinosa 2004) (Tabla 4).

Las corrientes principales de esta región del Pacífico son: a) la *Corriente de California* (CC), que alcanza los 18°N (Guerrero) y 15°N (Chiapas) en enero-febrero y marzo-junio respectivamente; b) la *Corriente Norecuatorial*, formada por la Corriente de California y la *Corriente Costera de Costa Rica* (CCCR), la cual proviene de Panamá y cambia de nombre a *Corriente Mexicana* (CM) llegando hasta el extremo de la Península de Baja California de junio a diciembre. La CCCR es la que transmite las perturbaciones del fenómeno de El Niño (Badan 1997) y se retrae cuando la CC es mayor (marzo-junio) (De la Lanza-Espino 2001).

Otra corriente importante en el Pacífico es la *Corriente de Tehuantepec* (CT), generada por la CCCR y el viento proveniente del Golfo de México, los cuales producen corrientes marinas que alcanzan los 100 cm/s, surgencias, giros anticiclónicos y ciclónicos, causados por la topografía del golfo (De la Lanza-Espino 2001).

### *Masas de agua.*

Las masas de agua que predominan en el Pacífico Trópico-Oriental (PTO) son el Agua Tropical Superficial (ATS), el Agua Subsuperficial Subtropical (ASsSt) y una tercera capa que, aunque no corresponde a un tipo definido de agua, se le identifica como una masa de agua específica por su contenido de mínimo oxígeno disuelto (Torres-Orozco 1993). Estas masas de agua abarcan desde la entrada del Golfo de California, hasta el Ecuador y desde la costa de Centroamérica hasta donde son perceptibles, sin ambigüedad, los elementos de la circulación del Ecuador Central (Torres-Orozco 1993).

El ATS está separada del ASsSt por la presencia de una termoclina intensa en la región ecuatorial, cuya configuración se asocia notablemente con la circulación y con la contribución de cada masa de agua al panorama hidrológico del PTO. En el seno de la termoclina, se encuentra el valor máximo de salinidad que se origina en el Pacífico Sur y su profundidad varía de 50 a 150 m, a partir de esta profundidad la salinidad disminuye rápidamente hacia la superficie y paulatinamente hacia abajo hasta alcanzar los valores característicos del ASsSt que posee un mínimo de salinidad de 34.55 UPS, proveniente de una aportación del Agua Intermedia del Pacífico (AIP) (Torres-Orozco 1993).

La masa de agua predominante en la región comprendida entre los 18°S y 20° N es el Agua Ecuatorial del Pacífico (AEP), esta masa de agua se caracteriza por una estrecha correlación entre su temperatura y su salinidad en el rango de 15° C, 35.15 UPS

(unidades prácticas de salinidad) y 8° C, 34.6 UPS. En profundidad, cuando la temperatura es de aproximadamente 5.5° C, se aprecia un mínimo de salinidad entre 34.50 y 34.58 UPS. Por debajo de ésta, la salinidad se incrementa con la temperatura y con la profundidad hasta 1.3° C y 34.70 UPS. El origen de esta masa de agua es el Pacífico Sur, frente a Sudamérica y por ende su presencia frente a las costas mexicanas, es un indicador de la trayectoria de las aguas del sistema ecuatorial (Torres-Orozco 1993).

### Mareas.

El régimen de mareas del Pacífico Mexicano es de tipo mixto y mixto semidiurno en el Golfo de Tehuantepec. Entre Puerto Vallarta, Jalisco y Colima las pleamares y bajamares suceden casi simultáneamente; en Acapulco las mareas vivas ocurren en los cuartos menguante y creciente. La amplitud de la marea disminuye de norte a sur, en Michoacán (Lázaro Cárdenas) se presentan las mareas más pequeñas de la ecorregión y aumentan hacia Panamá (De la Lanza-Espino 2001).

**Tabla 4. Aspectos oceanográficos de los polígonos de la RBZMP Pacífico Transicional Mexicano y Centroamericano.**

Adaptado de las fichas técnicas para la evaluación de los sitios prioritarios (CONABIO *et al.* 2007).

No.	Nombre del polígono	Características oceanográficas
1	Montes Submarinos y Dorsal del Pacífico Oriental	Profundidad 2 500 - 3 500 m Domina la Corriente Norecuatorial del Pacífico Oriental y la masa de agua Superficial Norecuatorial Zona sujeta a efectos de huracanes y fenómeno de El Niño.
2	Monte Submarino Alphecca	-
3	Archipiélago de Revillagigedo y Montes de los Matemáticos	<u>Archipiélago Revillagigedo:</u> Influencia de corrientes: Corriente de California, Corriente Norecuatorial, Corriente Costera de Costa Rica. Masas de agua presentes: Superficial de la Corriente de California, Superficial de la Corriente Norecuatorial. Marea mixta predominantemente semidiurna Oleaje: Alto Intervalo de temperatura: 20 - 28 ° C Presencia de surgencias estacionales Fenómenos naturales extraordinarios: Ocurren erupciones, El Niño, Tormenta tropical y huracanes. <u>M. S.de Los Matemáticos:</u> Profundidad de 2 500 m – 3 000 m Zona sujeta a efectos de huracanes y fenómenos naturales de El Niño. <u>M. S. del Pacífico Oriental:</u> Profundidad media de 500 – 3 000 m Zona sujeta a huracanes y fenómeno de El Niño.
4	Trinchera Mesoamericana y Cañones Submarinos	-

No.	Nombre del polígono	Características oceanográficas
5	Monte Submarino Shimada	-
6	Monte Submarino Downwind	-
7	Dorsal del Pacífico Oriental	Profundidad: 2 500 m – 3 500 m Domina la Corriente Norecuatorial del Pacífico Oriental y la masa de agua Superficial Norecuatorial Zona sujeta a efectos de huracanes y fenómeno de El Niño.
8	Montes y Fosa del Pacífico Transicional Mexicano	-
9	Trinchera Mesoamericana Fosa de Acapulco	-
10	Dorsal de Tehuantepec	Profundidad 500 – 6 000 m Domina la Corriente Norecuatorial del Pacífico Oriental y las masas de agua Superficial Norecuatorial y Subsuperficial Subtropical Zona sujeta a efectos de huracanes y fenómenos de El Niño y La Niña.
11	Trinchera Mesoamericana Fosa de Tehuantepec	Profundidad mayor de 5 000 m Domina la Corriente Norecuatorial del Pacífico Oriental y las masas de agua Superficial Norecuatorial y Subsuperficial Subtropical Zona sujeta a efectos de huracanes y fenómenos de El Niño y La Niña.
12	Cuenca de Guatemala	-

### *Surgencias.*

Las surgencias tienen importantes implicaciones biológicas, químicas y económicas, debido a que las aguas subsuperficiales que alcanzan las superficiales, llevan mayor contenido de nutrientes (fosfatos, nitratos y silicatos) y menor cantidad de oxígeno disuelto. Una vez que se elevan hacia la zona eufótica, provocan un aumento de fitoplancton, el cual es la base de la cadena alimenticia en el océano al promover el aumento de la biomasa de los elementos superiores de la cadena. Las zonas de surgencias son, por tanto, regiones de gran importancia en la pesca de especies de valor comercial (Parés-Sierra *et al.* 1997).

La productividad que ha sido reportada para la ecorregión del Pacífico Transicional Mexicano es elevada ( $>0.30 \text{ mg C/m}^2/\text{año}$ ) (Wilkinson *et al.* 2009), aunque la región oceánica es menos productiva que la nerítica (De la Lanza-Espino 2001). El Pacífico Centroamericano, que comprende el Golfo de Tehuantepec y zonas adyacentes, es una región con una productividad superficial elevada ( $>0.30 \text{ mg C/m}^2/\text{año}$ ), con una variabilidad estacional elevada debida a las surgencias, altamente influenciadas por la descarga de los ríos proveniente de las zonas costeras de Chiapas, por los vientos

provenientes del Golfo de México, y por las surgencias provenientes de aguas ecuatoriales, costeras y de mar adentro (Wilkinson *et al.* 2009).

Durante la temporada de invierno, el Golfo de Tehuantepec actúa como un detonador del ciclo de nutrientes y fitoplancton, lo cual enriquece las aguas mar adentro; mientras que en el resto del año, se comporta como un ecosistema tropical, con una biomasa de fitoplancton reducida y una baja productividad primaria (Wilkinson *et al.* 2009).

#### *Salinidad.*

Las salinidades reportadas en el Pacífico Mexicano son diversas, ya que existen climas distintos y masas de agua de origen diferente. La salinidad en Manzanillo es de 32 a 35.3 Unidades Prácticas de Salinidad (UPS), en Acapulco de 32.4 a 34.7 UPS y Salina Cruz de 33 a 34.9 UPS (De la Lanza-Espino 2001). La masa de Agua Tropical Superficial de 34 UPS, forma parte importante de la CCR (Badan 1997) y se encuentra en toda la vertiente del Pacífico Mexicano de los 20 a 50 m de profundidad y ocasionalmente a los 100 m. Por debajo de esta masa de agua, se encuentra el Agua Subtropical Subsuperficial de 34.55 UPS (De la Lanza-Espino 2001).

#### *Zona de mínimo oxígeno (ZMO).*

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 200m 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. Esta zona es casi cuatro veces más ancha que la zona epipelágica, de los 200 a 1000m de profundidad y coincide con el gradiente vertical de temperatura, conocida como la termoclina permanente (Ramírez- Llodra 2010). En algunas zonas geográficas, como en el Pacífico Oriental, 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 1000m (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. 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).

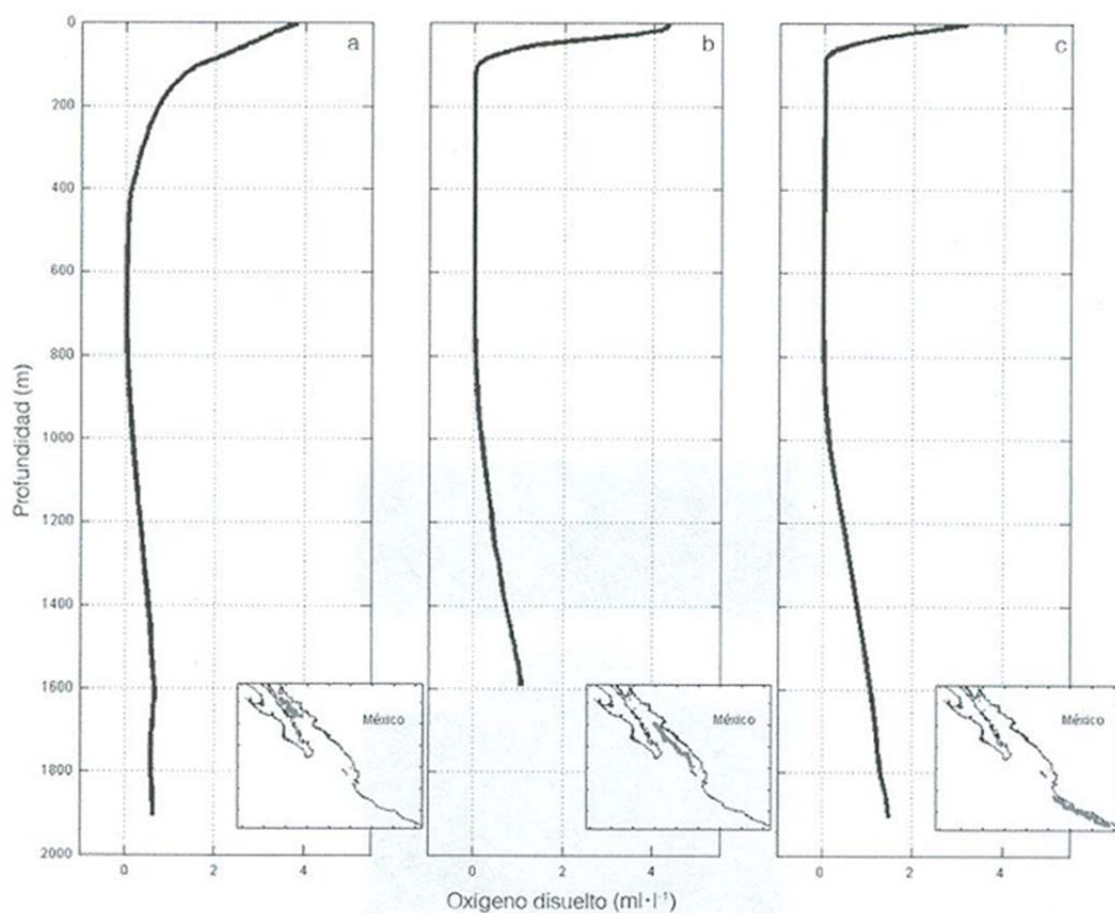
Esta condición determina que la pesca en la mayor parte del Pacífico Mexicano se realice en las capas superiores, sobre la ZMO. La pesca se restringe a bajas profundidades, en parte, debido a que la mayor parte de las especies, entre ellas las de las pesquerías comerciales, son especies principalmente no adaptadas a condiciones hipóxicas (Hendrickx *et al.* 2010).

LA ZMO es extensa en gran superficie del Pacífico Mexicano, en el sur del 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 (Fig. 12 a, b, c y Fig. 13 a, b, c) formando un núcleo con valores mínimos muy cercanos o igual a cero (curso recto del perfil vertical de O<sub>2</sub> sobre el eje de 0 ml/l) (Fig. 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, 0.5 ml/l y mayores, indican que la concentración de oxígeno aumenta nuevamente conforme lo hace la profundidad. La zona de azul intenso corresponde a la capa de mínimo oxígeno en secciones profundas del Pacífico, del Golfo de California centro superior, Golfo de California Suroriental y Pacífico Suroriental (Hendrickx *et al.* 2010).

La ZMO es común desde la parte media superior del Golfo de California, siguiendo las secciones longitudinales (Fig. 12 a, b y c) que muestran una capa mínima de oxígeno entre valores de 0.5 ml/l situados en 250 m y 1,386 m (Fig. 13a), mientras que los valores menores a 0.2 en los niveles de 366 y 1,055 m quedan anidados dentro de los valores de 0.5 ml/l.

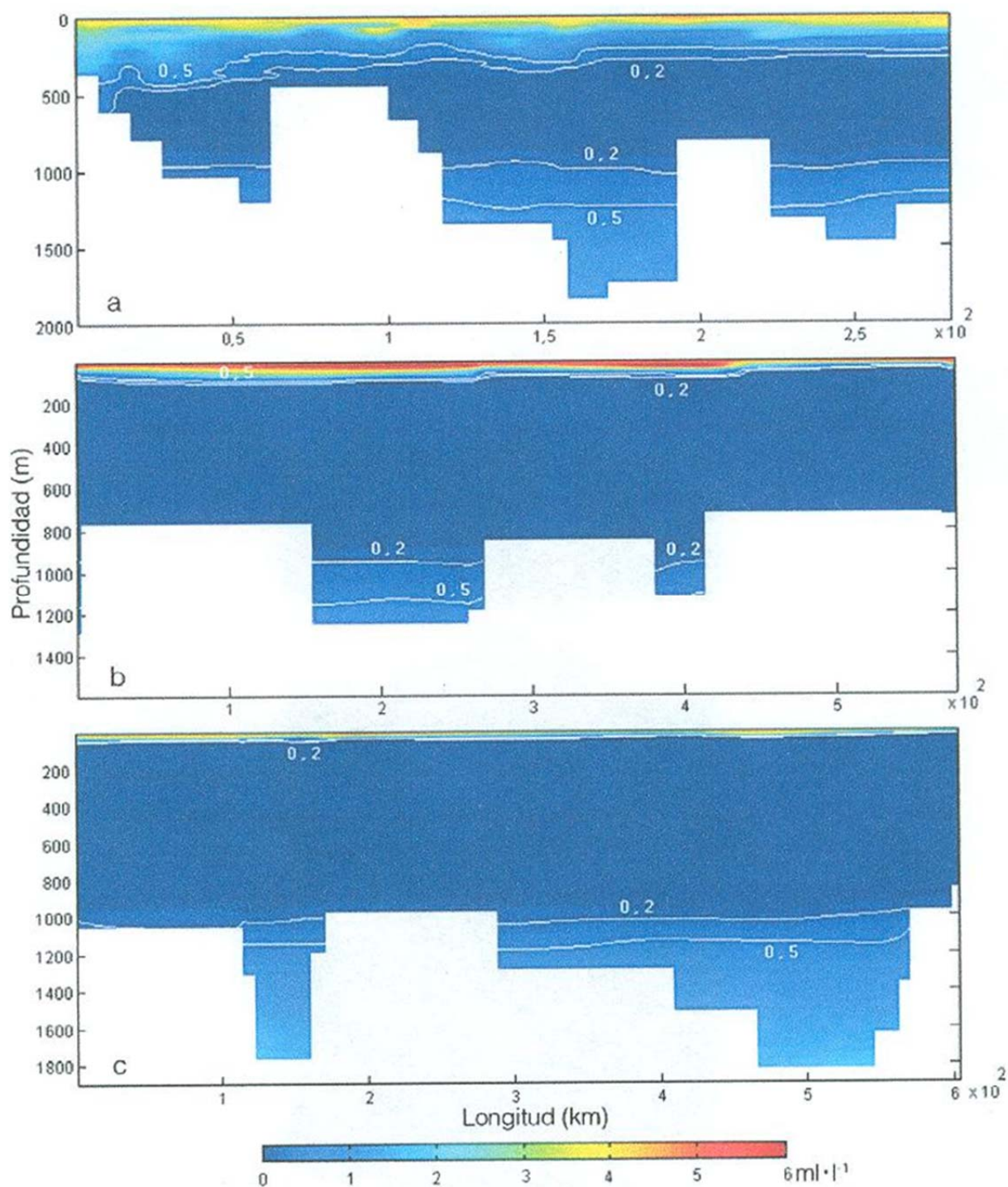
En el Océano Pacífico, la ZMO se extiende desde el Golfo de California hasta el Pacífico Centroamericano. En esta región los valores de ZMO 0.5 ml/l y 0.2 ml/l se encuentran entre 74 y 1,269 m y entre 89 y 1,021 m. En el Pacífico Suroriental, que corresponde a las regiones del Pacífico Transicional Mexicano y Pacífico Centroamericano, se encuentran entre 53 y 1,230 m de profundidad 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 información encontrada en la literatura acerca de la distribución del oxígeno en la región del Pacífico Centroamericano, particularmente en el Golfo de Tehuantepec (NORAD - FAO/UNDP GO 82/001) señalan niveles bajos de biomasa de peces en la región, atribuidos a los bajos niveles de oxígeno presentes sin que esto signifique una descripción de la capa anóxica. Los niveles de esta variable disminuyen en el rango de exploración sobre la plataforma continental, desde los 50 m a los 100 m, de 4 ml/l a 1 ml/l sobre la plataforma continental sin incluir los valores del 0.5 a 0 ml/l característicos del núcleo de valores de la ZMO descrita por Hendrickx *et al.* (2010). La ZMO limita la profundidad de la franja donde habitan los organismos no adaptados a las condiciones hipóxicas del Pacífico Oriental Mexicano, entre ellos los recursos pesqueros. Se trata de una zona desértica, donde prácticamente las posibilidades de encontrar vida aeróbica, son nulas. La ZMO entre 150 y 700 m es una barrera entre especies profundas y especies someras.



**Figura 12. Perfiles de distribución vertical de O<sub>2</sub> 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 13. 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

### *Variabilidad estacional.*

El Pacífico Transicional Mexicano es un mar tropical, que se ve afectado en invierno por el extremo sur de la Corriente de California, transformándolo en un mar subtropical; mientras que la región del Pacífico Centroamericano, queda libre de la influencia de las aguas frías que provienen del norte, por lo que se considera como un mar tropical durante todo el año (Wilkinson *et al.* 2009). Una característica importante de esta parte del Pacífico es que se trata de un mar afectado por huracanes (Wilkinson *et al.* 2009), los cuales se forman en la región subtropical-tropical de aguas cálidas ( $>26^{\circ}\text{C}$ ) en el verano y en el otoño, cuando se transfiere el calor sensible al aire que se expande, circulando en el sentido contrario a las manecillas del reloj (en el hemisferio norte) (De la Lanza-Espino 2001).

### *Vientos.*

El viento del Pacífico está controlado en general por la posición e intensidad de cuatro centros de presión atmosférica: los centros de alta presión del Pacífico Norte y Sur, y los centros de baja presión Aleutiano y de Indonesia, cuyos cambios de intensidad y reacomodos definen las características de los vientos en el Pacífico (Baumgartner y Christensen 1985).

El Golfo de Tehuantepec se encuentra al sur de una discontinuidad de la Sierra Madre, por lo que los vientos “tehuanos”, provenientes del Golfo de México, circulan fácilmente y empujan consigo el flujo de aire superficial. La interacción entre estos vientos y la CCR (que fluye hacia el norte) produce un ascenso en la termoclina meridional. En invierno, la capa de agua por encima de la termoclina, puede mezclarse completamente por el efecto del viento; los valores de salinidad, temperatura y niveles de nutrientes se asemejan a los de la picnolina. Una vez que ocurren estos vientos, una pluma con estas características puede extenderse cientos de kilómetros hacia el suroeste (Wilkinson *et al.* 2009).

### *Temperatura.*

La Temperatura Superficial del Mar (TSM) del Pacífico Oriental, registrada por el Centro Internacional para la Investigación del Fenómeno de El Niño, CIIFEN (2008), mostró valores entre  $26^{\circ}$  y  $28^{\circ}$  C desde el sur de México hasta el norte de Ecuador. La termoclina del Pacífico Mexicano oscila entre 40 y 20 m (incluso 10 m) de norte a sur, respectivamente (Wyrski 1965).

### *Efectos naturales.*

En el Océano Pacífico existe una variación interanual que se refleja en cambios de muy baja frecuencia (3-7 años) en el nivel del mar y en la temperatura superficial. Este fenómeno conocido como 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).

El fenómeno de El Niño 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). Este fenómeno ha afectado principalmente a la ictiofauna costera (bentónica y demersal) del Pacífico Transicional. En el Pacífico Centroamericano, la variación interanual es muy evidente, ya que estos eventos se asocian con una termoclina profunda en toda la región, y con concentraciones de clorofila muy bajas (Wilkinson *et al.* 2009).

El fenómeno de El Niño ocurre en latitudes bajas, sin embargo, se demostró que 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).

En condiciones normales el Pacífico oriental tropical se encuentra relativamente frío y es alimentado por las surgencias o afloramientos costeros, por lo que el aire es frío y seco, con un viento predominante en dirección oeste que en su trayecto se calienta y absorbe humedad, ocasionando la condición típica de La Niña. Una parte de este viento asciende y fluye hacia los polos formando la celda de Hadley, y la otra a la altura del ecuador, regresa al este y desciende nuevamente (circulación Walker), lo que ocasiona la Oscilación del Sur. Cuando ocurre la condición contraria, se debilita la celda de Hadley (celda generada en el Pacífico oriental tropical), disminuye la presión atmosférica, se debilitan los vientos alisios, disminuyendo las surgencias y aumentando la temperatura superficial del océano, generando la condición de El Niño (De la Lanza Espino 2001). Estas variaciones de la TSM pueden provocar fluctuaciones importantes del clima en el mundo entero, y una vez que comienzan, pueden durar un año o incluso más tiempo (Centro Internacional para la Investigación del Fenómeno de El Niño, CIIFEN 2009).

A consecuencia del fenómeno de El Niño, se producen huracanes, los cuales afectan directamente al Pacífico. 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, las cuales se mueven hacia aguas abiertas del Océano Pacífico en dirección oeste-noroeste. Una parte de estas tormentas y huracanes, siguen una trayectoria con dirección norte-noroeste, hacia la península de Baja California y suroeste de los Estados Unidos. Normalmente un huracán suele durar de 1 a 10 días antes de disiparse, aunque pueden existir algunas excepciones (Martínez-Gutiérrez y Mayer 2004).

Este proceso suele iniciarse como tormenta tropical, y la mayoría de las veces se queda en esta etapa, ya que las tormentas se debilitan y desaparecen (De la Lanza-Espino 2001). Cuando ésta pasa de tormenta a huracán, se debe a que la porción alta de la misma se acopla casualmente con un remolino anticiclónico (que gira en sentido de las manecillas del reloj), quedando una estructura cuyo centro se encuentra en calma (ojo del huracán), y en la periferia hay grandes tormentas (Sánchez y De la Lanza 1995). Las áreas en donde se forman estos meteoros en esta ecorregión, se encuentran frente a las costas de Guerrero, Michoacán y Oaxaca (De la Lanza-Espino 2001).

En un periodo de 25 años de registro, se ha observado 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. Sin embargo, cabe reiterar que Guerrero, Michoacán y Quintana Roo son los de mayor incidencia (De la Lanza-Espino 2001).

### *Cambio climático global.*

Otro fenómeno 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. Con el incremento de la temperatura de las capas superficiales, la columna de agua comienza a estratificarse, 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 la modificación de los patrones de circulación, la reducción del contenido de oxígeno y el calentamiento de las capas profundas (Robison 2009).

Entre otros eventos ligados al cambio climático, cabe mencionar la acidificación del océano, resultado del aumento de la absorción de CO<sub>2</sub> proveniente de la atmósfera, que produce ácido carbónico y un cambio en el balance de iones hidrógeno (Robison 2009); esto 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, base de la cadena alimenticia del océano, lo que afecta potencialmente la disposición del alimento de la comunidad marina (UNEP 2006). En general, el cambio climático modifica 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).

## **2. Características biológicas**

### **Ecosistemas**

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 nutrientes a 500 metros de profundidad, índice de posición batimétrica, índice de rugosidad batimétrica, los cuales representan, por sí mismos o como elementos sustitutos, la biodiversidad a conservar a través de la reserva de la biosfera de la zona marina propuesta. A continuación se describen las características de los objetos de conservación considerados en la propuesta de Reserva de la Biosfera Zona Marina Profunda Pacífico Transicional Mexicano y Centroamericano. 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.

### *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. Estos 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 atrae 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 (Coalición para la Conservación de los Fondos Marinos 2012).

### *Domos Salinos*

Los domos salinos o diapiros juegan un papel similar al de los montes submarinos. Se consideran 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.

Los domos salinos 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, tales como los corales de profundidad. Todo esto hace que los domos salinos sean un importante componente de la diversidad global en las aguas profundas.

### *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 fueron 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<sup>-1</sup>).

#### *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 batimétrica de los fondos marinos que incluyen una variedad de sustratos tales como sedimentos suaves, peñones; y, paredes de roca expuesta que ofrecen un sitio adecuado para el establecimiento de organismos (adaptado de UNEP 2006).

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.

#### *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 gran cantidad de los nutrientes en las cadenas alimenticias de profundidad provienen 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 son poco abundantes. (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 su 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 remineralización (nitratos), proporcionando un dato más confiable en cuanto al flujo de materia orgánica en el océano.

#### *Tipo de Sustrato*

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, sin embargo, ambos pueden ser igualmente diversos.

#### *Índice de Posición Batimétrica.*

El Índice de Posición Batimétrica (IPB) 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 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 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).

#### *Índice de Rugosidad Batimétrica.*

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 batimétrica 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 Ardrón 2002). Las áreas ricas en especies muchas veces están asociadas con hábitats complejos; con mayor cantidad de tipos de nichos disponibles en donde los organismos pueden vivir, generalmente puede conducir a la presencia de una mayor diversidad de organismos.

## Fauna

Entre los *phyla* de invertebrados que han sido identificados en las profundidades de los mares de México se encuentran: Annelida, Arthropoda, Brachiopoda, Cnidaria, Echinodermata, Mollusca, Nemertina, Porifera, Sipunculida, Kinorhyncha, Nematoda, Platyhelminthes, Sarcomastigofora y Tardigrada (Escobar-Briones, 2000). Particularmente, los poliquetos son los organismos más frecuentes y con mayor riqueza específica en el bentos, representando más de un tercio del número de especies macrobénticas presentes (Knox 1977). Ecológicamente estos organismos forman parte de todas las redes tróficas presentes en el bentos y algunas de las especies pueden ser indicadores del estado de salud del ecosistema (Pocklington y Wells 1992).

Entre algunos de los trabajos realizados en el Pacífico Centroamericano, cabe comentar el análisis biogeográfico realizado por Solis-Weiss *et al.* (2000) en la plataforma continental del Golfo de Tehuantepec a profundidades entre 20 y 200 m. En este estudio se analizó la afinidad biogeográfica de 84 especies de poliquetos, encontrándose 4 componentes faunísticos importantes: Amplia Distribución (24.99%), Anfiamericano (21.42%), Pacífico (42.84%) y Disyunto (10.91%). Otro estudio realizado por Bastida-Zavala (2002) en las costas del Pacífico Oriental (desde Alaska hasta Chile), reportó la existencia de 53 especies de poliquetos serpulidos de un total de aproximadamente 350 especies en el mundo.

Además de poliquetos, las especies del 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 filas: Cnidaria, Vestimentifera, Mollusca, Polychaeta y Crustacea (Escobar-Briones y Soto 1993).

Entre otros estudios faunísticos para esta región, se encuentra el realizado por Hendrickx (1993) sobre la plataforma continental al sur de Sinaloa, quien reportó un total de 350 especies y 187 géneros correspondientes a 53 familias de crustáceos decápodos bentónicos, entre los que destacaron los grupos Brachyura (184 especies), Anomura (74 especies), Caridea (61 especies), Penaeoidea (19 especies), Thalassinidea (8 especies) y Palinura (4 especies). En otros de los estudios realizados por Hendrickx y colaboradores (1997 y 1999) en las costas del Pacífico mexicano, la mayoría de los registros fueron para los estados de Sinaloa (59%), Chiapas (12.4%), Oaxaca (7.9%) y Sonora (6.9%). En este estudio se incorporaron 1,410 organismos pertenecientes a los grupos Isopoda (319), Polychaeta (301), Decápoda (676) y Estomatópoda (114). Los Polychaeta registrados pertenecen a 35 familias diferentes (Spionidae, Amphinomidae, Cirratulidae y Onuphidae fueron las más destacadas), los Isopoda pertenecen a 11 familias (Sphaeromatidae y Cymothoidae fueron las más destacadas), los Stomatopoda a una familia; y los Decapoda a 37 familias (entre ellas Portunidae y Calappidae).

Estudios como este han generado grandes listados faunísticos de las costas del Pacífico; sin embargo, siguen siendo escasos en nuestro país. Se han publicado listados sistemáticos de múltiples localidades, pero aún faltan trabajos biogeográficos a escala regional. Excepto por trabajos de grupos de organismos de importancia pesquera, quedan pendientes los trabajos taxonómicos y bajo la perspectiva de conservación, aspecto que debe ser de prioridad para mares tan biodiversos como el Pacífico Mexicano (Calderón *et al.* 2009). Y más escasos aún han sido los trabajos taxonómicos dirigidos a las profundidades de este océano.

En el taller realizado por la CONABIO 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 Pacífico Transicional Mexicano y Centroamericano (CONABIO *et al.* 2009).

### 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 Agricultura y la Alimentación (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.* 1995a, b, c); base de datos electrónica FishBase (Froese *et al.* 2010); la Carta Nacional Pesquera (publicada en el Diario Oficial de la Federación el día 25 de agosto de 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, sino que son una compilación de datos de diferentes fuentes con información de la distribución en los rangos de profundidad de las especies pesqueras existentes en la zona.

Los datos consignan especies y grupos que se distribuyen en la plataforma y el talud continental, así como de especies que tienen rangos mayores de profundidad. En la Tabla 5 se muestra que el grupo de los peces óseos presenta 20 familias con 50 especies dentro de las cuales existen familias y especies que son comunes en aguas profundas de todos los océanos, tales como las familias Congridae, Ophidiidae, Scorpaenidae, Regalecidae, Merlucciidae. El grupo de los tiburones, representado por 7 familias y 7 especies, algunas de aguas profundas pertenecientes a las familias Scyliorhinidae, Echinorhinidae, Hexanchidae y Squalidae. En el grupo de los invertebrados se distinguen los crustáceos decápodos de los camarones, con 7 familias y 20 especies, todos de profundidad. Además, moluscos pelecípodos de la familia Mytilidae con una especie y cefalópodos, calamares de la familia Ommastrephidae con dos especies y una langosta de la familia Axiidae.

**Tabla 5. Grupos taxonómicos y número de especies de la Zona Marina Profunda Pacífico Transicional Mexicano y Centroamericano.**

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

La comparación de los rangos de profundidad mediante el método paramétrico de t de Student y no paramétrico de Wilcoxon, entre las especies perteneciente a los grupos de peces, tiburones y crustáceos en el Pacífico que se distribuyen sobre la plataforma continental y sobre la parte superior del talud, con las que se encuentran solamente sobre el talud y a mayor profundidad, dieron por resultado valores de probabilidad 0.00010, que estadísticamente son indicadores de que en el Pacífico Mexicano Transicional hay una 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 el Pacífico Transicional son de 116.75 m y 1313.25 m respectivamente, valor más somero el primero, que en el Pacífico Sud-Californiano y el Golfo de California (Tabla 6).

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

Región	Zona	Profundidad Promedio	Varianza	p(t)	Wilcoxon
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		

Tanto en el Pacífico Transicional como en el Sudcaliforniano la distribución de las especies y la profundidad de los hábitats que ocupan, muestra que cambian las especies de plataforma - talud y las de mayor profundidad, mientras que en el Golfo de California se traslapan. Calamares y crustáceos presentan los rangos mayores y más profundos (Anexo 3).

Las especies listadas en el Anexo 3 que contaron con información acerca de sus rangos de profundidad forman básicamente dos grupos, uno cuyos rangos se distribuyen de manera más frecuente desde la superficie hasta los 500 metros aproximadamente, y un segundo grupo cuyo límite inferior se ubica a partir de profundidades notoriamente mayores a 500 m hasta 4000 metros. 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 la fauna situada por debajo de los 400 metros es la fauna 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.

## **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 múltiples pueden ser acumulativos y actuar en conjunto (Zeidberg y Robison 2007).

La importancia del Pacífico se origina a partir de su ubicación geográfica, eventos naturales y sus características físico-químicas, lo cual lo hace un lugar único en el planeta, en donde se encuentra una elevada riqueza de especies marinas (Espinosa 2004). La elevada productividad y temperatura cálida que caracterizan al mar del Pacífico Transicional Mexicano y Centroamericano (PTMC), han sido factores esenciales en el desarrollo de una fauna marina tropical muy diferente de aquella que se desarrolla en las corrientes de California y Humboldt (Wilkinson *et al.* 2009). La región Centroamericana, al estar prácticamente fuera de la influencia de las aguas más frías del norte y tener condiciones cálidas durante todo el año sostiene importantes pesquerías para el país, además de invertebrados bentónicos, peces bentónicos y demersales, y varias especies endémicas. Muchas de las comunidades que alberga esta región del Pacífico son comunes en las zonas de surgencias (Wilkinson *et al.* 2009).

Además de una alta riqueza específica, la región del PTMC posee diferentes tipos de hábitats costeros, entre ellos estuarios, manglares, comunidades coralinas, y arrecifes de coral; y hábitats profundos que incluyen la plataforma continental, cañones y montes submarinos, dorsales, conos volcánicos y la trinchera mesoamericana (Wilkinson *et al.* 2009).

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 los hábitats costeros, aún se conoce poco de la parte profunda de este ecosistema, el cual se encuentra

prácticamente inexplorado como sucede en gran parte con las profundidades mexicanas. Se prevé que en un futuro cercano 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 el Desarrollo de 1992, el cual señala que “el enfoque precautorio será 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 aun 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 *et al.* 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 Pacífico Transicional Mexicano y Centroamericano 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 se sabe actualmente sobre estos ecosistemas; su alta integridad ecológica y buen estado de conservación, así como su gran vulnerabilidad e irreversibilidad del deterioro a 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 RB ZMP Pacífico Transicional Mexicano y Centroamericano. 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 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. Los 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 (e. g. 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.

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

No.	Nombre del polígono	Integridad Ecológica estimada
1	Montes Submarinos y Dorsal del Pacífico Oriental	Alta en la cadena de montes submarinos que conectan gran diversidad de ecosistemas.
2	Monte Submarino Alphecca	-
3	Archipiélago de Revillagigedo y Montes de los Matemáticos	Alta en la costa oceánica, montes submarinos y la montaña submarina aislada con complejidad estructural.
4	Trinchera Mesoamericana y Cañones Submarinos	Alta en la costa oceánica y zona arrecifal.
5	Monte Submarino Shimada	-
6	Monte Submarino Downwind	-

No.	Nombre del polígono	Integridad Ecológica estimada
7	Dorsal del Pacífico Oriental	Alta en ventilas hidrotermales, estructuras minerales, tapetes de bacterias, agregaciones de moluscos bivalvos y gusanos de tubo.
8	Montes y Fosa del Pacífico Transicional Mexicano	-
9	Trinchera Mesoamericana Fosa de Acapulco	-
10	Dorsal de Tehuantepec	No disponible, considerado como centro de actividad biológica.
11	Trinchera Mesoamericana Fosa de Tehuantepec	Alta en fondos hadales, zona de subducción y chimeneas hidrotermales.
12	Cuenca de Guatemala	-

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

El Pacífico Transicional Mexicano es un sitio de gran importancia para México debido a su elevada productividad, temperatura cálida y presencia de diversos hábitats costeros y profundos que lo caracterizan, los cuales son factores esenciales en el desarrollo de una fauna marina tropical que incluye especies de alta importancia para el sector pesquero en el país. En esta región se localizan montes submarinos, dorsales oceánicas, cañones submarinos y la trinchera mesoamericana, que en conjunto confieren características particulares a las zonas profundas.

Los Montes Submarinos y la Dorsal del Pacífico Oriental son en gran parte una planicie, con dorsales y crestas que en conjunto integran una topografía compleja. Los sedimentos duros y suaves están conformados por arcilla y lodo. En este sitio existen profundidades de la zona batial y abisal desde los 1,085 m hasta los 5,886 m. La superficie de esta zona está constituida por nódulos polimetálicos en un 87%. La composición en cadena de los montes submarinos del Pacífico Oriental conecta a una gran diversidad de ecosistemas y de especies, muchas de ellas endémicas, y es un importante refugio de crustáceos y peces. La dorsal del Pacífico Oriental es una zona que contiene altas densidades de especies hidrotermales y quimioautótrofas endémicas consideradas trascendentes por el Programa Internacional Meiobios del censo de la vida de ambientes quimioautotróficos. Además, este sitio posee un total de 26 ventilas activas con condiciones mineralógicas diferentes con una conectividad significativa.

El Monte Submarino Alphecca es en gran parte una planicie constituida por sedimentos suaves de tipo grava-arcilla. Las profundidades de este sitio van desde los 251 m hasta los 4,041 m, aunque en gran porcentaje son de la zona abisal inferior. En este monte existen nódulos polimetálicos en toda su superficie.

El Archipiélago de Revillagigedo y los Montes de los Matemáticos presentan una serie de escarpes y valles que alcanzan profundidades entre los 590 m y los 4,856 m. Los sedimentos suaves y duros están conformados por arcilla y una mezcla de grava-arcilla. La mayor parte de este sitio posee nódulos polimetálicos considerados como patrimonio mexicano y uno de los más grandes del mundo. El Archipiélago de Revillagigedo posee numerosas especies de flora y fauna endémicas, así como ecosistemas marinos con una elevada riqueza, motivo por el cual la IUCN lo ha considerado un lugar prioritario de conservación (Gómez-Pompa y Dirzo 1995). Este sitio constituye un laboratorio natural, debido a sus características insulares y los procesos geológicos que en él se desarrollan. Los montes submarinos de Los Matemáticos se caracterizan por ser un sitio de conectividad entre poblaciones de fauna bentónica, corales de profundidad, elevadas agregaciones de peces, grandes esponjas, crustáceos y equinodermos.

El polígono de la Trinchera Mesoamericana y Cañones submarinos está conformado por la trinchera, el talud, una estrecha plataforma continental y la dorsal; además de cañones y valles en el talud y en la trinchera. Los sedimentos suaves y duros están conformados por arena y lodo. Las profundidades en este sitio van de los 202 m hasta los 5,057 m. La superficie de este sitio está conformada en un 36% por nódulos polimetálicos. La Trinchera Mesoamericana de Tehuantepec es una zona de subducción con componentes quimioautotróficos, y fauna hadal con adaptaciones hiperbáricas y condiciones oligotróficas.

El Monte Submarino Shimada está formado por la planicie con sedimento conformado por arcilla. Las profundidades se registran desde la plataforma hasta la zona abisal inferior, a partir de los 316 m hasta los 3,988 m.

En el Monte Submarino Downwind existen sedimentos duros principalmente y suaves de tipo arcilla y grava-arcilla. Las profundidades batiales y abisales se encuentran entre los 289 m y los 4,079 m. Casi la mitad de la superficie total de este sitio está integrada por nódulos polimetálicos.

La Dorsal del Pacífico Oriental presenta sedimentos tanto suaves como duros de tipo arcilla y lodo. Las profundidades registradas en este sitio corresponden principalmente a la zona abisal superior, y va de los 2,056 m a los 4,456 m de profundidad. Este polígono está compuesto en su totalidad de nódulos polimetálicos.

Los Montes y Fosa del Pacífico Transicional Mexicano están formados por sedimentos de arcilla y lodo, además de la presencia del 61% de nódulos polimetálicos. En este sitio se han registrado profundidades batiales y abisales entre los 1,202 m y los 4,694 m.

La Trinchera Mesoamericana Fosa de Acapulco es un sitio conformado por la trinchera, el talud, la planicie y una plataforma continental muy estrecha; además de cañones y valles presentes en el talud y en la trinchera. Los sedimentos suaves son de tipo arena y lodo. Las profundidades se han registrado desde la plataforma hasta la zona abisal inferior y van de los 200 m a los 5,616 m.

La Dorsal de Tehuantepec es un sitio conformado por sedimentos suaves principalmente, como la arcilla, arena-limo y el lodo. Este sitio cuenta además de la dorsal con cañones y valles en el talud y la trinchera. Se han registrado profundidades de 200 m hasta 6,494 m desde la plataforma hasta la zona hadal. En este sitio se alimentan, desarrollan y crecen

tiburones, se refugian y reproducen peces picudos, además de ser un sitio considerado como centro de actividad biológica a nivel mundial.

La Trincheras Mesoamericana Fosa de Tehuantepec es una zona de subducción que se encuentra entre las placas de Norteamérica, cuenta con cañones y valles en el talud y en la trincheras. Es un sitio conformado por sedimentos suaves de tipo arcilloso y lodoso. Las profundidades registradas en este lugar van de los 200 m hasta los 6,721 m, abarcando desde la plataforma continental hasta la zona hadal. Este es el sitio con la mayor profundidad registrada en esta región.

La Cuenca de Guatemala presenta un talud continental ondulado y con fosas que alcanzan profundidades de entre 4,600 y 4,900 metros. El sustrato en este sitio varía y puede estar compuesto por mezclas variables de fango, arena y grava.

La Zona Marina Profunda Pacífico Transicional Mexicano y Centroamericano presenta ecosistemas y hábitats con características únicas que permiten la existencia de especies y poblaciones altamente adaptadas y especializadas, de composición genética única, por lo que estos sitios son estratégicos para el conocimiento de la sistemática, evolución y estructura de la biodiversidad; al mismo tiempo, estas mismas características las vuelven altamente vulnerables a impactos naturales y antropogénicos provenientes de las zonas marinas superficiales.

### **Contribución del área ante los efectos del cambio climático.**

El Informe Especial del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC, por sus siglas en inglés) sobre la captación y el almacenamiento de dióxido de carbono, 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 se reconoce con mayor frecuencia 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, facilitando 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 la funcionalidad 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; y 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 CO<sub>2</sub> y b) capturar el CO<sub>2</sub> (PNUMA-GIEC 2005; Amend 2010).

Almacenar el CO<sub>2</sub> significa impedir que el carbón se escape a la atmósfera; para ello, se 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 3,800 metros. Debido a que el dióxido de carbono es soluble en el agua, se producen intercambios naturales de CO<sub>2</sub> entre la atmósfera y las aguas en la superficie oceánica hasta que se alcanza un equilibrio.

La captura de CO<sub>2</sub> consiste en fijar activamente el dióxido de carbón que se encuentra libre en la atmósfera, mediante los servicios que prestan los ecosistemas naturales. Efectivamente, muchos ecosistemas capturan y almacenan CO<sub>2</sub> 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. Éstos ofrecen un ámbito ecológico ideal y legalmente reconocido para fomentar medidas de recuperación o de reforestación.

En el caso de los océanos, si la concentración atmosférica de CO<sub>2</sub> aumenta, el océano absorbe CO<sub>2</sub> adicional gradualmente. De este modo, los océanos han absorbido alrededor de 500 Gt de CO<sub>2</sub> (140 Gt de C) de un total de 1,300 Gt de CO<sub>2</sub> (350 Gt de C) de emisiones antropógenas liberadas a la atmósfera durante los últimos 200 años. Como resultado del aumento de las concentraciones atmosféricas de CO<sub>2</sub> causadas por actividades humanas relativas a niveles preindustriales, actualmente los océanos absorben CO<sub>2</sub> con una intensidad de unas 7 Gt de CO<sub>2</sub> al año (2 Gt de C al año). La mayor parte de este dióxido de carbono reside ahora en las capas superiores de los océanos (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. El cambio paulatino del clima durante las próximas décadas, con temperaturas más altas, menos o más lluvias en algunas regiones.
2. 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 el tamaño poblacional de diferentes especies, entre ellas cardúmenes de especies de importancia pesquera. 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 en el Pacífico Transicional Mexicano y Centroamericano, y en general de los mares mexicanos, se han establecido solo en las zonas marinas someras, más no específicamente en las profundidades del océano. La única área natural protegida en México que ha sido establecida para la protección de ambientes de mar profundo es el Santuario “Ventilas Hidrotermales de La Cuenca de Guaymas y de la Dorsal del Pacífico Oriental”, localizadas en el Golfo de California y en el Pacífico Norte, respectivamente, misma que está conformada por el volumen comprendido entre los 500 metros bajo la superficie media del mar y el lecho submarino con una superficie de 145,564-80-83.88 hectáreas, mediante Decreto publicado en el Diario Oficial de la Federación el 5 de junio de 2009.

Aproximadamente solo el 0.8% de los océanos del mundo y el 6% de los mares territoriales, se encuentran bajo sistemas de protección (CBD 2009a). Y solo algunos países como Australia, Nueva Zelanda y Canadá han tomado medidas de protección, mediante la creación de reservas marinas profundas (Erisman *et al.* 2010).

En el 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, y 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 2012 (CBD 2009b). Entre los criterios establecidos por el Convenio sobre la Diversidad Biológica, para la identificación ecológica de protección en aguas oceánicas se encuentran la singularidad o rareza; la importancia especial para los estados 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 se propone 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 2009b).

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

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 de la Sociedad para el Estudio y Conservación de las Aves en México, A. C. (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, así como 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).

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, por sus 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 doce polígonos de la Zona Marina Profunda Pacífico Transicional Mexicano y Centroamericano, incluidos en esta propuesta 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 14).

**Tabla 8. Ubicación de los polígonos de la RBZMPPT respecto a las Regiones Marinas Prioritarias de CONABIO (Arriaga-Cabrera *et al.* 1998).**

No.	Nombre del polígono	No. RMP	Nombre Región Marina Prioritaria	Aspectos relevantes de la RMP
1	Montes Submarinos y Dorsal del Pacífico Oriental	8	R. B. Archipiélago Revillagigedo	Zona de endemismos de moluscos y anidación de aves y tortugas; ambiente con alta integridad ecológica.
		23	Boca del Golfo	Zona oceánica con alta integridad ecológica.
2	Monte Submarino Alphecca	-	Ninguna	No aplica
3	Archipiélago de Revillagigedo y Montes de los Matemáticos	8	R. B. Archipiélago Revillagigedo	Zona con alta diversidad de ecosistemas, con alta integridad ecológica.
4	Trinchera Mesoamericana y Cañones Submarinos	27	Pta. Graham-El Carrizal	Zona de surgencias, concentración de nutrientes, transporte de Ekman; anidación de tortuga prieta.
		28	Cuyutlán-Chupadero	Zona con endemismos de especies de peces indicadoras.
		30	Mexiquillo-Delta del Balsas	Zona de anidación de tortugas marinas, ambiente con alta integridad ecológica en la zona costera.
		31	Tlacoyunque	Zona con alta diversidad de hábitats e importante para la reproducción de tortugas.
		42	Trinchera Mesoamericana-ZEE	No se cuenta con información.
5	Monte Submarino Shimada	-	Ninguna	No aplica
6	Monte Submarino Downwind	-	Ninguna	No aplica
7	Dorsal del Pacífico Oriental	42	Trinchera Mesoamericana-ZEE	No se cuenta con información.
8	Montes y Fosa del Pacífico Transicional Mexicano	42	Trinchera Mesoamericana-ZEE	No se cuenta con información.
9	Trinchera Mesoamericana Fosa de Acapulco	33	Copala-Punta Maldonado	Zona de procesos de turbulencia, importante para la reproducción de tortugas laúd y golfina.

No.	Nombre del polígono	No. RMP	Nombre Región Marina Prioritaria	Aspectos relevantes de la RMP
		42	Trinchera Mesoamericana-ZEE	No se cuenta con información.
10	Dorsal de Tehuantepec	42	Trinchera Mesoamericana-ZEE	No se cuenta con información.
		43	Tehuantepec	Zona de productividad de eufásidos, con alta riqueza de plancton y neuston, considerada como Centro de Actividad Biológica.
11	Trinchera Mesoamericana Fosa de Tehuantepec	43	Tehuantepec	Zona de subducción con alta integridad ecológica.
12	Cuenca de Guatemala	42	Trinchera Mesoamericana-ZEE	No se cuenta con información.

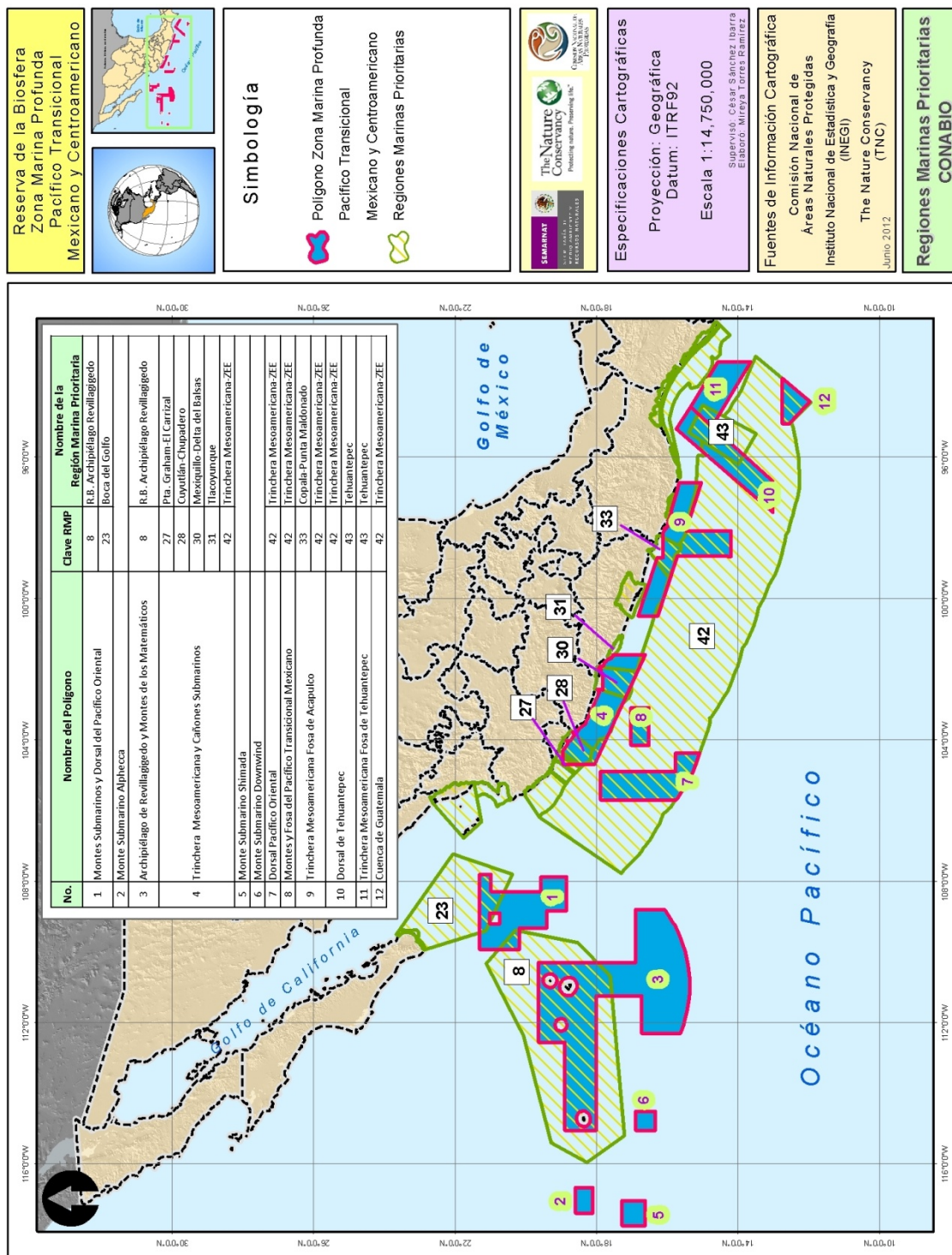


Figura 14. Localización de los polígonos incluidos en la RBZMPPT, y las regiones marinas prioritarias de CONABIO (Arriaga-Cabrera et al. 1998).

## **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 2009a).

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; se realizó 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).

El Pacífico Transicional Mexicano resultó una de las ecorregiones más destacadas en este ejercicio por ser la segunda en tipos de hábitat, formas sumergidas y en número de áreas protegidas. A su vez, esta zona es de gran relevancia en cuanto a los objetos de conservación, pues posee el mayor número de objetos de mar profundo comunes y únicos; a pesar de ello, es una de las ecorregiones con menor representatividad lo que refuerza la necesidad de garantizar su conservación dada la importancia biológica. Para la región del Pacífico Transicional Mexicano se definieron 13 SCMC y 6 SMP, mientras que el Pacífico Centroamericano cuenta con 3 SCMC y 2 SMP.

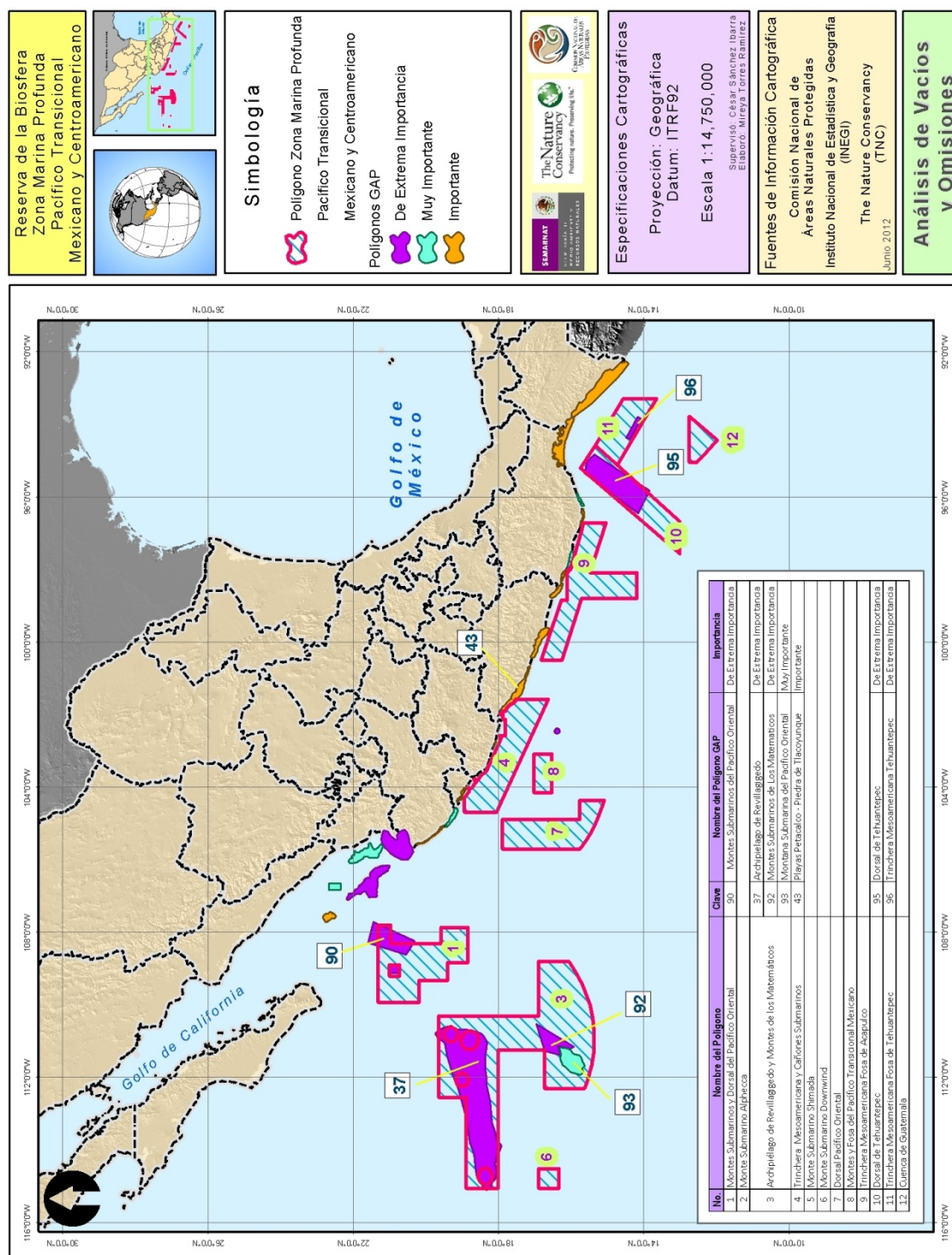
Lo anterior, representó la premisa para el diseño de una red o sistema representativo de áreas naturales protegidas marinas en México. Una de las conclusiones obtenidas del estudio es que se requiere de una mayor representatividad de ANP en la zona costera y en particular en la zona de mar profundo (CONANP-CONABIO-PRONATURA-TNC, 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 15).

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 RBZMPPT respecto a los sitios prioritarios para la conservación de los ambientes costeros y oceánicos de México (polígonos GAP).**

No.	Nombre del polígono RBZMPPT	Clave	Nombre del polígono GAP	Nivel de importancia
1	Montes Submarinos y Dorsal del Pacífico Oriental	90	Montes Submarinos del Pacífico Oriental	De extrema importancia
2	Monte Submarino Alphecca	-	Ninguno	No aplica
3	Archipiélago de Revillagigedo y Montes de los Matemáticos	37	Archipiélago Revillagigedo	De extrema importancia
		92	Montes Submarinos de Los Matemáticos	De extrema importancia
		93	Montaña Submarina del Pacífico Oriental	Muy importante
4	Trinchera Mesoamericana y Cañones Submarinos	43	Playas Petacalco – Piedra de Tlacoyunque	Importante
5	Monte Submarino Shimada	-	Ninguno	No aplica
6	Monte Submarino Downwind	-	Ninguno	No aplica
7	Dorsal del Pacífico Oriental	-	Ninguno	No aplica
8	Montes y Fosa del Pacífico Transicional Mexicano	-	Ninguno	No aplica
9	Trinchera Mesoamericana Fosa de Acapulco	-	Ninguno	No aplica
10	Dorsal de Tehuantepec	95	Dorsal de Tehuantepec	De extrema importancia
11	Trinchera Mesoamericana Fosa de Tehuantepec	96	Trinchera Mesoamericana Tehuantepec	De extrema importancia
12	Cuenca de Guatemala	-	Ninguno	No aplica



**Figura 15. Localización de los polígonos incluidos en la propuesta de la RBZMP Pacífico Transicional Mexicano y Centroamericano 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 las capturas, el número y tipos de recursos que incluyen, así como los ambientes, la tecnología empleada y las profundidades en las que se llevan 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 someras se refiere a aquella que se desarrolla sobre la plataforma continental y la parte superior del talud continental; mientras que 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).

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 a 78% de las mayores pesquerías mundiales sobreexplotadas o agotadas; la presión sobre los hábitats del mar profundo poco explorados 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 de la biodiversidad “silenciosa” y todavía inadvertida (Gjerde 2003).

Las nuevas tecnologías para la explotación de los recursos naturales, que incluyen Sistemas de Posicionamiento Global (GPS, por sus siglas en inglés), sonares multibanda, 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 (*Hoplostethus atlanticus* - *orange roughy*) 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 ha destruido algunas áreas de hábitats marinos – daño que raramente es notado – ya que los pescadores son libres de simplemente moverse al siguiente sitio. Tanto los corales como muchas especies de peces de mar profundo poseen largos periodos de vida, bajas tasas de crecimiento y baja productividad (el reloj anaranjado puede vivir 100 años y alcanzar la madurez sexual a los 30), lo que facilita que el daño a las poblaciones pueda ser irreversible (Gjerde 2003).

La mayor parte de las capturas que originalmente representan al grupo de las pesquerías profundas están formadas por peces del orden gadiformes (bacalaos y merluzas). Los países que han practicado pesca de profundidad son: Japón, Nueva Zelanda, Rusia,

Inglaterra, Escocia, Portugal, España, Estados Unidos y en Latinoamérica, países 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, como es 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 (Silva-Ramírez 2005; actualización de la Carta Nacional Pesquera, publicada el Diario Oficial de la Federación el día 02 de diciembre de 2010); 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).

### **Las pesquerías tradicionales en el Golfo de California y el Pacífico Mexicano**

Las pesquerías de las regiones del Pacífico oriental y sudoriental de México que conforma las Regiones Marinas Pacífico Transicional Mexicano y del Pacífico Centroamericano, son pesquerías de baja profundidad. La industria pesquera mexicana actualmente no realiza algún tipo de pesca profunda. 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

La pesca de estas regiones es predominantemente ribereña artesanal. En el año 2009 acumuló un total de 107 mil toneladas, inferior al 10 % de la captura nacional. Los estados con litoral en esta región son Jalisco, Colima, Michoacán, Guerrero, Oaxaca y Chiapas. La pesca promedio por estado en el año 2011 fue de 12,872.33 toneladas. Michoacán es el estado con menor captura registrada con 3,612 toneladas y la máxima corresponde a Colima con 31,017 toneladas, que representan el 38 % de las capturas de esta región (SAGARPA 2011). La pesca industrial está representada por las pesquerías de atún en los estados de Chiapas y Colima, y por la pesca de camarón en el estado de Oaxaca.

Las áreas oceánicas de las regiones del Pacífico Transicional Mexicano y del Pacífico Centroamericano, que comprenden el espacio marino de la Zona Económica Exclusiva, son las principales áreas de la pesca de atún del Pacífico Mexicano. Algunas especies oceánicas pelágicas y otras bentopelágicas de plataforma y del talud cuya distribución alcanza las zonas profundas, a más de 400 metros, aparecen como parte de las capturas incidentales de atunes, principalmente en las zonas nerítica y oceánica, hasta el límite de la Zona Económica Exclusiva (Fig. 16). Estas zonas se encuentran en bajos e islas oceánicas, tales como Islas Marías, las Revillagigedo, Roca Partida, frentes oceanográficos en los bordes entre corrientes de mar abierto como el de la corriente de California, en las zonas frente al Golfo de Tehuantepec.

Las especies capturadas suelen ser especies objetivo en las pesquerías de tiburones de mediana altura y de embarcaciones menores al ser atrapadas 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*; cuyos límites profundos de distribución llegan en algunos casos hasta 4,000 metros. Las pesquerías en que aparecen especies profundas incidentalmente son la pesquería de atún y la pesca de arrastre de camarón, ésta última en cantidades mínimas. Las pesquerías de peces de escama del Pacífico de acuerdo con las listas oficiales publicadas en la Carta Nacional Pesquera (DOF 2006), incluyen aproximadamente 140 especies.

Esta misma Carta Nacional, señala que una porción importante de estas especies son obtenidas de la pesca de camarón del Pacífico como parte de la fauna de acompañamiento. El número de especies que se utiliza por la pesca de esta región es mayor que en las otras regiones del Pacífico Mexicano, con tendencia a incrementarse en dirección del ecuador tanto de especies objetivo como incidentales, lo cual se hace evidente con los grupos que cuentan con numerosas especies, tales como las pesquerías ribereñas de mojarra (Gerridae), guachinango (Lutjanidae), cabrillas (Serranidae), robalos (Centropomidae), corvinas (Sciaenidae), jureles y medregales (Carangidae), lisas (Mugilidae), sierras (Scombridae) y una lista numerosa de especies de tiburones y rayas.

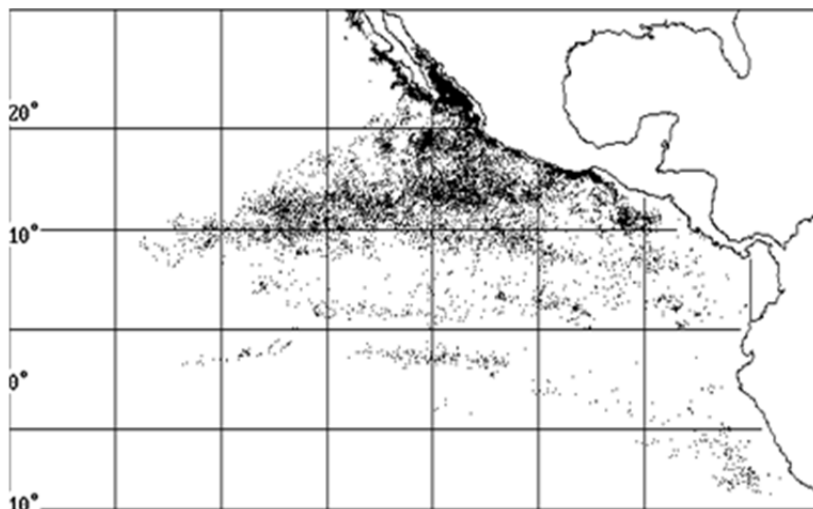


Figura 16. Zonas de Pesca de atunes en el Pacífico Oriental (Dreyfus *et al.* 2006).

Los sistemas de producción pesquera mexicanos contenidos en la segunda actualización de la Carta Nacional Pesquera (Diario Oficial de la Federación, DOF 2010) incluyen en sus descripciones, además de las anteriores, otras especies como el bacalao negro (*Anoplopoma fimbria*) y la langostilla (*Pleuroncodes planipes*) 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 la pesca en aguas profundas, el sistema estadístico mexicano hasta ahora no registra las especies que conforman estas pesquerías.

Las estadísticas pesqueras nacionales registran las especies de la pesca en sus respectivos rubros comerciales, sin especificar si se trata de especies objetivos o especies incidentales o fauna de acompañamiento; por esta razón no es posible estimar la captura de especies incidentales y 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.

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

Bajo las condiciones actuales de operación de la flota comercial tradicional en el Pacífico Mexicano y Centroamericano, la protección de los recursos naturales 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 pesqueras no tienen alcance profundo, pues sólo se utilizan recursos pesqueros que se distribuyen sobre la parte superior del rango de profundidades sobre la plataforma continental.

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), solo operan pesquerías sobre especies de la región epipelágica, principalmente de atunes en el Pacífico oriental y las de tiburón en la región del sur de Oaxaca y Chiapas. Se trata de pesquerías de baja profundidad que no

tienen efectos sobre las zonas profundas pero son susceptibles de ser explotados otros recursos, tales como marlin, 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 (publicada en el Diario Oficial de la Federación el día 24 de julio de 2007). La captura del conjunto de estas especies es pelágica o epipelágica, de ninguna manera se realiza en las zonas profundas y por lo tanto no existen interferencias directas que pudieran ocasionar conflictos entre la conservación de los sitios profundos y los sectores.

### **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 (FAO 2009), 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 que se presentan para este tipo de pesquerías son las capturas de especies que soportan índices de explotación muy bajos y el hecho del alto riesgo de contacto de las artes de pesca con los fondos, la posibilidad de destrucción de comunidades bentónicas y los propios fondos marinos, particularmente los fondos blandos.

El documento plantea los problemas que muchas especies profundas de interés comercial tienen; entre las que destacan 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 razón por la cual las tasas de explotación de estas especies causan un rápido agotamiento de los recursos. Además, cuando se produce este agotamiento, cabe prever que la recuperación sea larga y no esté asegurada (FAO 2009). Por lo anterior se sugiere actuar de conformidad con 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, gestión y desarrollo eficaces de los recursos acuáticos vivos, con el debido respeto del ecosistema y la biodiversidad (FAO 1995).

Otras consideraciones también plantean la preocupación por numerosas especies del talud continental que son amenazadas como fauna de acompañamiento y recomienda el ensayo de métodos de captura más selectivos, para evitar tal amenaza.

La FAO considera a los ecosistemas marinos profundos importantes y vulnerables; y 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 los sistemas de investigación, capacitación y fortalecimiento institucional.

## Conclusiones

Las regiones marinas del Occidente de México, al sur de Cabo Corrientes hasta la frontera con Guatemala, que conforman las regiones marinas del Pacífico Transicional Mexicano y el Pacífico Centroamericano, tienen una menor productividad que las regiones marinas del Pacífico Sudcaliforniano y del Golfo de California, no obstante, cuenta con mayor riqueza de especies conforme las regiones se extienden hacia el ecuador. En estas regiones la productividad biológica tiende a ser mayor en el Golfo de Tehuantepec, donde la producción pesquera es la que aporta mayores capturas de la región. Todas las pesquerías que se practican en esta zona son de baja profundidad, cuando mucho a 150-180 metros sobre la plataforma continental estrecha; salvo en el Golfo de Tehuantepec, donde tiende a ser un poco más ancha y de fondos blandos. Una porción grande de sus fondos está formada por el talud continental, y profundidades de 3,000-4,000 metros, hasta profundidades que alcanzan los 5,000 m en la trinchera Mesoamericana.

La zona de mínimo oxígeno del Pacífico Oriental conforma una capa muy extensa de nulas concentraciones de oxígeno cuya profundidad en dirección de norte a sur tiende a ser menor, desde el sur de las grandes islas del Golfo California, hasta el sur de Pacífico Mexicano, en los límites con Guatemala, misma que continúa hasta Sudamérica. Lo anterior es determinante para las nulas posibilidades de pesquerías profundas en el Pacífico Oriental Mexicano, aproximadamente entre los límites superior e inferior de la capa anóxica. Sin embargo dentro de los organismos que habitan a mayor profundidad existen especies de camarones, que podrían ser una alternativa futura para la pesca; no obstante se precisa de mayores investigaciones al respecto.

Las políticas de conservación para la protección de ecosistemas profundos deberán considerar a las zonas marinas 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 hacia 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 profundidad entre 400 y 500 metros representa el límite de separación entre las faunas de plataforma talud y profunda de la región; y 3) las señales de fuerte deterioro de los recursos bióticos derivado de la pesca en aguas profundas a nivel internacional a partir del límite profundo de la plataforma continental.

Deberá procederse a su caracterización y cartografía, principalmente en los casos de los arrecifes coralinos, donde operan diversas pesquerías; entre ellas la pesca de langosta con trampas, o de comunidades de corales profundos que pueden ser severamente impactados por pesca profunda sin control en dichos ecosistemas, o por cualquier otra actividad que implique 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 su fauna asociada por las artes pesqueras ha sido motivo de preocupación. Países como Nueva Zelanda, Australia, Canadá, Noruega y la Unión Europea han actuado para proteger algunas de estas áreas.

Algunos recursos particularmente del grupo de los 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 pesca de camarón desde Bahía de Sebastián Vizcaíno hasta Cabo San Lázaro, captura cantidades importantes de langosta roja lo cual puede significar un riesgo para estos recursos en un futuro. La creación de zonas de *no pesca* en aguas profundas para estos y otros recursos pesqueros, como parte de políticas de conservación para las zonas profundas, puede significar una oferta estratégica para el sector pesquero y como medida de conservación dentro de las áreas naturales protegidas.

### **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 única de compuestos químicos potenciales en el desarrollo comercial de productos farmacéuticos, nutricionales, enzimas industriales, además de su aplicación en biotecnología y agricultura. Por ejemplo, algunas especies de organismos gelatinosos, presentan un gran potencial antibiótico, antiparasítico y anticancerígeno, entre otros usos (Robison 2009).

En la Dorsal del Pacífico Oriental, los peces zoárcidos, los minerales y los tapetes de bacterias quimioautotróficas aún no son explotados; por lo que deben contemplarse normas para regular su exploración y prospección. En la Trinchera Mesoamericana de Tehuantepec, los recursos están pobremente explorados, pero existe un amplio potencial para el sector industrial y el sector científico farmacológico para la explotación de microorganismos hadales, bacterias y fauna de este sitio (CONABIO *et al.* 2007).

#### **Explotación minera**

El descubrimiento y 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. Ahora se sabe perfectamente, que el piso oceánico tiene un gran potencial como la mayor 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 cobalto, níquel y manganeso), hallados en las profundidades de todos los océanos (Heath 1982).

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). Existen lugares con un interés potencial alrededor del mundo, 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, que 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 incipiente 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 ocupan 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. En la mayoría de los sitios que se proponen en este estudio, la exploración y prospección de recursos minerales, pueden ejercer un gran impacto, si no se establece una correcta regulación de estas actividades.

Aparentemente 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 y los problemas legales de la tenencia o propiedad podrían ser menores y menos complejos que los de la minería terrestre (Scott *et al.* 2006). 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 de sitios como éstos, puede provocar modificaciones importantes en los ecosistemas benthicos (Knecht 1982; Gage y Tyler 1991). El impacto ambiental puede ocurrir en 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).

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 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 (revisado en 2009), la International Marine Minerals Society (IMMS), elaboró un código de comportamiento, que 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. Entre las actividades que incluye el Código, cabe mencionar el seguimiento de responsabilidad ambiental, en la tecnología y equipo utilizado; 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, 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.

Por su parte, el Grupo de Mineralización del Piso Oceánico, establecido en E. U. A. en 2008 por la Inter Ridge, organización sin fines de lucro que promueve estudios interdisciplinarios internacionales en investigación oceánica, ha identificado 3 categorías generales de necesidades de investigación: caracterización de los controles espaciales en actividad hidrotermal y exposición de los depósitos sulfurosos masivos; la estimación de escalas de tiempo de los depósitos; y la observación de los cambios en las comunidades biológicas, durante la evolución de éstos. Los avances en estas tres categorías serán de gran valor para el desarrollo industrial de la minería marina (Hoagland *et al.* 2010).

Dado lo anterior, es necesario 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 áreas naturales protegidas en zonas marinas profundas permitiría la conservación de estos hábitats y los recursos mineros que resguardan, siempre y cuando se desarrolle bajo un marco legal bien definido.

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

Los registros de fauna, especialmente de macroinvertebrados bénticos, se han realizado 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 Instituto de Ciencias del Mar y Limnología (ICMyL) de la UNAM en el año 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 equipadas con alta tecnología, que permitieron a los científicos nacionales, obtener muestras de zonas de difícil acceso (Escobar-Briones y Soto 1993).

Entre algunas de las investigaciones científicas realizadas en las últimas dos décadas, por extranjeros en aguas nacionales y reportadas por INEGI (2010), caben mencionar las siguientes:

- 1995: Investigación científica marina de geofísica en el Pacífico Mexicano. Realizado por (SIO) University of California, E.U.A., Buque Melville.
- 1996: Investigación científica marina de geofísica en la Trincheras de Centroamérica y Cabo Corrientes. Realizado por (SIO) University of California, E.U.A., Buque Roger Revelle.
- 1996: Recabar datos batimétricos en la ZEE del Este del Pacífico Mexicano. Realizado por Universidad de Brown (SIO), E.U.A., Buque R/V Melville.
- 1997: Obtener datos geofísicos de la ZEE mexicana. Realizado por University of California, E.U.A., Buque R/V Melville.
- 1997: Investigación científica sismológica y del fenómeno “El Niño”, en la Trincheras Mesoamericana del Pacífico mexicano, Realizado por (SIO) University of California, E.U.A., Buques Melville y Puma.
- 1999: La atmósfera situada en el espacio aéreo, en el sureste del país. Realizado por National Aeronautics and Space Administration (NASA).
- 2000: Investigación científica sobre bioquímica en el Pacífico Mexicano. Realizado por la Universidad de Hawaii, Buque Roger Revelle.
- 2000: Investigación científica sobre geofísica en el Golfo de Tehuantepec. Realizado por Oregon State University, Buque Melville.
- 2000: Investigación científica sobre batimetría y geofísica frente a las costas de Oaxaca y Guerrero. Realizado por (SIO) University of California, Buque Melville.

*Instituciones que han elaborado proyectos de investigación en el área:*

En la región del Pacífico Transicional Mexicano y Centroamericano se han realizado varios estudios y proyectos de investigación científica por instituciones públicas y privadas, nacionales e internacionales. 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.
- Universidad de Brown (SIO), E.U.A.
- Universidad de Hawaii.
- Oregon State University.
- National Aeronautics and Space Administration (NASA).
- The National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA).
- Southwest Fisheries Science Center, NOAA Fisheries, La Jolla, USA.
- Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste (CIBNOR).
- Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, Baja California, México (CICESE).

- Universidad Nacional Autónoma de Baja California, México (UABC).
- Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, Universidad Nacional Autónoma de México.
- Instituto de Geología, UNAM.
- Instituto de Geofísica, UNAM.
- Instituto de Biología, UNAM.
- Facultad de Ciencias, UNAM.
- Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, Instituto Politécnico Nacional (IPN).
- Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas, IPN.
- Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP).
- Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO).
- 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 Pacífico Transicional Mexicano y Centroamericano 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 (publicada en el Diario Oficial de la Federación el día 5 de febrero de 1917); 1, 2, 3 y 4 de la Ley Federal del Mar (publicada en el Diario Oficial de la Federación el día 8 de enero de 1986); el Artículo 6º de la Ley General de Bienes Nacionales (publicada en el Diario Oficial de la Federación el día 20 de mayo de 2004) y el Artículo 1º de la Ley de Aguas Nacionales (publicada en el Diario Oficial de la Federación el día 1 de diciembre de 1992).

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, 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; (...)

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; (...)

#### **f) Problemática específica que debe tomarse en cuenta**

Históricamente, se ha 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; lo que significa que ciertos hábitats están más en riesgo que otros.

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 una aproximación de futuros impactos en los servicios ecosistémicos proporcionados por los mismos. En la Tabla 10 se muestran las tres categorías en las que se agrupan los principales impactos en los ecosistemas de mar profundo, obtenidas a partir del análisis de los investigadores participantes durante el taller “Hacia una Primera Síntesis Global de la Biodiversidad, Biogeografía, y Función Ecosistémica en los Fondos Marinos, SYNDEEP” en el contexto del proyecto Censo de la Vida Marina, en septiembre del 2008 (Ramírez- Llodra *et al.* 2011).

**Tabla 10. Principales impactos antropogénicos en los ecosistemas de mar profundo.**  
(Adaptado de Ramírez- Llodra E. *et al* 2011).

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 radiactividad	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 <sub>2</sub>	-	-

A continuación se describe parte de la problemática de los hábitats de mar profundo que se consideran 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 esfuerzo global inmenso de la pesca en el talud a una profundidad de 1000 m, este hábitat está siendo, y será afectado grandemente. Aunque históricamente estas áreas han recibido la mayoría de la protección contra industrias pesqueras (por ejemplo, las áreas de la conservación), son necesarios esfuerzos continuos para proteger a las comunidades vulnerables del margen contra impactos negativos de la pesca.
2. Comunidades bentónicas en los cañones: estas son principalmente afectadas por las actividades pesqueras en la medida que las tecnologías mejoran y permiten la explotación del fondo de los cañones. Otro impacto importante en los cañones 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 están realizándose 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 utilizados como una fuente de energía (Ramírez-Llodra *et al.* 2011).

Con base 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; en el siglo XX era principalmente por la disposición y vertedero de residuos, mientras que, para el siglo XXI, la explotación de recursos se ha convertido en el principal impacto (Ramírez-Llodra *et al.* 2010). Es de señalar, 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 la pesca, por efectos directos sobre el hábitat y la fauna, así como por relaciones inmediatas con otras actividades humanas.

En la actualidad, la explotación es la actividad humana más importante que afecta el ecosistema de mar profundo, donde el incremento de 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.* 2011).

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

Smith y colaboradores (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 ciertas actividades sean incompatibles, por lo que resulta necesario que haya una mayor colaboración y coordinación para evitar futuros impactos, alteraciones y un posible conflicto potencial.

Existen numerosas limitantes que han retrasado el conocimiento del mar profundo en México comentadas por Escobar-Briones y Soto (1993) que deben tomarse en cuenta para realizar la conservación de los sitios, propuestos para la RBZMP Pacífico Transicional Mexicano y Centroamericano. Entre ellas, la inaccesibilidad propia de las áreas de estudio; la incompatibilidad de los métodos de colecta y analíticos elegidos por diversos autores, que impiden hacer comparaciones posteriores; el conocimiento deficiente de la taxonomía de ciertos grupos biológicos, el costo y la naturaleza del equipo de muestreo; además de la falta de comunicación entre los especialistas y la competencia por las publicaciones; y una de las más importantes, el limitado financiamiento para

prospección debido al desconocimiento sobre la importancia que representan 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, por sus siglas en inglés) y las áreas cerradas existen y protegen el piso oceánico. Debido al conocimiento creciente de la vulnerabilidad de los ecosistemas de mar profundo se están introduciendo las medidas reguladoras donde quiera 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 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 oceánicos 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 XXXIX 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 Pacífico Transicional Mexicano y Centroamericano, 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 Pacífico Transicional Mexicano y Centroamericano.

Para el diseño de los polígonos generales que conforman la propuesta Reserva de la Biosfera Zona Marina Profunda Pacífico Transicional Mexicano y Centroamericano 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
- Domos Salinos

- Dorsales Oceánicas
- Cañones Submarinos
- Tipo de Sustrato
- Flujo de Nutrientes a 500 metros de Profundidad
- Índice de Posición Batimétrica
- Índice de Rugosidad Batimétrica

Las zonas de amortiguamiento constituyen aproximadamente el 61% de la superficie de los doce polígonos generales que conforman la RBZMPPT, ocupan una superficie de 20,637,396-96-33.31 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 están integradas por 16 polígonos interiores que representan el 38% de la superficie total de la RB ZMPPT, con una superficie total de 12,855,965-81-40.52 hectáreas, conforme a lo establecido en el Artículo 47 BIS Fracción I y Artículo 47 BIS 1 de la LGEEPA; y en cumplimiento de las disposiciones estipuladas en los Artículos 48 y 49 de esta misma Ley.

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 Pacífico Transicional Mexicano y Centroamericano, 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 batimétrica 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 batimétrica 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* (publicada en el Diario Oficial de la Federación el día 30 de diciembre de 2010)

Se pretende que en un futuro, las zonas núcleo sean el “patrón” o “línea de base”, a partir de las cuales se realice el monitoreo de las áreas naturales protegidas 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 RBZMPPT, es conveniente que las zonas núcleo incluyan esta diversidad de condiciones y ecosistemas.

En la Tabla 11 se enlistan las dieciséis zonas núcleo localizadas en once de los doce polígonos de la RB ZMP Pacífico Transicional Mexicano y Centroamericano, así como la superficie de cada una de ellas; en las Figuras 17 a 23 se muestra la ubicación de las mismas. En el anexo 5 se describen las características físicas generales estimadas para cada zona.

Más adelante, conforme se incremente el conocimiento de los diferentes polígonos de la RB ZMPPT 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. Nombres y superficies de las zonas núcleo de los polígonos propuestos para la RBZMP Pacífico Transicional Mexicano y Centroamericano.**

No.	Nombre del polígono	Superficie zona de amortiguamiento (ha)	Clave zona núcleo	Nombre zona núcleo	Superficie zona núcleo (ha)	Total
1	Montes Submarinos y Dorsal del Pacífico Oriental	2'351,635.112956	1	Montes Rojo y Verde	97,916.048684	3'870,483.817440
			2	Fractura y Monte Rivera	1'420,932.665800	
2	Monte Submarino Alphecca	207,174.536490	3	Monte Alphecca	197,755.879335	404,930.415825
3	Archipiélago de Revillagigedo y Montes de los Matemáticos	7'619,354.778203	4	Clarion	592,790.877179	12,837,718.651200
			5	Monte Bernoulli	282,694.977813	
			6	Montes Clairaut, Lagrange y Leibnitz	1'805,564.854690	
			7	Montes Cantor y Lobachevsky	595,410.086135	
			8	Montes de los Matemáticos	1'941,903.077180	
4	Trinchera Mesoamericana y Cañones Submarinos	2'443,171.347487	9	Cañón Petacalco-Lázaro Cárdenas	832,654.226243	3'275,825.573730
5	Monte Submarino Shimada	0.00	10	Monte Shimada	548,726.186291	548,726.186291
6	Monte Submarino Downwind	0.00	11	Monte Sotavento (Downwind)	346,584.648792	346,584.648792
7	Dorsal del Pacífico Oriental	1'682,658.799657	12	José Clemente Orozco	987,438.771533	2'670,097.571190
8	Montes y Fosa del Pacífico Transicional Mexicano	363,786.883329	13	Montes del Pacífico	265,350.007575	629,136.890904
9	Trinchera Mesoamericana a Fosa de Acapulco	2'599,310.395050	14	Cañón de Ometepec	1'106,162.210190	3'705,472.605240
10	Dorsal de Tehuantepec	1'447,971.476230	15	Dorsal de Tehuantepec	1'376,722.083030	2'824,693.559260
11	Trinchera Mesoamericana a Fosa de Tehuantepec	1'265,969.053478	16	Hadal de Tehuantepec	457,359.223582	1'723,328.277060
12	Cuenca de Guatemala	656,364.580451	-	-	-	656,364.580451
<b>Total General</b>		<b>20'637,396.963331 (20,637,396-96-33.31)</b>			<b>12'855,965.814052 (12,855,965-81-40.52)</b>	<b>33'493,362.777383 (33,493,362-77-73.83)</b>

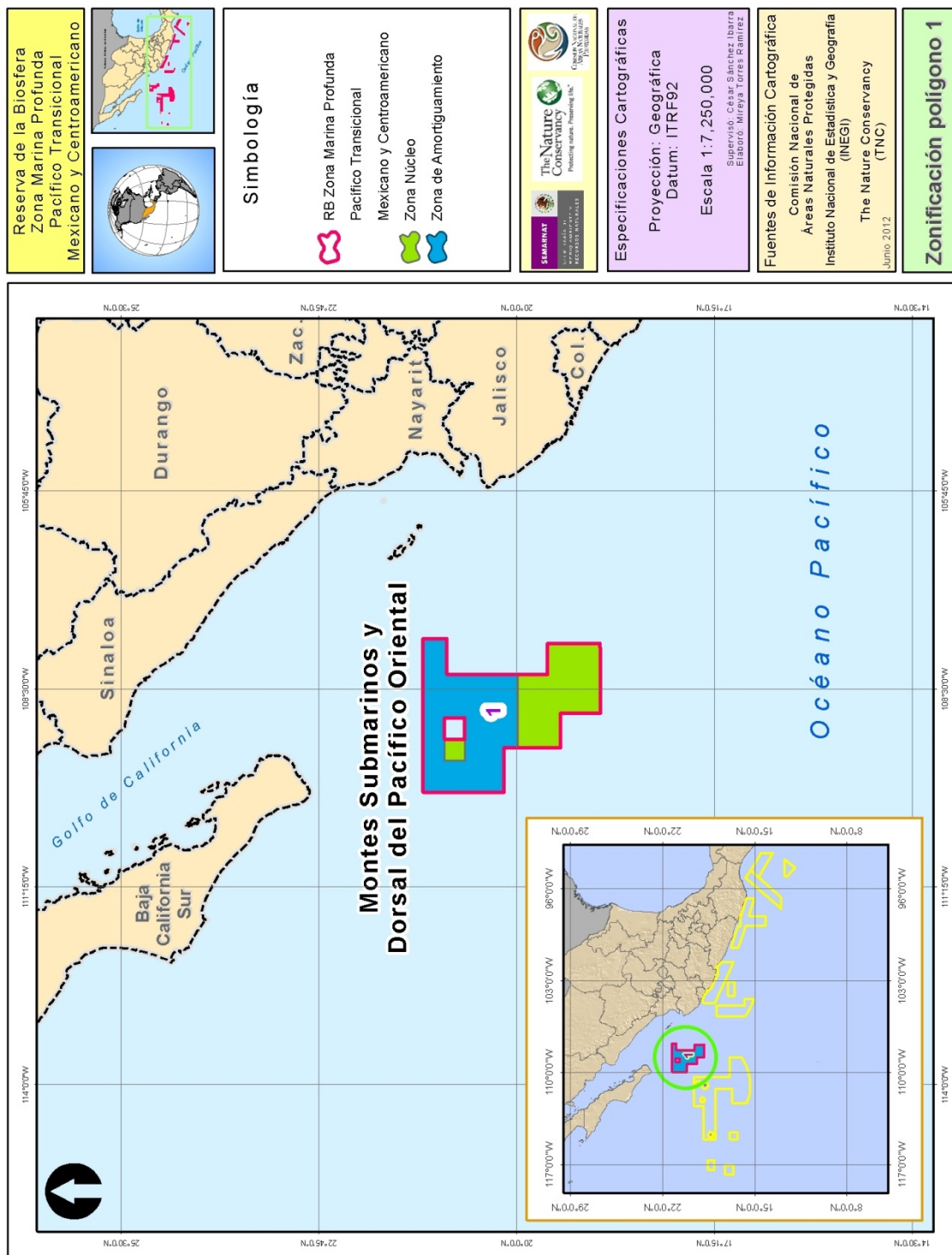


Figura 17. Zona núcleo del polígono 1) Montes Submarinos y Dorsal del Pacífico Oriental.

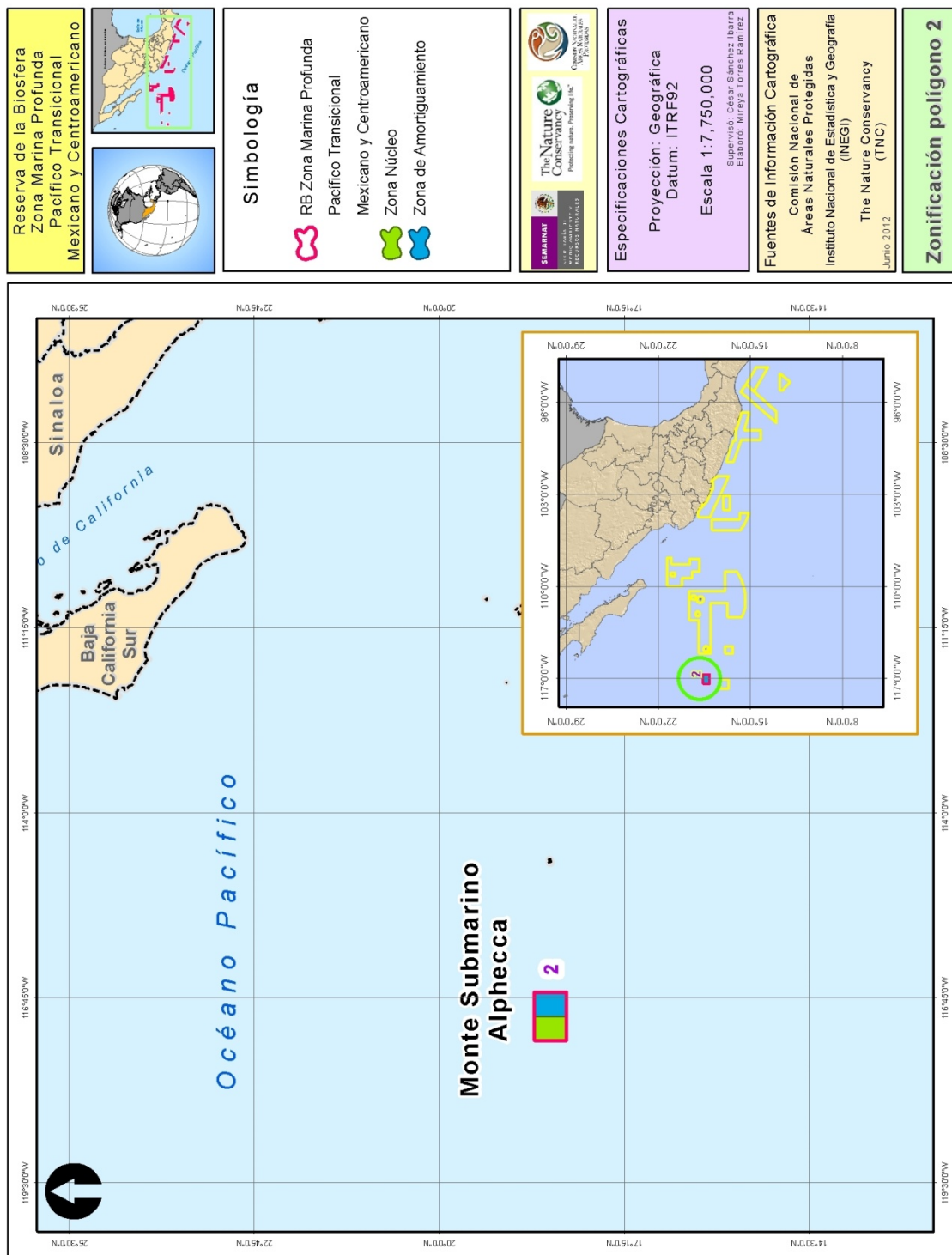


Figura 18. Zona núcleo del polígono 2) Monte Submarino Alphecca.

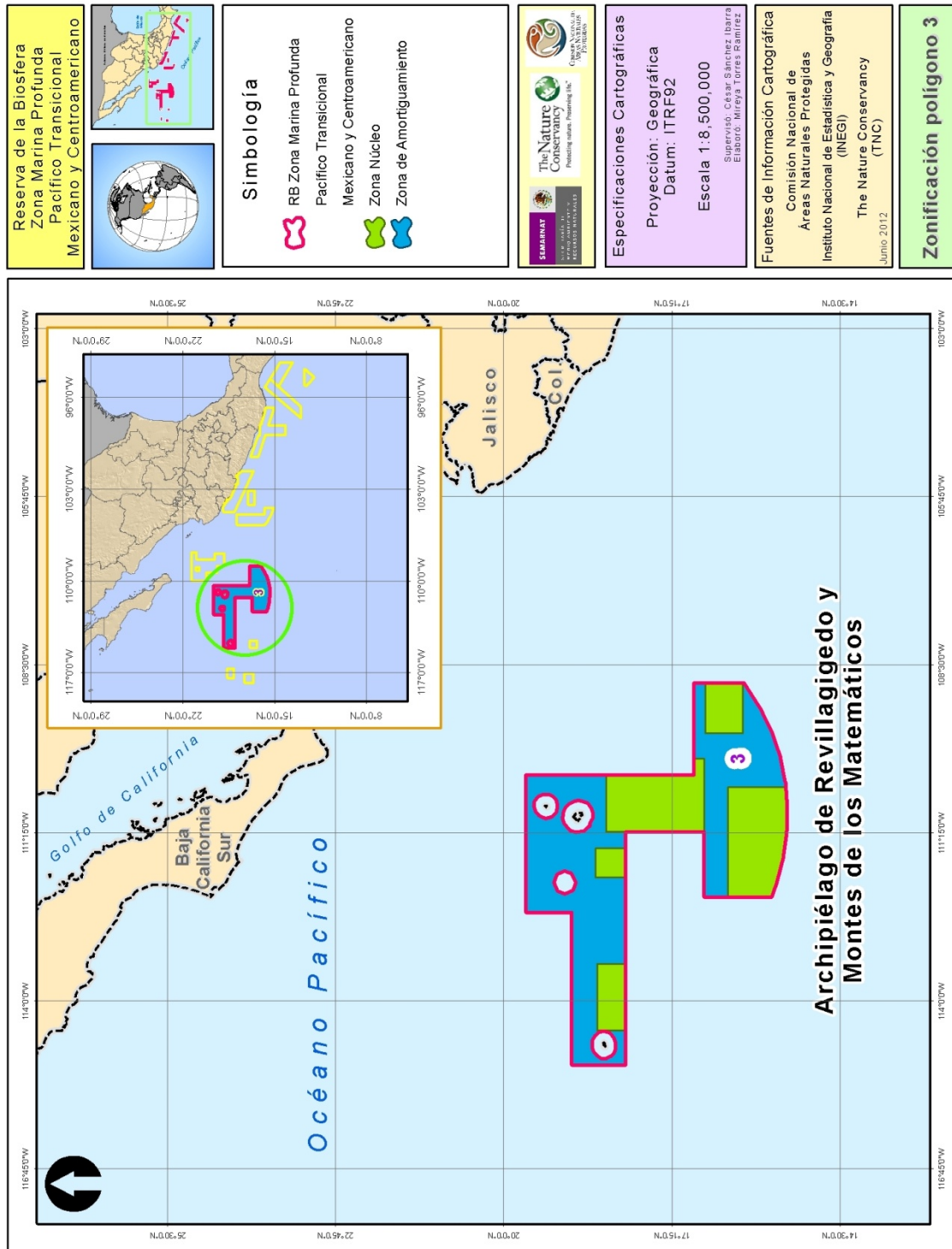


Figura 19 Zonas núcleo del polígono 3) Archipiélago de Revillagigedo y Montes de los Matemáticos.

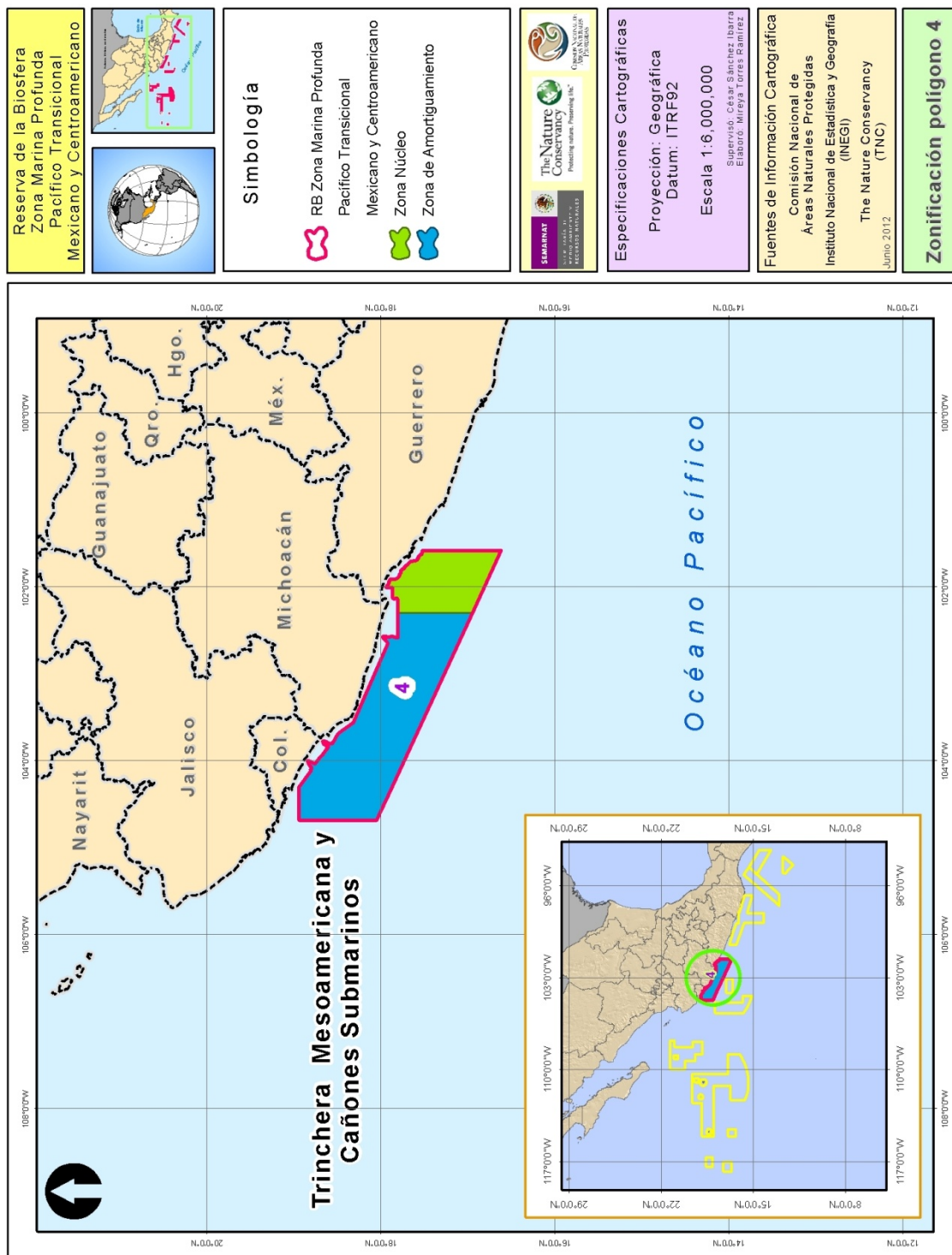


Figura 20 Zona núcleo del polígono 4) Trinchera Mesoamericana y Cañones Submarinos.

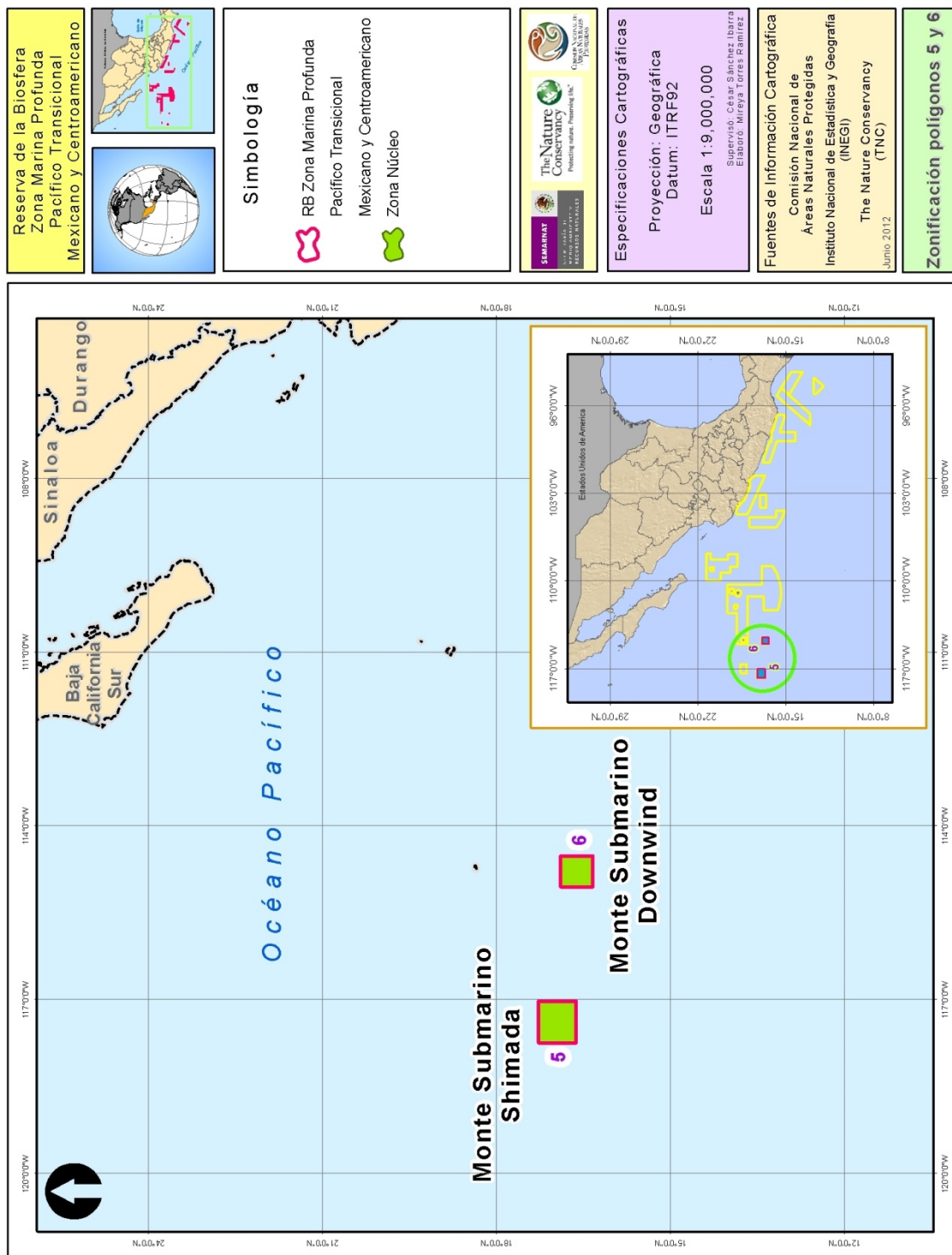


Figura 21 Zonas núcleo de los polígonos 5) Monte Submarino Shimada y 6) Monte Submarino Downwind.

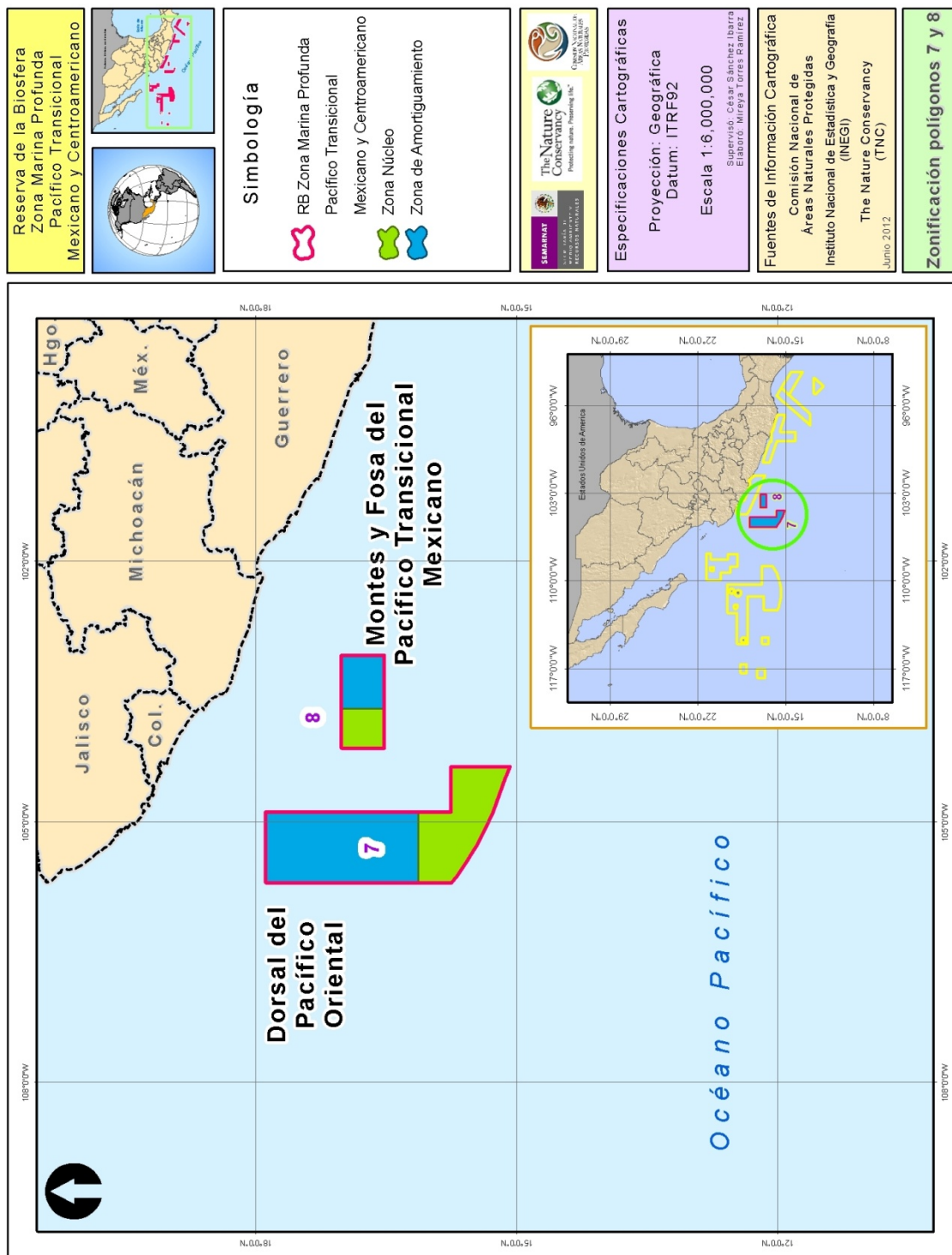


Figura 22. Zonas núcleo de los polígonos 7) Dorsal del Pacífico Oriental y 8) Monte y Fosa del Pacífico Transnacional Mexicano.

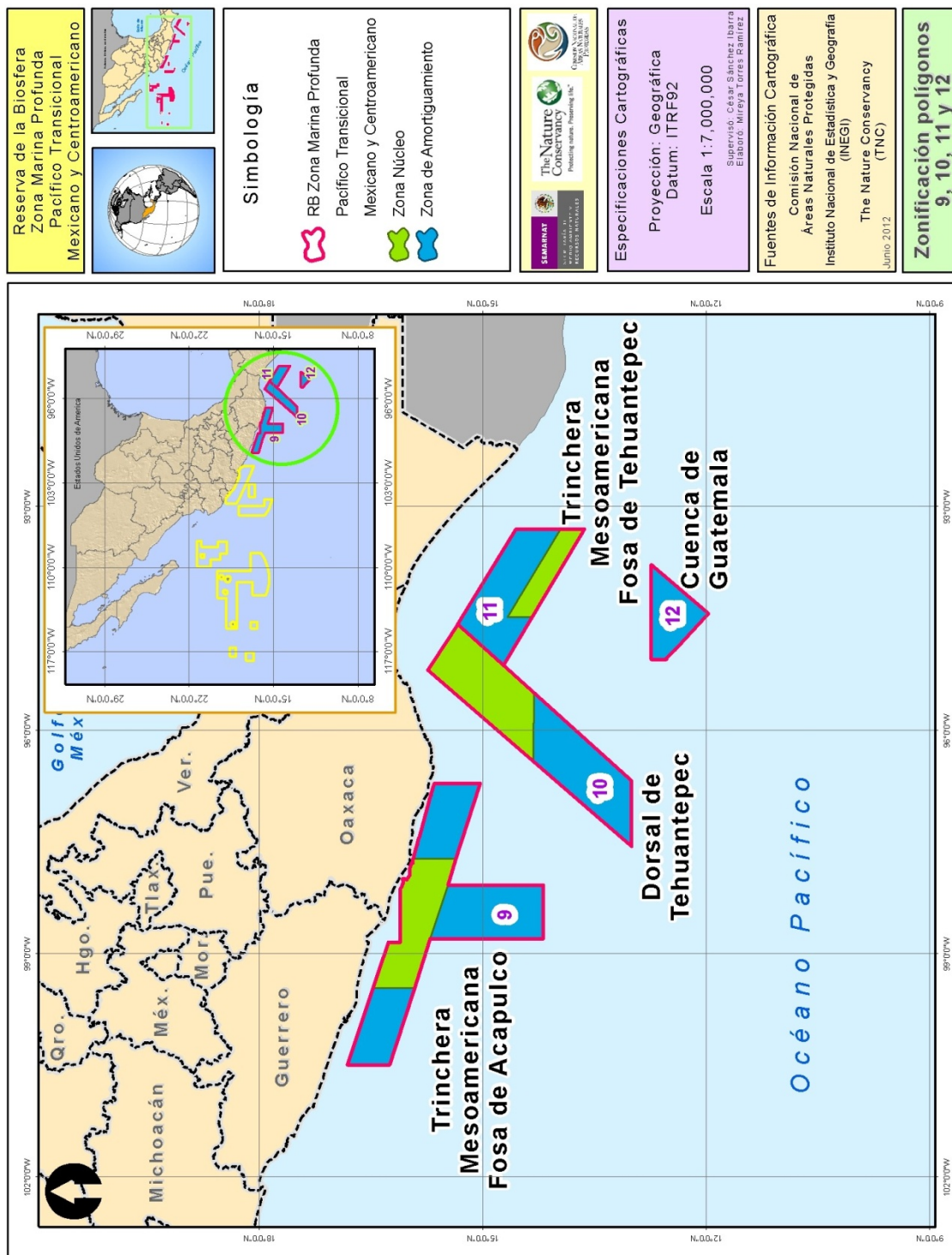


Figura 23. Zonas núcleo de los polígonos 9) Trinchera Mesoamericana Fosa de Acapulco, 10) Dorsal de Tehuantepec y 11) Trinchera Mesoamericana Fosa de Tehuantepec.

**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 Pacífico Transicional Mexicano y Centroamericano 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 Pacífico Transicional Mexicano y Centroamericano 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; presentan una gran diversidad de estructuras que incluyen montes submarinos, dorsales oceánicas, cañones submarinos y la trinchera mesoamericana, que en conjunto confieren características particulares a las zonas profundas.
- ❖ Las Zonas Marinas Profundas del Pacífico Transicional Mexicano y Centroamericano presentan ecosistemas y hábitats con características únicas que permiten la existencia de especies y poblaciones altamente adaptadas y especializadas, de composición genética única, por lo que estos sitios son estratégicos para el conocimiento de la sistemática, evolución y estructura de la biodiversidad; al mismo tiempo, estas mismas características las vuelven altamente vulnerables a impactos naturales y antropogénicos provenientes de las zonas marinas superficiales.
- ❖ El Pacífico Transicional Mexicano es un sitio de gran importancia para México debido a su elevada productividad, temperatura cálida y presencia de diversos hábitats costeros y profundos que lo caracterizan, los cuales son factores esenciales en el desarrollo de una fauna marina tropical que incluye especies de alta importancia para el sector pesquero en el país.

**Objetivos de la Reserva de la Biosfera**

Los objetivos se proponen de acuerdo al artículo 45 de la LGEEPA como siguen:

- I. Preservar los ambientes naturales representativos que conforman la Reserva de la Biosfera Zona Marina Profunda Pacífico Transicional Mexicano y Centroamericano, en donde se localizan importantes estructuras geológicas y ecosistemas profundos representativos tales como cañones, montes submarinos, el sistema de dorsales, crestas y la gran trinchera mesoamericana, entre otros; 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 Reserva de la Biosfera Zona Marina Profunda Pacífico Transicional Mexicano y Centroamericano, 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, las raras, las que se encuentran sujetas a protección especial, y aquellas que faltan por registrarse;
- III. Asegurar el aprovechamiento sustentable de los ecosistemas profundos y sus elementos;
- IV. Proporcionar un campo propicio para la investigación científica y el estudio de los ecosistemas profundos y su equilibrio; y
- V. Generar, rescatar y divulgar conocimientos, prácticas y tecnologías, tradicionales o nuevas que permitan la preservación y el aprovechamiento sustentable de la biodiversidad de esta zona.

### **c) Normatividad básica sobre usos y prohibiciones**

A pesar de la inaccesibilidad actual de los sitios que conforman la Zona Marina Profunda Pacífico Transicional Mexicano y Centroamericano, 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) o potenciales (pesca, minería y educación ambiental a través del turismo) en la zona se incluyen por lo pronto las siguientes estipulaciones a ser consideradas en el decreto:

Que dentro de las zonas núcleo de la RB ZMPPT podrán realizarse las siguientes actividades:

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

Que dentro de las zonas de amortiguamiento de la RB ZMPPT, podrán realizarse las siguientes actividades:

- I. Preservación de los ecosistemas marinos y sus elementos;
- II. Investigación científica de los ecosistemas del área;
- III. Educación ambiental;
- IV. Aprovechamientos pesqueros que no alteren el entorno en los fondos marinos y que no comprometan la conservación de especies en riesgo; y

- V. Aprovechamientos mineros de extensión limitada en sitios con presencia de depósitos de sulfuros polimetálicos, cuyo desarrollo no altere extensivamente el entorno en los fondos marinos.

Que el uso y aprovechamiento de los recursos naturales dentro de la Reserva de la Biosfera ZMPPT se sujetará 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.
- II. 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 que sea efectuada bajo la supervisión de observadores a bordo aprobados por la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales;
- III. 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 que sea efectuada bajo la supervisión de observadores a bordo aprobados por la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales; y
- V. 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 cualquier tipo.
- VI. Introducir ejemplares o poblaciones exóticos de la vida silvestre, así como organismos genéticamente modificados; y
- VII. Las demás que establezca 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 RB ZMPPT, 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 estipulado 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 RB ZMPPT, 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 aun limitado, se sugiere que en los artículos transitorios del decreto se estipule que:

- I. En el caso que se requiera la instrumentación de reglas administrativas puntuales o de elementos específicos de la subzonificación, que permitan lograr la protección y aprovechamiento sustentable de los recursos naturales del área natural protegida, la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales elaborará dichos componentes, en tanto se elabora el programa de manejo del área natural protegida.

#### **d) Administración**

La administración de las aguas comprendidas dentro de la Reserva de la Biosfera Zona Marina Profunda Pacífico Transicional Mexicano y Centroamericano 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, quien 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, las organizaciones no gubernamentales y la coordinación activa con dependencias gubernamentales.

#### **e) Operación**

La operación de la Zona Marina Profunda Pacífico Transicional Mexicano y Centroamericano 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 de la región.

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:

Artículo 65.- 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 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 Pacífico Transicional Mexicano y Centroamericano, el esquema de las sanciones por ilícitos ambientales y faltas administrativas será, entre otros, el establecido y descrito en:

- Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente.
- Ley General de Vida Silvestre.
- Ley General de Pesca y Acuicultura Sustentables.
- Código Penal de la Federación.

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 respectivamente.

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 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 Acuacultura 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 RB ZMPPT y sus áreas de influencia como "Zonas Especiales" conforme a los términos establecidos en el Convenio Internacional para Prevenir la Contaminación por los Buques (MARPOL 1973).
Secretaría de Comunicaciones y Transportes	Normatividad nacional sobre desechos provenientes de la navegación y las gestiones conducentes para el reconocimiento de la RB ZMPPT como "Zonas Especiales" bajo los términos establecidos en el Convenio Internacional para Prevenir la Contaminación por los Buques (MARPOL 1973)
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, Geografía e informática.	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 Pacífico Transicional Mexicano y Centroamericano 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 propuestos y la vinculación respectiva con dos direcciones regionales de CONANP.

**Tabla 14. Direcciones Regionales de la CONANP vinculadas a la operación de la Reserva de la Biosfera Zona Marina Profunda Pacífico Transicional Mexicano y Centroamericano.**

Región	Polígono
Península de Baja California y Pacífico Norte	1. Montes Submarinos y Dorsal del Pacífico Oriental
	2. Monte Submarino Alphecca
	3. Archipiélago de Revillagigedo y Montes de los Matemáticos
Occidente y Pacífico Centro	4. Trinchera Mesoamericana y Cañones Submarinos
	5. Monte Submarino Shimada
	6. Monte Submarino Downwind
	7. Dorsal del Pacífico Oriental
	8. Montes y Fosa del Pacífico Transicional Mexicano
	9. Trinchera Mesoamericana Fosa de Acapulco
	10. Dorsal de Tehuantepec
	11. Trinchera Mesoamericana Fosa de Tehuantepec
	12. Cuenca de Guatemala

A nivel internacional, la CONANP deberá promover la incorporación de los polígonos que integran la Reserva de la Biosfera Zona Marina Profunda Pacífico Transicional Mexicano y Centroamericano y sus zonas de influencia como “Zonas 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 1973).

#### **f) 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 Pacífico Transicional Mexicano y Centroamericano 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 natural 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 Pacífico Transicional Mexicano y Centroamericano.

La designación de una porción limitada de las aguas marinas bajo jurisdicción nacional como área natural protegida, busca por sí misma 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 escases de datos.

## V. BIBLIOGRAFÍA

**Aburto-Oropeza, O., M. Caso, R. Cudney-Bueno, B. Erisman, E. Ezcurra, L. Rosenzweig, C. Sánchez-Ortiz, F. A. Solís-Marín y V. Solís-Weiss. 2010.** San Marcial. 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. 33-38.

**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

**Ardron, J. 2002.** A GIS Recipe for Determining Benthic Complexity: An Indicator of Species Richness. In: Breman, J. (Ed.), Marine Geography. ESRI. USA. 224p.

**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 (CONABIO). México. Disponible en: <http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/regionalizacion/doctos/marinas.html> Consultado: mayo 2012.

**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 (CONABIO). México

**Badan, A. 1997.** La Corriente costera de Costa Rica. En: Lavín, M. F. (Ed.). Contribuciones a la oceanografía física en México, Monografía No. 3, Unión Geofísica Mexicana. Pp. 99-112.

**Bastida-Zavala, R. 2002.** Serpúlidos (Annelida: Polychaeta) del Pacífico Oriental. En: <http://w2.ecosurqroo.mx/Bentos/wbentos/Polinoidos%20y%20Serpulidos/serp%C3%BAlidos.htm>

**Baumgartner, T. R. y N. Christensen, Jr. 1985.** Coupling of the Gulf of California to large scale interannual climate variability. *Journal of Marine Research*, 43: 825-848.

**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.

**Bezaury-Creel J. 2005.** Protected areas and coastal and ocean management in Mexico. *Ocean and coastal management*, 48 (11-12):1016-1046.

**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.

**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.

**Calderón, L. E., H. Reyes, R. A. López Pérez, A. L. Cupul Magaña, M. D. Herrero Perezrul, J. D. Carriquiry y P. Medina Rosas. 2009.** Fauna asociada a arrecifes coralinos del Pacífico Mexicano. *Ciencia y Desarrollo. Abril 2009*.

**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.

**CBD. 1992.** The Earth Summit. United Conference on Environment and Development (UNCED). Convention on Biological Diversity. Rio de Janeiro, Brazil.

**CBD. 2007.** Expert workshop on ecological criteria and biogeographic classification systems for marine areas in need of protection. Convention on Biological Diversity. Azores, Portugal.

**CBD. 2009a.** Expert workshop on scientific and technical guidance on the use of biogeographic classification systems and identification of marine areas beyond national jurisdiction in need of protection (report). Convention on Biological Diversity. Ottawa, Canada.

**CBD. 2009b.** 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 (brochure). Convention on Biological Diversity. Québec, Canada.

**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.

**CIIFEN. 2008.** El Niño/La Niña Hoy. Organización Meteorológica Mundial. Pronunciamento del Centro Internacional para la Investigación del Fenómeno de El Niño. En: <http://www.ciifen-int.org/>

**CIIFEN. 2009.** El Niño/La Niña Hoy. Organización Meteorológica Mundial. Pronunciamento del Centro Internacional para la Investigación del Fenómeno de El Niño. En: <http://www.ciifen-int.org/>

**Coalición para la Conservación de los Fondos Marinos. 2012.** Misterios y Montañas en las Profundidades: Montañas submarinas y Corales de Agua Fría. Documento Informativo. DSCC: Deep Sea Conservation Coalition. 2012. En: [http://www.savethehighseas.org/publicdocs/DSCC\\_Seamounts\\_Spanish.pdf](http://www.savethehighseas.org/publicdocs/DSCC_Seamounts_Spanish.pdf)

**CONABIO. 2006.** Capital natural y bienestar social. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México.

**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.

**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-TNC-CONANP-PRONATURA. 2007.** Pacífico Tropical. En: [http://www.conabio.gob.mx/gap/index.php/Pac%C3%ADfico\\_Tropical](http://www.conabio.gob.mx/gap/index.php/Pac%C3%ADfico_Tropical)

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

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

**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.

**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.

**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.

**Delgado-Argote, L. A. y E. A. Carballido –Sánchez. 1990.** Análisis Tectónico del Sistema transpresivo neogénico entre Macuspana, Tabasco y Puerto Ángel, Oaxaca. Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Geología, Revista 9 (1): 21-32.

**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 p.

**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. México, D. F. Secretaría de Gobernación.

**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. México, D. F. Secretaría de Gobernación.

**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. México, D. F. Secretaría de Gobernación.

**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 "Ventilas 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. México, D. F. Secretaría de Gobernación.

**Diario Oficial de la Federación. 2010.** Acuerdo mediante el cual se da a conocer la actualización de la Carta Nacional Pesquera. SAGARPA. Jueves 2 de diciembre de 2010. México, D. F. Secretaría de Gobernación.

**Diario Oficial de la Federación. 2010.** 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*. 30 de diciembre de 2010. México, D. F. Secretaría de Gobernación.

**Diario Oficial de la Federación. 2012.** Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente. SEMARNAT. 04 de junio de 2012. México, D. F. Secretaría de Gobernación.

**Diario Oficial de la Federación. 2012.** 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. México, D. F. Secretaría de Gobernación.

**Diario Oficial de la Federación. 2012.** 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. México, D. F. Secretaría de Gobernación.

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

**Dudley, N. y J. Parrish. 2006.** Closing the Gap: Creating ecologically representative protected area systems: A Guide to Conducting the Gap Assessments of Protected Area Systems for the Convention on Biological Diversity. Convention on Biological Diversity. Montreal, Technical Series no. 24, pp 108.

**Dudley, N., S. Stolton, À. 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. 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, E. y 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.

- Escobar-Briones, E. 2000.** La Biodiversidad del mar profundo en México. CONABIO. *Biodiversitas*, 29: 1-6.
- 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 pp.
- Espinosa, H. 2004.** El Pacífico Mexicano. En: C. Carrillo Trueba y N. Hinket (Eds.), *Ciencias*, 76:14-21.
- Ezcurra, E. 2010.** Riqueza y Productividad. 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. 91-97.
- FAO. 1995.** Código de Conducta para la Pesca Responsable. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO ). En: <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.
- Fisher, W. Krupp, F. Schneider, W. Sommer, C. Carpenter, K. E. Niem, V.H. 1995a.** 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. 1995b.** 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. 1995c.** 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. En: [www.fishbase.org](http://www.fishbase.org). ver. 05/2012.
- 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 pp.
- 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.
- 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. En Ross Shotton, Fishery Resources Offices, Marine Resources Service, Fishery Resources Division, FAO Fisheries Department (Ed.). Deep Sea 2003: Conference on the Governance and Management of Deep-sea Fisheries. Part 1: Conference reports. Queenstown, New Zealand, 1-5 December 2003. FAO Fisheries Proceedings. No. 3/1. Rome, FAO. 2005. 718p.
- 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.

**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.

**Guzmán-Speziale, M. 1985.** The triple junction of the North America, Cocos and Caribbean plates -seismicity and tectonics: University of Texas at Austin, tesis de maestría. En: Delgado-Argote, L. A. y E. A. Carballido-Sánchez. 1990. Análisis Tectónico del Sistema transpresivo neogénico entre Macuspana, Tabasco y Puerto Ángel, Oaxaca. Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Geología, Revista 9 (1): 21-32.

**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. 1993.** Crustáceos decápodos bentónicos del sur de Sinaloa, México. *Anales del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, Distrito Federal México*. Enero-junio. 64 (001): 1-16.

**Hendrickx, M. E. 1993a.** Crustáceos Decápodos del Pacífico Mexicano. Sergio I. Salazar-Vallejo y Norma Emilia González (editores). Comisión Nacional para el Conocimiento y Aprovechamiento de la Biodiversidad (CONABIO) y Centro de Investigaciones de Quintana Roo.

**Hendrickx, M. E. 1995.** Introducción. Consideraciones generales sobre el área En Fisher, S. Krupp; F.; Schneider W; Sommer C; Carpenter K.C; 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

**PHendrickx, M. E., M. Demestre, A. Esparza-Haro y J. Salgado-Barragan. 1997.** Stomatopod and decapod crustaceans collected during the CEEMEX P5 and P7 cruises to the Gulf of Tehuantepec, México. *Oceanides*, 11 (2): 1-28.

**Hendricks, M. E. and Alan W. Harvey. 1999.** Checklist of Anomuran Crabs (Cristacea: Decapoda) from the Eastern Tropical Pacific. *Belgian Journal of Zoology*. 129 (2): 363-389.

**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

**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.

**IMMS, 2009.** Code for Environmental Management of Marine Mining. International Marine Minerals Society, Draft Revision as of 21 August 2009. Honolulu, Hawaii, USA.

**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.

**INEGI. 2010.** Relación de Investigaciones científicas realizadas por extranjeros en aguas nacionales. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. En:  
<http://mapserver.inegi.gob.mx/geografia/espanol/prodyserv/oceanografia/investigaciones.cfm>

**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

**Johnson, M. A. y J. J. O'Brien. 1990.** The role of costal Kelvin wave son the northeast Pacific Ocean. *Jornal of Marine Systems*, 1:29-38.

**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.

**Karr, J. R y D. R. Dudley, 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.

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

**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>

**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.

MARPOL – Marine Pollution. 1973. Convenio Internacional para Prevenir la Contaminación por los Buques. Organización Marítima Internacional (OMI), Organización de Naciones Unidas (ONU). Londres, 02 de noviembre de 1973. En: [http://www.fomento.gob.es/NR/rdonlyres/2A2D8B5F-EEAE-4AED-BC7D-115A2000BF20/2154/marpol\\_articulos.pdf](http://www.fomento.gob.es/NR/rdonlyres/2A2D8B5F-EEAE-4AED-BC7D-115A2000BF20/2154/marpol_articulos.pdf)

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

**Monahan, D. 2008.** Mapping the floor of the entire world ocean: the General Bathymetric Chart of the Oceans. *Journal of Ocean Technology*. 3: 108. En: General Bathymetric Chart of the Oceans, <http://www.gebco.net/>

**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.

**NORAD - FAO/UNDP GO 82/001** IMR Surveys of the Fish Resources on the Pacific Shelf between Southern Mexico and Colombia. – Preliminary Report Cruise No II. - Part 3: Guatemala - Golfo de Tehuantepec, Mexico - 4 - 13 June 1987 cruise reports

**Oceana, 2006.** Hábitats en Peligro. Propuesta de protección de Oceana. Fundación Biodiversidad. Madrid, España.

**Ortega García, Sofía; Trigueros-Salmerón.; J. A , Rodríguez-Sánchez, R.; Lluch-Cota. S.; y Villalobos. H., 2000** El Golfo de Tehuantepec como un centro de actividad biológica, y su importancia en las Pesquerías. BAC. Centros de Actividad Biológica del Pacífico Mexicano. Ed. Por D. Lluch Belda, J. Elorduy-Garay., S. E. Lluch Cota. Y G. Ponce-Díaz. México. Centro de Investigación Biológica del Noroeste, S.C. ISBN 970-18-6285.

**Ozturgut, E., Lavelle, J. W. y Burns, R.E. 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.

**Parés-Sierra, A., López, M. y Pavía, E. G. 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., A. Brandt, R. Danovaro, E. Escobar, C.R. German, L.A. Levin, P. Martínez- Arbizu, L. Menot, P. Buhl-Mortensen, B.E. Narayanaswamy, C.R. Smith, D.P. Tittensor, P.A. Tyler, A. Vanreusel, M. Vecchione. 2010.** Deep, diverse and definitely different: unique attributes of the world's largest ecosystem. *Biogeosciences*, 7: 2851–2899. En: [www.biogeosciences.net/7/2851/2010/doi:10.5194/bg-7-2851-2010](http://www.biogeosciences.net/7/2851/2010/doi:10.5194/bg-7-2851-2010).

**Ramírez-Llodra, E., P. A. Tyler, M. C. Baker, O. A. Bergstad, M. R. Clark, E. Escobar, L. A. Levin, L. Menot, A. A. Rowden, C. R. Smith, C. L. Van Dover. 2011.** Man and the Last Great Wilderness: Human Impact on the Deep Sea. *Plos ONE* 6 (8): e22588 doi: 10.1371/journal.pone.0022588.

**Robison, B. H. 2009.** Conservation of Deep Pelagic Biodiversity. *Conservation Biology*, 23 (4): 847-858.

**Rona, P. A. 2008.** The changing vision of marine minerals. *Ore Geology Reviews*, 33: 618–666.

**SAGARPA. 2011.** Anuario Estadístico de Acuicultura y Pesca. Comisión Nacional de Pesca y Acuicultura. En [http://www.conapesca.sagarpa.gob.mx/wb/cona/infografia\\_captura2011](http://www.conapesca.sagarpa.gob.mx/wb/cona/infografia_captura2011)

**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 Santillán, N. y G. De la Lanza Espino. 1995.** La climatología de los ciclones en México y el ciclón Gilberto. UAM, Xochimilco, México.

**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. Secretaría de Comunicaciones y Transportes. En: <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, 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.

**Solis-Weiss, V., J. A. de León-González y L. González-Ortíz. 2000.** Un Análisis Biogeográfico de los poliquetos (Annelida: Polychaeta) del Golfo de Tehuantepec, México. *Revista Peruana de Biología*, 7(1).

**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.

**Thiel, H. y 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.

**IUCN - 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.

**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.

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

**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](http://www.un.org/esa/dsd/agenda21_spanish)

**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.

**University of Wisconsin, Green Bay. 2011.** Convertidor coordenadas geográficas UTM. En: <http://www.uwgb.edu/dutchs/usefuldata/ConvertUTMNoOZ.HTM>

**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

**Walkins, J. S., Mc Millen, K. J., Bachman, S. B., Shipley, T.H., Moore, J.C. y Angevine, Ch. 1982.** Tectonic synthesis, Leg 66-transect and vicinity: Initial Reports of the Deep Sea Drilling Project. 66: 837-849.

**Weiss, A. 2001.** Topographic Position and Landforms Analysis. Poster presentation, ESRI User Conference, San Diego, CA.

**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.

**Wyrtki, K. 1965.** Surface currents of the Eastern Tropical Pacific Ocean. Inter American Tropical Tuna Commission. Bulletin, IX (5): 271-304.

**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 vivos.

**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 ( $C_{55}H_{72}MgN_4O_5$ ). Porfirinas con un magnesio central y una ramificación fitil lipofílica. Sus máximas absorancias 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-autótrofos:** 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 epífitas, 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](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].

## **ANEXOS**

## 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 socio-económico). 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. (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; 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 Naturales Protegidas de las Zonas Marinas Profundas, se ubican en aguas marinas sobre las cuales la Nación ejerce su jurisdicción que están localizadas entre los límites de la plataforma continental (GEBCO 2009) 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 nutrientes a 500 metros de profundidad, índice de rugosidad batimétrica e índice de posición batimétrica, los cuales representan por sí 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.

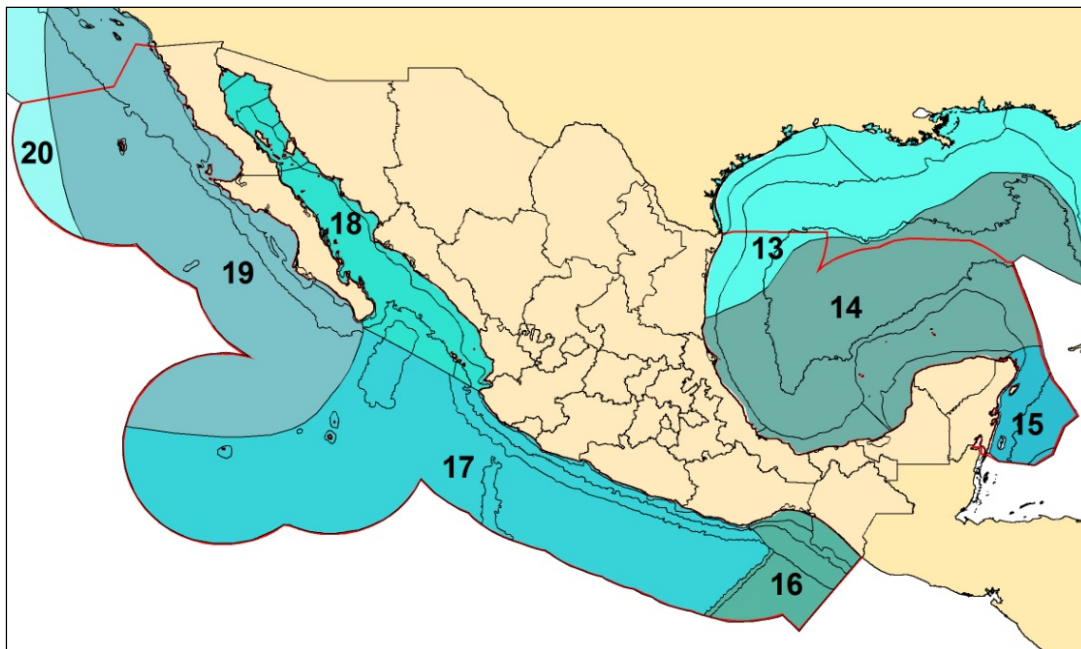
Mediante una serie de aproximaciones subsecuentes utilizando Marxan, se plantearon y analizaron diversos diseños alternativos para configurar cinco reservas de la biosfera que cumplieren con los objetivos y las metas de los objetos de conservación planteados. Los polígonos de los sitios se seleccionaron 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 Previo Justificativo.

### ESTRATIFICACIÓN

Con el objeto de lograr la representatividad de los ambientes bentónicos 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).

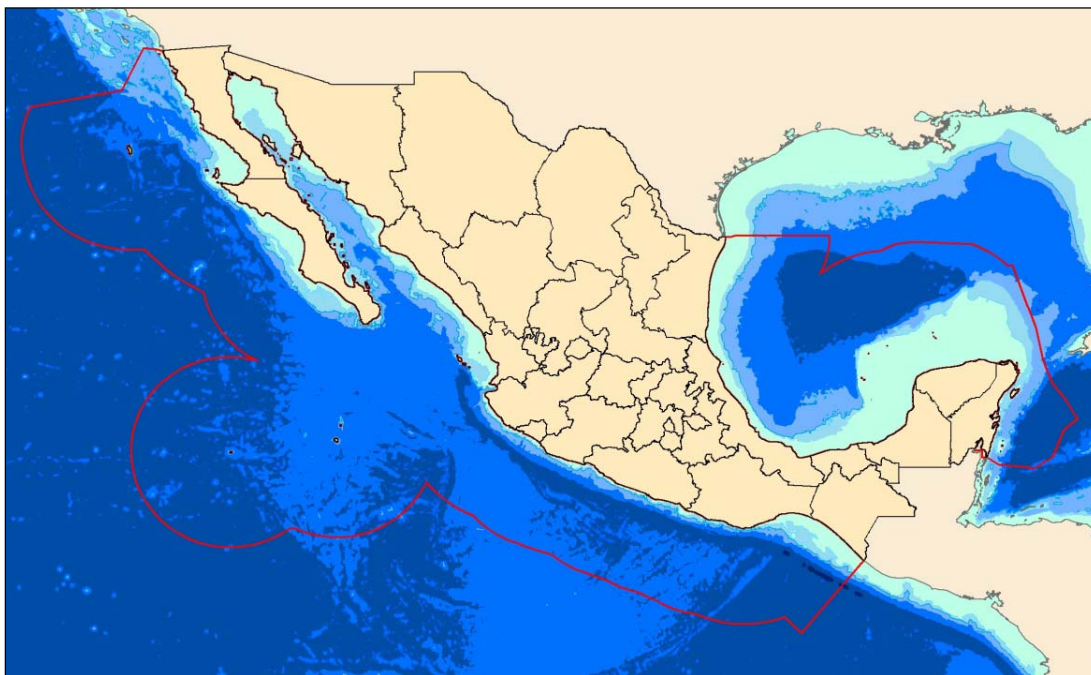
Para establecer la estratificación vertical se adoptó la clasificación de las zonas de mar profundo para México planteada por Escobar-Briones *et al.* (2010), en cuya definición se utilizaron criterios incluidos por Gage y Tyler (1991), Tyler (2003) y UNESCO (2009), así como la batimetría en formato 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
Batial Inferior	800 - 2,000 m
Abisal Superior	2,000 - 3,500 m
Abisal Inferior	3,500 - 6,500 m
Hadal	> 6,500 m



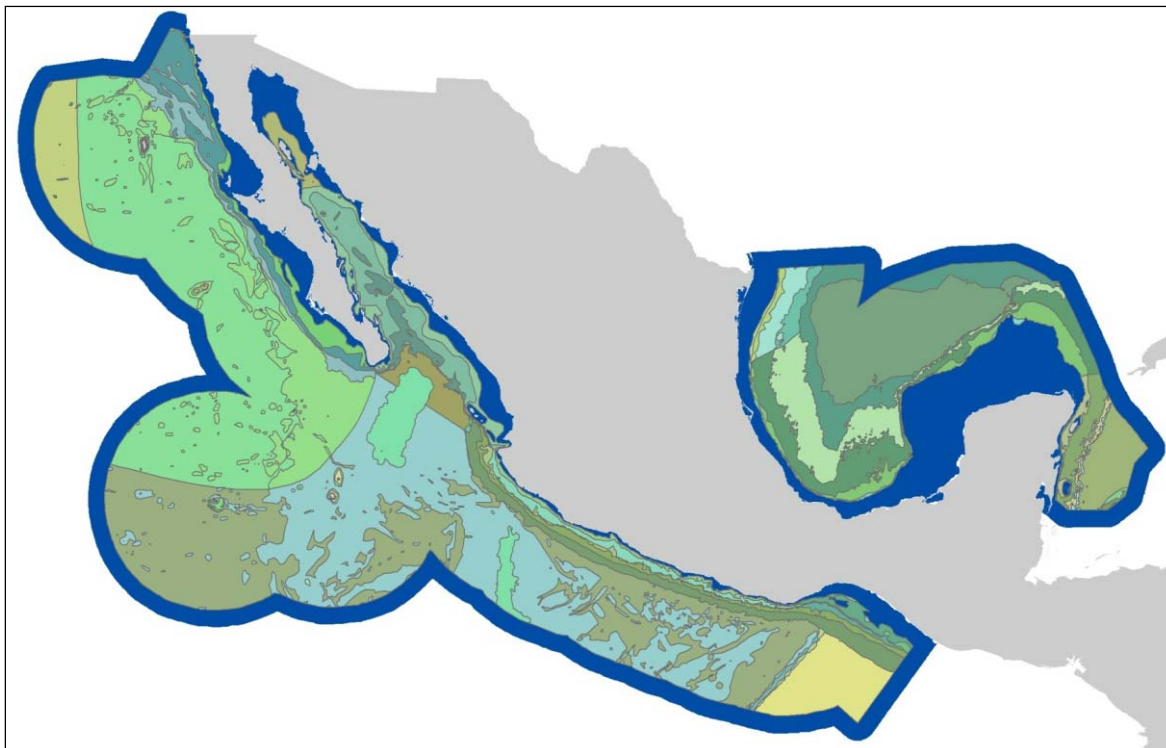
**Mapa 1. Zonificación horizontal - Niveles I y II de las Ecorregiones Marinas de Norteamérica\*.**

\*13. Golfo de México Norte -Reserva de la Biosfera del Golfo de México; 14. Golfo de México Sur -Reserva de la Biosfera del Golfo de México; 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.



**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 sólo 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
	<b>GOLFO DE MEXICO</b>	<b>50,211,628</b>
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
	<b>MAR CARIBE</b>	<b>8,579,716</b>
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
	<b>PACÍFICO TRANSICIONAL MEXICANO Y CENTROAMERICANO</b>	<b>115,781,135</b>
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 Trincheras Mesoamericana	109,010
33	Batial Inferior de la Trincheras Mesoamericana	665,078
34	Abisal Superior de la Trincheras Mesoamericana	2,705,950
35	Abisal Inferior de la Trincheras Mesoamericana	5,832,017
	<b>GOLFO DE CALIFORNIA</b>	<b>15,887,543</b>
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
	<b>PACÍFICO SUDCALIFORNIANO</b>	<b>81,076,209</b>
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
	<b>TOTAL</b>	<b>271,536,233</b>

## 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 Ardron *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
- Flujo de Nutrientes a Menos de 500 Metros de Profundidad
- Índice de Posición Batimétrica (IPB)
- Índice de Rugosidad Batimétrica (IPB)

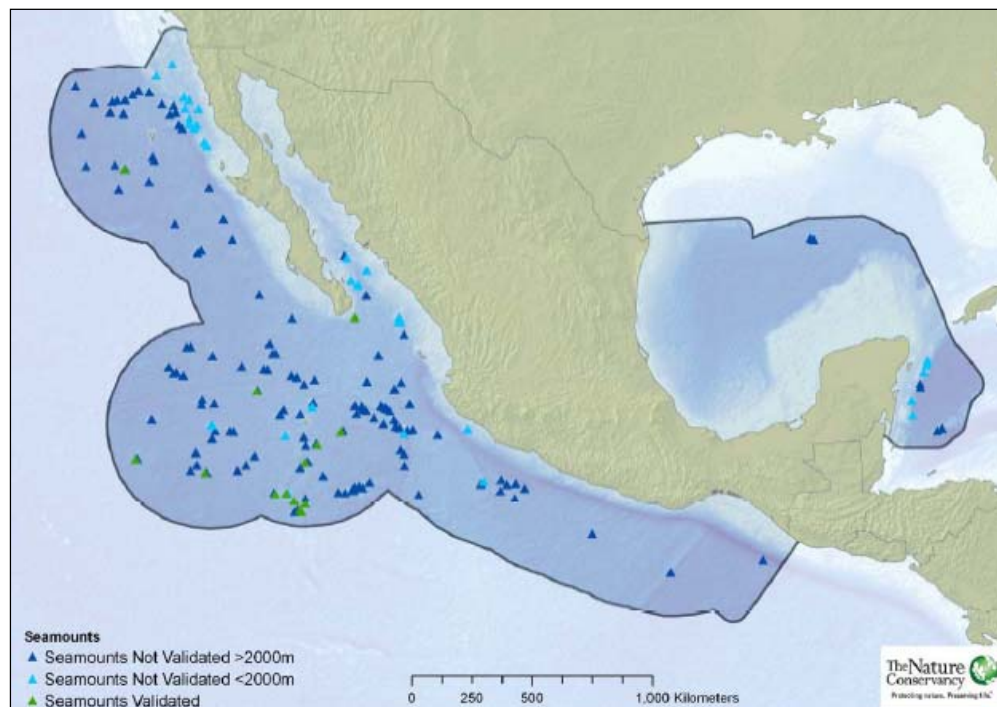
### Montes Submarinos

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 atrae 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.

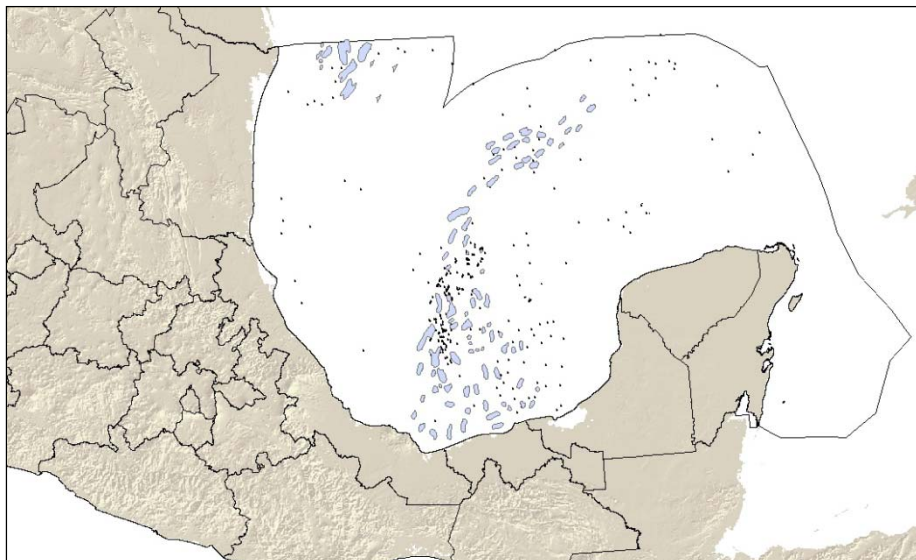
En el Golfo de México, sobre la plataforma y el talud continental del suroeste, son comunes los sitios en donde se producen emanaciones frías naturales de hidrocarburos fósiles así como de gas metano, provenientes de acumulaciones de aceite o gas natural. La mayoría de los sitios de emisión de hidrocarburos 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. (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 batimodiolíneos y múltiples familias de almejas. (Cordes *et al.* 2009).

Las comunidades quimiosintéticas son sólo 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 autigénicos que conforman el sustrato pueden 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. (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).

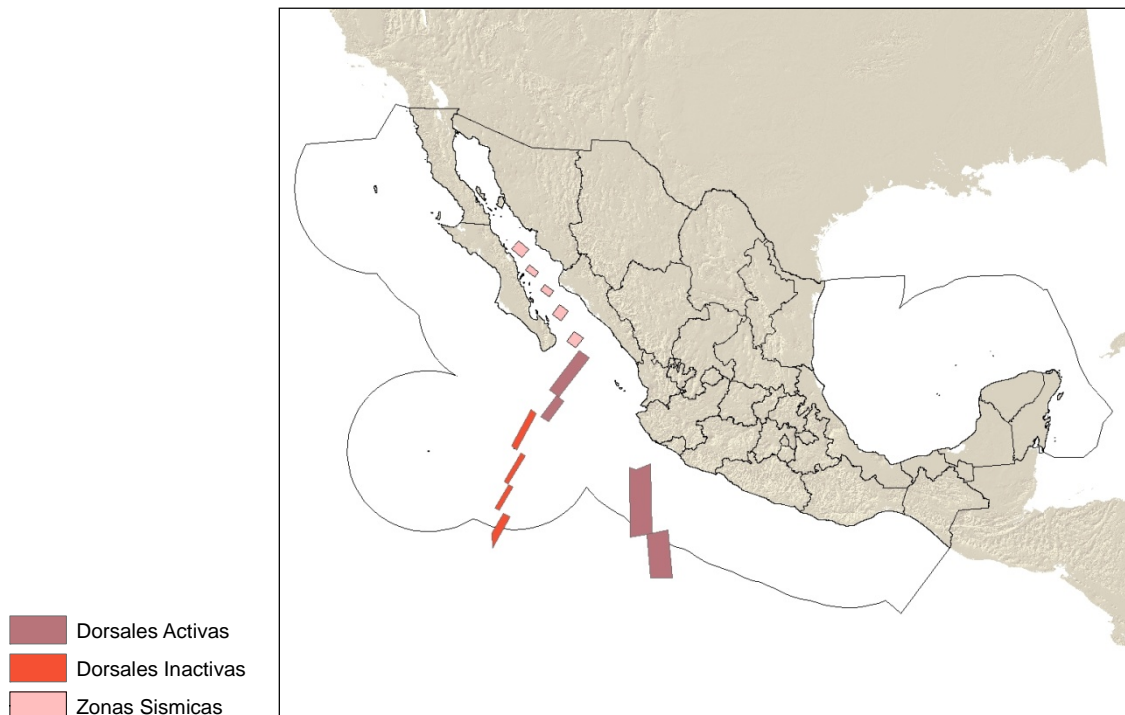
### Dorsales Oceánicas

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 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; 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<sup>-1</sup>). 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.



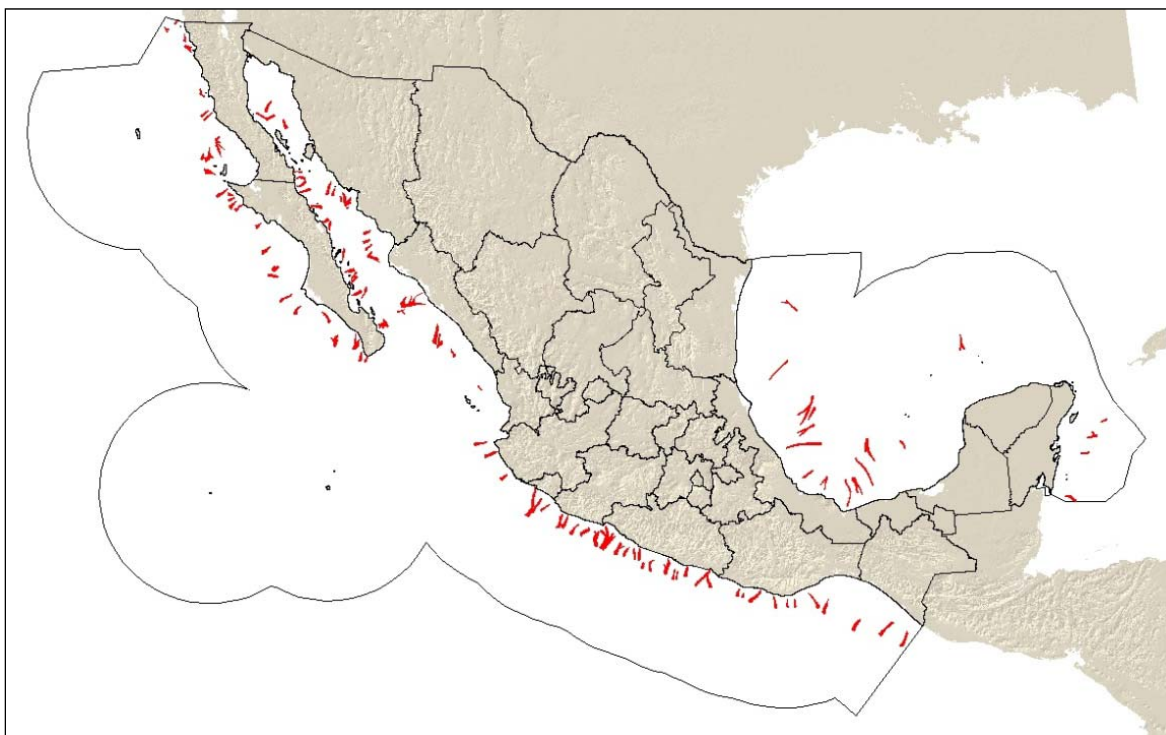
Mapa 6. Dorsales oceánicas

## 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 batimétrica 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 (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

## Flujo de Nutrientes a 500 metros de Profundidad

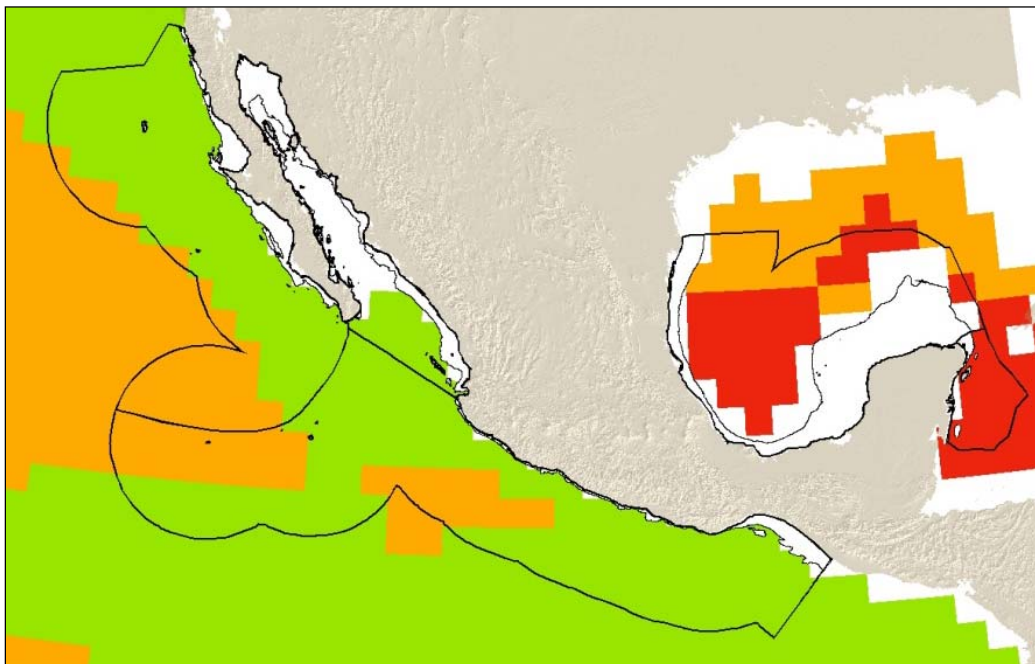
Como se comentó anteriormente, a falta de luz, las plantas no pueden sobrevivir en las zonas de mar profundo, por lo que la mayor parte de los nutrientes en las cadenas alimenticias de profundidad son producto de la materia orgánica proveniente de las aguas superficiales que “llueve” sobre el mar profundo. 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 la fauna de los fondos marinos profundos usualmente se encuentran dispersas y presentan poca abundancia (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 su 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 (2009), considera el nitrógeno proveniente de procesos biológicos y lo diferencia del proveniente de procesos de re-mineralización (nitratos), proveyendo un dato mas 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) detrítal ( $\text{mmol N m}^{-2} \text{d}^{-1}$ ) como el flujo de carbono (C) detrítal ( $\text{mmol C m}^{-2} \text{d}^{-1}$ ) (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 $\text{mmol C m}^{-2} \text{d}^{-1}$	75%
Medio	0.5 a 2.5 $\text{mmol C m}^{-2} \text{d}^{-1}$	50%
Alto	2.5 a 6.14 $\text{mmol C m}^{-2} \text{d}^{-1}$	30%



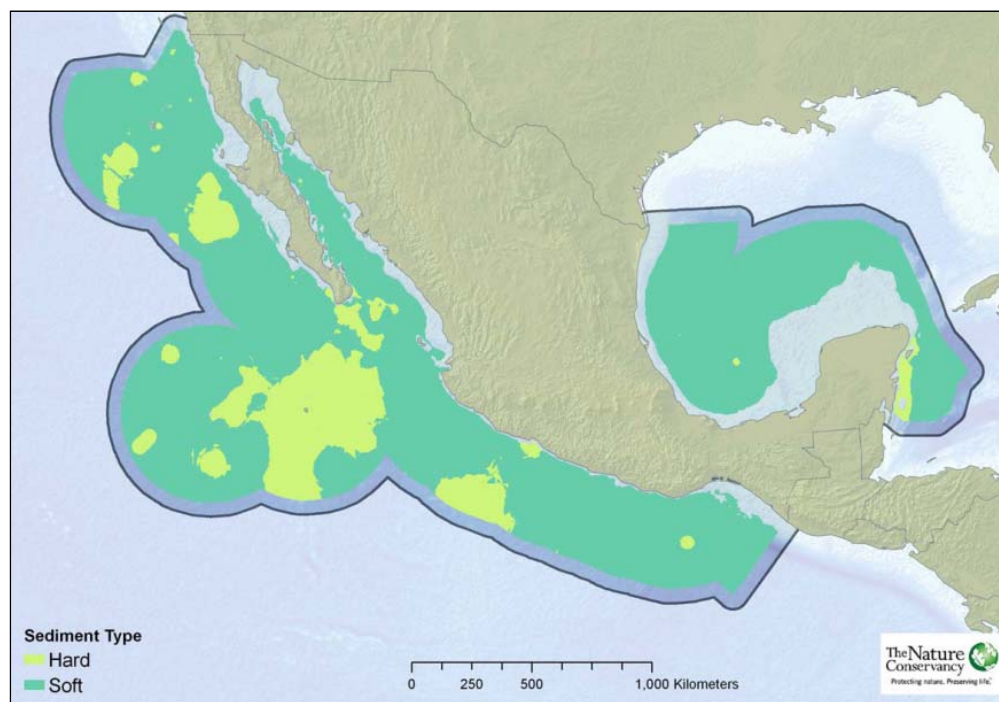
**Mapa 8. Flujo de Carbono a 500 metros de profundidad**  
Bajo (rojo), Medio (naranja), Alto (verde).

## Tipo de Sustrato

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

## Índice de Posición Batimétrica (IPB).

El Índice de Posición batimétrica 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

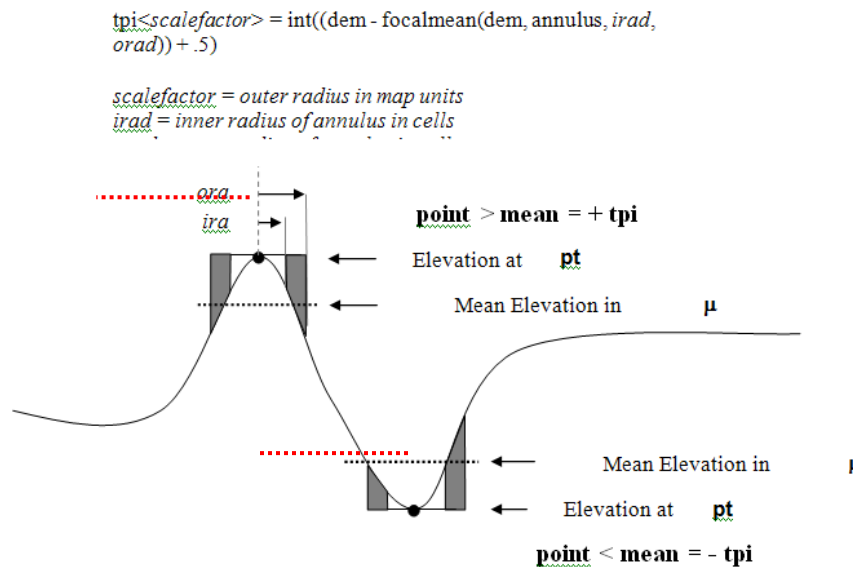


Fig 1b

Point ~ mean = tpi ~ 0 (constant slope or flat area)

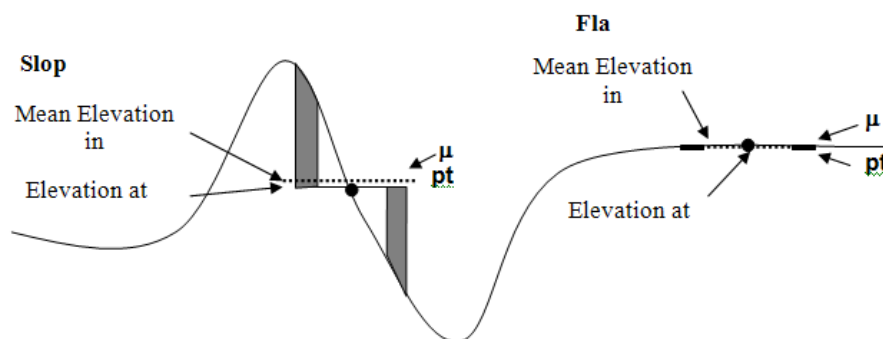
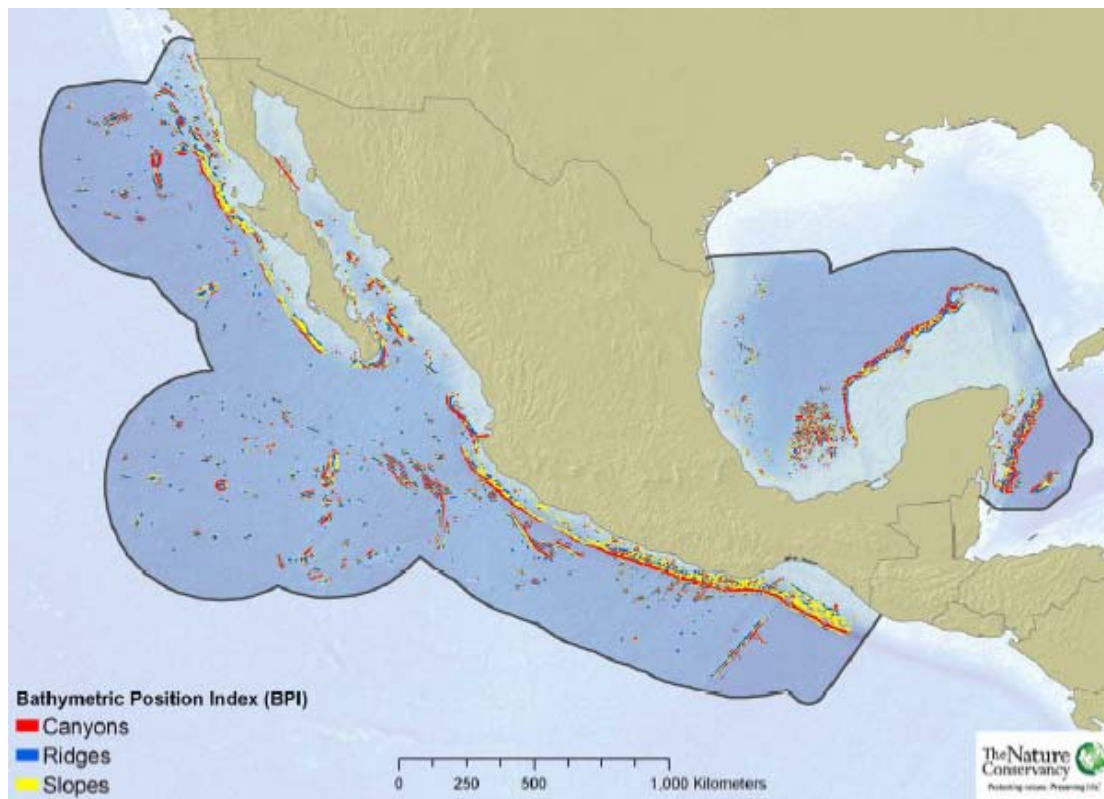


Figura 1. Índice de Posición Batimétrica (Adaptado de Weiss 2001).

La expresión cartográfica del Índice de Posición Batimétrica 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 Batimétrica (IPB).

### Índice de Rugosidad Batimétrica (IRB).

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 subrogado 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 batimétrica 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 Ardron 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.

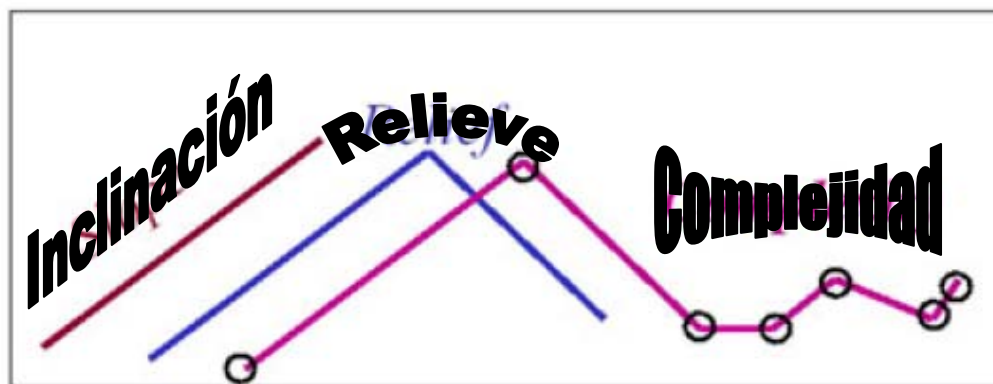


Figura 2. Diferencia entre los conceptos: inclinación, relieve y complejidad.

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. (Ardron 2002)

El Índice de Rugosidad Batimétrica (IRB) 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.

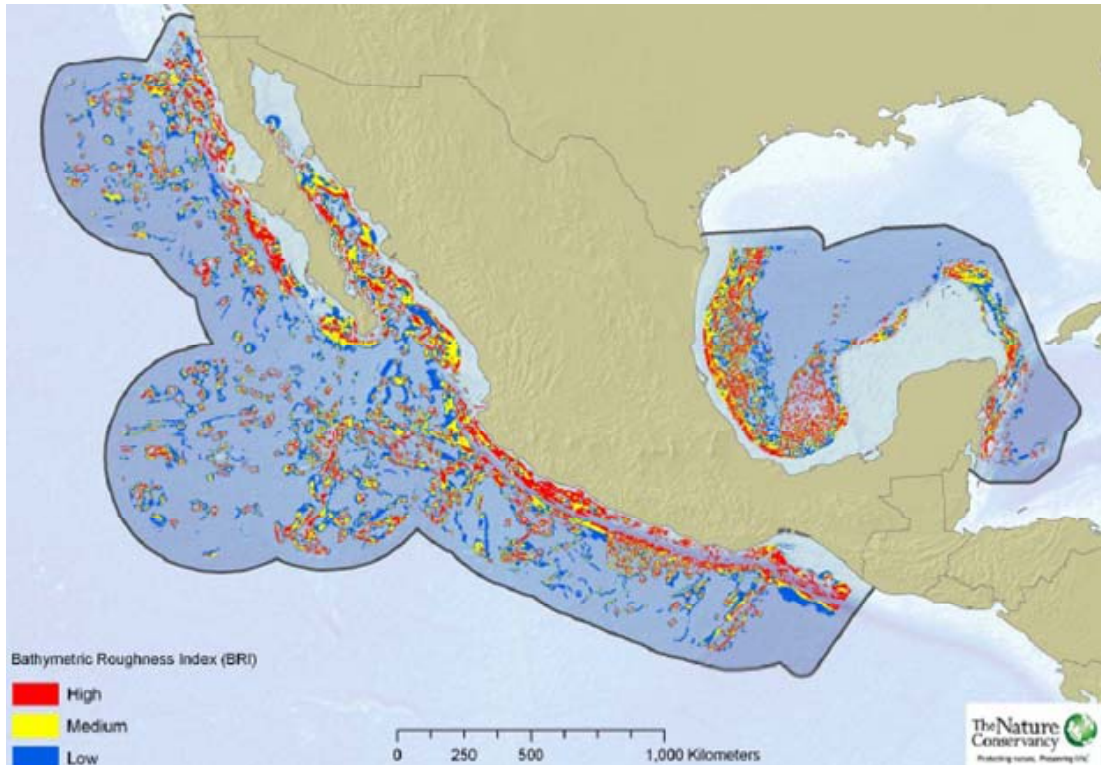
Riley y colaboradores (1999) propusieron un rango de 7 valores derivados del TRI:

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 Batimétrica 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 Ruggedness 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 Rugosidad Batimétrica (IRB).

## DETERMINACIÓN DE COSTOS

Cada unidad de planificación en Marxan tiene un costo. Este programa 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. (Ardron *et al.* 2008).

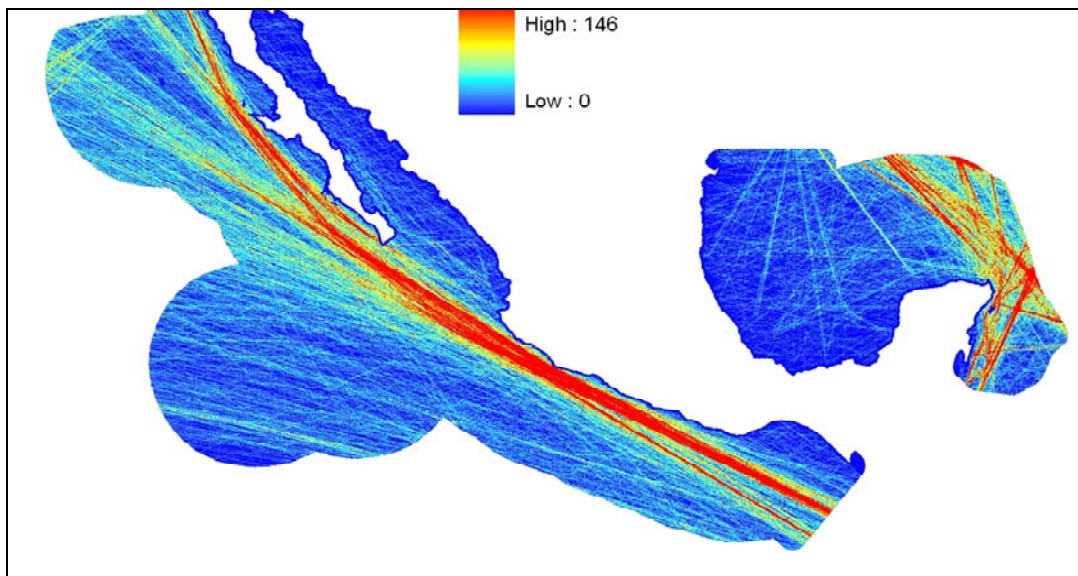
En función de la escasa disponibilidad de bases de datos georeferenciadas, los costos seleccionados para el diseño de la Red de Reservas de las Zonas Marinas para México, fueron los siguientes:

- 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 desarrolla por encima de los polígonos que conforman la 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 ráster, cuyas celdas comprenden una superficie de 1 km<sup>2</sup>. 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).



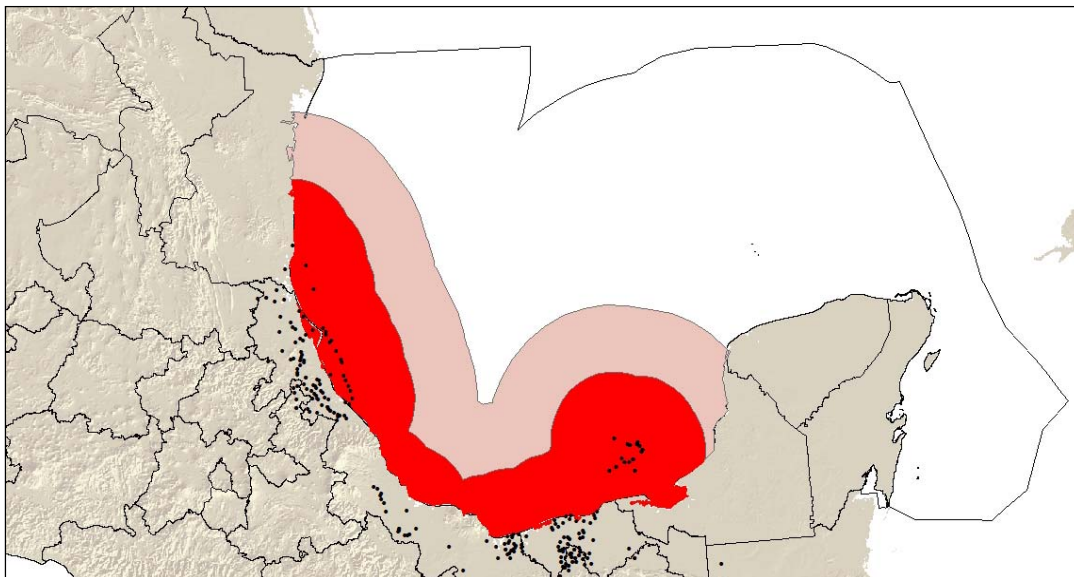
Mapa 12. Intensidad de uso de las rutas de navegación.

### 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 ultra profundas aquella realizadas a más de 1,500 metros de profundidad. (Rodríguez 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, está 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.**

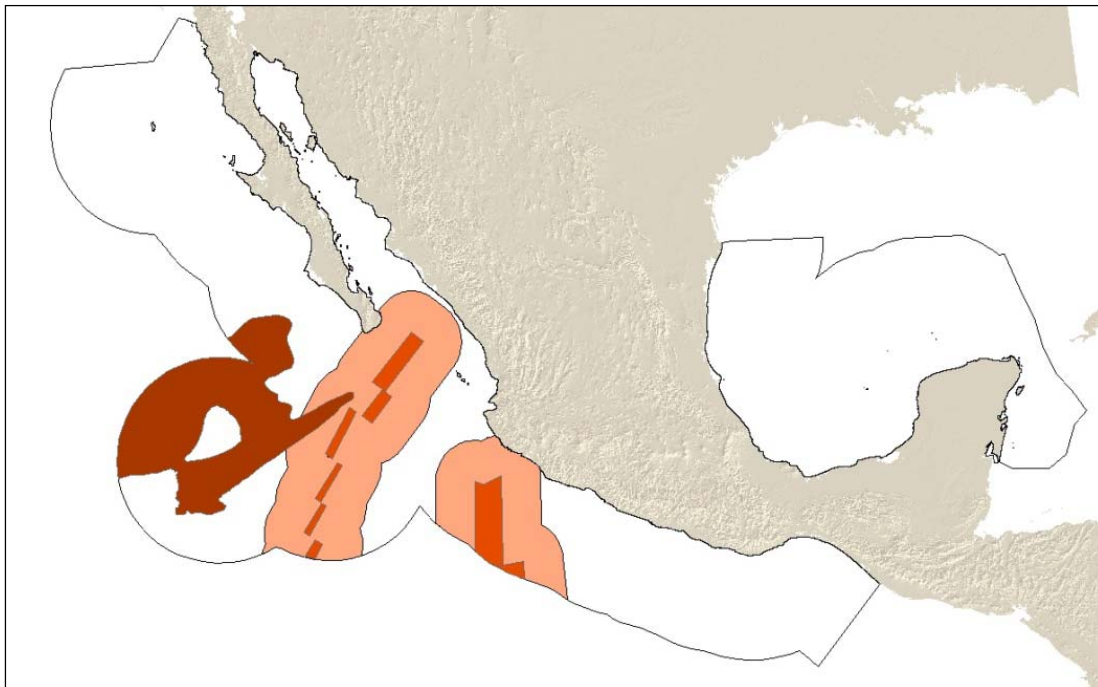
### **Factibilidad de presencia de nódulos, tapetes y depósitos de sulfuros polimetálicos**

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. (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 en 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 aún 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 en las Zonas Marinas Profundas. 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 ésta 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 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 OBPB 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.

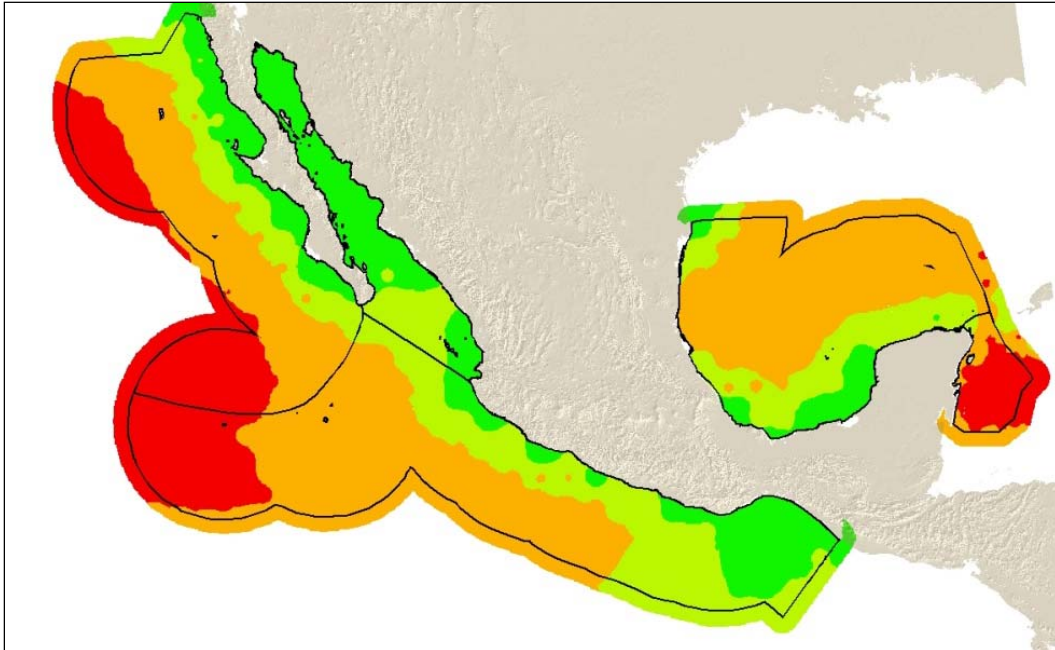
A partir del archivo ASCII con una resolución de 0.01 grados, se generó una cobertura ráster usando el software ArcView 3.2 de ESRI, el cual fue cortado con la capa de la Zona Económica Exclusiva de México. La información en formato ráster fue clasificada en rangos dividiéndola en cuartiles (el primer 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/m<sup>3</sup>

Clase 2 - 0.103629 - 0.202612 mg/m<sup>3</sup>

Clase 3 - 0.262612 - 0.466565 mg/m<sup>3</sup>

Clase 4 - 0.466565 - 8.517135 mg/m<sup>3</sup>



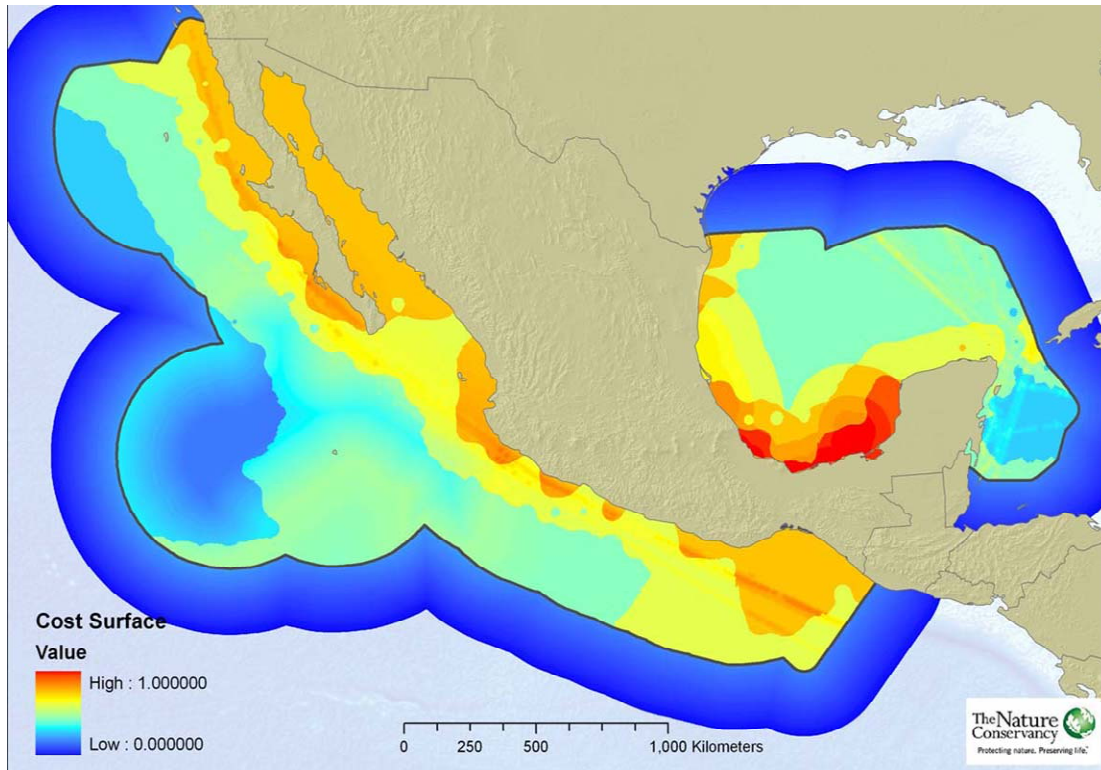
**Mapa 15. Producción primaria (contenido de clorofila)**  
Clase 1 (rojo), Clase 2 (naranja), Clase 3 (verde claro), Clase 4 (verde oscuro)

## Integración de la Capa de Costos

A los rangos de cada costo seleccionado para el diseño de la Red de Reservas de las Zonas Marinas Profundas 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 *et al.* 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:

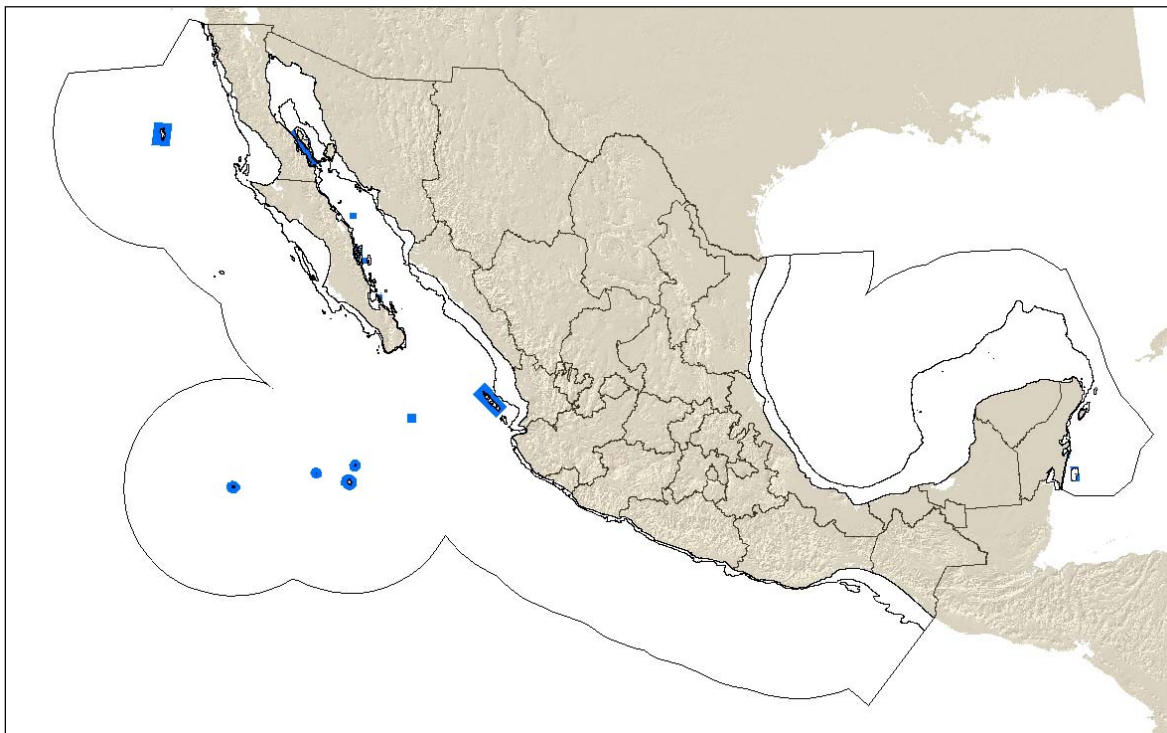
- Se identificaron 31 sitios prioritarios para la conservación de los ambientes oceánicos, de los cuales 26 corresponden al mar profundo (Mapa 18).
- Indica que se requiere de una mayor representatividad de áreas naturales protegidas en la zona costera y en particular en la zona de mar profundo, para 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.

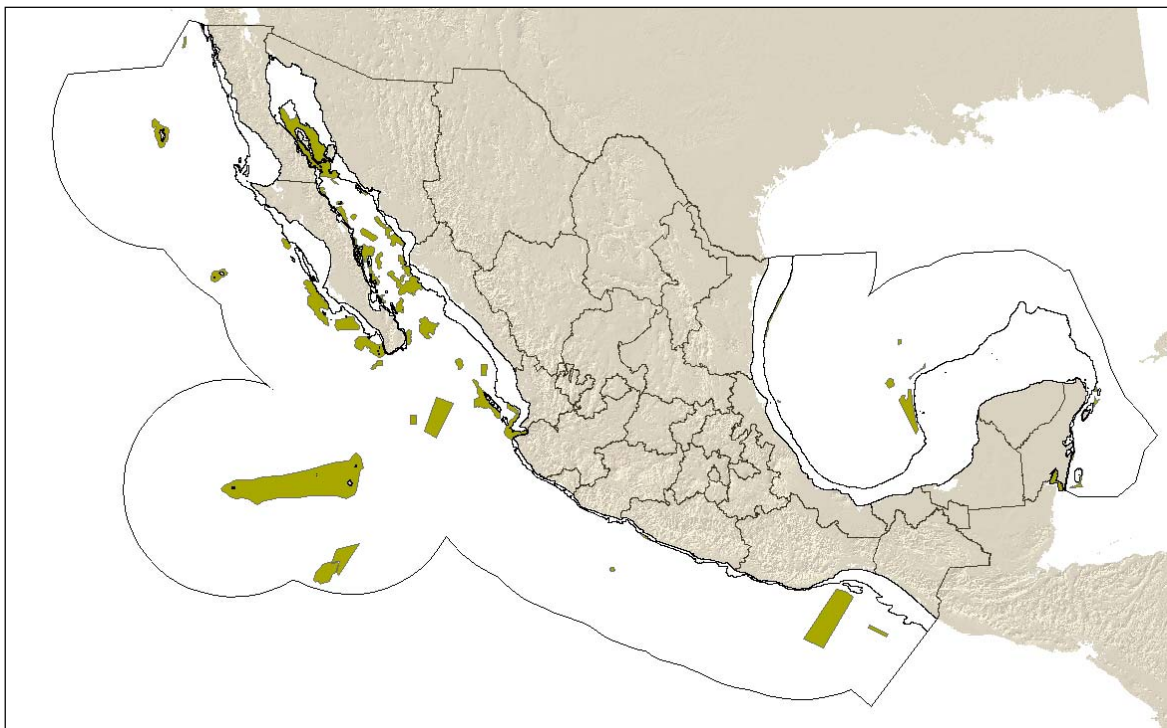
Tanto las áreas naturales protegidas existentes dentro del marco geográfico seleccionado (Mapa 17), como los sitios prioritarios para la conservación de los ambientes oceánicos (Mapa 18), fueron preseleccionados para el planteamiento de la mejor solución mediante el uso del Marxan. Esto provoca que el programa 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, el programa trata de agruparlas con mayor énfasis 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 Ardron 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 es posible 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 Ardron 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 en la planificación, presenta diversas limitaciones operacionales. La calidad de las soluciones es un reflejo de la calidad de los datos con los que se alimenta al programa, 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 limitado a nivel global y más aún 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 están constituidos en mayor parte 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. (Ardron 2008).

Para la definición de los polígonos a ser incluidos en la Red de Áreas Naturales Protegidas Zonas Marinas Profundas de México, se realizaron una serie de acercamientos progresivos, que incluyeron diversas corridas del Marxan, así 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.

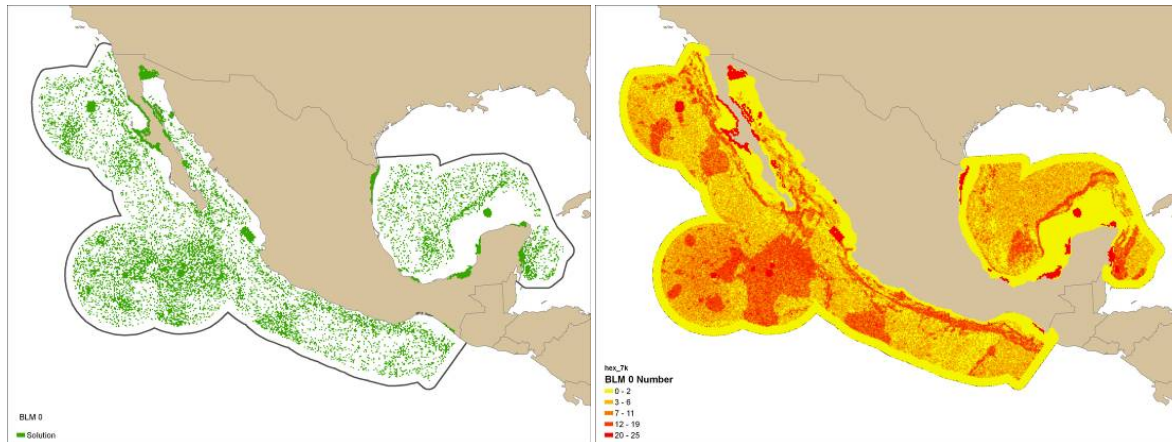
- Total Objetos de Conservación: 440
- Total Estratos: 51
- Metas: Indicadas en el texto para cada objeto de conservación.
- Parámetros Generales para Marxan:
  - BLM = 0, 1, 5, 10
  - RANDSEED = -1
  - NUMREPS = 25
  - NUMITNS = 1,000,000
  - Preselección de sitios: Áreas naturales protegidas

En la segunda corrida se amplió el rango del BLM para incluir adicionalmente a los valores 2 y 25.

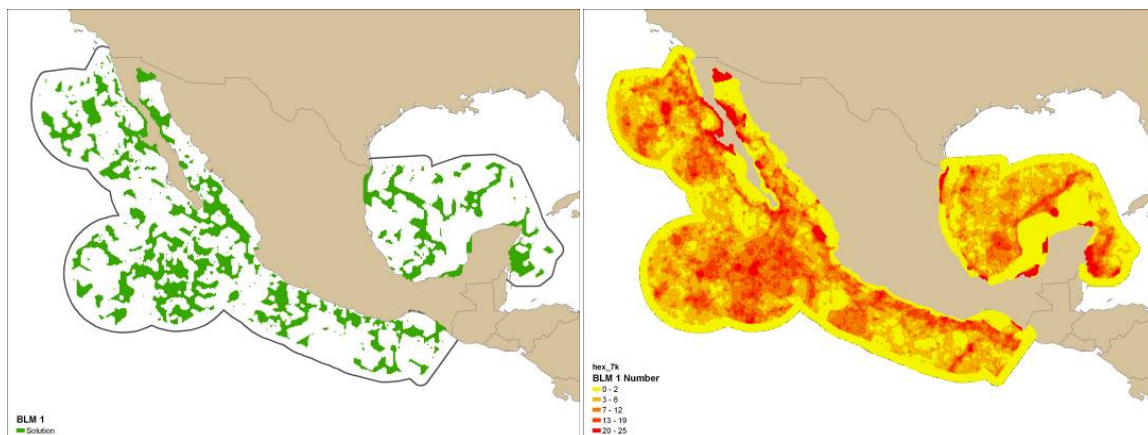
Mapas Serie 19. Modificador de longitud de  
frontera (BLM).

Serie 20. Frecuencia de selección.

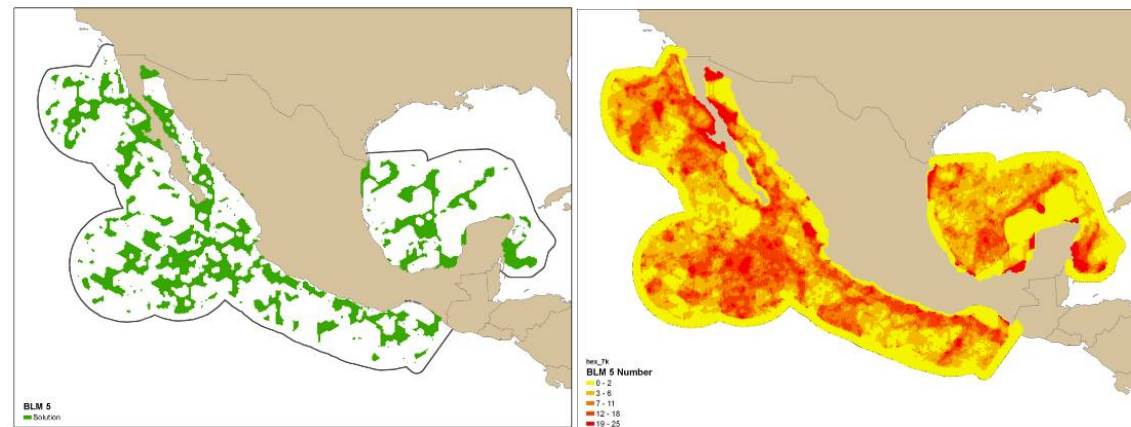
Resultados utilizando las áreas naturales protegidas existentes como sitios preseleccionados.



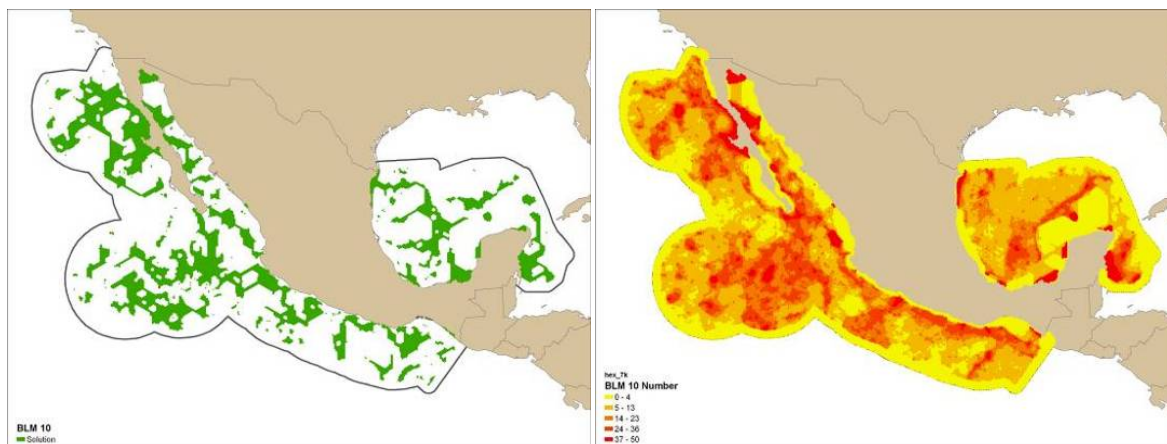
BLM 0



BLM 1



BLM 5



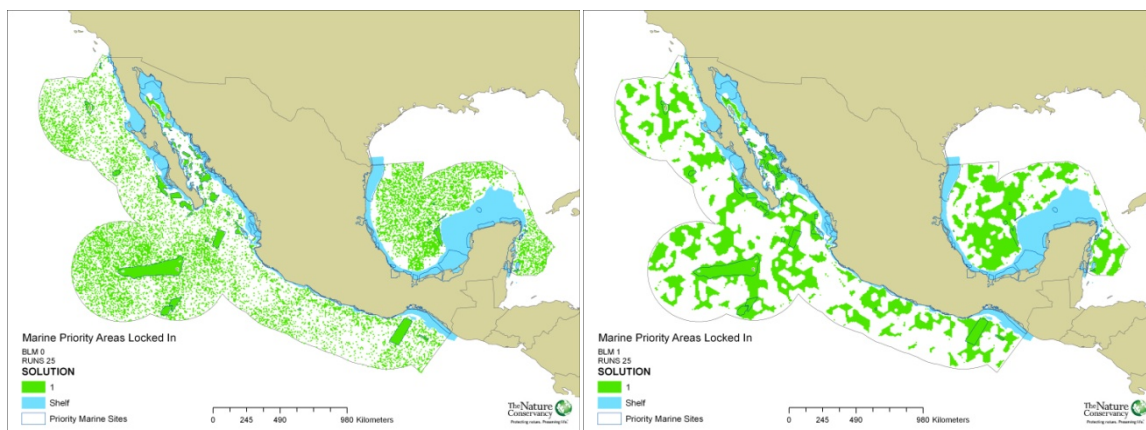
BLM 10

### 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).

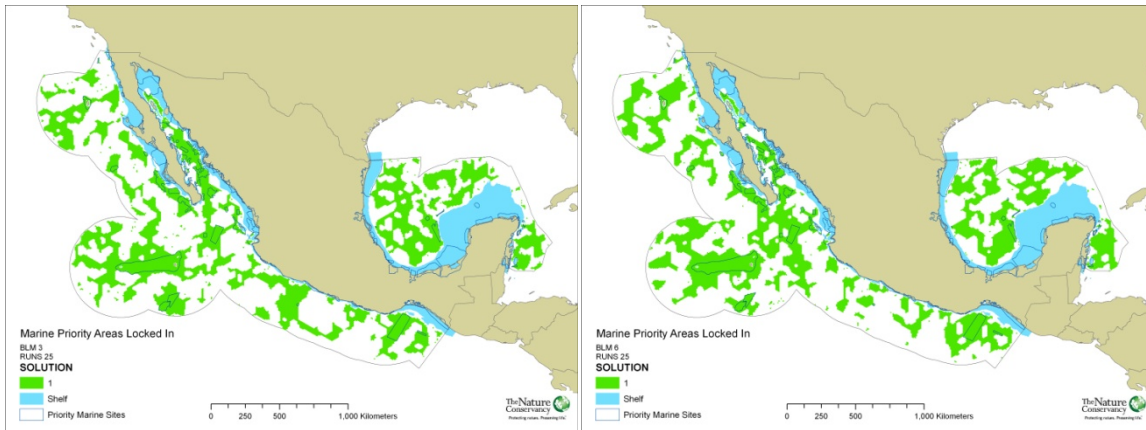
BML = 0, 1, 1.5, 2, 3, 5, 6, 7, 8, 9, 0.25, 0.50 y 0.75.

**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.**



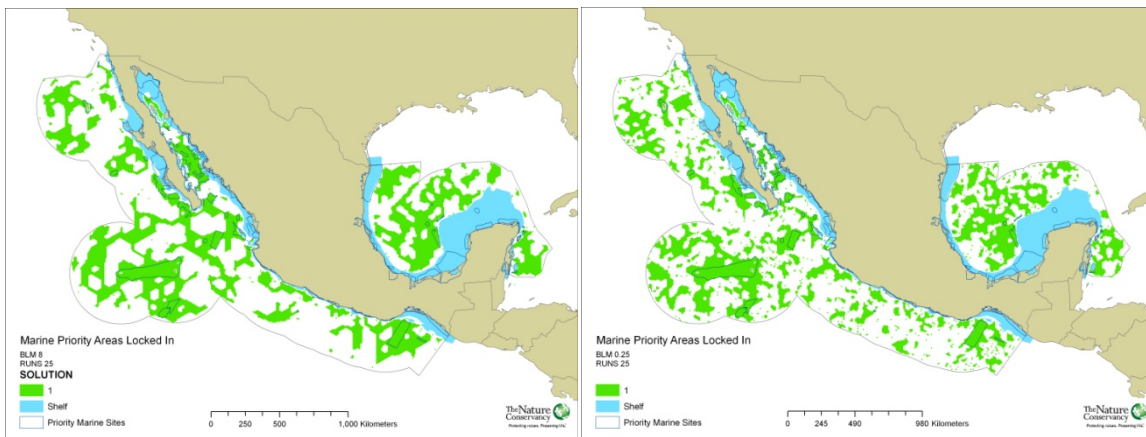
BML 0

BML 1



**BLM 3**

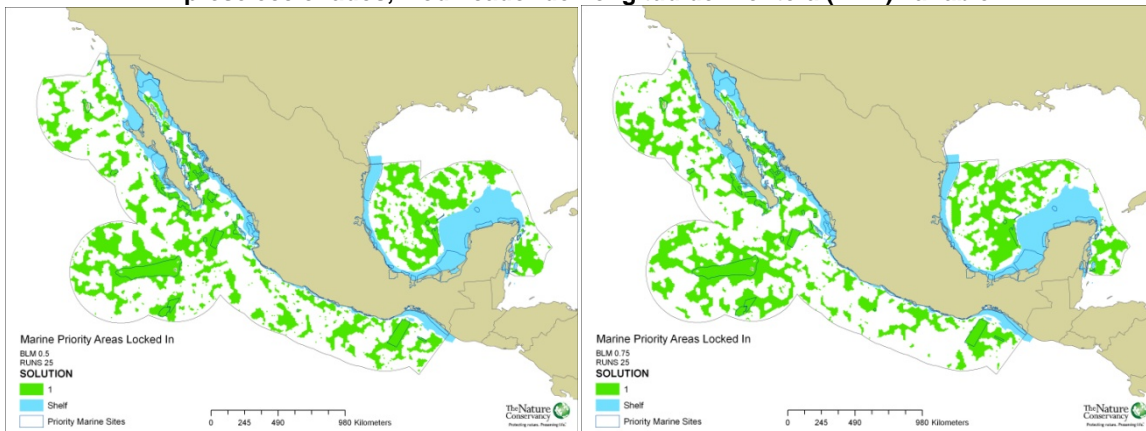
**BLM 6**



**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.**

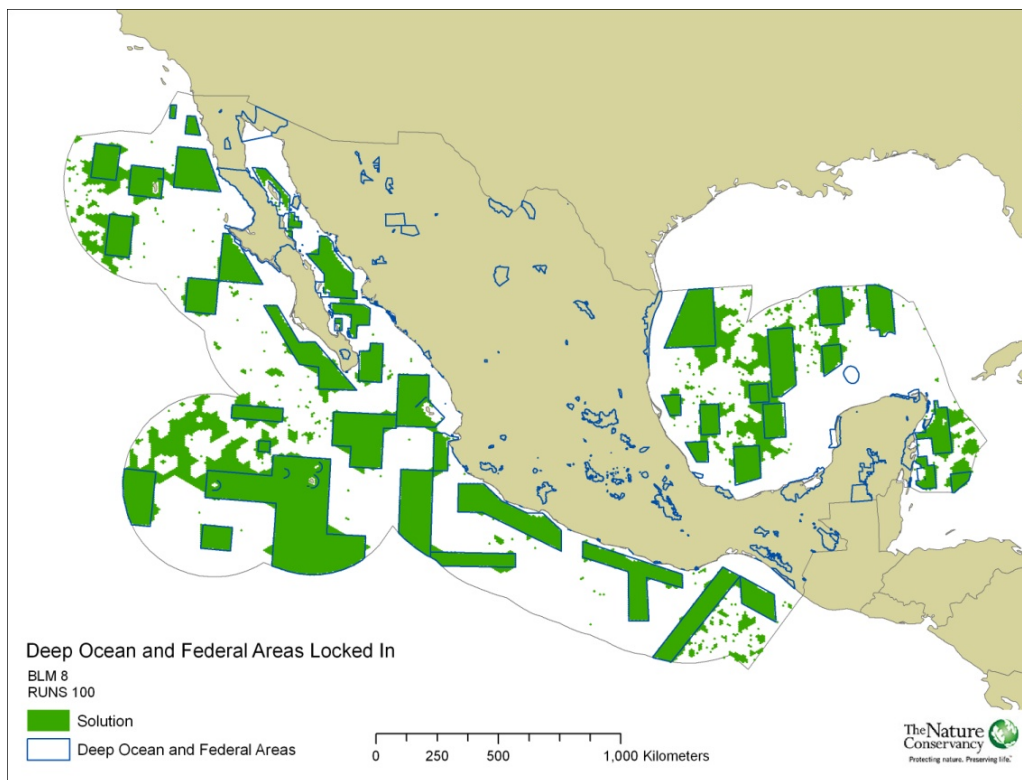


**BLM 0.5**

**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 de las Zonas Marinas Profundas para México. Este diseño preliminar fue planteado sobre un canevá trazado a cada minuto, utilizando como criterio de diseño 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 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 de las Zonas Marinas Profundas de México, como para definir

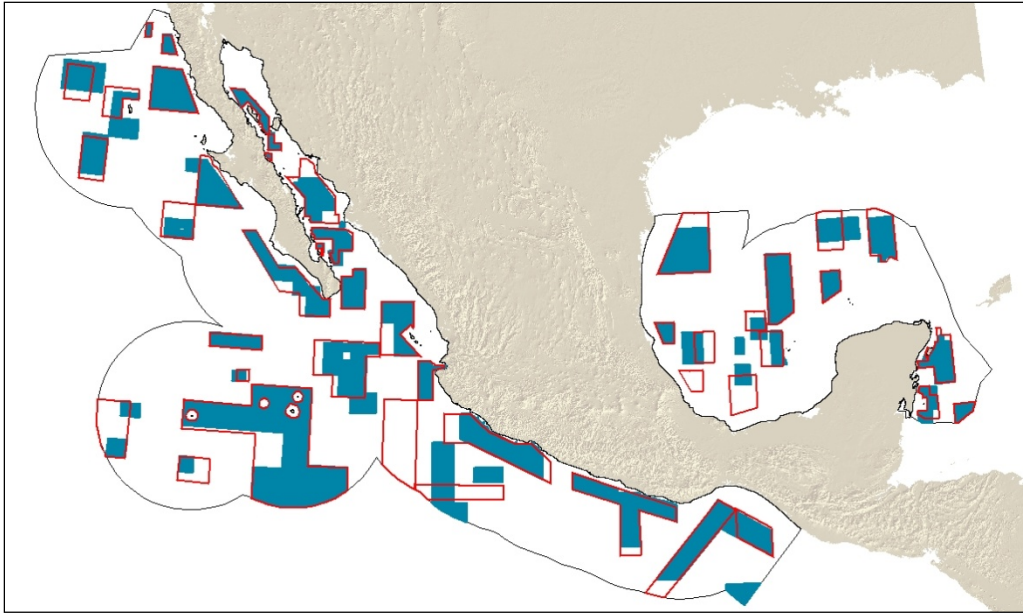
los polígonos de las zonas núcleo, se utilizó información adicional cartografiada relativa a la ubicación precisa de algunos objetos de conservación, derivada de las siguientes fuentes:

- **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 Ometepe), 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).

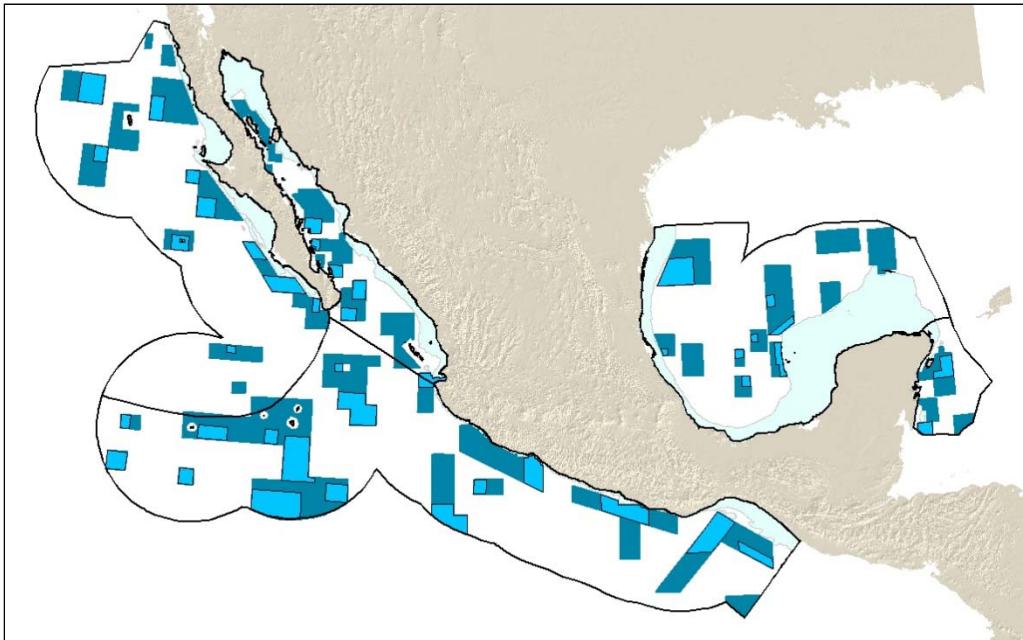
Otros criterios adoptados para afinar el diseño incluyeron:

- 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.

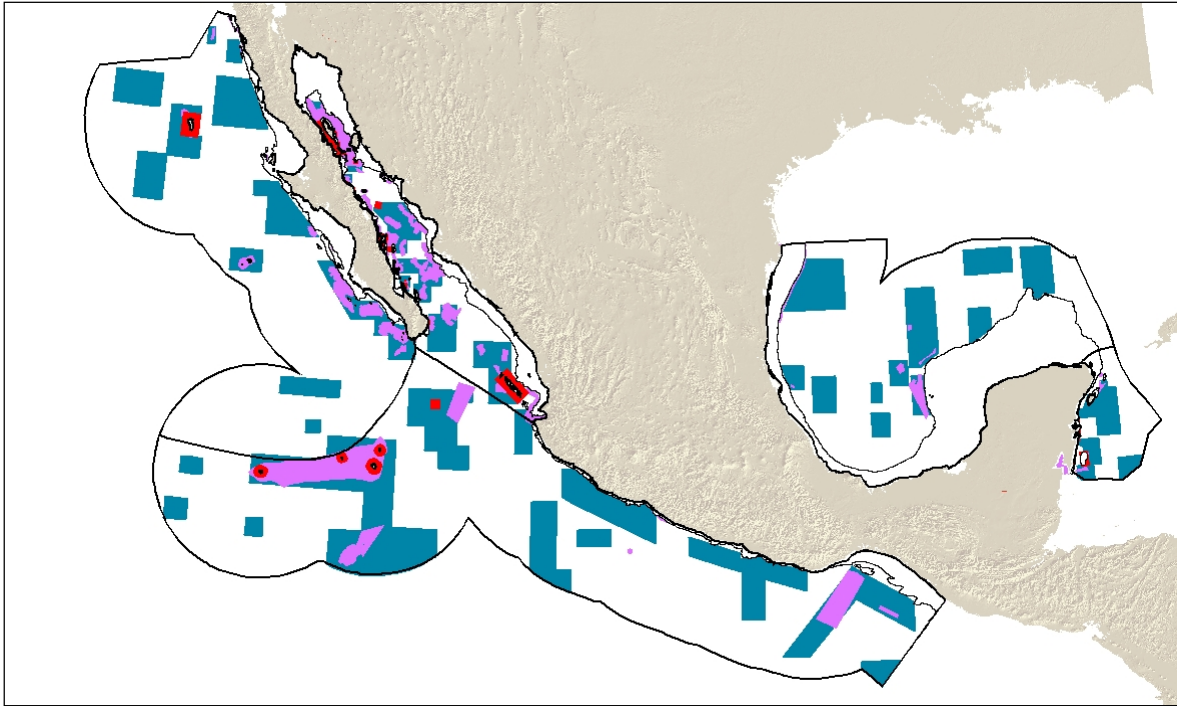
El comparativo entre el diseño preliminar y el diseño modificado de la Red se ilustra en el Mapa 23 y el resultado final incluyendo las zonas núcleo, en el Mapa 24. En los mapas 25 y 26 se pueden visualizar los polígonos generales y los de las zonas núcleo, junto con los sitios prioritarios para la conservación de los ambientes oceánicos y las áreas naturales protegidas decretadas. 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 de las Zonas Marinas Profundas de México, se muestra en la Tabla 3.



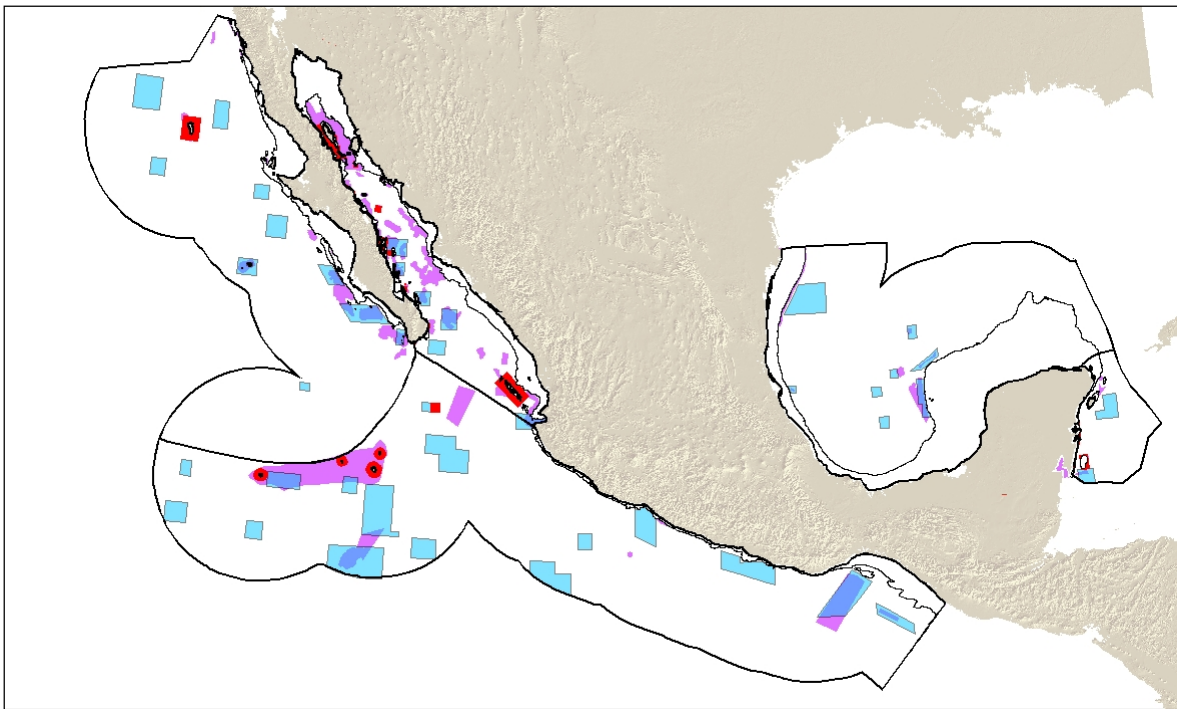
Mapa 23. Comparativo entre los resultados de la cuarta corrida de Marxan (línea roja) y el diseño afinado de los polígonos generales propuestos como solución final (azul oscuro).



Mapa 24. Polígonos generales (azul oscuro) y zonas núcleo (azul claro) que integran la propuesta para conformar la Red de Áreas Naturales Protegidas de las Zonas Marinas Profundas 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 conservación y las metas alcanzadas en el diseño final de la Red de Áreas Naturales Protegidas de las Zonas Marinas Profundas 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)
<b>Rasgos Tectónicos</b>						
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
<b>Tipo de Sustrato</b>						
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
<b>Flujo de Nitrógeno a menos de 500 m</b>						
Bajo 0 a .5 mmol C m <sup>-2</sup> d <sup>-1</sup>	% Sup.	75	24.91	-50.09	8,628,445	26,014,227
Medio .5 a 2.5 0 mmol C m <sup>-2</sup> d <sup>-1</sup>	% Sup.	50	21.02	-28.98	12,667,058	47,599,562
Alto 2.5 a 10 mmol C m <sup>-2</sup> d <sup>-1</sup>	% Sup.	30	26.93	-3.07	43,101,345	116,966,344
<b>Índice de Posición Topográfico (TPI)</b>						
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
<b>Índice de Complejidad Topográfica (TRI)</b>						
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 de las Zonas Marinas Profundas 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 conservación 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 hexágonos alrededor del hexágono que representa a uno de estos montes submarinos, resultó impráctica la creación de un polígono alrededor de esta sola ocurrencia, especialmente en lo relativo a los montes submarinos aún 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 de las Zonas Marinas Profundas 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 de las Zonas Marinas Profundas, 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 Zelandia

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](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](http://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

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](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/](http://www.soar-boulder.com/index.php/download_file/-/view/21/) Consultado 03/2011. Mapa de filtraciones frias 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 Rouggedness Index. Program esri support. <http://arcscrips.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>

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.

Comisión para la Cooperación Ambiental, (CCA). [http://www.cec.org/Page.asp?PageID=924&ContentID=1324&AA\\_SiteLanguageID=3](http://www.cec.org/Page.asp?PageID=924&ContentID=1324&AA_SiteLanguageID=3) Consultada 09/2010.

National Geophysical Data Center (NGDC). [http://www.ngdc.noaa.gov/mgg/global/relief/ETOPO5/GAZETEER/IHOGAZ\\_O/IHOGAZ.TAB](http://www.ngdc.noaa.gov/mgg/global/relief/ETOPO5/GAZETEER/IHOGAZ_O/IHOGAZ.TAB) Consultado 09/2007

IHO-IOC GEBCO Gazetteer of Undersea Feature Names. 2007 version. [www.gebco.net http://www.ngdc.noaa.gov/mgg/gebco/gazet\\_sept2007.xls](http://www.ngdc.noaa.gov/mgg/gebco/gazet_sept2007.xls) Consultado 09/2007.

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.

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.

Kennicutt, II M. C., J. M. Brooks, R. R. Bidigare, R. R. Fay, T. L. Wade and T. J. McDonald. 1985. Vent-type taxa in a hydrocarbon seep region on the Louisiana Slope. *Nature*, 317: 35-353.

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

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](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&latlonotype=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. 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/djl/samoa/BTM\\_Exercise.pdf](http://dusk.geo.orst.edu/djl/samoa/BTM_Exercise.pdf) Consultada 04/ 2008

Nueva página [http://www.gebco.net/data\\_and\\_products/undersea\\_feature\\_names/](http://www.gebco.net/data_and_products/undersea_feature_names/)

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. Curran. 1984. Biological Communities at the Florida Escarpment resemble hydrothermal vent taxa. *Science*, 226:965-967.

Pauly, D. and 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&sectionID=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.

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

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

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](http://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

Weiss, A. 2001. Topographic Position and Landforms Analysis. Poster presentation, ESRI User Conference, San Diego, CA.

Weiss, A. s/f. Topographic Position Index and HUC-based metrics. INDUS Corporation. 4 pp.

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](http://www.deepseadrilling.org/10/volume/dsdp10_01.pdf) Consultado 03/2011

Yool, A. Comunicación Personal 06/20/09. Base de datos georeferenciada del flujo de Nitrógeno a 500 metros de profundidad.

## Anexo 2. FICHAS TÉCNICAS DE LOS DOCE POLÍGONOS DE LA RB ZMP PACÍFICO TRANSICIONAL MEXICANO Y CENTROAMERICANO.

(Representadas con proyección cartográfica Conforme Cónica de Lambert y datum ITRF92)

Polígono: Montes Submarinos y Dorsal del Pacifico Oriental				Superficie Total: 3'840,198.96 ha		Clave: 1	
Polígono GAP Marino: Montes Submarinos del Pacifico Oriental							
BATIMETRÍA				TIPO DE SEDIMENTOS PRESENTES			
Profundidad Máxima		-5,886 m		Fondos Duros	2,818,853 ha	73%	
Profundidad Mínima		-1,085 m		Fondos Suaves	1,017,147 ha	27%	
Profundidad Promedio		-3,023 m		No Determinados	4,828 ha	0%	
ÍNDICE DE POSICIÓN BATIMÉTRICA				ÍNDICE DE RUGOSIDAD BATIMÉTRICA			
Cordillera o Inicio del Talud		224,663 ha	6%	Alto	331,252 ha	9%	
Talud		154,250 ha	4%	Medio	404,842 ha	10%	
Cañón o Término del Talud		182,979 ha	5%	Bajo	681,856 ha	18%	
Planicie		3,278,307 ha	85%	Muy Bajo	2,422,256 ha	63%	
GEOMORFOLOGÍA				SEDIMENTOLOGÍA			
Cresta		826,709 ha	22%	Arcilla	2,568,211 ha	67%	
Dorsal		3,013,490 ha	78%	Lodo	1,271,988 ha	33%	
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 <sup>-2</sup> d <sup>-1</sup>	-	-	
Batial superior (de - 200 a - 800 m)		-	-	Medio 0.5 a 2.5 mmol C m <sup>-2</sup> d <sup>-1</sup>	-	-	
Batial inferior (de - 800 a - 2,000 m)		34,415 ha	1%	Alto 2.5 a 10 mmol C m <sup>-2</sup> d <sup>-1</sup>	3,840,199 ha	100%	
Abisal superior (de - 2,000 a - 3,500 m)		3,391,055 ha	88%	No Determinado:	-	-	
Abisal inferior ( de - 3,500 a - 6,500 m)		414,728 ha	11%	COSTOS PARA EL ANÁLISIS MARXAM			
Hadal (>6500 m)		-	-				
ELEMENTOS DEL RELIEVE				Superficie con posible presencia nódulos polimetálicos		3,359,040 ha 87%	
Montañas Submarinas Verificadas:			-	Promedio de clorofila superficial representando posible intensidad de pesquerías		0.1711 mg/m³ Bajo	
Montañas Submarinas No Verificadas:			9	Índice de intensidad de tránsito de embarcaciones		6.7681 Muy bajo	
Crestas				826,709 ha		22%	
ESTRATOS DE PLANIFICACIÓN UTILIZADOS PARA EL ANÁLISIS MARXAM							
Elevaciones del Pacífico Este Batial Superior e Inferior					698,704 ha		18%

Planicies y montañas submarinas del Pacífico Transicional Mexicano Abisal Superior	712,500 ha	19%
Planicies y montañas submarinas del Pacífico Transicional Mexicano Abisal Inferior	6,746 ha	0%

Polígono: Monte Submarino Alphecca			Superficie Total:		Clave: 2
Polígono GAP Marino: Ninguno			404,930.42110.27 ha		
BATIMETRÍA			TIPO DE SEDIMENTOS PRESENTES		
Profundidad Máxima	-4,041 m		Fondos Duros	-	-
Profundidad Mínima	-251 m		Fondos Suaves	403,730 ha	100%
Profundidad Promedio	-3,542 m		No Determinados	380 ha	0%
ÍNDICE DE POSICIÓN BATIMÉTRICA			ÍNDICE DE RUGOSIDAD BATIMÉTRICA		
Cordillera o Inicio del Talud	33,400 ha	8%	Alto	113,260 ha	28%
Talud	52,600 ha	13%	Medio	98,091 ha	24%
Cañón o Término del Talud	6,400 ha	2%	Bajo	36,401 ha	9%
Planicie	311,710 ha	77%	Muy Bajo	156,359 ha	39%
GEOMORFOLOGÍA			SEDIMENTOLOGÍA		
Planicie abisal	404,110 ha	100%	Grava-arcilla	404,110 ha	100%
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 <sup>-2</sup> d <sup>-1</sup>	-	-
Batial superior (de - 200 a - 800 m)	2,095 ha	0%	Medio 0.5 a 2.5 mmol C m <sup>-2</sup> d <sup>-1</sup>	404,110 ha	100%
Batial inferior (de - 800 a - 2,000 m)	14,535 ha	4%	Alto 2.5 a 10 mmol C m <sup>-2</sup> d <sup>-1</sup>	-	-
Abisal superior (de - 2,000 a - 3,500 m)	63,595 ha	16%	No Determinado:	-	-
Abisal inferior ( de - 3,500 a - 6,500 m)	324,101 ha	80%	COSTOS PARA EL ANÁLISIS MARXAM		
Hadal (>6500 m)	-	-			
ELEMENTOS DEL RELIEVE			Superficie con posible presencia nódulos polimetálicos	404,110 ha	100%
Montañas Submarinas Verificadas:		1	Promedio de clorofila superficial representando posible intensidad de pesquerías	0.0841 mg/m <sup>3</sup>	Muy bajo
Montañas Submarinas No Verificadas:		1	Índice de intensidad de tránsito de embarcaciones	1.1816	Muy bajo
ESTRATOS DE PLANIFICACIÓN UTILIZADOS PARA EL ANÁLISIS MARXAM					
Planicies y montañas submarinas del Pacífico Transicional Mexicano Abisal Superior				81,006.ha	20%

Planicies y montañas submarinas del Pacífico Transicional Mexicano Abisal Inferior	166,744 ha	41%
--	------------	-----

Polígono: Archipiélago de Revillagigedo y Montes de los Matemáticos			Superficie Total: 12'844,313.82 ha		Clave: 3
Polígono GAP Marino: Archipiélago Revillagigedo - Matemáticos - M. S P. Oriental					
BATIMETRÍA			TIPO DE SEDIMENTOS PRESENTES		
Profundidad Máxima	-4,856 m		Fondos Duros	9,546,594 ha	74%
Profundidad Mínima	-590 m		Fondos Suaves	3,286,427 ha	26%
Profundidad Promedio	-3,312 m		No Determinados	11,292 ha	0%
ÍNDICE DE POSICIÓN BATIMÉTRICA			ÍNDICE DE RUGOSIDAD BATIMÉTRICA		
Cordillera o Inicio del Talud	444,703 ha	3%	Alto	1,255,174 ha	10%
Talud	372,835 ha	3%	Medio	1,603,553 ha	13%
Cañón o Término del Talud	397,042 ha	3%	Bajo	2,232,166 ha	17%
Planicie	11,629,734 ha	91%	Muy Bajo	7,753,421 ha	60%
GEOMORFOLOGÍA			SEDIMENTOLOGÍA		
Cresta	6,009,404 ha	47%	Arcilla	10,192,436 ha	79%
Dorsal	4,427,431 ha	34%	Grava-arcilla	2,651,878 ha	21%
Planicie abisal	2,407,479 ha	19%			
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 <sup>-2</sup> d <sup>-1</sup>	-	-
Batial superior (de - 200 a - 800 m)	715 ha	0%	Medio 0.5 a 2.5 mmol C m <sup>-2</sup> d <sup>-1</sup>	4,482,114 ha	35%
Batial inferior (de - 800 a - 2,000 m)	123,309 ha	1%	Alto 2.5 a 10 mmol C m <sup>-2</sup> d <sup>-1</sup>	8,362,200 ha	65%
Abisal superior (de - 2,000 a - 3,500 m)	8,588,545 ha	67%	No Determinado:	-	-
Abisal inferior ( de - 3,500 a - 6,500 m)	4,133,540 ha	32%	COSTOS PARA EL ANÁLISIS MARXAM		
Hadal (>6500 m)	-	-			
ELEMENTOS DEL RELIEVE			Superficie con posible presencia nódulos polimetálicos	10,832,232 ha	84%
Montañas Submarinas Verificadas:		11	Promedio de clorofila superficial representando posible intensidad de pesquerías	0.1153 mg/m <sup>3</sup>	Bajo
Montañas Submarinas No Verificadas:		24	Índice de intensidad de tránsito de embarcaciones	1.7932	Muy bajo
ESTRATOS DE PLANIFICACIÓN UTILIZADOS PARA EL ANÁLISIS MARXAM					
Planicies y montañas submarinas del Pacífico Transicional Mexicano Batial Inferior				2,096 ha	0%
Planicies y montañas submarinas californianas del sur Batial Superior e Inferior				154,395 ha	1%
Planicies y montañas submarinas del Pacífico Transicional Mexicano Abisal Superior				3,790,666 ha	30%
Planicies y montañas submarinas del Pacífico Transicional Mexicano Abisal Inferior				1,058,880 ha	8%
Planicies y montañas submarinas californianas del sur Abisal Inferior				26,749 ha	0%
Archipiélago Océánico de Revillagigedo				58,107 ha	0%

Polígono: Trinchera Mesoamericana y Cañones Submarinos			Superficie Total: 3'285,162.23 ha		Clave: 4
Polígono GAP Marino: Cañon Submarino de Petacalco ó Lázaro Cárdenas					
BATIMETRÍA			TIPO DE SEDIMENTOS PRESENTES		
Profundidad Máxima	-5,057 m		Fondos Duros	420,007 ha	13%
Profundidad Mínima	-202 m		Fondos Suaves	2,857,600 ha	87%
Profundidad Promedio	-2,755 m		No Determinados	9,046 ha	0%
ÍNDICE DE POSICIÓN BATIMÉTRICA			ÍNDICE DE RUGOSIDAD BATIMÉTRICA		
Cordillera o Inicio del Talud	81,766 ha	3%	Alto	1,348,230 ha	41%
Talud	507,288 ha	15%	Medio	583,062 ha	18%
Cañón o Término del Talud	209,009 ha	6%	Bajo	250,834 ha	8%
Planicie	2,487,100 ha	76%	Muy Bajo	1,103,036 ha	33%
GEOMORFOLOGÍA			SEDIMENTOLOGÍA		
Dorsal	5,885 ha	0%	Arena	124,491 ha	4%
Plataforma continental	39,165 ha	1%	Lodo	3,160,671 ha	96%
Talud continental	2,183,101 ha	67%			
Trinchera	1,057,011 ha	32%			
ZONIFICACIÓN POR PROFUNDIDAD			FLUJO DE NUTRIENTES (CARBONO) (A partir de los 500 m de profundidad)		
Plataforma continental (de 0 a – 200 m)	4,334 ha	0%	Bajo 0 a 0.5 mmol C m <sup>-2</sup> d <sup>-1</sup>	-	-
Batial superior (de - 200 a - 800 m)	266,896 ha	8%	Medio 0.5 a 2.5 mmol C m <sup>-2</sup> d <sup>-1</sup>	76,600 ha	2%
Batial inferior (de - 800 a - 2,000 m)	956,829 ha	29%	Alto 2.5 a 10 mmol C m <sup>-2</sup> d <sup>-1</sup>	3,185,124 ha	97%
Abisal superior (de - 2,000 a - 3,500 m)	872,629 ha	27%	No Determinado:	23,438.10 ha	1%
Abisal inferior ( de - 3,500 a - 6,500 m)	1,184,474 ha	36%	COSTOS PARA EL ANÁLISIS MARXAM		
Hadal (>6500 m)	-	-			
ELEMENTOS DEL RELIEVE			Superficie con posible presencia nódulos polimetálicos	1,194,490 ha	36%
Montañas Submarinas Verificadas:		-	Promedio de clorofila superficial representando posible intensidad de pesquerías	0.4185 mg/m <sup>3</sup>	Medio
Montañas Submarinas No Verificadas:		1	Índice de intensidad de tránsito de embarcaciones	16.3068	Muy bajo
Cañones y valles en talud continental			387,782 ha		12%
Cañones y valles en trinchera			18,722 ha		1%
ESTRATOS DE PLANIFICACIÓN UTILIZADOS PARA EL ANÁLISIS MARXAM					
Plataforma-Talud del Pacífico Transicional Mexicano Batial Superior				259,228 ha	8%
Plataforma continental del Pacífico Transicional Mexicano Batial Inferior				671,291 ha	20%
Trinchera Mesoamericana Batial Inferior				4,039 ha	0%
Talud del Pacífico Transicional Mexicano Abisal Superior				180,177 ha	5%
Trinchera Mesoamericana Abisal Superior				543,967 ha	17%
Planicie y montañas submarinas del Pacífico Transicional Mexicano Abisal Inferior				135,907 ha	4%
Trinchera Mesoamericana Abisal Inferior				387,517 ha	12%

Polígono: Monte Submarino Shimada			Superficie Total: 550,298.17 ha		Clave: 5
Polígono GAP Marino: Ninguno					
BATIMETRÍA			TIPO DE SEDIMENTOS PRESENTES		
Profundidad Máxima	-3,988 m		Fondos Duros	427,686 ha	78%
Profundidad Mínima	-216 m		Fondos Suaves	122,096 ha	22%
Profundidad Promedio	-3,398 m		No Determinados	517 ha	0%
ÍNDICE DE POSICIÓN BATIMÉTRICA			ÍNDICE DE RUGOSIDAD BATIMÉTRICA		
Cordillera o Inicio del Talud	34,541 ha	6%	Alto	66,091 ha	12%
Talud	23,700 ha	4%	Medio	83,367 ha	15%
Cañón o Término del Talud	5,900 ha	1%	Bajo	154,944 ha	28%
Planicie	486,157 ha	89%	Muy Bajo	245,897 ha	45%
GEOMORFOLOGÍA			SEDIMENTOLOGÍA		
Planicie abisal	550,298 ha	100%	Arcilla	550,298 ha	100%
ZONIFICACIÓN POR PROFUNDIDAD			FLUJO DE NUTRIENTES (CARBONO) (A partir de los 500 m de profundidad)		
Plataforma continental (de 0 a – 200 m)	101.68 ha	0%	Bajo 0 a 0.5 mmol C m <sup>-2</sup> d <sup>-1</sup>	-	-
Batial superior (de - 200 a - 800 m)	2,981 ha	0%	Medio 0.5 a 2.5 mmol C m <sup>-2</sup> d <sup>-1</sup>	190,477 ha	35%
Batial inferior (de - 800 a - 2,000 m)	14,293 ha	3%	Alto 2.5 a 10 mmol C m <sup>-2</sup> d <sup>-1</sup>	359,821 ha	65%
Abisal superior (de - 2,000 a - 3,500 m)	221,126 ha	40%	No Determinado:	-	-
Abisal inferior ( de - 3,500 a - 6,500 m)	311,907 ha	57%	COSTOS PARA EL ANÁLISIS MARXAM		
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	0.0902 mg/m <sup>3</sup>	Muy bajo
Montañas Submarinas No Verificadas:		1	Índice de intensidad de tránsito de embarcaciones	2.0168	Muy bajo
ESTRATOS DE PLANIFICACIÓN UTILIZADOS PARA EL ANÁLISIS MARXAM					
Planicie y montañas submarinas del Pacífico Transicional Mexicano Abisal Superior				86,459 ha	16%
Planicie y montañas submarinas del Pacífico Transicional Mexicano Abisal Inferior				217,942 ha	40%

Polígono: Monte Submarino Downwind		Superficie Total: 347,575.94 ha		Clave: 6
Polígono GAP Marino: Ninguno				
BATIMETRÍA		TIPO DE SEDIMENTOS PRESENTES		
Profundidad Máxima	-4,079 m	Fondos Duros	317,408 ha	91%
Profundidad Mínima	-289 m	Fondos Suaves	29,537 ha	9%

Profundidad Promedio	-3,645 m		No Determinados	631 ha	0%
ÍNDICE DE POSICIÓN BATIMÉTRICA			ÍNDICE DE RUGOSIDAD BATIMÉTRICA		
Cordillera o Inicio del Talud	16,800 ha	5%	Alto	26,900 ha	8%
Talud	15,100 ha	4%	Medio	27,082 ha	8%
Cañón o Término del Talud	2,300 ha	1%	Bajo	35,672 ha	10%
Planicie	313,376 ha	90%	Muy Bajo	257,922 ha	74%
GEOMORFOLOGÍA			SEDIMENTOLOGÍA		
Planicie abisal	347,576 ha	100%	Arcilla	144,880 ha	42%
			Grava-arcilla	202,696 ha	58%
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 <sup>-2</sup> d <sup>-1</sup>	-	-
Batial superior (de - 200 a - 800 m)	1,497 ha	1%	Medio 0.5 a 2.5 mmol C m <sup>-2</sup> d <sup>-1</sup>	-	-
Batial inferior (de - 800 a - 2,000 m)	6,287 ha	2%	Alto 2.5 a 10 mmol C m <sup>-2</sup> d <sup>-1</sup>	347,576 ha	100%
Abisal superior (de - 2,000 a - 3,500 m)	32,261 ha	9%	No Determinado:	-	-
Abisal inferior ( de - 3,500 a - 6,500 m)	307,530 ha	88%	COSTOS PARA EL ANÁLISIS MARXAM		
Hadal (>6500 m)	-	-			
ELEMENTOS DEL RELIEVE			Superficie con posible presencia nódulos polimetálicos	171,565 ha	49%
Montañas Submarinas Verificadas:		1	Promedio de clorofila superficial representando posible intensidad de pesquerías	0.0985 mg/m <sup>3</sup>	Muy bajo
Montañas Submarinas No Verificadas:		1	Índice de intensidad de tránsito de embarcaciones	1.8606	Muy bajo
ESTRATOS DE PLANIFICACIÓN UTILIZADOS PARA EL ANÁLISIS MARXAM					
Planicie y montañas submarinas del Pacífico Transicional Mexicano Abisal Superior				3,154 ha	1%
Planicie y montañas submarinas del Pacífico Transicional Mexicano Abisal Inferior				86,500 ha	25%

Polígono: Dorsal del Pacífico Oriental			Superficie Total: 2'681,563.49 ha		Clave: 7
Polígono GAP Marino: Cañon Submarino de Petacalco o Lázaro Cárdenas					
BATIMETRÍA			TIPO DE SEDIMENTOS PRESENTES		
Profundidad Máxima	-4,456 m		Fondos Duros	1,273,220 ha	47%
Profundidad Mínima	-2,056 m		Fondos Suaves	1,408,343 ha	53%
Profundidad Promedio	-2,982 m		No Determinados	-	-
ÍNDICE DE POSICIÓN BATIMÉTRICA			ÍNDICE DE RUGOSIDAD BATIMÉTRICA		
Cordillera o Inicio del Talud	-	-	Alto	76,183 ha	3%
Talud	500 ha	0%	Medio	271,410 ha	10%
Cañón o Término del Talud	4,535 ha	0%	Bajo	437,583 ha	16%

Planicie	2,676,528 ha	100%	Muy Bajo	1,896,387 ha	71%
GEOMORFOLOGÍA			SEDIMENTOLOGÍA		
Dorsal	2,681,563 ha	100%	Arcilla	2,652,910 ha	99%
			Lodo	28,653 ha	1%
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 <sup>-2</sup> d <sup>-1</sup>	-	-
Batial superior (de - 200 a - 800 m)	-	-	Medio 0.5 a 2.5 mmol C m <sup>-2</sup> d <sup>-1</sup>	1,846,054 ha	69%
Batial inferior (de - 800 a - 2,000 m)	-	-	Alto 2.5 a 10 mmol C m <sup>-2</sup> d <sup>-1</sup>	835,510 ha	31%
Abisal superior (de - 2,000 a - 3,500 m)	2,659,561 ha	99%	No Determinado:	-	-
Abisal inferior ( de - 3,500 a - 6,500 m)	22,003 ha	1%	COSTOS PARA EL ANÁLISIS MARXAM		
Hadal (>6500 m)	-	-			
ELEMENTOS DEL RELIEVE			Superficie con posible presencia nódulos polimetálicos	2,681,475 ha	100%
Montañas Submarinas Verificadas:		-	Promedio de clorofila superficial representando posible intensidad de pesquerías	0.1577 mg/m <sup>3</sup>	Bajo
Montañas Submarinas No Verificadas:		-	Índice de intensidad de tránsito de embarcaciones	1.9568	Muy bajo
ESTRATOS DE PLANIFICACIÓN UTILIZADOS PARA EL ANÁLISIS MARXAM					
Elevación del Pacífico Este Batial Superior e Inferior				598,955 ha	22%
Planicie y montañas submarinas del Pacífico Transicional Mexicano Abisal Superior				186,222 ha	7%

Polígono: Montes y Fosa del Pacífico Transicional Mexicano			Superficie Total: 631,032.83 ha		Clave: 8
Polígono GAP Marino: Ninguno					
BATIMETRÍA			TIPO DE SEDIMENTOS PRESENTES		
Profundidad Máxima	-4,694 m		Fondos Duros	224,136 ha	36%
Profundidad Mínima	-1,202 m		Fondos Suaves	405,513 ha	64%
Profundidad Promedio	-3,374 m		No Determinados	1,391 ha	0%
ÍNDICE DE POSICIÓN BATIMÉTRICA			ÍNDICE DE RUGOSIDAD BATIMÉTRICA		
Cordillera o Inicio del Talud	98,138 ha	16%	Alto	133,836 ha	21%
Talud	78,681 ha	12%	Medio	67,964 ha	11%
Cañón o Término del Talud	111,850 ha	18%	Bajo	67,762 ha	11%
Planicie	342,364 ha	54%	Muy Bajo	361,470 ha	57%
GEOMORFOLOGÍA			SEDIMENTOLOGÍA		
Dorsal	631,033 ha	100%	Arcilla	194,811 ha	31%
			Lodo	436,222 ha	69%
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 <sup>-2</sup> d <sup>-1</sup>	-	-
Batial superior (de - 200 a - 800 m)	-	-	Medio 0.5 a 2.5 mmol C m <sup>-2</sup> d <sup>-1</sup>	571,057 ha	90%
Batial inferior (de - 800 a - 2,000 m)	9,507 ha	1%	Alto 2.5 a 10 mmol C m <sup>-2</sup> d <sup>-1</sup>	59,976 ha	10%
Abisal superior (de - 2,000 a - 3,500 m)	389,713 ha	62%	No Determinado:	-	-
Abisal inferior ( de - 3,500 a - 6,500 m)	231,813 ha	37%	COSTOS PARA EL ANÁLISIS MARXAM		
Hadal (>6500 m)	-	-			
ELEMENTOS DEL RELIEVE			Superficie con posible presencia nódulos polimetálicos	387,543 ha	61%
Montañas Submarinas Verificadas:		-	Promedio de clorofila superficial representando posible intensidad de pesquerías	0.1982 mg/m <sup>3</sup>	Bajo
Montañas Submarinas No Verificadas:		3	Índice de intensidad de tránsito de embarcaciones	2.7834	Muy bajo
ESTRATOS DE PLANIFICACIÓN UTILIZADOS PARA EL ANÁLISIS MARXAM					
Planicie y montañas submarinas del Pacífico Transicional Mexicano Abisal Superior				230,939 ha	37%
Planicie y montañas submarinas del Pacífico Transicional Mexicano Abisal Inferior				38,623 ha	6%

Polígono: Trinchera Mesoamericana Fosa de Acapulco			Superficie Total: 3'737,483.21 ha		Clave:9
Polígono GAP Marino: Ninguno					
BATIMETRÍA			TIPO DE SEDIMENTOS PRESENTES		
Profundidad Máxima	-5,616 m		Fondos Duros	-	-
Profundidad Mínima	-200 m		Fondos Suaves	3,730,749 ha	100%
Profundidad Promedio	-3,336 m		No Determinados	6,735 ha	0%
ÍNDICE DE POSICIÓN BATIMÉTRICA			ÍNDICE DE RUGOSIDAD BATIMÉTRICA		
Cordillera o Inicio del Talud	444,253 ha	12%	Alto	762,948 ha	20%
Talud	880,329 ha	23%	Medio	269,055 ha	7%
Cañón o Término del Talud	669,250 ha	18%	Bajo	259,445 ha	7%
Planicie	1,743,652 ha	47%	Muy Bajo	2,446,035 ha	66%
GEOMORFOLOGÍA			SEDIMENTOLOGÍA		
Dorsal	366 ha	0%	Arena	58,618 ha	2%
Planicie abisal	1,085,790 ha	29%			
Plataforma continental	4,382 ha	0%	Lodo	3,678,865 ha	98%
Talud continental	756,696 ha	20%			
Trinchera	1,890,249 ha	51%			
ZONIFICACIÓN POR PROFUNDIDAD			FLUJO DE NUTRIENTES (CARBONO) (A partir de los 500 m de profundidad)		
Plataforma continental (de 0 a – 200 m)	9,952 ha	0%	Bajo 0 a 0.5 mmol C m <sup>-2</sup> d <sup>-1</sup>	-	-
Batial superior (de - 200 a - 800 m)	159,893 ha	4%	Medio 0.5 a 2.5 mmol C m <sup>-2</sup> d <sup>-1</sup>	-	-
Batial inferior (de - 800 a - 2,000 m)	563,616 ha	15%	Alto 2.5 a 10 mmol C m <sup>-2</sup> d <sup>-1</sup>	3,727,137 ha	100%
Abisal superior (de - 2,000 a - 3,500 m)	1,215,640 ha	33%	No Determinado:	10,346 ha	0%
Abisal inferior ( de - 3,500 a - 6,500 m)	1,788,383 ha	48%	COSTOS PARA EL ANÁLISIS MARXAM		
Hadal (>6500 m)	-	-			
ELEMENTOS DEL RELIEVE			Superficie con posible presencia nódulos polimetálicos	-	-
Montañas Submarinas Verificadas:		-	Promedio de clorofila superficial representando posible intensidad de pesquerías	0.4600 mg/m <sup>3</sup>	Medio
Montañas Submarinas No Verificadas:		-	Índice de intensidad de tránsito de embarcaciones	9.9021	Muy bajo
Cañones y valles en talud continental			70,944 ha		2%
Cañones y valles en trinchera			103,442 ha		3%
ESTRATOS DE PLANIFICACIÓN UTILIZADOS PARA EL ANÁLISIS MARXAM					
Plataforma-Talud del Pacifico Transicional Mexicano Batial Superior				74,763 ha	2%
Plataforma-Talud del Pacifico Transicional Mexicano Batial Inferior				169,826 ha	5%
Trinchera Mesoamericana Batial Inferior				2,473 ha	0%
Talud del Pacifico Transicional Mexicano Abisal Superior				11,402 ha	0%
Planicie y montañas submarinas del Pacifico Transicional Mexicano Abisal Superior				230,228 ha	6%
Trinchera Mesoamericana Abisal Superior				60,513 ha	2%
Planicie y montañas submarinas del Pacifico Transicional Mexicano Abisal Inferior				429,187 ha	11%
Trinchera Mesoamericana Abisal Inferior				313,057 ha	8%

Polígono: Dorsal de Tehuantepec			Superficie Total: 2'847,152.09 ha		Clave: 10
Polígono GAP Marino: Dorsal de Tehuantepec					
BATIMETRÍA			TIPO DE SEDIMENTOS PRESENTES		
Profundidad Máxima	-6,494 m		Fondos Duros	242,651 ha	9%
Profundidad Mínima	-200 m		Fondos Suaves	2,599,683 ha	91%
Profundidad Promedio	-3,539 m		No Determinados	4,817 ha	0%
ÍNDICE DE POSICIÓN BATIMÉTRICA			ÍNDICE DE RUGOSIDAD BATIMÉTRICA		
Cordillera o Inicio del Talud	215,548 ha	7%	Alto	563,808 ha	20%
Talud	300,960 ha	11%	Medio	413,556 ha	15%
Cañón o Término del Talud	232,227 ha	8%	Bajo	469,315 ha	16%
Planicie	2,098,418 ha	74%	Muy Bajo	1,400,473 ha	49%
GEOMORFOLOGÍA			SEDIMENTOLOGÍA		
Dorsal	1,985,896 ha	70%	Arcilla	673,302 ha	24%
Talud continental	445,642 ha	16%	Arena-limo	489,411 ha	17%
Trinchera	415,614 ha	14%	Lodo	1,684,439 ha	59%
ZONIFICACIÓN POR PROFUNDIDAD			FLUJO DE NUTRIENTES (CARBONO) (A partir de los 500 m de profundidad)		
Plataforma continental (de 0 a – 200 m)	18,070 ha	1%	Bajo 0 a 0.5 mmol C m <sup>-2</sup> d <sup>-1</sup>	-	-
Batial superior (de - 200 a - 800 m)	81,463 ha	3%	Medio 0.5 a 2.5 mmol C m <sup>-2</sup> d <sup>-1</sup>	-	-
Batial inferior (de - 800 a - 2,000 m)	203,512 ha	7%	Alto 2.5 a 10 mmol C m <sup>-2</sup> d <sup>-1</sup>	2,847,152 ha	100%
Abisal superior (de - 2,000 a - 3,500 m)	745,663 ha	26%	No Determinado:	-	-
Abisal inferior ( de - 3,500 a - 6,500 m)	1,798,609 ha	63%	COSTOS PARA EL ANÁLISIS MARXAM		
Hadal (>6500 m)	52 ha	0%			
ELEMENTOS DEL RELIEVE			Superficie con posible presencia nódulos polimetálicos	-	-
Montañas Submarinas Verificadas:		1	Promedio de clorofila superficial representando posible intensidad de pesquerías	0.6332 mg/m <sup>3</sup>	Alto
Montañas Submarinas No Verificadas:		1	Índice de intensidad de tránsito de embarcaciones	5.3289	Muy bajo
Cañones y valles en talud continental			32,287 ha		1%
Cañones y valles en trinchera			10,257 ha		0%
ESTRATOS DE PLANIFICACIÓN UTILIZADOS PARA EL ANÁLISIS MARXAM					
Plataforma Americana Intermedia-Talud de Tehuantepec Batial Superior				32,533 ha	1%
Trinchera Mesoamericana Batial Superior				8,058 ha	0%
Trinchera Mesoamericana Batial Inferior				114,300 ha	4%
Talud de Tehuantepec Batial Inferior-Talud de Tehuantepec Abisal Superior				2,309 ha	0%
Planicie y montañas submarinas del Pacífico Transicional Mexicano Abisal Superior				196,178 ha	7%
Trinchera Mesoamericana Abisal Superior				99,544 ha	4%
Elevación de Tehuantepec Abisal Superior				84,058 ha	3%

Planicie y montañas submarinas del Pacífico Transicional Mexicano Abisal Inferior	446,753 ha	16%
Trinchera Mesoamericana Abisal Inferior	110,417 ha	4%
Elevación de Tehuantepec Abisal Inferior	109,301 ha	4%
Cuenca de Guatemala Abisal Inferior	243,228 ha	9%

Polígono: Trinchera Mesoamericana Fosa de Tehuantepec			Superficie Total: 1'744,547.73 ha		Clave: 11
Polígono GAP Marino: Trinchera Mesoamericana Tehuantepec					
BATIMETRÍA			TIPO DE SEDIMENTOS PRESENTES		
Profundidad Máxima	-6,721 m		Fondos Duros	-	-
Profundidad Mínima	-200 m		Fondos Suaves	1,729,983 ha	99%
Profundidad Promedio	-3,544 m		No Determinados	14,565 ha	1%
ÍNDICE DE POSICIÓN BATIMÉTRICA			ÍNDICE DE RUGOSIDAD BATIMÉTRICA		
Cordillera o Inicio del Talud	134,860 ha	8%	Alto	409,293 ha	23%
Talud	696,097 ha	40%	Medio	66,804 ha	4%
Cañón o Término del Talud	266,266 ha	15%	Bajo	64,220 ha	4%
Planicie	647,326 ha	37%	Muy Bajo	1,204,231 ha	69%
GEOMORFOLOGÍA			SEDIMENTOLOGÍA		
Dorsal	3,539 ha	0%	Arcilla	476,439 ha	27%
Planicie abisal	33,941 ha	2%			
Talud continental	992,245 ha	57%	Lodo	1,268,109 ha	73%
Trinchera	714,822.57 ha	41%			
ZONIFICACIÓN POR PROFUNDIDAD			FLUJO DE NUTRIENTES (CARBONO) (A partir de los 500 m de profundidad)		
Plataforma continental (de 0 a – 200 m)	25,762 ha	1%	Bajo 0 a 0.5 mmol C m <sup>-2</sup> d <sup>-1</sup>	-	-
Batial superior (de - 200 a - 800 m)	288,819 ha	17%	Medio 0.5 a 2.5 mmol C m <sup>-2</sup> d <sup>-1</sup>	-	-
Batial inferior (de - 800 a - 2,000 m)	172,069 ha	10%	Alto 2.5 a 10 mmol C m <sup>-2</sup> d <sup>-1</sup>	1,742,193 ha	100%
Abisal superior (de - 2,000 a - 3,500 m)	382,090 ha	22%	No Determinado:	2,355 ha	0%
Abisal inferior ( de - 3,500 a - 6,500 m)	855,972 ha	49%	COSTOS PARA EL ANÁLISIS MARXAM		
Hadal (>6500 m)	19,836 ha	1%			
ELEMENTOS DEL RELIEVE			Superficie con posible presencia nódulos polimetálicos	-	-
Montañas Submarinas Verificadas:	-		Promedio de clorofila superficial representando posible intensidad de pesquerías	0.6902 mg/m <sup>3</sup>	Alto
Montañas Submarinas No Verificadas:	-		Índice de intensidad de tránsito de embarcaciones	1.7518	Muy bajo
Cañones y valles en talud continental			47,379 ha		3%
Cañones y valles en trinchera			8,882 ha		1%
ESTRATOS DE PLANIFICACIÓN UTILIZADOS PARA EL ANÁLISIS MARXAM					
Plataforma Americana Intermedia Batial Superior-Talud de Tehuantepec Batial Superior				86,730 ha	5%
Trinchera Mesoamericana Batial Superior				13,821 ha	1%
Talud de Tehuantepec Batial Inferior- Talud de Tehuantepec Abisal Superior				1,964 ha	0%
Trinchera Mesoamericana Batial Inferior				52,861 ha	3%

Trinchera Mesoamericana Abisal Superior	136,895 ha	8%
Trinchera Mesoamericana Abisal Inferior	248,046 ha	14%

Polígono: Cuenca de Guatemala			Superficie Total: 673,736.52 ha		Clave: 12
Polígono GAP Marino: Ninguno					
BATIMETRÍA			TIPO DE SEDIMENTOS PRESENTES		
Profundidad Máxima	-4,371 m		Fondos Duros	-	-
Profundidad Mínima	-3,823 m		Fondos Suaves	673,737 ha	100%
Profundidad Promedio	-4,044 m		No Determinados	-	-
ÍNDICE DE POSICIÓN BATIMÉTRICA			ÍNDICE DE RUGOSIDAD BATIMÉTRICA		
Cordillera o Inicio del Talud	-	-	Alto	-	-
Talud	-	-	Medio	-	-
Cañón o Término del Talud	-	-	Bajo	-	-
Planicie	673,737 ha	100%	Muy Bajo	673,737 ha	100%
GEOMORFOLOGÍA			SEDIMENTOLOGÍA		
Planicie abisal	673,737 ha	100%	Arcilla	700 ha	0%
			Lodo	673,036 ha	100%
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 <sup>-2</sup> d <sup>-1</sup>	-	-
Batial superior (de - 200 a - 800 m)	-	-	Medio 0.5 a 2.5 mmol C m <sup>-2</sup> d <sup>-1</sup>	-	-
Batial inferior (de - 800 a - 2,000 m)	-	-	Alto 2.5 a 10 mmol C m <sup>-2</sup> d <sup>-1</sup>	673,737 ha	100%
Abisal superior (de - 2,000 a - 3,500 m)	-	-	No Determinado:	-	-
Abisal inferior ( de - 3,500 a - 6,500 m)	673,737 ha	100%	COSTOS PARA EL ANÁLISIS MARXAM		
Hadal (>6500 m)	-	-			
ELEMENTOS DEL RELIEVE			Superficie con posible presencia nódulos polimetálicos	-	-
Montañas Submarinas Verificadas:		-	Promedio de clorofila superficial representando posible intensidad de pesquerías	0.4263 mg/m <sup>3</sup>	Medio
Montañas Submarinas No Verificadas:		-	Índice de intensidad de tránsito de embarcaciones	6.2443	Muy bajo

**Anexo 3. ESPECIES REGISTRADAS EN LA ZONA PROPUESTA PARA LA RBZMPPT.**

**Tabla 1. Listado de especies asociadas a la plataforma continental y aguas profundas del Pacífico Transicional Mexicano y Centroamericano.**

Grupo	Orden	Familia	Especie	Profundidad (m)
Peces	Anguilliformes	Congridae	<i>Bathycongrus varidens</i>	165-935
			<i>Xenomystax atrarius</i>	165-935
	Carcharhiniformes	Carcharhinidae	<i>Gnathophipis cinctus</i>	10-250
			<i>Carcharhinus albimarginatus</i>	0-366
	Lamniformes	Alopiidae	<i>Carcharhinus falciformis</i>	0-500
			<i>Alopias superciliosus</i>	0-500
	Ophidiiformes	Regalecidae	<i>Alopias vulpinus</i>	0-366
			<i>Regalecus glesne</i>	1000
	Perciformes	Ophidiidae	<i>Cherublemma emmela</i>	429-1010
			<i>Gempylus serpens</i>	0-600
	Perciformes	Gempylidae	<i>Lepidocybium flavobrunneum</i>	200
			<i>Ruvettus pretiosus</i>	200-800
			<i>Semicossyphus pulcher</i>	0-55
			<i>Caulolatilus princeps</i>	10-91
			<i>Cookeolus japonicus</i>	60-400
			<i>Cynoscion nannus</i>	100-812
			<i>Seriphus politus</i>	1-21
			<i>Umbrina roncadore</i>	45
			<i>Scomber japonicus</i>	0-300
			<i>Alphistes multiguttatus</i>	201-1757
			<i>Mycteroperca prionura</i>	8-55
			<i>Kathetostoma avertuncus</i>	13-384
			<i>Monolene dubiosa</i>	358
			<i>Symphurus callopterus</i>	18-317
			<i>Citharichthys xanthostigma</i>	2-201
	Scorpaeniformes	Scorpaenidae	<i>Microstomus pacificus</i>	10-1370
			<i>Pontinus furcirhinus</i>	300
			<i>Pontinus sierra</i>	110-247
			<i>Squalus acanthias</i>	200
Moluscos	Squaliformes	Squalidae		
	Mytiloida	Mytilidae	<i>Modiolus eiseni</i>	4-360
			<i>Ommastrephes bartramii</i>	0-1500
			<i>Sthenoteuthis oualaniensis</i>	1000
Moluscos	Oegopsida	Ommastrephidae	<i>Onychoteuthis banksii</i>	150-800
			<i>Phallomedusa solida</i>	265-590
	Pulmonata	Amphibolidae		
Crustáceos	Decapoda	Crangonidae	<i>Sclerocrangon atrox</i>	800-1250
			<i>Glyphocrangon alata</i>	600-1325
		Glyphocrangonidae	<i>Glyphocrangon spinulosa</i>	950-1375
			<i>Nematocarcinus agassizii</i>	230-1800
		Nematocarcinidae		

**Tabla 2. Especies de poliquetos descritos para la región del Pacífico Mexicano**

(Tomado de Hernández-Alcántara et al. 2008).

Orden	Familia	Especie	Profundidad (m)
Amphinomida	Amphinomidae	<i>Linopherus kristiani</i>	35
Eunicida	Eunicidae	<i>Eunice semisegregata</i>	902
	Eunicidae	<i>Eunice segregata</i>	-
	Eunicidae	<i>Marphysa mixta</i>	zona intermareal
	Lumbrineridae	<i>Lumbrineris monroi</i>	-
	Lumbrineridae	<i>Kuwaita dolicognatha</i>	1121
	Lumbrineridae	<i>Ninoe jessicae</i>	70
	Lumbrineridae	<i>Ninoe marthae</i>	50
	Lumbrineridae	<i>Ninoe moorei</i>	-
	Lumbrineridae	<i>Ninoe spinosa</i>	-
	Oeonidae	<i>Arabella semimaculata</i>	-
	Oeonidae	<i>Lysarete brasiliensis</i>	-
	Onuphidae	<i>Diopatra denticulata</i>	81
	Onuphidae	<i>Hyalinoecia leucacra</i>	1188
	Onuphidae	<i>Onuphis acapulcensis</i>	-
Phyllodocida	Aphroditidae	<i>Pontogenia laeviseta</i>	144
	Glyceridae	<i>Hemipodia armata</i>	9-18
	Hesionidae	<i>Hesiolyra bergi</i>	2615-2633
	Hesionidae	<i>Orseis grasslei</i>	Orseis grasslei
	Lopadorrhynchidae	<i>Lopadorrhynchus brevis</i>	540
	Nereididae	<i>Nereis riisei</i>	36
	Phyllodocidae	<i>Protomystides papillosa</i>	2612-2633
	Pilargidae	<i>Santelma miraseta</i>	2340
	Polynoidae	<i>Branchinotogluma hessleri</i>	2618
	Polynoidae	<i>Branchinotogluma grasslei</i>	2618
	Polynoidae	<i>Branchiplicatus cupreus</i>	2633
	Polynoidae	<i>Lepidonotopodium fimbriatum</i>	2600
	Polynoidae	<i>Levensteiniella kincaidi</i>	2617
	Syllidae	<i>Branchiosyllis pacifica</i>	-
	Syllidae	<i>Brania heterocirra</i>	-
	Syllidae	<i>Brania arenacea</i>	-
	Syllidae	<i>Exogone glandulosa</i>	-
	Syllidae	<i>Haplosyllis brevicirra</i>	-
	Tomopteridae	<i>Tomopteris (Johnstonella) aloysii sabaudiae</i>	-
	Tomopteridae	<i>Tomopteris (Johnstonella) duccii</i>	-

Orden	Familia	Especie	Profundidad (m)
Sabellida	Sabellariidae	<i>Idanthysus mexicanus</i>	45.7-64
	Sabellariidae	<i>Phragmatopoma virgini</i>	-
	Serpulidae	<i>Hydroides glandifer</i>	-
	Serpulidae	<i>Hydroides ochotereni</i>	-
	Serpulidae	<i>Hydroides recurvispina</i>	-
	Serpulidae	<i>Spirobranchus minutus</i>	-
	Serpulidae	<i>Janua (Dexiospira) bushi</i>	-
	Serpulidae	<i>Spirorbis (Spirorbella) tricornigerus</i>	-
	Serpulidae	<i>Laeospira helenipixelli</i>	-
Spionida	Magelonidae	<i>Magelona tehuatensis</i>	70-101
	Spionidae	<i>Polydora heterochaeta</i>	-
Terebellida	Ampharetidae	<i>Amphicteis obscurior</i>	887
	Ampharetidae	<i>Amphicteis orphnius</i>	887
	Cirratulidae	<i>Cirriformia punctata</i>	12.6-14.4
	Flabelligeridae	<i>Brada verrucosa</i>	887.4
	Flabelligeridae	<i>Ilyphagus bythincola</i>	3496
	Flabelligeridae	<i>Piromis gracilis</i>	-

#### Anexo 4. ESPECIES REGISTRADAS EN ALGUNA CATEGORÍA DE RIESGO PARA LOS POLÍGONOS PROPUESTOS EN LA RBZMPPTM.

**Tabla 1. Especies registradas en alguna de las categorías de protección para el sitio Montes Submarinos del Pacífico Oriental correspondiente al polígono Montes Submarinos y Dorsal del Pacífico Oriental.**

(Adaptado de CONABIO *et al.* 2007).

Grupo	Familia / Género y especie/ Nombre común /Categoría NOM-059 SEMARNAT-2010 / Categoría IUCN Red List ver. 3.1.
<b>Invertebrados</b>	Stichopodidae / <i>Isostichopus fuscus</i> / pepino de mar / Sujeta a protección especial
<b>Mamíferos</b>	Delphinidae / <i>Delphinus delphis</i> / delfín común de rostro corto / Sujeta a protección especial / LC
	Delphinidae / <i>Stenella attenuata</i> / delfín manchado pantropical, delfín moteado / Sujeta a protección especial / LC
	Delphinidae / <i>Stenella coeruleoalba</i> / delfín listado / Sujeta a protección especial / LC
	Delphinidae / <i>Stenella longirostris</i> orientalis / delfín tornillo / Sujeta a protección especial / DD
	Delphinidae / <i>Tursiops truncatus</i> / delfín de nariz de botella / Sujeta a protección especial / LC

**Tabla 2. Especies registradas en alguna de las categorías de protección para el sitio Archipiélago de Revillagigedo correspondiente al polígono Archipiélago de Revillagigedo y Montes de Los Matemáticos**

(Adaptado de CONABIO *et al.* 2007).

Grupo	Familia / Género y especie/ Nombre común /Categoría NOM-059 SEMARNAT-2010 / Categoría IUCN Red List ver. 3.1.
<b>Invertebrados</b>	Stichopodidae / <i>Isostichopus fuscus</i> / pepino de mar / Sujeta a protección especial
<b>Mamíferos</b>	Balaenopteridae / <i>Megaptera novaeangliae</i> / ballena jorobada / Sujeta a protección especial / LC
	Delphinidae / <i>Delphinus delphis</i> / delfín común de rostro corto / Sujeta a protección especial / LC
	Delphinidae / <i>Stenella attenuata</i> / delfín manchado pantropical, delfín moteado / Sujeta a protección especial / LC
	Delphinidae / <i>Stenella coeruleoalba</i> / delfín listado / Sujeta a protección especial / LC
	Delphinidae / <i>Stenella longirostris</i> / delfín tornillo / Sujeta a protección especial / DD

**Tabla 3. Especies registradas en alguna de las categorías de protección para el sitio Playas Petacalco – Piedra de Tlacoyunque correspondiente al polígono Cañón Submarino de Petacalco o Lázaro Cárdenas**

(Adaptado de CONABIO *et al.* 2007).

Grupo	Familia / Género y especie/ Nombre común /Categoría NOM-059 SEMARNAT-2010 / Categoría IUCN Red List ver. 3.1 (2012).
<b>Invertebrados</b>	Stichopodidae / <i>Isostichopus fuscus</i> / pepino de mar / Sujeta a protección especial
<b>Peces</b>	Poeciliidae / <i>Poecilia butleri</i> / topote del pacífico / Sujeta a protección especial
<b>Mamíferos</b>	Delphinidae / <i>Stenella longirostris</i> / delfín tornillo / Sujeta a protección especial / DD

## Anexo 5. FICHAS TÉCNICAS DE LAS ZONAS NÚCLEO DE LOS POLÍGONOS DE LA RB ZMP PACÍFICO TRANSICIONAL MEXICANO Y CENTROAMERICANO.

(Representadas con proyección cartográfica Conforme Cónica de Lambert y datum ITRF92)

Polígono: Montes Submarinos y Dorsal del Pacífico Oriental					Superficie Total: 3'840,198.96 ha			Clave: 1	
Polígono GAP Marino: Montes Submarinos del Pacífico Oriental									
NOMBRE DE ZONAS NÚCLEO					BATIMETRÍA				
					ZN	Montes Rojo y Verde		Fractura y Monte Rivera	
Montes Rojo y Verde	97,071 ha		3%		Profundidad Máxima	-3,020 m		-5,886 m	
Fractura y Monte Rivera	1,411,159 ha		37%		Profundidad Mínima	-1,903 m		-1,085 m	
					Profundidad Promedio	-2,733 m		-3,196 m	
ÍNDICE DE POSICIÓN BATIMÉTRICA					ÍNDICE DE RUGOSIDAD BATIMÉTRICA				
ZN	Montes Rojo y Verde		Fractura y Monte Rivera		ZN	Montes Rojo y Verde		Fractura y Monte Rivera	
Cordillera o Inicio del Talud	2,000 ha	2%	200,145 ha	14%	Alto	8,300 ha	8%	224,247 ha	16%
Talud	-	-	142,475 ha	10%	Medio	15,324 ha	16%	192,232 ha	14%
Cañón o Término del Talud	-	-	175,236 ha	13%	Bajo	29,234 ha	30%	203,212 ha	14%
Planicie	95,071 ha	98%	893,302 ha	63%	Muy Bajo	44,213 ha	46%	791,469 ha	56%
GEOMORFOLOGÍA					SEDIMENTOLOGÍA				
ZN	Montes Rojo y Verde		Fractura y Monte Rivera		ZN	Montes Rojo y Verde		Fractura y Monte Rivera	
Dorsal	97,071 ha	100%	1,115,802 ha	79%	Arcilla	32,731 ha	34%	1,349,021 ha	96%
Cresta	-	-	295,357 ha	21%	Lodo	64,340 ha	66%	62,139 ha	4%
ZONIFICACIÓN POR PROFUNDIDAD					FLUJO DE NUTRIENTES (CARBONO) (A partir de los 500 m de profundidad)				
ZN	Montes Rojo y Verde		Fractura y Monte Rivera		ZN	Montes Rojo y Verde		Fractura y Monte Rivera	
Plataforma continental (de 0 a – 200 m)	-	-	-	-	Bajo 0 a 0.5 mmol C m <sup>-2</sup> d <sup>-1</sup>	-	-	-	-
Batial superior (de - 200 a - 800 m)	-	-	-	-	Medio 0.5 a 2.5 mmol C m <sup>-2</sup> d <sup>-1</sup>	-	-	-	-
Batial inferior (de - 800 a -- 2,000 m)	363 ha	0%	29,833 ha	2%	Alto 2.5 a 10 mmol C m <sup>-2</sup> d <sup>-1</sup>	97,071 ha	100%	1,411,159ha	100%
Abisal superior (de - 2,000 a - 3,500 m)	96,707 ha	100%	983,014 ha	70%	No Determinado:	-	-	-	-
Abisal inferior ( de - 3,500 a - 6,500 m)	-	-	398,312 ha	28%	COSTOS PARA EL ANÁLISIS MARXAM				
Hadal (>6500 m)	-	-	-	-	ZN	Montes Rojo y Verde		Fractura y Monte Rivera	

ELEMENTOS DEL RELIEVE			Superficie con posible presencia nódulos polimetálicos	97,071 ha	100%	929,996 ha	66%
ZN	Montes Rojo y Verde	Fractura y Monte Rivera					
Montañas Submarinas Verificadas:	-	-	Promedio de clorofila superficial representando posible intensidad de pesquerías	0.17 mg/m <sup>3</sup>	Bajo	0.16 mg/m <sup>3</sup>	Bajo
Montañas Submarinas No Verificadas:	-	8	Índice de intensidad de tránsito de embarcaciones	7.76	Muy bajo	3.64	Muy bajo
ZN			Montes Rojo y Verde			Fractura y Monte Rivera	
Dorsales activas			67,892 ha	70%		-	-
Rasgos submarinos			Monte Rojo Monte Verde			Fractura Rivera	
ESTRATOS DE PLANIFICACIÓN UTILIZADOS PARA EL ANÁLISIS MARXAM							
ZN				Montes Rojo y Verde		Fractura y Monte Rivera	
Elevación del Pacífico Este Abisal Superior				97,071 ha	100%	100,994 ha	7%
Planicie y montañas submarinas del Pacífico Transicional Mexicano Batial Inferior				-	-	6,709 ha	0%
Planicie y montañas submarinas del Pacífico Transicional Mexicano Abisal Superior				-	-	1,263,859ha	90%
Planicie y montañas submarinas del Pacífico Transicional Mexicano Abisal Inferior				-	-	39,598 ha	3%

Polígono: Monte Submarino Alphecca			Superficie Total: 404,110.27 ha		Clave: 2
GAP Marino: Ninguno					
NOMBRE DE ZONAS NÚCLEO			BATIMETRÍA		
Monte Alphecca	197,357 ha	49%	Profundidad Máxima	-4,041 m	
			Profundidad Mínima	-251 m	
			Profundidad Promedio	-3,332 m	
ÍNDICE DE POSICIÓN BATIMÉTRICA			ÍNDICE DE RUGOSIDAD BATIMÉTRICA		
Cordillera o Inicio del Talud	28,200 ha	14%	Alto	55,472 ha	28%
Talud	34,784 ha	18%	Medio	54,391 ha	28%
Cañón o Término del Talud	1,436 ha	1%	Bajo	14,760 ha	7%
Planicie	132,937 ha	67%	Muy Bajo	72,733 ha	37%
GEOMORFOLOGÍA			SEDIMENTOLOGÍA		
Planicie abisal	197,357 ha	100%	Grava-arcilla	197,357 ha	100%
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 <sup>-2</sup> d <sup>-1</sup>	-	-

Batial superior (de - 200 a - 800 m)	2,095 ha	1%	Medio 0.5 a 2.5 mmol C m <sup>-2</sup> d <sup>-1</sup>	197,357 ha	100%
Batial inferior (de - 800 a - 2,000 m)	14,535 ha	7%	Alto 2.5 a 10 mmol C m <sup>-2</sup> d <sup>-1</sup>	-	-
Abisal superior (de - 2,000 a - 3,500 m)	53,676 ha	27%	No Determinado:	-	-
Abisal inferior ( de - 3,500 a - 6,500 m)	127,161 ha	65%	COSTOS PARA EL ANÁLISIS MARXAM		
Hadal (>6500 m)	-	-			
ELEMENTOS DEL RELIEVE			Superficie con posible presencia nódulos polimetálicos	197,357 ha	100%
Montañas Submarinas Verificadas:		1	Promedio de clorofila superficial representando posible intensidad de pesquerías	0.08 mg/m <sup>3</sup>	Muy bajo
Montañas Submarinas No Verificadas:		1	Índice de intensidad de tránsito de embarcaciones	1.17	Muy bajo
Rasgos submarinos			Monte Alphecca		
ESTRATOS DE PLANIFICACIÓN UTILIZADOS PARA EL ANÁLISIS MARXAM					
Planicie y montañas submarinas del Pacífico Transicional Mexicano Batial Inferior				2,063 ha	1%
Planicie y montañas submarinas del Pacífico Transicional Mexicano Abisal Superior				83,561 ha	42%
Planicie y montañas submarinas del Pacífico Transicional Mexicano Abisal Inferior				111,734 ha	57%

Polígono: Archipiélago de Revillagigedo y Montes de los Matemáticos			Superficie Total: 12'844,313.82 ha		Clave: 3
Polígono GAP Marino: Archipiélago Revillagigedo - Matemáticos - M. S P. Oriental					
NOMBRE DE ZONAS NÚCLEO			BATIMETRÍA		
			Profundidad máxima	Profundidad mínima	Profundidad promedio
Clarion	590,355 ha	5%	-3,922 m	-1,222 m	-3,315 m
Monte Bernoulli	282,216 ha	2%	-3,484 m	-1,692 m	-3,072 m
Montes Clairaut, Lagrange y Leibnitz	1,806,930 ha	14%	-4,474 m	-2,044 m	-3,267 m
Montes Cantor y Lobachevsky	597,660 ha	5%	-4,303 m	-763 m	-3,087 m
Montes de los Matemáticos	1,956,823 ha	15%	-4,856 m	-650 m	-3,286 m
ÍNDICE DE POSICIÓN BATIMÉTRICA					
ZN	Clarion	Monte Bernoulli	Montes Clairaut.	Montes Cantor y	Montes de los

					Lagrange y Leibnitz		Lobachevsky		Matemáticos	
Cordillera o Inicio del Talud	24,699 ha	4%	42,368 ha	15%	99,541 ha	6%	27,102 ha	5%	114,707 ha	6%
Talud	16,478 ha	3%	33,097 ha	12%	76,569 ha	4%	20,197 ha	3%	98,150 ha	5%
Cañón o Término del Talud	2,997 ha	0%	37,543 ha	13%	93,148 ha	5%	19,438 ha	3%	85,848 ha	4%
Planicie	546,180 ha	93%	169,208 ha	60%	1,537,672 ha	85%	530,923 ha	89%	1,658,118 ha	85%
ÍNDICE DE RUGOSIDAD BATIMÉTRICA										
ZN	Clarion		Monte Bernoulli		Montes Clairaut, Lagrange y Leibnitz		Montes Cantor y Lobachevsky		Montes de los Matemáticos	
Alto	27,283 ha	5%	15,000 ha	5%	203,738 ha	11%	73,611 ha	12%	317,987 ha	16%
Medio	27,085 ha	4%	25,734 ha	9%	233,731 ha	13%	74,881 ha	13%	308,271 ha	16%
Bajo	94,038 ha	16%	30,717 ha	11%	331,894 ha	18%	149,266 ha	25%	226,678 ha	12%
Muy Bajo	441,948 ha	75%	210,766 ha	75%	1,037,567 ha	58%	299,902 ha	50%	1,103,887 ha	56%
GEOMORFOLOGÍA										
ZN	Clarion		Monte Bernoulli		Montes Clairaut, Lagrange y Leibnitz		Montes Cantor y Lobachevsky		Montes de los Matemáticos	
Planicie abisal	590,355 ha	100 %	-	-	-	-	-	-	-	-
Dorsal	-	-	282,216ha	100%	35,675 ha	2%	597,660 ha	100%	-	-
Cresta	-	-	-	-	1,771,255 ha	98%	-	-	1,956,823 ha	100%
SEDIMENTOLOGÍA										
ZN	Clarion		Monte Bernoulli		Montes Clairaut, Lagrange y Leibnitz		Montes Cantor y Lobachevsky		Montes de los Matemáticos	
Grava-arcilla	590,355 ha	100 %	100%	-	-	-	-	-	-	-
Arcilla	-	-	282,216 ha	100%	1,806,930 ha	100 %	597,660 ha	100%	1,956,823 ha	100%
ZONIFICACIÓN POR PROFUNDIDAD										
ZN	Clarion		Monte Bernoulli		Montes Clairaut, Lagrange y Leibnitz		Montes Cantor y Lobachevsky		Montes de los Matemáticos	
Plataforma continental (de 0 a – 200 m)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

<b>Batial superior</b> (de - 200 a - 800 m)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>Batial inferior</b> (de - 800 a - 2,000 m)	7,347 ha	1%	8,844 ha	3%	-	-	55,313 ha	9%	32,781ha	2%
<b>Abisal superior</b> (de - 2,000 a - 3,500 m)	324,551 ha	55%	273,372 ha	97%	1,327,467 ha	73%	310,020 ha	52%	1,316,215 ha	67%
<b>Abisal inferior</b> ( de - 3,500 a - 6,500 m)	258,571 ha	44%	-	-	479,612 ha	27%	232,560 ha	39%	608,082 ha	31%
<b>Hadial</b> (>6500 m)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>FLUJO DE NUTRIENTES (CARBONO)</b> (A partir de los 500 m de profundidad)										
<b>ZN</b>	<b>Clarion</b>		<b>Monte Bernoulli</b>		<b>Montes Clairaut, Lagrange y Leibnitz</b>		<b>Montes Cantor y Lobachevsky</b>		<b>Montes de los Matemáticos</b>	
<b>Bajo</b> 0 a 0.5 mmol C m <sup>-2</sup> d <sup>-1</sup>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>Medio</b> 0.5 a 2.5 mmol C m <sup>-2</sup> d <sup>-1</sup>	590,355 ha	100 %	282,216 ha	100%	253,725 ha	14%	-	-	-	-
<b>Alto</b> 2.5 a 10 mmol C m <sup>-2</sup> d <sup>-1</sup>	-	-	-	-	1,553,205 ha	86%	597,660 ha	100%	1,956,823 ha	100%
<b>No Determinado</b>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>COSTOS PARA EL ANÁLISIS MARXAM</b>										
<b>ZN</b>	<b>Clarion</b>		<b>Monte Bernoulli</b>		<b>Montes Clairaut, Lagrange y Leibnitz</b>		<b>Montes Cantor y Lobachevsky</b>		<b>Montes de los Matemáticos</b>	
<b>Superficie con posible presencia nódulos polimetálicos</b>	571,388 ha	97%	282,216 ha	100%	1,806,930 ha	100 %	-	-	1,956,786 ha	100%
<b>Promedio de clorofila superficial representando posible intensidad de pesquerías</b>	0.10	Bajo	0.11	Bajo	0.12	Bajo	0.13	Bajo	0.11	Bajo
<b>Índice de intensidad de tránsito de embarcaciones</b>	1.17	Muy bajo	1.50	Muy bajo	1.68	Muy bajo	1.59	Muy bajo	1.80	Muy bajo
<b>ELEMENTOS DEL RELIEVE</b>										

ZN			Clarion		Monte Bernoulli		Montes Clairaut, Lagrange y Leibnitz		Montes Cantor y Lobachevsky		Montes de los Matemáticos	
Montañas Submarinas Verificadas:			-		-		3		2		6	
Montañas Submarinas No Verificadas:			2		1		6		5		6	
Dorsales inactivas			-		-		361, 818 ha	20%	-		282,477 ha	14%
Rasgos submarinos					Monte Bernoulli		Guyot Leibnitz Monte Clairaut Monte Lagrange Monte Leibnitz		Guyot Cantor Monte Cantor Monte Lobachevsky		Guyot Euler Guyot Pascal Monte Euler Monte Gauss Monte Napier Monte Newton Monte Pascal Montes de los Matemáticos	
ESTRATOS DE PLANIFICACIÓN UTILIZADOS PARA EL ANÁLISIS MARXAM												
ZN		Clarion		Monte Bernoulli		Montes Clairaut, Lagrange y Leibnitz		Montes Cantor y Lobachevsky		Montes de los Matemáticos		
Planicie y montañas submarinas del Pacífico Transicional Mexicano Batial Inferior		-	-	13,004 ha	5%	-	-	-	-	33,776 ha	2%	
Planicie y montañas submarinas del Pacífico Transicional Mexicano Abisal Superior		203,582 ha	34%	269,212 ha	95%	1,571,783 ha	87%	360,989 ha	60%	1,482,685 ha	76%	
Archipiélago Oceánico Revillagigedo Abisal Superior		5,757 ha	1%	-	-	-	-	-	-	-	-	
Planicie y montañas submarinas del Pacífico Transicional Mexicano Abisal Inferior		378,150 ha	64%	-	-	235,147 ha	13%	236,671 ha	40%	440,361 ha	22%	
Archipiélago Oceánico Revillagigedo Abisal Inferior		2,867 ha	1%	-	-	-	-	-	-	-	-	

Polígono: Trinchera Mesoamericana y Cañones Submarinos	Superficie Total:	Clave: 4
--	-------------------	----------

GAP Marino: Cañon Submarino de Petacalco ó Lázaro Cárdenas			3'285,162.23 ha		
NOMBRE DE ZONAS NÚCLEO			BATIMETRÍA		
Cañón Petacalco - Lázaro Cárdenas	833,791 ha	25%	Profundidad Máxima	-5,029 m	
			Profundidad Mínima	-204 m	
			Profundidad Promedio	-2,574 m	
ÍNDICE DE POSICIÓN BATIMÉTRICA			ÍNDICE DE RUGOSIDAD BATIMÉTRICA		
Cordillera o Inicio del Talud	12,439 ha	1%	Alto	354,955 ha	43%
Talud	98,802 ha	12%	Medio	219,282 ha	26%
Cañón o Término del Talud	48,107 ha	6%	Bajo	52,772 ha	6%
Planicie	674,444 ha	81%	Muy Bajo	206,781 ha	25%
GEOMORFOLOGÍA			SEDIMENTOLOGÍA		
Plataforma continental	12,076 ha	2%	Arena	58,379 ha	7%
Talud continental	577,788 ha	69%	Lodo	775,411 ha	93%
Trinchera	243,927 ha	29%			
ZONIFICACIÓN POR PROFUNDIDAD			FLUJO DE NUTRIENTES (CARBONO) (A partir de los 500 m de profundidad)		
Plataforma continental (de 0 a – 200 m)	399 ha	0%	Bajo 0 a 0.5 mmol C m <sup>-2</sup> d <sup>-1</sup>	-	-
Batial superior (de - 200 a - 800 m)	75,681 ha	9%	Medio 0.5 a 2.5 mmol C m <sup>-2</sup> d <sup>-1</sup>	20,860 ha	2%
Batial inferior (de - 800 a - 2,000 m)	294,257 ha	35%	Alto 2.5 a 10 mmol C m <sup>-2</sup> d <sup>-1</sup>	812,930 ha	98%
Abisal superior (de - 2,000 a - 3,500 m)	202,519 ha	24%	No Determinado:	-	-
Abisal inferior ( de - 3,500 a - 6,500 m)	260,935 ha	32%	COSTOS PARA EL ANÁLISIS MARXAM		
Hadal (>6500 m)	-	-			
ELEMENTOS DEL RELIEVE			Superficie con posible presencia nódulos polimetálicos	-	-
Montañas Submarinas Verificadas:		-	Promedio de clorofila superficial	0.29 mg/m <sup>3</sup>	Medio

		representando posible intensidad de pesquerías		
Montañas Submarinas No Verificadas:	-	Índice de intensidad de tránsito de embarcaciones	14.07	Muy bajo
Cañones y valles en talud continental			165,470 ha	20%
Cañones y valles en trinchera			517 ha	0%
Rasgos submarinos		Canon de Lazaro Cardenas Canon de Petacalco		
<b>ESTRATOS DE PLANIFICACIÓN UTILIZADOS PARA EL ANÁLISIS MARXAM</b>				
Plataforma continental del Pacífico Transicional Mexicano Batial Superior			1,436 ha	0%
Talud continental del Pacífico Transicional Mexicano Batial Superior			108,036 ha	13%
Talud continental del Pacífico Transicional Mexicano Batial Inferior			241,427 ha	29%
Trinchera Mesoamericana Batial Inferior			483 ha	0%
Trinchera Mesoamericana Abisal Superior			164,283 ha	20%
Talud continental del Pacífico Transicional Mexicano Abisal Superior			90,152 ha	11%
Trinchera Mesoamericana Abisal Inferior			199,452 ha	24%
Planicies y montañas submarinas del Pacífico Transicional Mexicano Abisal Inferior			28,522 ha	3%

Polígono: Monte Submarino Shimada			Superficie Total:		Clave: 5
GAP Marino: Ninguno			550,298.17 ha		
NOMBRE DE ZONAS NÚCLEO			BATIMETRÍA		
Monte Shimada	536,239 ha	97.45%	Profundidad Máxima	-3,988 m	
			Profundidad Mínima	-216 m	
			Profundidad Promedio	-3,384 m	
ÍNDICE DE POSICIÓN BATIMÉTRICA			ÍNDICE DE RUGOSIDAD BATIMÉTRICA		
Cordillera o Inicio del Talud	34,539 ha	6.44%	Alto	66,084 ha	12.32%
Talud	23,700 ha	4.42%	Medio	81,496 ha	15.20%
Cañón o Término del Talud	5,900 ha	1.10%	Bajo	150,678 ha	28.10%
Planicie	472,100 ha	88%	Muy Bajo	237,980 ha	44.38%
GEOMORFOLOGÍA			SEDIMENTOLOGÍA		
Planicie abisal	536,239 ha	100%	Arcilla	536,239 ha	100%
ZONIFICACIÓN POR PROFUNDIDAD			FLUJO DE NUTRIENTES (CARBONO) (A partir de los 500 m de profundidad)		
Plataforma continental (de 0 a – 200 m)	102 ha	0%	Bajo 0 a 0.5 mmol C m <sup>-2</sup> d <sup>-1</sup>	-	-
Batial superior (de - 200 a - 800 m)	2,981 ha	1%	Medio 0.5 a 2.5 mmol C m <sup>-2</sup> d <sup>-1</sup>	176,416 ha	33%
Batial inferior (de - 800 a - 2,000 m)	14,293 ha	3%	Alto 2.5 a 10 mmol C m <sup>-2</sup> d <sup>-1</sup>	359,823 ha	67%
Abisal superior (de - 2,000 a - 3,500 m)	221,112 ha	41%	No Determinado:	-	-
Abisal inferior ( de - 3,500 a - 6,500 m)	297,862 ha	55%	COSTOS PARA EL ANÁLISIS MARXAM		
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	0.09 mg/m <sup>3</sup>	Muy bajo
Montañas Submarinas No Verificadas:	1	Índice de intensidad de tránsito de embarcaciones	2.02	Muy bajo
Rasgos submarinos		Banco Huracan Monte Shimada		
<b>ESTRATOS DE PLANIFICACIÓN UTILIZADOS PARA EL ANÁLISIS MARXAM</b>				
Planicie y montañas submarinas del Pacífico Transicional Mexicano Batial Inferior			196 ha	0%
Planicie y montañas submarinas del Pacífico Transicional Mexicano Abisal Superior			177,152 ha	33%
Planicie y montañas submarinas del Pacífico Transicional Mexicano Abisal Inferior			358,892 ha	67%

Polígono: Monte Submarino Downwind			Superficie Total: 347,575.94 ha		Clave: 6
GAP Marino: Ninguno					
NOMBRE DE ZONAS NÚCLEO			BATIMETRÍA		
Monte Sotavento (Downwind)	347,575 ha	100%	Profundidad Máxima	-4,069 m	
			Profundidad Mínima	-289 m	
			Profundidad Promedio	-3,643 m	
ÍNDICE DE POSICIÓN BATIMÉTRICA			ÍNDICE DE RUGOSIDAD BATIMÉTRICA		
Cordillera o Inicio del Talud	16,800 ha	5%	Alto	26,900 ha	8%
Talud	15,100 ha	4%	Medio	27,082 ha	8%
Cañón o Término del Talud	2,300 ha	1%	Bajo	35,672 ha	10%
Planicie	313,375 ha	90%	Muy Bajo	257,921 ha	74%
GEOMORFOLOGÍA			SEDIMENTOLOGÍA		
Planicie abisal	347,575 ha	100%	Arcilla	144,880 ha	42%
			Grava-arcilla	202,695 ha	58%
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 <sup>-2</sup> d <sup>-1</sup>	-	-
Batial superior (de - 200 a - 800 m)	1,497 ha	0%	Medio 0.5 a 2.5 mmol C m <sup>-2</sup> d <sup>-1</sup>	-	-
Batial inferior (de - 800 a - 2,000 m)	6,287 ha	2%	Alto 2.5 a 10 mmol C m <sup>-2</sup> d <sup>-1</sup>	347,575 ha	100%
Abisal superior (de - 2,000 a - 3,500 m)	32,261 ha	9%	No Determinado:	-	-
Abisal inferior ( de - 3,500 a - 6,500 m)	307,529 ha	89%	COSTOS PARA EL ANÁLISIS MARXAM		
Hadal (>6500 m)	-	-			
ELEMENTOS DEL RELIEVE			Superficie con posible presencia nódulos polimetálicos	171,565 ha	49%
Montañas Submarinas Verificadas:		1	Promedio de clorofila superficial representando posible intensidad de pesquerías	0.10 mg/m <sup>3</sup>	Muy bajo

Montañas Submarinas No Verificadas:	-	Índice de intensidad de tránsito de embarcaciones	1.86	Muy bajo
Rasgos submarinos		Monte Sotavento		
ESTRATOS DE PLANIFICACIÓN UTILIZADOS PARA EL ANÁLISIS MARXAM				
Planicie y montañas submarinas del Pacífico Transicional Mexicano Abisal Superior			31,250 ha	9%
Planicie y montañas submarinas del Pacífico Transicional Mexicano Abisal Inferior			316,325 ha	91%

Polígono: Dorsal del Pacifico Oriental			Superficie Total: 2'681,563.49 ha		Clave: 7
GAP Marino: Dorsal del Pacifico Oriental					
NOMBRE DE ZONAS NÚCLEO			BATIMETRÍA		
Jose Clemente Orozco	994,419 ha	37%	Profundidad Máxima	-4,456 m	
			Profundidad Mínima	-2,151 m	
			Profundidad Promedio	-2,988 m	
ÍNDICE DE POSICIÓN BATIMÉTRICA			ÍNDICE DE RUGOSIDAD BATIMÉTRICA		
Cordillera o Inicio del Talud	-	-	Alto	57,270 ha	6%
Talud	500 ha	0%	Medio	188,300 ha	19%
Cañón o Término del Talud	4,535 ha	1%	Bajo	227,896 ha	23%
Planicie	989,383 ha	99%	Muy Bajo	520,953 ha	52%
GEOMORFOLOGÍA			SEDIMENTOLOGÍA		
Dorsal	994,419 ha	100%	Arcilla	965,765 ha	97%
			Lodo	28,653 ha	3%
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 <sup>-2</sup> d <sup>-1</sup>	-	-
Batial superior (de - 200 a - 800 m)	-	-	Medio 0.5 a 2.5 mmol C m <sup>-2</sup> d <sup>-1</sup>	158,987 ha	16%
Batial inferior (de - 800 a - 2,000 m)	-	-	Alto 2.5 a 10 mmol C m <sup>-2</sup> d <sup>-1</sup>	835,432 ha	84%
Abisal superior (de - 2,000 a - 3,500 m)	972,416 ha	98%	No Determinado:	-	-
Abisal inferior ( de - 3,500 a - 6,500 m)	22,003 ha	2%	COSTOS PARA EL ANÁLISIS MARXAM		
Hadal (>6500 m)	-	-			
ELEMENTOS DEL RELIEVE			Superficie con posible presencia nódulos polimetálicos	994,411 ha	100%
Montañas Submarinas Verificadas:		-	Promedio de clorofila superficial representando posible intensidad de pesquerías	0.14 mg/m <sup>3</sup>	Bajo
Montañas Submarinas No Verificadas:		-	Índice de intensidad de tránsito de embarcaciones	2.06	Muy bajo
Dorsales activas			812,653 ha		82%
Rasgos submarinos			Fractura de Orozco		

ESTRATOS DE PLANIFICACIÓN UTILIZADOS PARA EL ANÁLISIS MARXAM		
Planicie y montañas submarinas del Pacífico Transicional Mexicano Abisal Superior	504,535 ha	51%
Elevación del Pacífico Este Abisal Superior	489,883 ha	49%

Polígono: Montes y Fosa del Pacífico Transicional Mexicano			Superficie Total: 631,032.83 ha		Clave: 8
GAP Marino: Ninguno					
NOMBRE DE ZONAS NÚCLEO			BATIMETRÍA		
Montes del Pacifico	266,297 ha	42%	Profundidad Máxima	-4,302 m	
			Profundidad Mínima	-1,202 m	
			Profundidad Promedio	-3,077 m	
ÍNDICE DE POSICIÓN BATIMÉTRICA			ÍNDICE DE RUGOSIDAD BATIMÉTRICA		
Cordillera o Inicio del Talud	19,282 ha	7%	Alto	64,877 ha	24%
Talud	22,826 ha	9%	Medio	31,640 ha	12%
Cañón o Término del Talud	13,883 ha	5%	Bajo	49,146 ha	19%
Planicie	210,306 ha	79%	Muy Bajo	120,635 ha	45%
GEOMORFOLOGÍA			SEDIMENTOLOGÍA		
Dorsal	266,297 ha	100%	Arcilla	194,843 ha	73%
			Lodo	71,454 ha	27%
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 <sup>-2</sup> d <sup>-1</sup>	-	-
Batial superior (de - 200 a - 800 m)	-	-	Medio 0.5 a 2.5 mmol C m <sup>-2</sup> d <sup>-1</sup>	243,769 ha	92%
Batial inferior (de - 800 a - 2,000 m)	9,075 ha	3%	Alto 2.5 a 10 mmol C m <sup>-2</sup> d <sup>-1</sup>	22,529 ha	8%
Abisal superior (de - 2,000 a - 3,500 m)	223,361 ha	84%	No Determinado:	-	-
Abisal inferior ( de - 3,500 a - 6,500 m)	33,861 ha	13%	COSTOS PARA EL ANÁLISIS MARXAM		
Hadal (>6500 m)	-	-			
ELEMENTOS DEL RELIEVE			Superficie con posible presencia nódulos polimetálicos	266,297 ha	100%
Montañas Submarinas Verificadas:		-	Promedio de clorofila superficial representando posible intensidad de pesquerías	0.18 mg/m <sup>3</sup>	Bajo

Montañas Submarinas No Verificadas:		2	Índice de intensidad de tránsito de embarcaciones	2.54	Muy bajo
ESTRATOS DE PLANIFICACIÓN UTILIZADOS PARA EL ANÁLISIS MARXAM					
Planicie y montañas submarinas del Pacífico Transicional Mexicano Batial Inferior				2,688 ha	1%
Planicie y montañas submarinas del Pacífico Transicional Mexicano Abisal Superior				241,935 ha	91%
Planicie y montañas submarinas del Pacífico Transicional Mexicano Abisal Inferior				21,675 ha	8%
Polígono: Trinchera Mesoamericana Fosa de Acapulco			Superficie Total: 3'737,483.21 ha		Clave: 9
GAP Marino: Ninguno					
NOMBRE DE ZONAS NÚCLEO			BATIMETRÍA		
Cañón de Ometepec	1,113,532 ha	30%	Profundidad Máxima	-5,469 m	
			Profundidad Mínima	-202 m	
			Profundidad Promedio	-3,079 m	
ÍNDICE DE POSICIÓN BATIMÉTRICA			ÍNDICE DE RUGOSIDAD BATIMÉTRICA		
Cordillera o Inicio del Talud	183,864 ha	17%	Alto	231,041 ha	21%
Talud	371,520 ha	33%	Medio	32,739 ha	3%
Cañón o Término del Talud	289,130 ha	26%	Bajo	3,306 ha	0%
Planicie	269,018 ha	24%	Muy Bajo	846,446 ha	76%
GEOMORFOLOGÍA			SEDIMENTOLOGÍA		
Plataforma continental	4,119 ha	0%	Arena	8,341 ha	1%
Talud continental	424,722 ha	38%	Lodo	1,105,192 ha	99%
Trinchera	684,692 ha	62%			
ZONIFICACIÓN POR PROFUNDIDAD			FLUJO DE NUTRIENTES (CARBONO) (A partir de los 500 m de profundidad)		
Plataforma continental (de 0 a – 200 m)	6,699 ha	1%	Bajo 0 a 0.5 mmol C m <sup>-2</sup> d <sup>-1</sup>	-	-
Batial superior (de - 200 a - 800 m)	100,255 ha	9%	Medio 0.5 a 2.5 mmol C m <sup>-2</sup> d <sup>-1</sup>	-	-
Batial inferior (de - 800 a - 2,000 m)	268,619 ha	24%	Alto 2.5 a 10 mmol C m <sup>-2</sup> d <sup>-1</sup>	1,103,186 ha	99%
Abisal superior (de - 2,000 a - 3,500 m)	235,763 ha	21%	No Determinado:	10,346 ha	1%
Abisal inferior ( de - 3,500 a - 6,500 m)	502,196 ha	45%	COSTOS PARA EL ANÁLISIS MARXAM		
Hadal (>6500 m)	-	-			
ELEMENTOS DEL RELIEVE			Superficie con posible presencia nódulos polimetálicos	-	-
Montañas Submarinas Verificadas:		-	Promedio de clorofila superficial representando posible intensidad de pesquerías	0.63 mg/m <sup>3</sup>	Alto
Montañas Submarinas No Verificadas:		-	Índice de intensidad de tránsito de embarcaciones	10.55	Muy bajo
Cañones y valles en talud continental			32,974 ha	3%	
Cañones y valles en trinchera			24,918 ha	2%	
Rasgos submarinos			Cañón de Ometepec		
ESTRATOS DE PLANIFICACIÓN UTILIZADOS PARA EL ANÁLISIS MARXAM					

Plataforma del Pacífico Transicional Mexicano Batial Superior	2,741 ha	0%
Talud del Pacífico Transicional Mexicano Batial Superior	102,823 ha	9%
Talud del Pacífico Transicional Mexicano Batial Inferior	251,802 ha	23%
Trinchera Mesoamericana Batial Inferior	19,200 ha	2%
Trinchera Mesoamericana Abisal Superior	211,328 ha	19%
Talud del Pacífico Transicional Mexicano Abisal Superior	21,151 ha	2%
Trinchera Mesoamericana Abisal Inferior	468,403 ha	42%
Planicie y montañas submarinas del Pacífico Transicional Mexicano Abisal Inferior	36,085 ha	3%

Polígono: Dorsal de Tehuantepec			Superficie Total: 2'847,152.09 ha		Clave: 10
GAP Marino: Dorsal de Tehuantepec					
NOMBRE DE ZONAS NÚCLEO			BATIMETRÍA		
Dorsal de Tehuantepec	1,389,503 ha	49%	Profundidad Máxima	-6,504 m	
			Profundidad Mínima	-200 m	
			Profundidad Promedio	-3,370 m	
ÍNDICE DE POSICIÓN BATIMÉTRICA			ÍNDICE DE RUGOSIDAD BATIMÉTRICA		
Cordillera o Inicio del Talud	74,092 ha	5%	Alto	404,606 ha	29%
Talud	197,608 ha	15%	Medio	152,235 ha	11%
Cañón o Término del Talud	115,865 ha	8%	Bajo	166,261 ha	12%
Planicie	1,001,939 ha	72%	Muy Bajo	666,401 ha	48%
GEOMORFOLOGÍA			SEDIMENTOLOGÍA		
Dorsal	528,509 ha	38%	Arcilla	672,684 ha	48%
Talud continental	445,968 ha	32%	Arena-limo	167,803 ha	12%
Trinchera	415,026 ha	30%	Lodo	549,016 ha	40%
ZONIFICACIÓN POR PROFUNDIDAD			FLUJO DE NUTRIENTES (CARBONO) (A partir de los 500 m de profundidad)		
Plataforma continental (de 0 a – 200 m)	18,071 ha	1%	Bajo 0 a 0.5 mmol C m <sup>-2</sup> d <sup>-1</sup>	-	-
Batial superior (de - 200 a - 800 m)	81,468 ha	6%	Medio 0.5 a 2.5 mmol C m <sup>-2</sup> d <sup>-1</sup>	-	-
Batial inferior (de - 800 a - 2,000 m)	203,687 ha	15%	Alto 2.5 a 10 mmol C m <sup>-2</sup> d <sup>-1</sup>	1,389,503 ha	100%
Abisal superior (de - 2,000 a - 3,500 m)	263,657 ha	19%	No Determinado:	-	-
Abisal inferior ( de - 3,500 a - 6,500 m)	822,577 ha	59%	COSTOS PARA EL ANÁLISIS MARXAM		
Hadal (>6500 m)	42 ha	0%			
ELEMENTOS DEL RELIEVE			Superficie con posible presencia nódulos polimetálicos	-	-
Montañas Submarinas Verificadas:		1	Promedio de clorofila superficial representando posible intensidad de pesquerías	0.80 mg/m <sup>3</sup>	Alto
Montañas Submarinas No Verificadas:		-	Índice de intensidad de tránsito de embarcaciones	4.34	Muy bajo

Cañones y valles en talud continental	32,338 ha	2%
Cañones y valles en trinchera	10,257 ha	1%
Rasgos submarinos	Dorsal de Tehuantepec	
ESTRATOS DE PLANIFICACIÓN UTILIZADOS PARA EL ANÁLISIS MARXAM		
Talud de Tehuantepec Batial Superior	64,974 ha	5%
Trinchera Mesoamericana Batial Superior	31,361 ha	2%
Talud de Tehuantepec Batial Inferior	3,758 ha	0%
Trinchera Mesoamericana Batial Inferior	167,020 ha	12%
Trinchera Mesoamericana Abisal Superior	179,630 ha	13%
Planicie y montañas submarinas del Pacífico Transicional mexicano Abisal Superior	119,326 ha	9%
Cordillera de Tehuantepec Abisal Superior	29,085 ha	2%
Planicie y montañas submarinas del Pacífico Transicional mexicano Abisal Inferior	318,923 ha	23%
Trinchera Mesoamericana Abisal Inferior	315,528 ha	23%
Cordillera de Tehuantepec Abisal Inferior	77,109 ha	5%
Cuenca de Guatemala Abisal Inferior	82,790 ha	6%

Polígono: Trinchera Mesoamericana Fosa de Tehuantepec			Superficie Total: 1'744,547.73 ha		Clave: 11
GAP Marino: Trinchera Mesoamericana Tehuantepec					
NOMBRE DE ZONAS NÚCLEO			BATIMETRÍA		
Hadal de Tehuantepec	463,754 ha	27%	Profundidad Máxima	-6,721 m	
			Profundidad Mínima	-4,355 m	
			Profundidad Promedio	-5,706 m	
ÍNDICE DE POSICIÓN BATIMÉTRICA			ÍNDICE DE RUGOSIDAD BATIMÉTRICA		
Cordillera o Inicio del Talud	2,787 ha	1%	Alto	117,446 ha	25%
Talud	183,242 ha	39%	Medio	6,700 ha	2%
Cañón o Término del Talud	141,779 ha	31%	Bajo	5,400 ha	1%
Planicie	135,946 ha	29%	Muy Bajo	334,208 ha	72%
GEOMORFOLOGÍA			SEDIMENTOLOGÍA		
Planicie abisal	30,411 ha	7%	Lodo	463,754 ha	100%
Talud continental	14,730 ha	3%			
Trinchera	418,613 ha	90%			
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 <sup>-2</sup> d <sup>-1</sup>	-	-
Batial superior (de - 200 a - 800 m)	-	-	Medio 0.5 a 2.5 mmol C m <sup>-2</sup> d <sup>-1</sup>	-	-
Batial inferior (de - 800 a - 2,000 m)	-	-	Alto 2.5 a 10 mmol C m <sup>-2</sup> d <sup>-1</sup>	463,754 ha	100%
Abisal superior (de - 2,000 a - 3,500 m)	-	-	No Determinado:	-	-
Abisal inferior ( de - 3,500 a - 6,500 m)	444,804 ha	96%	COSTOS PARA EL ANÁLISIS MARXAM		
Hadal (>6500 m)	18,950 ha	4%			
ELEMENTOS DEL RELIEVE			Superficie con posible presencia nódulos polimetálicos	-	-
Montañas Submarinas Verificadas:		-	Promedio de clorofila superficial representando	0.61 mg/m <sup>3</sup>	Alto

		posible intensidad de pesquerías		
Montañas Submarinas No Verificadas:	-	Índice de intensidad de tránsito de embarcaciones	1.58	Muy bajo
Cañones y valles en trinchera		7,504 ha	2%	
ESTRATOS DE PLANIFICACIÓN UTILIZADOS PARA EL ANÁLISIS MARXAM				
Trinchera Mesoamericana Abisal Inferior		463,754 ha	100%	