



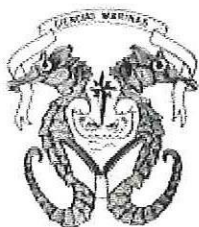
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA

FACULTAD DE CIENCIAS MARINAS

INSTITUTO DE INVESTIGACIONES OCEANOLÓGICAS

ESTRUCTURA DE EVALUACIÓN Y SEGUIMIENTO DEL IMPACTO
AMBIENTAL PARA EL DESARROLLO DE ARRECIFES ARTIFICIALES.
CASO DE ESTUDIO: BAHÍA DE LA PAZ, B.C.S.”

TESIS



QUE PARA OBTENER EL GRADO DE
MAESTRO EN CIENCIAS EN
OCEANOGRAFÍA COSTERA



Presenta:

OCEAN. CARLOS FRANCISCO PEYNADOR SÁNCHEZ

Ensenada, Baja California, mayo de 2002



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA

FACULTAD DE CIENCIAS MARINAS

INSTITUTO DE INVESTIGACIONES OCEANOLÓGICAS

“ESTRUCTURA DE EVALUACIÓN Y SEGUIMIENTO DEL IMPACTO
AMBIENTAL PARA EL DESARROLLO DE ARRECIFES ARTIFICIALES.
CASO DE ESTUDIO: BAHÍA DE LA PAZ, B.C.S.”

TESIS



QUE PARA OBTENER EL GRADO DE
MAESTRO EN CIENCIAS EN
OCEANOGRAFÍA COSTERA



Presenta:

OCEAN. CARLOS FRANCISCO PEYNADOR SÁNCHEZ

Aprobada por:

M.C. Concepción Arredondo García
DIRECTORA DE TESIS

Dr. Roberto R. Enríquez Andrade
SINODAL

M.C. José Luis Fermán Almada
SINODAL

Ensenada, Baja California, mayo de 2002

A MIS PADRES Y A MI HERMANO

AGRADECIMIENTOS

- ❑ Universidad Autónoma de Baja California: Facultad de Ciencias Marinas, Instituto de Investigaciones Oceanológicas.
- ❑ Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología.
- ❑ M.C. Concepción Arredondo García.
- ❑ M.C. José Luis Fermán Almada.
- ❑ Dr. Roberto Enríquez Andrade.
- ❑ Pronatura Península Baja California (Dr. Rubén Lara Lara, M.C. Gustavo Danemann).
- ❑ Lorax Consultores, S.A. de C.V. (Ocean. Williard Ferrer, Ocean. Marina Alvarado, Ocean. Jorge Olivos).
- ❑ M.C. Fernando Oropeza, P. Ocean. Miguel Méndez, P. Ocean. Ignacio Escalante, P. Ocean. Jesús Terrazas.
- ❑ M.C. Jorge Fonseca, M.C. Sinhué Torres, M.C. Fabián Rodríguez, M.C. Pedro Medina.
- ❑ L.D.T. Aline Monroy
- ❑ Ing. Hernán Martínez, Dra. Margarita Cervantes, Ocean. Roberto Quero, Ocean. Octavio Telles, M.C. Christian Appendini, Ocean. Alejandro Alba, Ocean. Verónica Hernández, M.C. Carlos Gutiérrez, Ocean. Selene Cruz, Sr. Héctor Pérez, Ocean. Jorge Reyes, M.C. Nancy Ramírez, M.C. Eduardo Talamás, M.C. Gilberto Enríquez, M.C. Antonio Cruz Varela, Dr. David Fischer y Dr. Antonio Martínez Alcalá. Una disculpa a los omitidos (si es que los hay).

“ESTRUCTURA DE EVALUACIÓN Y SEGUIMIENTO DEL IMPACTO AMBIENTAL PARA EL DESARROLLO DE ARRECIFES ARTIFICIALES. CASO DE ESTUDIO: BAHÍA DE LA PAZ, B.C.S.”

RESUMEN

En las últimas décadas, los estudios de impacto ambiental se han constituido como una de las principales herramientas de evaluación para determinar la viabilidad de un proyecto desde el punto de vista ambiental. Debido al enfoque holístico que necesariamente debe tener un estudio de este tipo, a las limitaciones de tiempo y presupuesto, y a las características particulares de cada proyecto que se evalúa, es necesario contar con una estructura general de evaluación y seguimiento de los impactos ambientales que haga las veces de términos de referencia. Estos términos facilitan la elaboración de los estudios y coadyuvan a la obtención de resultados más confiables. En el presente trabajo, se desarrolla la estructura metodológica para la evaluación y seguimiento de impactos ambientales relacionados con la instalación y el desarrollo de arrecifes artificiales mediante el hundimiento de embarcaciones. La estructura se aplica a un caso de estudio consistente en la evaluación de impacto y el correspondiente seguimiento del proyecto de creación de arrecifes artificiales en La Paz, B.C.S (1999). La documentación de los procedimientos llevados a cabo para este proyecto permitió establecer una metodología válida que puede utilizarse de referencia para futuros proyectos. En la evaluación de impacto ambiental (EIA) se identificaron 7 impactos negativos y 7 positivos. La mayoría de los impactos que se predijeron ocurrieron efectivamente tras la realización del proyecto. De la EIA se concluyó que la instalación de los arrecifes artificiales no causaría impactos negativos importantes al medio natural ni al sistema social y económico de la zona y que el flujo de beneficios que representan los impactos positivos identificados, sobrepasaría en gran medida los perjuicios que pudieran derivarse de los impactos negativos. Del análisis de seguimiento se concluyó que mediante la EIA se predijeron los principales impactos ambientales pero que no todos los impactos predichos ocurrieron; que la EIA solo predijo los impactos de manera cualitativa pero no realizó ninguna predicción cuantitativa que permitiera establecer umbrales de afectación, y que es necesario establecer indicadores cuantitativos para las variables ambientales que así lo permitan. El trabajo propone el establecimiento de términos de referencia para las etapas de planeación, realización y evaluación tanto de proyectos de instalación de arrecifes artificiales como de su correspondiente EIA incluyendo el tipo de variables que deben ser medidas.

INDICE

I.	INTRODUCCIÓN.....	1
II.	ANTECEDENTES	3
II.1.	ANTECEDENTES HISTÓRICOS DE LA INSTALACIÓN DE ARRECIFES ARTIFICIALES	3
II.2.	INSTALACIÓN DE ARRECIFES ARTIFICIALES EN MÉXICO	4
II.3.	ESTRUCTURA Y SEGUIMIENTO DE LAS EVALUACIONES DE IMPACTO AMBIENTAL	5
III.	OBJETIVOS	6
III.1.	OBJETIVO GENERAL	6
III.2.	OBJETIVOS PARTICULARES	6
IV.	MÉTODO.....	7
IV.1.	MARCO CONCEPTUAL.....	7
IV.2.	ESTRUCTURA DE LA EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL.....	10
IV.3.	ESTRUCTURA DE SEGUIMIENTO DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES	12
IV.4.	CASO DE ESTUDIO.....	14
V.	CASO DE ESTUDIO: ARRECIFES EN BAHÍA DE LA PAZ.....	15
V.1.	LOCALIZACIÓN Y DESCRIPCIÓN GENERAL DE LOS SITIOS DE ESTUDIO	15
V.2.	DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROYECTO	16
V.3.	DESCRIPCIÓN DE LOS ATRIBUTOS AMBIENTALES	25
VI.	RESULTADOS	40
VI.1.	RESULTADOS DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	40
VI.2.	ESTRUCTURA DE SEGUIMIENTO DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL.....	54
VII.	DISCUSIONES	65
VII.1.	DISCUSIONES DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	65
VII.2.	ESTRUCTURA DE SEGUIMIENTO DE LA EIA.....	66
VII.3.	CUMPLIMIENTO DE LOS OBJETIVOS DE LA INSTALACIÓN DE AA	69
VII.4.	DISCUSIONES GENERALES	70
VIII.	CONCLUSIONES.....	72
VIII.1.	ESTRUCTURA DE EVALUACIÓN DE IMPACTOS.....	72
VIII.2.	ESTRUCTURA DE SEGUIMIENTO DE LA EIA	72
VIII.3.	PROYECTO DE INSTALACIÓN DE AA. CASO DE ESTUDIO EN LA PAZ, B.C.S.....	72
IX.	PROPUESTA DE ESTRUCTURA DE EVALUACIÓN Y SEGUIMIENTO PARA EL DESARROLLO DE PROYECTOS DE INSTALACIÓN DE AA.....	73
IX.1.	ELEMENTOS PARA LA PLANEACIÓN Y EL DESARROLLO DE PROYECTOS DE AA	73
IX.2.	PROPUESTA DE ESTRUCTURA Y SEGUIMIENTO PARA LA REALIZACIÓN DE LAS EIA.....	75
X.	BIBLIOGRAFÍA.....	76

LISTA DE TABLAS

Tabla I.- Manifestaciones de impacto ambiental sometidas al INE para la instalación de arrecifes artificiales mediante el hundimiento de embarcaciones.	4
Tabla II.- Criterios de valoración de impactos ambientales.....	11
Tabla III.- Expertos consultados en el sector académico (septiembre 2001).....	13
Tabla IV.- Informantes claves entrevistados (septiembre de 2001).....	14
Tabla V.- Criterios utilizados para la selección y evaluación de sitios potenciales y su correspondiente escala de medición.	21
Tabla VI.- Evaluación y jerarquización de sitios potenciales.....	22
Tabla VII.- Permisos requeridos para el hundimiento	23
Tabla VIII.- Programa de Trabajo.	23
Tabla IX.- Tormentas tropicales en las inmediaciones de la Bahía de la Paz, B.C.S.	26
Tabla X.- Tamaño de grano del sedimento de fondo en el área de estudio	30
Tabla XI.- Planos de mareas para la BLP	31
Tabla XII.- Corriente neta y máxima a cinco alturas sobre el fondo en cm/seg (Promedio de 28 días).	33
Tabla XIII.- Datos estadísticos de la serie de tiempo de corrientes a 1.8 m del fondo, en el Islote Ballena.	33
Tabla XIV.- Riesgos naturales en la zona de estudio.....	42
Tabla XV.- Indicadores de impacto (Atributos ambientales)	43
Tabla XVI.- Análisis de las demandas socio-económicas generadas por el proyecto.	44
Tabla XVII.- Impactos determinados	46
Tabla XVIII.- Clasificación de impactos	47
Tabla XIX.- Relación Actividades-impactos-atributos.....	48
Tabla XX.- Resumen de la evaluación de impactos.....	48
Tabla XXI.- Evaluación de los impactos descritos en el EIA.....	64

LISTA DE FIGURAS

Figura 1.- Diagrama de flujo de la estructura de evaluación de impacto ambiental.....	8
Figura 2.- Diagrama de flujo de la estructura de seguimiento de los impactos ambientales	9
Figura 3.- Localización de las áreas de estudio	17
Figura 4.- Localización de los 19 sitios evaluados	20
Figura 5.- Mapa geológico de las islas Espíritu Santo y La Partida	27
Figura 6.- Batimetría del sitio Catedral	29
Figura 7.- Batimetría del sitio Islote Ballena	30
Figura 8.- Matriz de evaluación de impactos	45
Figura 9.- Secuencia del hundimiento del barco LAPAS 03 el 19 de noviembre de 1999.....	56
Figura 10.- Hundimiento del barco Fang Ming el 18 de noviembre de 1999	57
Figura 11.- Escaleras de la cubierta del Fang Ming. Antes de su hundimiento (a) y un año después (b) en noviembre de 2000	58
Figura 12.- Armazón de soporte del techo de la cubierta del barco Fang Ming antes del hundimiento (a) y un año después del hundimiento.....	59
Figura 13.- Comunidades de peces arrecifales en el pecio formado tras el hundimiento del Fang Ming (Noviembre de 2000)	60
Figura 14.- Opiniones respecto al valor de los AA (septiembre de 2001).....	61
Figura 15.- Opiniones respecto a los posibles efectos de los AA en la reducción de los impactos sobre los arrecifes naturales (septiembre 2001)	62
Figura 16.- Frecuencia de visitas a los AA por empresas de buceo que operan en el área (septiembre 2001)	62

ANEXOS

Anexo I	Resultados del taller para identificación y priorización de sitios.
Anexo II	Programa de trabajo, materiales, equipo y personal utilizados en el proyecto.
Anexo III	Plan de operación de los arrecifes.
Anexo IV	Medidas de seguridad.
Anexo V	Listados de especies.
Anexo VI	Información socioeconómica.
Anexo VII	Cuestionarios aplicados a informantes claves

ACRÓNIMOS UTILIZADOS EN EL TEXTO

AA	Arrecifes Artificiales
BCS	Baja California Sur
BLP	Bahía de La Paz
CIBNOR	Centro de investigaciones Biológicas del Noroeste
DGOEIA	Dirección General de Ordenamiento Ecológico e Impacto Ambiental
EIA	Evaluación de Impacto Ambiental
EUA	Estados Unidos de América
IES	Isla Espíritu Santo
EUA	Estados Unidos de América
INE	Instituto Nacional de Ecología
INEGI	Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática
MIA	Manifestación de Impacto Ambiental
OBMC	Operadores de Buceo del Mar de Cortés
PEA	Población económicamente activa
SEMARNAP	Secretaría de Medio ambiente, recursos naturales y Pesca (Ahora SEMARNAT)
SEMARNAT	Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (Antes SEMARNAP)
SEP	Secretaría de Educación Pública
SM	Secretaría de Marina

I. INTRODUCCIÓN

La instalación de arrecifes artificiales (AA) se ha convertido en una importante y popular técnica para el manejo de los recursos naturales marinos. Se piensa que los AA favorecen la pesca mediante la concentración de peces e incrementan en general la producción de recursos bióticos (Bohnsack y Sutherland, 1985). Si bien la instalación de AA obedece a diversos propósitos entre los que se incluyen la protección costera y el control de erosión, el principal motivo para su implementación es generalmente el mejoramiento de los recursos bióticos; particularmente, con interés las pesquerías. Sin embargo, en fechas recientes se les ha empezado a considerar como una alternativa viable para la recuperación de ecosistemas en deterioro o bien como una alternativa al uso directo de arrecifes naturales.

En términos generales, un arrecife artificial se genera al hundir en el mar una estructura creada por el hombre, la cual con el tiempo se convierte en parte del ecosistema local al ofrecer un sustrato para la fijación y refugio de especies de flora y fauna marinas. Con diversos beneficios ambientales y económicos potenciales, la instalación de arrecifes artificiales a escala mundial se ha incrementado; no sólo para mantener la diversidad biológica local, sino también para aliviar la presión ejercida por las actividades humanas sobre arrecifes naturales y diversificar las actividades económicas del área (por ejemplo, mediante el buceo recreativo).

Las evaluaciones de impacto ambiental (EIA) son uno de los principales instrumentos que las legislaciones ambientales de la mayoría de los países establecen para determinar las posibles afectaciones de una actividad humana sobre el ambiente. Por ello, la estructura para la evaluación y seguimiento de los impactos ambientales ha sido sujeto de numerosos análisis. Sin embargo, dado que los métodos de evaluación de impacto generalmente son adaptados para cada proyecto, el análisis de la estructura y seguimiento de las EIA es una problemática recurrente en cada tipo de proyecto. En el caso de la instalación de AA no se cuenta con un planteamiento completo de este análisis por lo que existe un vacío en la planeación, realización y seguimiento de este tipo de EIA en México. Este trabajo plantea la estructura y el seguimiento de la evaluación de impacto ambiental de la instalación de AA. Para llevar a cabo este análisis se toma como caso de estudio el proyecto de instalación de AA en Bahía de La Paz, B.C.S. promovido por Pronatura, A.C.

Los arrecifes naturales ubicados en las inmediaciones de la Bahía de La Paz (BLP) han sufrido el impacto de su uso como atractivo turístico. Debido a la dinámica de la actividad turística en el sitio, existe una presión constante sobre este recurso natural. Si bien el buceo

recreativo no implica una extracción de recursos o un uso consuntivo propiamente dicho, la actividad genera diversos impactos sobre las comunidades de los arrecifes (Anclaje de embarcaciones, ruptura de estructuras coralinas, pequeños derrames de combustibles etc.).

Una posible opción para aliviar la presión sobre estos ecosistemas sin demeritar los beneficios económicos de las actividades turísticas es la instalación AA que puedan ser utilizados para el buceo recreativo. Los AA pueden representar también un centro de refugio y alimentación de las especies de la región.

Si bien se han realizado diversos proyectos de instalación de AA en México, hasta la que se realizó el proyecto de los AA de BLP no se había sentado un precedente legal y metodológico de los estudios requeridos para la realización de proyectos de este tipo.

La documentación de los procedimientos llevados a cabo para este proyecto permite establecer una metodología válida que puede utilizarse de referencia para futuros proyectos. Así mismo, la evaluación de las predicciones realizadas en el Estudio de Impacto Ambiental (EIA) con relación a los impactos generados permitiría contar con un método confiable para la evaluación ambiental de este tipo de proyectos. En caso de que las predicciones del EIA no fueran validadas, esto sentará un precedente para la discusión de los métodos empleados.

Lo anterior cobra mayor relevancia en tanto que la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) se encuentra interesada actualmente en la elaboración de términos de referencia para la instalación de AA y que diversas organizaciones tienen interés en establecer programas a largo plazo para la instalación de AA (Lara-Lara, com. pers.).

Otra razón de la importancia de documentar y establecer los procedimientos para la instalación de AA es que bajo el argumento de realizar un proyecto de mejoramiento ambiental e impulso a las actividades subacuáticas, se realizan hundimientos de diversas estructuras cuya finalidad real es disponer desechos en el ambiente marino.

II. ANTECEDENTES

II.1. Antecedentes históricos de la instalación de arrecifes artificiales

Los primeros estructuras para AA que se pusieron en aguas marinas fueron desarrolladas sin inquietudes explícitas de manejo en mente. El desarrollo de estos AA fue una respuesta de los pescadores al decremento de las pesquerías en áreas que anteriormente eran productivas (Christian, 1998). Este fue el caso en las costas de la isla Awaji al sur de Kobe, Japón a finales de 1700 y principios de 1800 donde los pescadores japoneses construyeron estructuras largas de madera, les añadieron bambú y estacas para posteriormente hundirlas con bolsas de arena a profundidades de 20 brazas (aproximadamente 36 metros) a fin de remplazar un barco hundido que había proporcionado una pesquería productiva hasta que se deterioró (Ino, 1974). En Estados Unidos de América (EUA) ocurrieron situaciones similares. En este país, el primer ejemplo documentado de AA se remonta a la década de 1830 cuando se usaron troncos para construir refugios de madera que se llevaban flotando al sitio deseado para ser lastrados con rocas u otros materiales pesados. Estas estructuras fueron usadas para remplazar árboles caídos en las aguas costeras de Carolina del Sur y que habían sido campos de pesca muy productivos de Sargo (*Archosargus probatocephalus*) hasta que los árboles se descompusieron (Stone, 1974).

Por los antecedentes antes citados, hasta hace algunos años, la construcción de AA y consecuentemente la investigación al respecto, se centró principalmente en EUA y Japón. La mayoría de los AA en EUA han sido contruidos por organizaciones privadas, gobiernos locales o particulares; generalmente, con presupuestos reducidos y escaso financiamiento gubernamental (Stone, 1974, 1982). Tradicionalmente, en este país se ha hecho gran énfasis en el uso de material de desecho y trabajo voluntario. El propósito de crear la mayoría de estos arrecifes ha sido mejorar la pesca recreativa (Boonsack y Sutherland, 1985). En el caso de Japón se ha tenido un enfoque marcadamente distinto. Financiados principalmente por el gobierno, la mayoría de los arrecifes artificiales han sido contruidos para el uso comercial y se han diseñado cuidadosamente evitando el uso de materiales de deshecho. No se ha documentado de manera detallada la evolución de los AA en otros países. Sin embargo, actualmente existen organizaciones con amplia estructura cuyo objetivo fundamental es la instalación de AA en cualquier parte del mundo. Tal es el caso de la organización civil canadiense Coral Reef Society.

A finales de la década de 1970 y principios de la de 1980, se inició un período de creciente

interés por la instalación y manejo de AA. Así mismo, se acentuó la preocupación en todo el mundo acerca del vertimiento de desechos en el ambiente marino. Un AA podría utilizarse para maximizar las pesquerías y mejorar el ecosistema marino pero podría también usarse como una excusa para el vertimiento de desechos (Christian, 1998).

II.2. Instalación de arrecifes artificiales en México

Si bien en México existen numerosos AA que se han formado alrededor de pecios o estructuras hundidas accidentalmente, no ha sido hasta años recientes que se han tomado iniciativas para la creación intencional de AA. Los materiales utilizados varían desde carrocerías de automóviles, arreglos de llantas usadas, estructuras de concreto y embarcaciones en desuso. La creación de AA mediante el hundimiento de embarcaciones ha cobrado auge en los últimos años a nivel mundial y México no se ha sustraído a esta tendencia ya que se han realizado en los últimos años varios proyectos de este tipo en el país. En la Tabla I se presentan los proyectos de instalación de AA mediante el hundimiento de embarcaciones que se encuentran documentados y para los cuales se ha realizado una Manifestación de Impacto Ambiental (MIA).

Tabla I.- Manifestaciones de impacto ambiental sometidas al INE para la instalación de arrecifes artificiales mediante el hundimiento de embarcaciones.

Nombre del proyecto	Promoviente	Ubicación	Fecha de ingreso	Resolución	Clave INE
Creación de arrecifes artificiales en la Bahía de La Paz, B.C.S.	Pronatura, A.C	La Paz, BCS.	30-SEP-1999	Autorizado	03BS99T0017
Hundimiento del barco C-53 tipo dragaminas en el Parque Marino Nacional Arrecifes de Cozumel	Parque Nacional Marino "Arrecifes de Cozumel"	Cozumel, Q. Roo.	23-MAYO-2000	Autorizado	23QR2000T0024
Hundimiento del barco cañonero # 58 Tipo dragaminas en aguas del caribe mexicano para formación de un arrecife artificial	Parque Marino Nacional Costa Occidental de Isla Mujeres	Benito Juárez Q. Roo.	16-MAYO-2000	Autorizado	23QR2000T0022
Hundimiento del barco cañonero # 58 Tipo dragaminas en aguas del Caribe Mexicano para formación de un arrecife artificial	Parque Nacional Marino P.C.P. Nizuc	Isla Mujeres Q. Roo.	11-MAYO-200	Autorizado	23QR2000TD059
Hundimiento del cañonero C-50 en el Parque Nacional Arrecifal Veracruzano	Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano, CNANP	Región marina, Golfo de México	02-MAYO-2001	Autorizado	30VE2001T0008
HA2K. "Hundimiento Acapulco 2001"	Acapulco Promotora Marítima, A.C.	Acapulco, Gro.	13-FEB-2001	No Autorizado	12GE2001TD005

Fuente: Página de Internet del Instituto Nacional de Ecología (INE) www.ine.gob.mx

Como se puede observar en la Tabla I todos los proyectos han contado con la autorización del INE excepto el proyecto "HA2K Hundimiento Acapulco 2001". Este proyecto fue rechazado inicialmente por las deficiencias en la integración de la MIA (Zapata, com. pers., 2001). Si bien este proyecto aparece actualmente en la página del INE como "Autorizado condicionado" el hundimiento se realizó sin la autorización correspondiente.

II.3. Estructura y seguimiento de las Evaluaciones de Impacto ambiental

Las evaluaciones de impacto ambiental (EIA) son una herramienta frecuentemente utilizada en la planeación y evaluación de proyectos y su uso ha sido adoptado dentro de la reglamentación de muchos países así como por diversas agencias internacionales. Las EIA han evolucionado desde simples evaluaciones y predicciones de la contaminación provocada por un proyecto, hasta amplios estudios que requieren considerar todos los aspectos involucrados en un proyecto bajo un enfoque holístico (Jensen, 1998).

A partir de finales de la década de 1980 se ha generado en México todo un esquema normativo encaminado a la protección de los recursos naturales y la prevención de la contaminación. Uno de los instrumentos de gestión ambiental más utilizados y documentados es la evaluación de impacto ambiental. La Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA) en su artículo tercero fracción XX define la EIA como "El procedimiento a través del cual la Secretaría establece las condiciones a que se sujetará la realización de obras y actividades que puedan causar desequilibrio ecológico o rebasar los límites y condiciones establecidas en las disposiciones aplicables para proteger el ambiente y preservar y restaurar los ecosistemas, a fin de evitar o reducir al mínimo sus efectos negativos sobre el ambiente". Así mismo, define el documento denominado Manifestación de Impacto Ambiental (MIA) como "El documento mediante el cual se da a conocer, con base en estudios, el impacto ambiental, significativo y potencial que generaría una obra o actividad, así como la forma de evitarlo o atenuarlo en caso que sea negativo".

Así pues la LGEEPA define todas las obras y actividades que previa a su realización deberán realizar la EIA e integrar una MIA. En el caso particular de la instalación de AA, solo se han realizado 5 MIA, siendo el de la instalación de AA en BLP el primer MIA realizado en México para este tipo de proyectos.

III. OBJETIVOS

III.1. Objetivo general

Definir una estructura metodológica para la evaluación y seguimiento de los impactos ambientales que ocasiona la instalación de Arrecifes Artificiales mediante el hundimiento de embarcaciones en desuso.

III.2. Objetivos particulares

Desarrollar una estructura metodológica para la evaluación de los impactos ambientales de la instalación de AA.

Desarrollar una estructura metodológica para el seguimiento de los impactos ambientales de la instalación de AA.

Aplicar las estructuras metodológicas desarrolladas al caso de estudio de los AA de Bahía de La Paz, B.C.S.

IV. MÉTODO

IV.1. Marco conceptual

El proceso de evaluación de impacto ambiental involucra diversos conceptos incluyendo la identificación, medición, interpretación y descripción de los impactos. Por ello, existen muchas técnicas entre las que destacan: a) Métodos "*ad hoc*", que proporcionan una guía mínima de los impactos totales de un proyecto y la naturaleza general de estos posibles impactos; b) Métodos de superposición, que generalmente se basan en un grupo de mapas de las características ambientales de la zona del proyecto (físicas, sociales, ecológicas, estéticas, etc.). Estos mapas son superpuestos para obtener una caracterización del medio ambiente en el área del proyecto. Así, los impactos son identificados al destacarse las características del medio impactadas dentro de los límites del proyecto. Este método permite presentar gráficos donde se identifican los tipos de impactos y las áreas afectadas; c) Listas de revisión, que combinan generalmente una lista de los posibles aspectos del medio que pueden ser impactados; d) métodos de red, que se desarrollan a partir de una lista de las actividades del proyecto para crear una red constituida con cadenas de causas y efectos; y e) métodos matriciales que básicamente construyen una matriz a partir de una lista de las actividades involucradas en el proyecto en combinación con un listado de atributos ambientales o características del medio identificando todas las interacciones entre cada actividad y cada atributo. Las entradas de cada celda pueden ser tanto estimaciones cualitativas como cuantitativas de estas relaciones causa-efecto. También, se han combinado con esquemas de distribución de ponderaciones para obtener el puntaje de impacto total.

Independientemente de la técnica utilizada, es necesario contar con una estructura integral que contemple los métodos de evaluación y seguimiento de los impactos. Esta estructura metodológica requiere diseñarse de manera específica para cada tipo de proyecto. En este caso, se presenta para la evaluación y seguimiento de los impactos producidos por la instalación de AA mediante el hundimiento de embarcaciones en desuso acondicionadas para tal fin. El método descrito a continuación desarrolla esta estructura metodológica para posteriormente aplicarla a un caso de estudio.

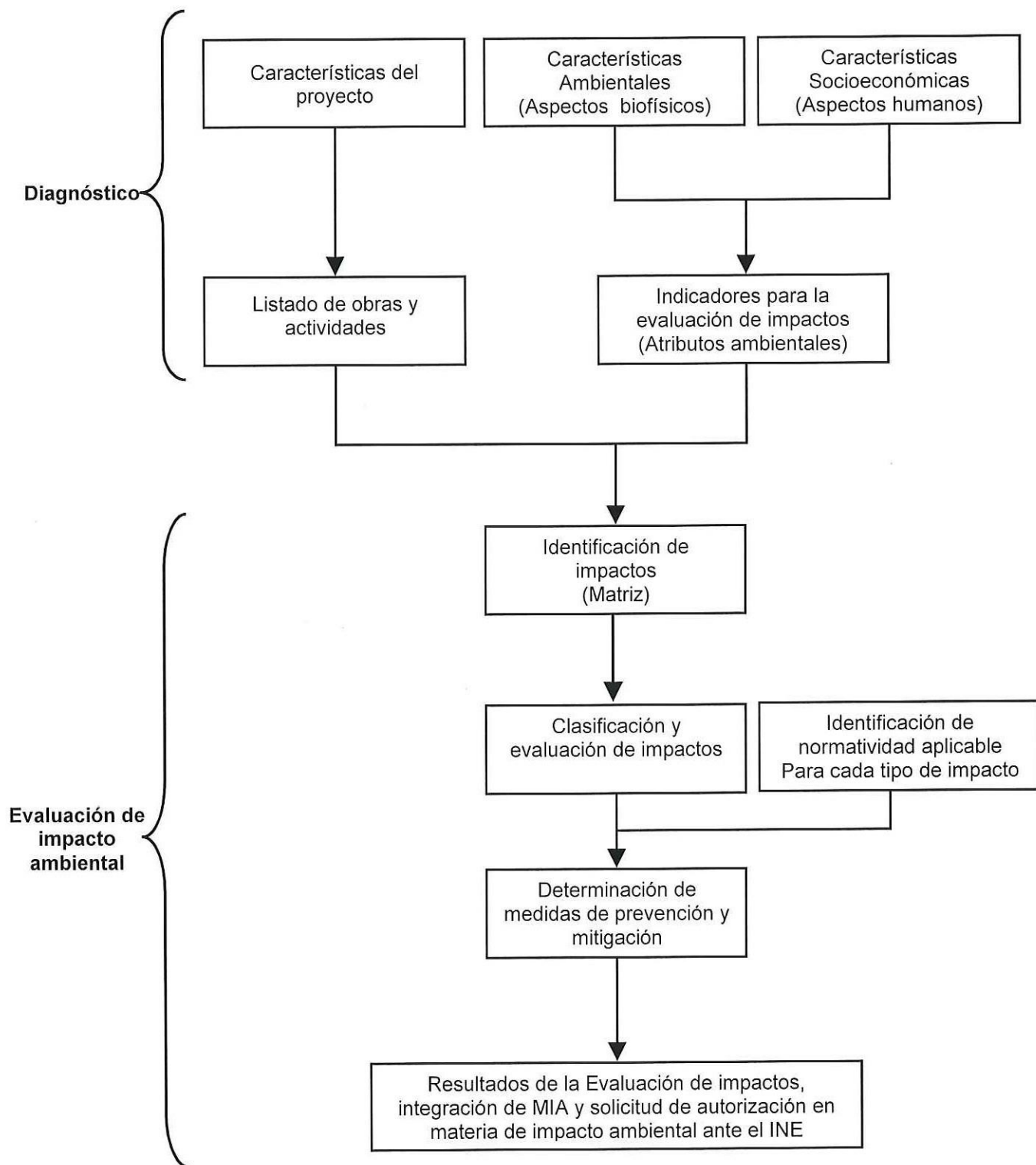


Figura 1.- Diagrama de flujo de la estructura de evaluación de impacto ambiental

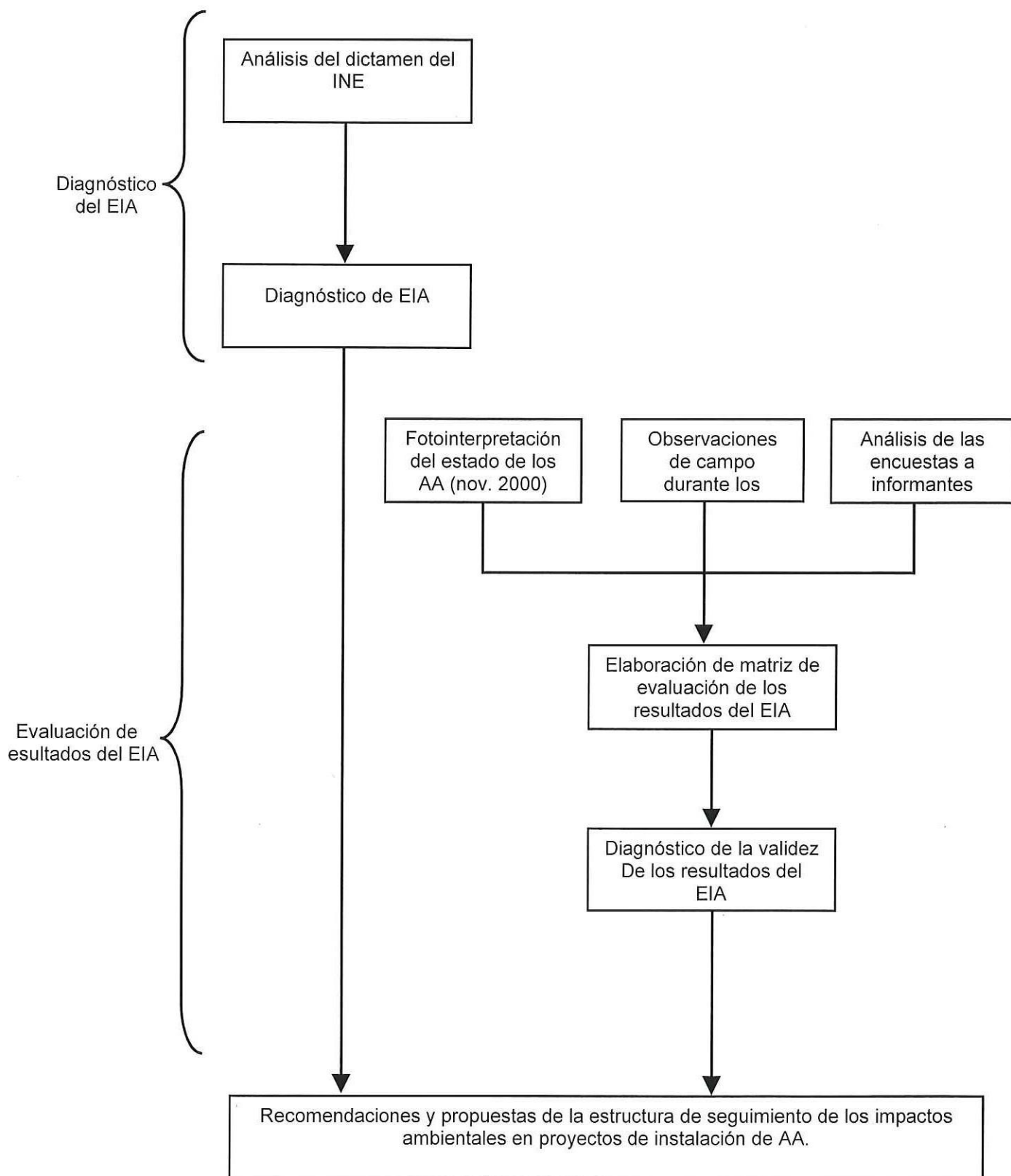


Figura 2.- Diagrama de flujo de la estructura de seguimiento de los impactos ambientales

IV.2. Estructura de la Evaluación de Impacto Ambiental

A diferencia del común denominador de los proyectos, la concepción, objetivos y planes de realización de la actividad evaluada en el caso de estudio, están encaminados al mejoramiento del ambiente. Sin embargo, esto no implica que el proyecto sujeto a evaluación no tuviera el potencial de causar impactos negativos, por lo que se sometió a un análisis similar al que se emplearía en un proyecto de desarrollo. A continuación se describe la metodología que se desarrolló para la estructura de evaluación de impacto ambiental y que es una modalidad de los métodos de matrices:

- Documentación sobre las características y requerimientos del proyecto y desglose del mismo en actividades particulares.
- Investigación de las características físicas y socioeconómicas del área (atributos ambientales).
- Elaboración de un listado de las principales etapas y actividades del proyecto. A partir de este listado, se elaboró la primer columna de la matriz de impactos.
- Identificación de las características más relevantes del medio, a fin de relacionarlas con el listado de atributos ambientales que se presenta en el renglón superior de la matriz de impactos.
- Identificación de los posibles impactos. La identificación se realizó para cada cruce de las columnas y los renglones de la matriz. En cada una de estas casillas se buscaron los posibles impactos que pueden causar las actividades particulares del proyecto en los diferentes atributos ambientales, así como también, los impactos que pudieran tener los atributos ambientales sobre el proyecto y su operación.
- Las intersecciones en las que se encontraron impactos se marcaron con un número consecutivo correspondiente al impacto determinado realizándose una breve descripción del impacto y sus características.
- Cada uno de los impactos determinados se clasificó en una de las siguientes categorías:
 - Impacto positivo: Se refiere a los impactos que propician un mejoramiento o cambio positivo en el atributo ambiental en el que inciden.
 - Impacto Negativo: Son los impactos cuya ocurrencia provoca un deterioro del atributo ambiental y que en consecuencia, requieren de la implementación de

medidas de prevención y/o mitigación.

- Impacto reglamentado: En esta categoría se clasificaron los impactos negativos que por estar ampliamente identificados y documentados, se encuentran contemplados dentro de algún instrumento normativo (Ley, reglamento, norma oficial etc.). Por tal razón, se considera que independientemente de las medidas de prevención y mitigación que se propongan. Los impactos identificados cuentan ya con medidas preestablecidas para su prevención y/o mitigación. Lo cual no significa que dichos impactos no sean negativos, simplemente, se cuenta ya con una medida de mitigación *a priori* adicional a las que se determinen.
- Una vez identificados todos los impactos, se procedió a evaluar para cada uno de ellos, los niveles de significancia y permanencia, conforme a la escala de la Tabla II.
- Posteriormente a la clasificación y evaluación de los impactos, se procedió a elaborar las medidas de prevención y/o mitigación que se proponen para los impactos negativos (incluyendo los reglamentados). En el caso de los impactos positivos, no se propondrán medidas de mitigación por obvias razones
- Como siguiente acción, se elaboró un resumen de los resultados de la evaluación de impactos.

Tabla II.- Criterios de valoración de impactos ambientales

Característica a evaluar	Intervalo	Criterio de clasificación
Significancia	Bajo	El cambio de estado del atributo impactado es difícil de percibir.
	Medio	El cambio de estado del atributo impactado es perceptible, el medio no pierde su viabilidad.
	Alto	El impacto al atributo ocasiona que el medio pierda su viabilidad o equilibrio.
Permanencia	Temporal	La alteración del atributo cesa al cesar la actividad que la ocasiona.
	Permanente	La alteración al atributo permanece aunque la actividad que ocasionó el impacto cese.

- Con base a los resultados expresados en dicho resumen y tomando en cuenta las características tanto con el proyecto como del medio circundante, se procedió a elaborar las conclusiones y recomendaciones del EIA.

Con los resultados del EIA se procedió a la integración del documento denominado Manifestación de Impacto Ambiental (MIA) que fue sometido por Pronatura ante el INE para su evaluación y en su caso para obtener la autorización en materia de impacto ambiental para la realización del proyecto. En la Figura 1 se esquematiza el método utilizado para la identificación, caracterización y clasificación de impactos.

IV.3. Estructura de seguimiento de los impactos ambientales

Una vez desarrollada la estructura de evaluación de impactos, se procedió a elaborar la estructura de seguimiento de dichos impactos. Para determinar si la evaluación de impactos ambientales realizada cumplió con las expectativas de predecir dichos impactos (lo cual es uno de los propósitos del seguimiento) se llevaron a cabo dos actividades principales: Un análisis del dictamen emitido por el Instituto Nacional de Ecología (INE) quien era, en la fecha de presentación del EIA la dependencia responsable de evaluar los estudios de impacto ambiental de jurisdicción federal, y una investigación de los impactos reales consecuencia del proyecto (seguimiento).

Una vez realizadas estas dos actividades, se procedió a elaborar una matriz de evaluación en la que se comparan los impactos predichos mediante el EIA y los impactos reales del proyecto de acuerdo al análisis realizado con las actividades antes descritas.

IV.3.1. Análisis del dictamen del INE

El INE realiza una revisión minuciosa de toda la información contenida en la MIA y en casos especiales (como el presente proyecto) solicita la opinión de expertos en el tema. Así mismo, emite un dictamen donde resuelve acerca de la validez de la EIA. Se analizó el oficio de resolución del INE a fin de conocer la evaluación que la dependencia hizo del EIA así como las opiniones técnicas que solicitó. Para efectos de la valoración de los resultados del EIA se considera la evaluación del INE como una modalidad de consulta a expertos.

IV.3.2. Seguimiento de los impactos reales del proyecto

La investigación de los impactos reales del proyecto resulta compleja debido a que se requiere evaluar los impactos sobre cada uno de los atributos ambientales. Las actividades realizadas para llevara cabo esta verificación fueron las siguientes:

Observaciones de campo durante los hundimientos: En el mes de noviembre de 1999, se realizaron observaciones de campo durante los hundimientos de las embarcaciones, para verificar la ocurrencia de algunos de los impactos predichos en el EIA. Las observaciones se

documentaron mediante fotografías.

Fotointerpretación del estado actual de los AA: En el mes de noviembre de 2000, un año después de realizados los hundimientos, se llevaron a cabo buceos por parte de personal de Pronatura, A.C. para determinar el estado de los AA. Se utilizaron las observaciones y fotografías obtenidas para realizar diagnóstico de lo ocurrido con los AA:

Revisión de las encuestas realizadas a informantes clave: Se analizaron los resultados de la encuesta realizada por López-Espinosa de los Monteros (2001) a informantes clave para evaluar el éxito del proyecto. La encuesta a informantes clave consistió en la aplicación de cuestionarios a las empresas de buceo de la localidad de La Paz (considerados los principales usuarios de los AA), a especialistas del sector académico y a representantes del sector gubernamental y Organizaciones conservacionistas. En la Tabla III se presenta el listado de los especialistas del sector académico a los cuales se les aplicó el cuestionario que se presenta en el anexo VII. En la Tabla IV se presenta el listado de los representantes de los sectores gubernamental y no gubernamental a los que se entrevistó en relación al tema. Finalmente, se aplicó el cuestionario presentado en el anexo VII a 8 de las 10 empresas de buceo de La Paz, BCS.

Tabla III.- Expertos consultados en el sector académico (septiembre 2001)

Experto	Puesto	Institución	Programa/Proyecto/Departamento
1	Investigador	CIBNOR	Programa de recursos pesqueros
2	Investigador	CIBNOR	Programa de recursos pesqueros
3	Investigador	CIBNOR	Programa de recursos pesqueros
4	Investigador	CIBNOR	Programa de recursos pesqueros
5	Director	CRIP La Paz	
6	Jefe de proyecto	CRIP La Paz	Proyecto de pesquerías ribereñas
7	Jefe de proyecto	CRIP La Paz	Programa Langosta
8	Jefe de proyecto	CRIP La Paz	Programa Langosta
9	Jefe de proyecto	CICIMAR-IPN	Pesquerías
10	Jefe de proyecto	CICIMAR-IPN	Comité editorial
11	Jefe de proyecto	CICIMAR-IPN	Recursos arrecifales
12	Jefe de proyecto	CICIMAR-IPN	Pesquerías
13	Jefe de proyecto	CICIMAR-IPN	Dinámica y evaluación de poblaciones
14	Jefe de proyecto	UABCS	Ecología del bentos
15	Coordinador de área	UABCS	Pesquerías
16	Jefe de proyecto	UABCS	Fauna arrecifal

Tabla IV.- Informantes claves entrevistados (septiembre de 2001)

Experto	Puesto	Organización/Institución	Sector
1	Director	SEMARNAT	Gobierno federal
2	Director	Conservación del territorio Insular, A.C.	Organización no gubernamental
3	Director	The Nature Conservancy	Organización no gubernamental
4	Director de promoción	Coordinación estatal de turismo	Gobierno estatal

Con la interpretación de esta información, se realizó la evaluación de los efectos reales del proyecto mismos que se cotejaron con las predicciones del EIA. La Figura 2 esquematiza la estructura de seguimiento de la evaluación de impacto ambiental.

IV.4. Análisis de caso de estudio

La estructura de evaluación y seguimiento desarrollada se aplicó paso por paso en el caso de estudio. De este modo, se logró al mismo tiempo ajustar y validar la estructura metodológica y evaluar el proyecto del caso de estudio. Así mismo, permitió elaborar un listado de recomendaciones para la realización de futuros EIA sobre la instalación de AA. El propósito de estas recomendaciones es recoger la experiencia del proyecto y proponer las bases para la elaboración de términos de referencia específicos en la realización de este tipo de proyectos. Estos términos de referencia se basan en la estructura metodológica desarrollada.

V. CASO DE ESTUDIO: ARRECIFES EN BAHÍA DE LA PAZ

La estructura de evaluación y seguimiento, se aplicó al proyecto de instalación de AA realizado por Pronatura, A.C. en la Bahía de La Paz, B.C.S. En este capítulo se presenta un resumen de los procesos de selección y jerarquización de sitios que se llevó a cabo previamente al diseño final del proyecto de instalación de los AA. Así mismo, se presenta la descripción de los atributos ambientales y la del proyecto de instalación de los arrecifes. Esto último, corresponde a las primeras etapas de la fase de diagnóstico de la estructura de evaluación de impactos esquematizada en la Figura 1.

V.1. Localización y descripción general de los sitios de estudio

Los sitios en los que se crearon los AA objeto de estudio se localizan en la costa occidental de la Isla Espíritu Santo, dentro de la BLP, B.C.S. La primer localidad se ubica a 0,5 km al Sureste del Islote Ballena cuyas coordenadas geográficas son 24° 28.78' Lat. Norte y 110° 28.82' Long. Oeste y la segunda localidad 0,25 km al Suroeste de Punta Catedral con coordenadas 24° 26.75' Lat. Norte y 110° 22.82 Long. Oeste. En la Figura 3 se presenta la localización. del área de estudio

V.1.1. Características de los sitios

V.1.1.1. Islote Ballena

Este sitio se encuentra a una distancia de 37 km de la ciudad de La Paz. Es un lugar con protección de los vientos del norte y oeste. Presenta profundidades entre 20 y 24 metros con un fondo compuesto principalmente por arena fina y guijarros (pedacería de concha, coral y algas coralinas). El sitio presenta un área con diámetro mayor a 200 metros y un perfil con una inclinación menor a 4°. Las corrientes son moderadas (0.9 – 1.8 km/hr). El lugar se encuentra próximo a arrecifes naturales y a zonas de pesca (< 1 km de distancia). Su ubicación no coincide con zonas de pesca o rutas de navegación de embarcaciones de gran calado.

V.1.1.2. La Catedral

Este sitio se encuentra a una distancia de 33.3 km de la ciudad de La Paz. Es un lugar con protección de los vientos del norte principalmente. Presenta profundidades entre 70 y 80 pies. Al igual que en el sitio anterior, el fondo se compone en su mayoría por arena fina y guijarros (pedacería de concha, coral y algas coralinas). Cuenta con un área cuyo diámetro asciende los 200 m y la inclinación del perfil es menor a 4°. Las corrientes también son

moderadas (0.9 – 1.8 km/hr). Existen arrecifes rocosos en las cercanías, así como zonas de pesca, por lo que la posibilidad de colonización de especies en los arrecifes artificiales se incrementa. De la misma forma que en el Islote Ballena, no se ubica dentro de zonas pesca o rutas de navegación de embarcaciones de gran calado.

V.2. Descripción general del proyecto

Baja California Sur es un estado privilegiado en cuanto a diversidad de especies y ambientes, tanto terrestres como marinos. Sin embargo, el aislamiento geográfico y la escasez de agua dulce han limitado sus opciones de desarrollo, empujando la transformación de su economía, anteriormente basada en el comercio de zona libre, a un esquema dependiente del aprovechamiento de sus recursos naturales costeros y marinos. Así, la pesca y el turismo se han convertido en las opciones más viables para el desarrollo del Estado. Actualmente, los recursos naturales (recursos pesqueros y áreas naturales) utilizados por la pesca y el turismo, presentan síntomas de sobre-explotación, a pesar de que dichas actividades tienen poco tiempo de estarse desarrollando. Esta situación se complica cuando ambas actividades compiten por el uso de las mismas áreas. Los arrecifes naturales de Baja California Sur son un ejemplo claro de esta situación, ya que son áreas altamente productivas y muy diversas en flora y fauna, atractivas y valiosas tanto para la pesca, como para el turismo de tipo naturalista (particularmente el buceo). Una alternativa para incidir sobre esta problemática es la instalación de AA.

Entre los AA, los creados a partir del hundimiento de barcos son especialmente atractivos. Tanto en Canadá como en E.U.A. se han hundido numerosos barcos con este propósito, mientras que en la Bahía de La Paz, el pecio "Salvatierra" (transbordador hundido accidentalmente) conforma desde hace años, un arrecife artificial muy popular para el buceo deportivo.

Pronatura, A.C. (1999) una organización no gubernamental y no lucrativa, desarrolló un proyecto para la instalación de AA en la BLP, con los siguientes objetivos:

1. Crear sitios de refugio, alimentación y reproducción para las especies marinas de los arrecifes rocosos circundantes, para que actúen como "exportadores" de especies. Con ello, se pretende recuperar y mantener la diversidad en el área, así como repoblar a otros arrecifes ya mermados por las actividades de pesca comercial y deportiva.

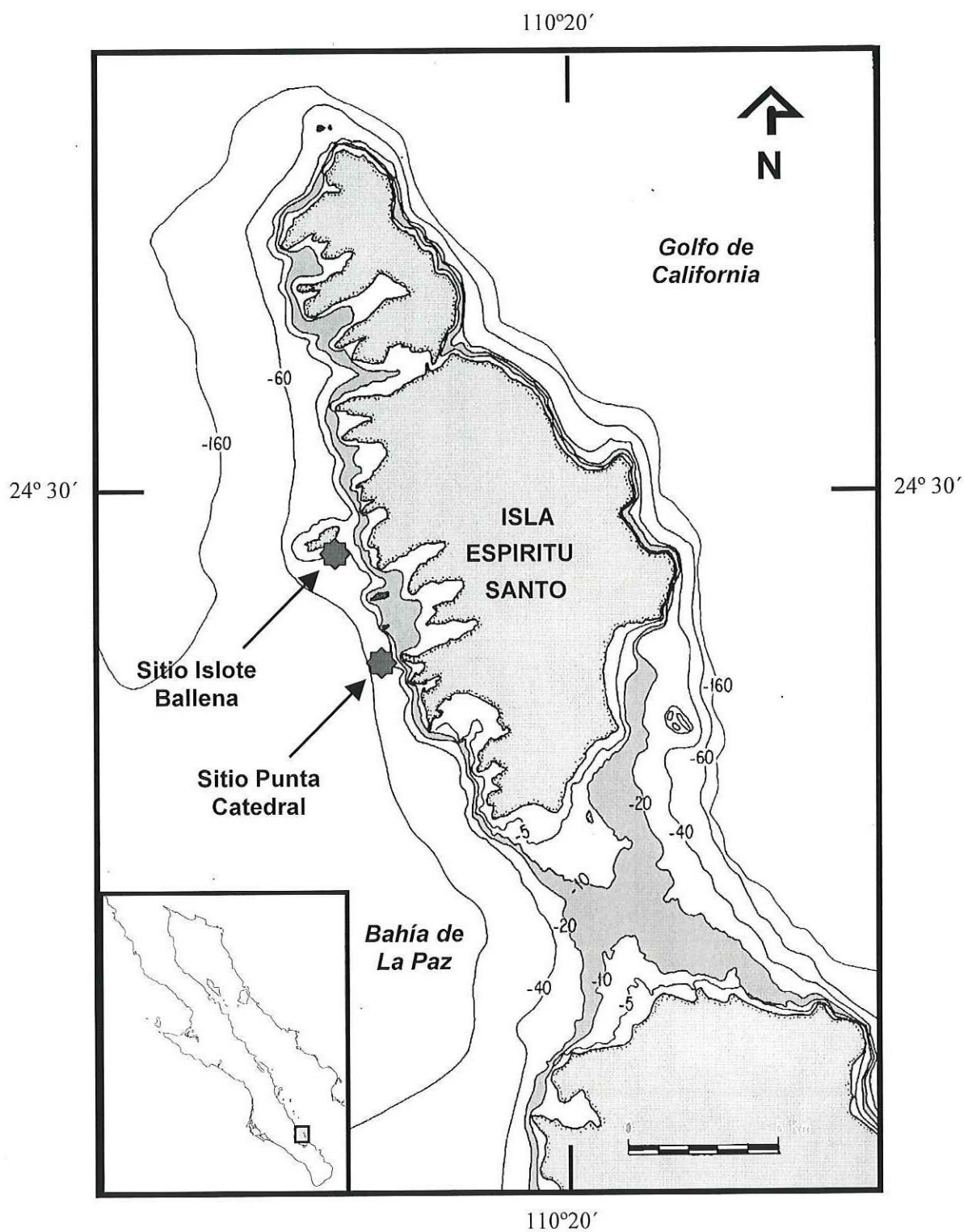


Figura 3.- Localización de las áreas de estudio

2. Generar sitios alternativos para el buceo deportivo que permitan reducir el impacto de las actividades turísticas sobre los arrecifes naturales del área.
3. Promover la investigación científica y la educación ambiental.

Pronatura, A.C. realizó el hundimiento de dos buques (el **LAPAS03** y el **FANG MING**) los cuales fueron donados por la Secretaría de Marina con el fin de crear 2 arrecifes artificiales en BLP. Pronatura decidió utilizar los buques mencionados anteriormente, para crear los primeros arrecifes artificiales creados intencionalmente en BLP, la cual cuenta con condiciones ambientales propicias y además es un área identificada por Pronatura como prioritaria para la conservación en la Península de Baja California.

Este proyecto se enmarca dentro de los programas "Conservación de áreas marinas y costeras prioritarias" y de "Apoyo a comunidades y usuarios para el diseño e implementación de métodos de aprovechamiento sustentable de los recursos naturales", contenidos en el plan de conservación de Pronatura. A través de estos programas se pretende promover la conservación y uso sustentable de las áreas marinas y costeras identificadas como prioritarias en la Península de Baja California.

V.2.1. Selección de los sitios de hundimiento

Para la selección de los sitios, Pronatura, A.C. llevó a cabo un taller de selección y priorización de sitios potenciales para la instalación de arrecifes artificiales en BLP. Los resultados completos de este taller se presentan en el anexo I. A continuación se presenta una síntesis de los resultados, destacando los criterios que se tomaron para la selección del sitio.

V.2.1.1. Identificación de sitios potenciales

La identificación de los sitios potenciales, se llevó a cabo mediante una consulta a investigadores, prestadores de servicios de buceo, buzos profesionales y pescadores. A partir de esta consulta, Pronatura identificó 19 sitios potenciales (Figura 4).

V.2.1.2. Identificación y definición de criterios

Posteriormente a la identificación de sitios potenciales, se identificaron criterios físicos, biológicos y sociales a través de la consulta a las siguientes fuentes: (1) bibliografía especializada, (2) expertos en la materia, y (3) prestadores de servicios de buceo y buzos profesionales. La selección final y definición de estos criterios se realizó tomando como base las recomendaciones de expertos en la materia, los objetivos del proyecto y las dimensiones

de las estructuras (barcos) a utilizar para formar el arrecife artificial. Se identificaron 17 criterios divididos en cuatro categorías: Accesibilidad, características físicas, características biológicas y conflictos potenciales. En la Tabla V se presenta el listado completo de los criterios seleccionados.

V.2.1.3. Evaluación y jerarquización de los sitios seleccionados

Utilizando los criterios identificados, se procedió a evaluar cada uno de los lugares sugeridos. Para ello, se consultó a expertos, prestadores de servicios de buceo y pesca deportiva y pescadores ribereños. El procedimiento consistió en construir una matriz en la que se colocó en la primer columna el listado de los sitios potenciales identificados y en el renglón superior los criterios definidos en el paso anterior. Posteriormente, mediante la consulta a expertos, se asignó un valor para cada criterio en los 19 sitios, construyendo con ello la (Tabla VI) en donde se ordenaron los sitios de acuerdo a la sumatoria del puntaje obtenido en todos los criterios (Jerarquización). Los renglones sombreados de esta tabla corresponden a los sitios que obtuvieron un puntaje más alto. Los sitios de La Partida y La Gallina tienen un alto puntaje, sin embargo, no cuentan con el área suficiente (criterio 6) e intervienen con rutas de navegación importantes (criterio 17).

Con el fin de confirmar y recabar información *in situ* de los dos lugares que obtuvieron el puntaje más alto durante la jerarquización, se hicieron dos salidas de campo. En la primer salida se realizaron perfiles batimétricos (2 por cada sitio) de 300 a 2000 m de largo mediante una ecosonda marca Furuno. Estos perfiles ayudaron a confirmar la profundidad, área y pendiente de fondo apropiados. Las posiciones geográficas exactas de estos lugares se obtuvieron utilizando un posicionador por satélite (GPS marca Garmin modelo 115). En la segunda salida se realizaron observaciones mediante buceo SCUBA para determinar el tipo de fondo y presencia de comunidades marinas de los sitios propuestos. Estas salidas aportaron dos elementos técnicos indispensables a considerar para la instalación de arrecifes artificiales: (1) tipo de fondo y (2) área y pendiente adecuados.

Una vez seleccionados los mejores sitios potenciales, el Centro de Investigación Científica y Educación Superior de Ensenada, realizó un estudio oceanográfico detallado de la zona (CICESE, 1999).

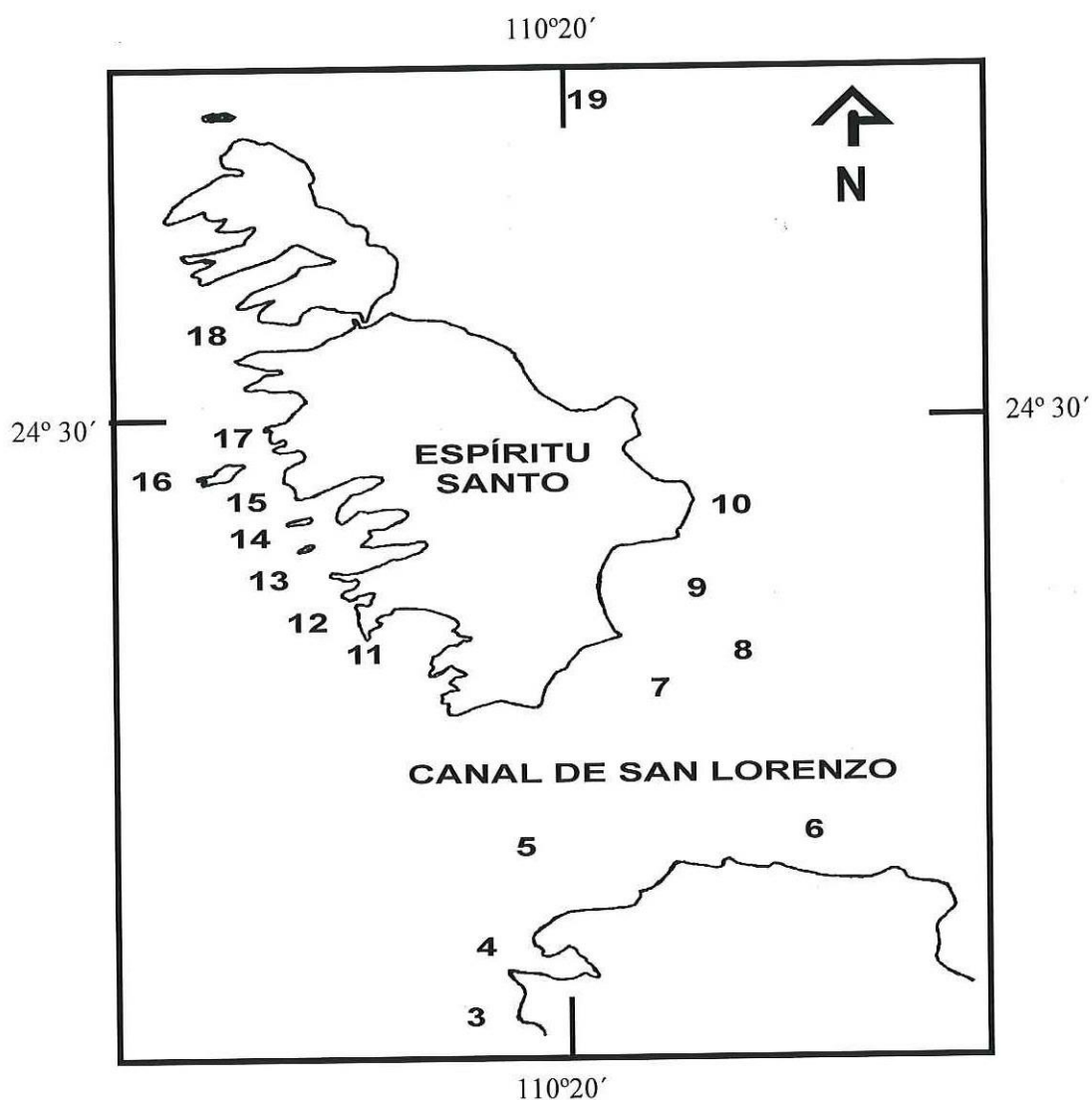


Figura 4.- Localización de los 19 sitios evaluados

1. San Rafaelito-Merito, 2. San Rafaelito, 3. Pichilingue-Balandra, 4. Balandra, 5. San Lorenzo (W del canal), 6. Pulguero, 7. San Lorenzo (E del Swanee), 8. San Lorenzo (NE del Salvatierra), 9. Bonanza, 10. Punta Lobos-Faro, 11. San Gabriel, 12. Catedral, 13. Gallina (cola), 14. Cola Gallo-Cola Gallina,, 15. Islote Ballena (cara sur), 16. Canal Ballena-E. Santo, 17. Ballena (cola), 18. Partida (W), 19. El Bajo. Sitios 1 y 2 no aparecen en la figura, pero están localizados al sur del sitio 3, aproximadamente a una milla náutica de distancia.

Tabla V.- Criterios utilizados para la selección y evaluación de sitios potenciales y su correspondiente escala de medición.

Categoría	Criterio	Aspecto a evaluar	Escala (puntaje)
Accesibilidad	1. Distancia.	Cercanía a la Cd. de La Paz, muelles, marinas o sitios de embarque.	Más de 30 millas náut. (1)
			Entre 16-30 millas náut. (2)
			Entre 0-15 millas náut. (3)
	2. Acceso por tierra	Cercanía a caminos o accesos por tierra al sitio	Con acceso (1)
			Sin acceso (2)
	3. Exposición a los elementos del Norte	Grado de exposición al oleaje y vientos predominantes del Norte *	> 4 (1)
			Entre 3-4, (2)
			Entre 0-2, (3)
	4. Exposición a los elementos del Sur	Grado de exposición al oleaje y vientos predominantes del Sur *	> 4 (1)
			Entre 3-4 (2)
			entre 0-2 (3)
	5. Exposición a los elementos del Oeste	Grado de exposición al oleaje y vientos predominantes del Oeste *	> 4 (1)
			Entre 3-4 (2)
			Entre 0-2 (3)
Características Físicas	6. Area	Contar con una plataforma horizontal (inclinación máx. de 4°)	< 200 m de diámetro (1)
			200 m o más de diámetro (2)
	7. Profundidad para el Buceo	Intervalo de profundidad adecuado.	> 80 ft ó < 60 ft (1)
			60 a 80 ft (2)
	8. Profundidad para la navegación	Profundidad adecuada para permitir la navegación	< 60 ft (1)
			> 60 ft (2)
	9. Fondo	Composición general del fondo	Arcilloso (1)
			Guijarro y/o arena (2)
	10. Corrientes	Intensidad de las corrientes del área	< 0.5 kt ó >1 kt (1)
			0.5 - 1 kt (2)
	11. Transparencia (verano)	Visibilidad máxima durante julio-noviembre	< 30 ft (1)
			Entre 30-40 ft (2)
			> 40 ft (3)
	12. Transparencia (invierno)	Visibilidad máxima durante diciembre-junio	< 30 ft (1)
			entre 30-40 ft (2)
			> 40 ft (3)
Características Biológicas del Sitio	13. Proximidad a otros arrecifes	Cercanía a otras zonas arrecifales	Contiguo a un arrecife o (1)
			>1000 m de distancia (2)
	14. Proximidad a zonas de pesca	Cercanía a zonas de pesca importante	50-1000 m de distancia
			> 1 km de distancia (1)
	15. Efecto sobre comunidades marinas	Que el sitio NO coincida o afecte comunidades marinas locales	Hasta 1 km de distancia (2)
			Si coincide (1)
Conflictos	16. Efecto sobre las pesquerías locales	Que el sitio NO coincida con lugares donde se desarrolla la pesca ribereña y deportiva.	No coincide (2)
			Si coincide (1)
	17. Efecto sobre las rutas de navegación	Que el sitio NO coincida con rutas de tráfico marítimo de uso continuo.	Si coincide (1)
			No coincide (2)

* Grado de exposición al oleaje y vientos en unidades de la escala de Beufort

Fuente: Pronatura, A.C.

Tabla VI.- Evaluación y jerarquización de sitios potenciales.

Sitios	Criterios																	P
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	XIII	XIV	XV	XVI	XVII	
Ballena (cara sur)	2	2	3	1	3	2	2	2	2	2	3	2	2	2	2	2	2	36
La Catedral (Empachado)	2	2	3	1	2	2	2	2	2	2	3	2	2	2	2	2	2	35
San Lorenzo (E-Swane)	3	2	2	1	2	2	2	2	2	1	3	2	2	2	2	2	2	34
Bonanza (a fuera)	2	2	2	1	3	2	2	2	2	1	3	2	2	2	2	2	2	34
Partida W	2	2	3	3	1	1	2	2	2	2	3	2	2	2	2	2	1	34
Gallina (cola)	2	2	2	2	3	1	2	2	2	2	3	2	2	2	2	2	1	34
Pulguero	3	1	1	3	1	2	2	2	2	2	3	2	2	2	2	1	2	33
Canal Ballena - E. Santo	2	2	2	1	2	2	1	1	2	2	3	2	2	2	2	2	1	31
S. Gabriel (afuera)	2	2	3	1	1	1	2	2	2	1	3	2	2	1	2	2	2	31
P. Lobos-Faro	2	2	1	1	3	1	1	2	2	2	3	2	2	2	2	1	2	31
Cola Gallo-Cola Gallina	2	2	2	2	3	1	1	1	2	2	3	2	2	2	2	1	1	31
Ballena (cola)	2	2	1	1	1	2	2	2	2	1	3	2	2	2	2	1	2	30
S. Rafaelito	3	1	1	1	1	2	2	2	2	2	3	1	2	2	2	1	2	30
San Lorenzo (W-Canal)	3	2	1	1	1	2	2	2	2	1	2	1	2	2	2	2	1	29
Balandra (p. Ahogada)	3	1	1	2	1	2	2	2	2	1	3	1	2	1	2	2	1	29
San Rafaelito – Merito	3	1	1	1	1	2	2	1	2	2	3	1	2	2	2	2	1	29
Pichilingue – Balandra	3	1	1	1	1	2	2	2	1	2	3	1	2	2	2	2	1	29
S. Lorenzo (NE/Salvatierra)	3	2	1	1	1	2	2	2	2	1	2	1	1	1	2	2	1	27
El Bajo	1	2	1	1	1	1	1	2	2	1	3	2	2	2	2	1	2	27

P: Puntaje

Fuente: Pronatura, A.C.

V.2.2. Descripción del proyecto de instalación de arrecifes

El proyecto de instalación de AA consiste en el hundimiento de dos barcos en desuso en los sitios previamente seleccionados. Se utilizarán dos barcos donados por la Secretaría de Marina: El **FANG MING** y el **LAPAS03**. El área requerida por el barco **FANG MING** en el sitio de Punta Catedral es de 600 m² y para el barco **LAPAS03** en el sur del Islote ballenas es de 360 m² aproximadamente. El proyecto se ubica en una zona marina, en la cual la única actividad que se lleva a cabo es el transito ocasional de embarcaciones. Los sitios donde fueron hundidos los barcos colindan con el Sur del Islote Ballena y con la cara Oeste de la Isla Espíritu Santo.

El proyecto se llevó a cabo sobre la plataforma continental, dentro de los límites del mar

territorial que, conforme al artículo 27 de la Constitución política de los Estados Unidos Mexicanos (1917), es propiedad de la nación. La realización del proyecto no implicó un cambio en el régimen de propiedad del sitio. Para su realización, se requirió de la obtención de los permisos por parte de la federación que se enlistan en la Tabla VII. Por otra parte, desde 1997, Pronatura cuenta con un análisis de los requisitos y procedimientos jurídicos para la instalación de arrecifes artificiales mediante el hundimiento de embarcaciones “chatarra”. En la Tabla VIII se presenta el programa de trabajo del proyecto.¹ En el anexo II se presenta el programa de trabajo pormenorizado que se elaboró durante la realización del EIA así como el plan de operación de los AA.

Tabla VII.- Permisos requeridos para el hundimiento

Permiso o autorización requerida	Dependencia	Normatividad aplicable
Autorización de Impacto ambiental	INE	LGEEPA y sus reglamentos
Dictamen sanitario para el vertimiento de objetos sólidos al mar	SS	RPCCMVD
Permiso de la dirección general de oceanografía naval	SM	RPCCMVD

INE: Instituto Nacional de Ecología

LGEEPA: Ley general del equilibrio ecológico y protección al ambiente

SS: Secretaría de Salud (antes Secretaría de salubridad y asistencia)

RPCCMVD: Reglamento para prevenir y controlar la contaminación del mar por vertimiento de desechos y otras materias

SM: Secretaría de marina

Tabla VIII.- Programa de Trabajo.

Etapas	Inicio (1999)	Terminación (1999)
Estudios de selección y jerarquización de sitios	04-abril	24-abril
Estudios oceanográficos	26-mayo	30-agosto
Estudio de Impacto Ambiental	30-agosto	15-septiembre
Se inicia trámite en SSA.	30-septiembre	14-octubre
Elaboración del plan de operación de los arrecifes	30-de agosto	14-octubre
Hundimiento de las embarcaciones *	29 y 30 octubre	30-octubre
Vida y operación de los arrecifes *	29 y 30 de octubre	Indefinido

* Las fechas reales de los hundimientos fueron 18 y 19 de noviembre de 1999

No se requirió de ninguna preparación del sitio. Tampoco se realizaron actividades de construcción. Sin embargo, la etapa del proyecto que podría considerarse análoga a la de

¹ Tanto los datos y fechas de esta tabla como toda la programación del proyecto, se presenta tal y como se generó la información durante la realización del EIA.

construcción es la del hundimiento de los barcos.

La limpieza y acondicionamiento de los barcos se llevaron a cabo por la Secretaría de marina. Ésta, entregó a Pronatura los barcos completamente acondicionados y libres de residuos peligrosos, substancias tóxicas e hidrocarburos. Las labores de limpieza, se llevaron a cabo de acuerdo con los procedimientos establecidos por Artificial Coral Reef Society.

El proyecto no contempla el aprovechamiento de ningún recurso natural desde los puntos de vista de extracción o explotación. Sin embargo puede considerarse que se aprovechó la belleza escénica del sitio (recursos paisajísticos).

Las características de los sitios y del proyecto, permiten considerar a los arrecifes como una estructura permanente. Por tal razón, no se previó una etapa de abandono y la vida útil de los arrecifes artificiales se consideró indefinida.

El procedimiento que se empleó para los hundimientos consistió en remolcar las embarcaciones hasta los sitios seleccionados y mediante cabos de acero fijos a pesos muertos previamente depositados en el fondo guiar las embarcaciones hacia el fondo al momento del hundimiento. Para lograr el hundimiento de las embarcaciones, se usó agua de mar para llenar las cámaras internas de los barcos. Esta se bombeó directamente del mar sobre el sitio de hundimiento. En el anexo II se presenta información detallada relativa a los materiales, equipo, personal y combustibles utilizados durante los hundimientos.

Una vez realizados los hundimientos, se inicia la etapa de "operación" de los AA. Esta, consiste en el uso de los AA como sitios de buceo recreativo (buceo libre, buceo autónomo de tipo deportivo, videograbación, fotografía submarina y actividades de investigación científica).

Las rutas de navegación a través de las cuales los usuarios llegan a los sitios, fueron determinadas por los prestadores de servicios turísticos y de buceo que operan en los arrecifes. Cabe señalar, que los sitios se encuentran dentro de la Bahía de La Paz, por lo que el tiempo de navegación desde el puerto de La Paz es breve (aproximadamente 2 hrs.)

Todas las actividades que se lleven a cabo dentro del área de los arrecifes artificiales se ajustarán a lo estipulado en el Plan de operación desarrollado para el proyecto. En el anexo III se presenta el proyecto de dicho plan. Antes de su implementación oficial, este plan deberá ser revisado, consensado, sujeto a modificaciones, sugerencias y concertaciones por las autoridades correspondientes (SCT, SEMARNAP, INE). Lo anterior, con base a los

programas de manejo vigentes del Area Natural Protegida, Islas del Golfo de California y en particular, el del Complejo Insular Espíritu Santo, así como los operadores de buceo involucrados y Pronatura, A.C.

El proyecto incluye la determinación de las medidas de seguridad mínimas durante la operación de los arrecifes. En el anexo IV se presenta un listado de dichas medidas.

V.3. Descripción de los atributos ambientales

La principal intención de describir las características del medio es establecer cuales son los atributos ambientales susceptibles de ser impactados así como determinar el escenario actual del sitio para inferir las posibles modificaciones consecuencia del proyecto. Por lo anterior, se obtuvo una descripción lo más detallada posible de todos los aspectos del medio natural y del socioeconómico.

En las siguientes secciones se presenta la descripción de las características biofísicas y socioeconómicas del área de estudio (Atributos ambientales).

V.3.1. Medio Biofísico

Clima

El tipo de clima de la región es seco desértico, con tendencia a semicálido en las planicies y seco en las partes altas de la zona montañosa. Las temperaturas máximas se encuentran en el intervalo de 40°C a 44°C (verano). El promedio general oscila entre 23° y 24°C. Las temperaturas mínimas son entre 14°C a 16°C. La precipitación pluvial en la región es aquella característica de las zonas áridas del país. Es inferior a los 350 mm anuales, con una distribución muy irregular durante la época de lluvias. Los únicos intemperismos severos reportados para la zona son las tormentas tropicales y los huracanes. En la Tabla IX se presentan las tormentas tropicales o huracanes que han pasado en las cercanías de la Bahía de La Paz. La frecuencia promedio de estos disturbios naturales en la zona es de 0.03 huracanes por año (Comisión Nacional del Agua, 1996).

Geomorfología y Geología.

Las Islas Espíritu Santo (IES) y La Partida, junto con la porción occidental de Punta Coyotes, son los afloramientos más orientales de las rocas volcánicas del Terciario medio de la región. Estos afloramientos son atravesados por una frontera geológica orientada norte-sur que abarca a Todos Santos, La Paz y Punta Coyotes y que divide a la Península de Baja California en dos grandes provincias. La provincia localizada al oeste y nornoroeste de esta

franja, donde se encuentra la Isla Espíritu Santo, está constituida por un paquete grueso de rocas volcánicas y sedimentarias del Neogeno. Estas rocas forman un extenso monoclinal inclinado suavemente hacia el poniente (Aranda-Gómez, 1986)

Tabla IX.- Tormentas tropicales en las inmediaciones de la Bahía de la Paz, B.C.S.

Año	Nombre	Fechas	Clasificación	Vientos máximos (m/s)
1949	---	9-11 Sep.	Huracán 1	38
1955	---	1-4 Oct.	Tormenta Tropical	23
1958	---	11-12 Sep.	Tormenta Tropical	23
1958	---	30 Sep. – 6 Oct.	Huracán 1	38
1959	---	4-11 Sep.	Huracán 1	38
1966	Kirsten	26-29 Sep.	Tormenta Tropical	23
1967	Katrina	Ago.	Huracán 1	38
1967	Olivia	Oct.	Huracán 1	31
1968	Pauline	Oct.	Huracán 1	31
1973	Irah	22-27 Sep.	Huracán 1	33
1984	Polo	26 Sep. – 3 Oct.	Tormenta Tropical	15 m/s
1996	Fausto	10-16 Sep.	Huracán 1	38 m/s

Vistas desde la distancia o desde el aire, las islas parecen estar constituidas por unidades estratificadas de forma tabular inclinadas suavemente hacia el poniente. El carácter general de la secuencia y su expresión geomorfológica están dominadas principalmente por dos unidades que contienen derrames cineríticos (cenizas volcánicas) con zonas de piroconsolidación densa más resistentes a la erosión formando acantilados fácilmente identificables (Figura 5).

La inclinación de las unidades litológicas hacia el noroeste y la presencia de canales fluviales miocénicos, parcial o totalmente rellenos de conglomerados volcanoclásticos, determina el patrón de afloramientos de la Isla. Las rocas de naturaleza volcánica dominan la secuencia estratigráfica mientras que las rocas más antiguas de las islas afloran en la porción oriental de la IES. La porción nororiental de la isla está afectada por un sistema de fallas normales en las que también afloran rocas del complejo cristalino (Aranda-Gómez, 1986).

La costa occidental de la IES se caracteriza por una secuencia de puntas rocosas (unidades litológicas resistentes) interespaciadas por playas de bolsillo, las cuales están formadas por depósitos recientes (cuaternario) de sedimento resultante de los procesos de erosión-depósito de las unidades litológicas anteriores. La costa occidental de la IES se encuentra protegida del oleaje que entra por el norte hacia la Bahía de La Paz y solamente está expuesta al oleaje local generado en el interior de la misma.

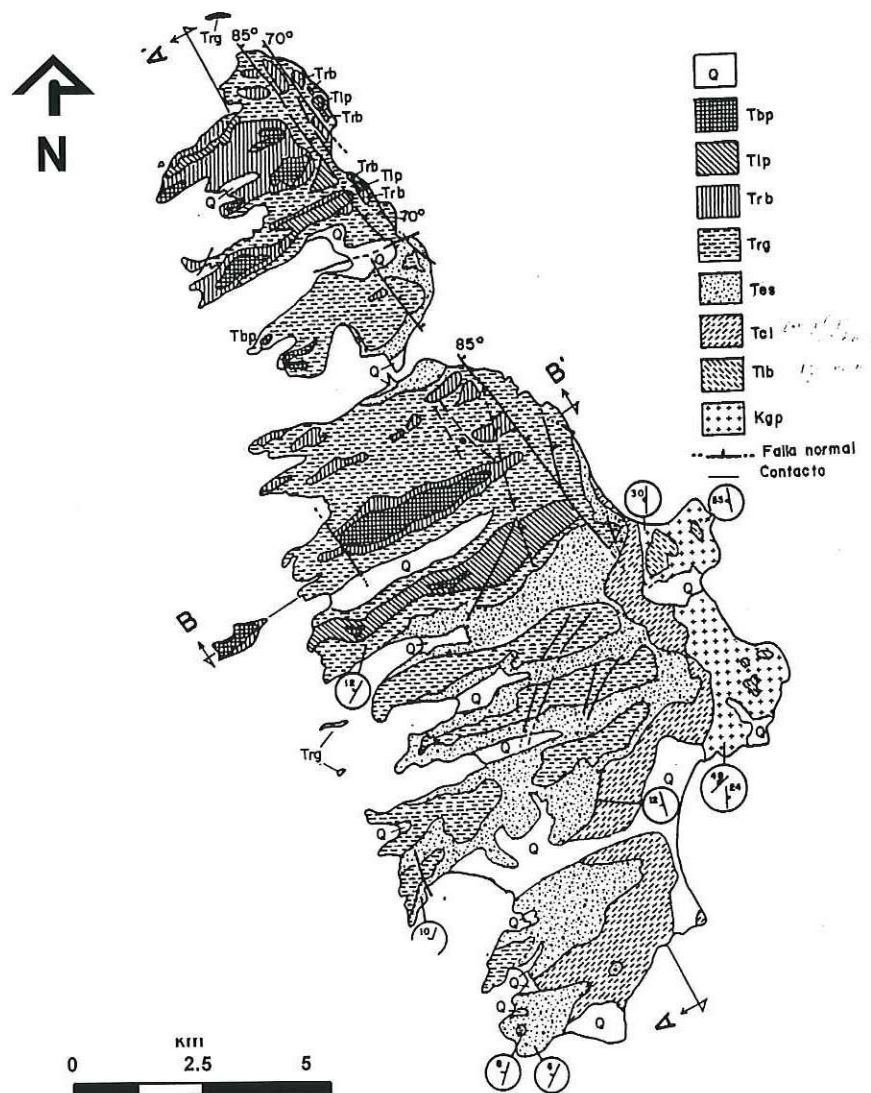


Figura 5.- Mapa geológico de las islas Espíritu Santo y La Partida

Mapa geológico de reconocimiento de las islas Espíritu Santo y La Partida, Baja California Sur. Los Símbolos utilizados en la leyenda son: Q = depósitos cuaternarios de playa y talud principalmente; Tbp = basalto olivínico Punta Tintorera; Tlp = conglomerado volcánico La Partida; Trb = ignimbrita riódacítica La Ballena; Trg = ignimbrita riolítica El Gallo; Tes = conglomerado volcánico Espíritu Santo; Tel = complejo volcánico Punta Lupona; Tib = ignimbrita riolítica La Bonanza, y Kgp = augengneis granítico Pailebot. Fuente: CICESE (1999).

Características del relieve (Batimetría)²

Sitio Catedral

La Figura 6, muestra la configuración del fondo frente al sitio Catedral. Las isóbatas siguen aproximadamente el contorno de la costa hasta una profundidad de 10 a 15 metros alrededor de Punta Catedral. A 350 metros de la Punta Catedral se encontró un bajo alargado, aparentemente como una prolongación submarina de ésta, hacia el WSW, denominada "Bajo Catedral". Este Bajo se delimita por la isóbata de 20 metros, mide 350 metros de largo y 100 metros de ancho. Entre el Bajo y la Punta, a 250 metros de la costa se ubica una zona casi plana con pendiente menor de 2° y de unos 250 metros de largo por 100 metros de ancho. Esta planicie intermedia se orienta aproximadamente paralela a la costa y tiene profundidades entre 21 y 22 metros.

Al norte y sur del Bajo las pendientes aumentan hasta 10 grados y la profundidad crece rápidamente hasta más de 40 metros.

Sitio Islote Ballena

El Islote Ballena mide aproximadamente 1.3 kilómetros de largo. La costa sur del islote presenta dos rasgos notables. La mitad oeste tiene pendientes pronunciadas hasta los 35 metros de profundidad, con isóbatas casi paralelas a la costa. En la mitad este las isóbatas se reorientan hacia el Sureste y forman una plataforma amplia con profundidad entre 10 y 12 metros. No existen plataformas amplias entre 13 y 30 metros (Figura 7).

Hidrología

En un radio de 15 km a los sitios de establecimiento no existe ningún cuerpo de agua dulce. La fuente de agua dulce más cercana se encuentra a 35 km aproximadamente (en la ciudad de La Paz).

El municipio de La Paz cuenta con dos presas importantes para el abastecimiento de agua, la presa Agustín Olachea y la presa Buena Mujer. La distancia a los sitios de establecimiento de los arrecifes es mayor a 30 km. La capacidad útil de almacenamiento de las presas es de 13.0 millones de metros cúbicos en la presa Agustín Olachea y de 11.0 millones de metros cúbicos en la presa Buena Mujer. El principal uso del agua en la zona es el abastecimiento de la ciudad de La Paz.

² La información de batimetría proviene del levantamiento batimétrico realizado ex profeso para la EIA.

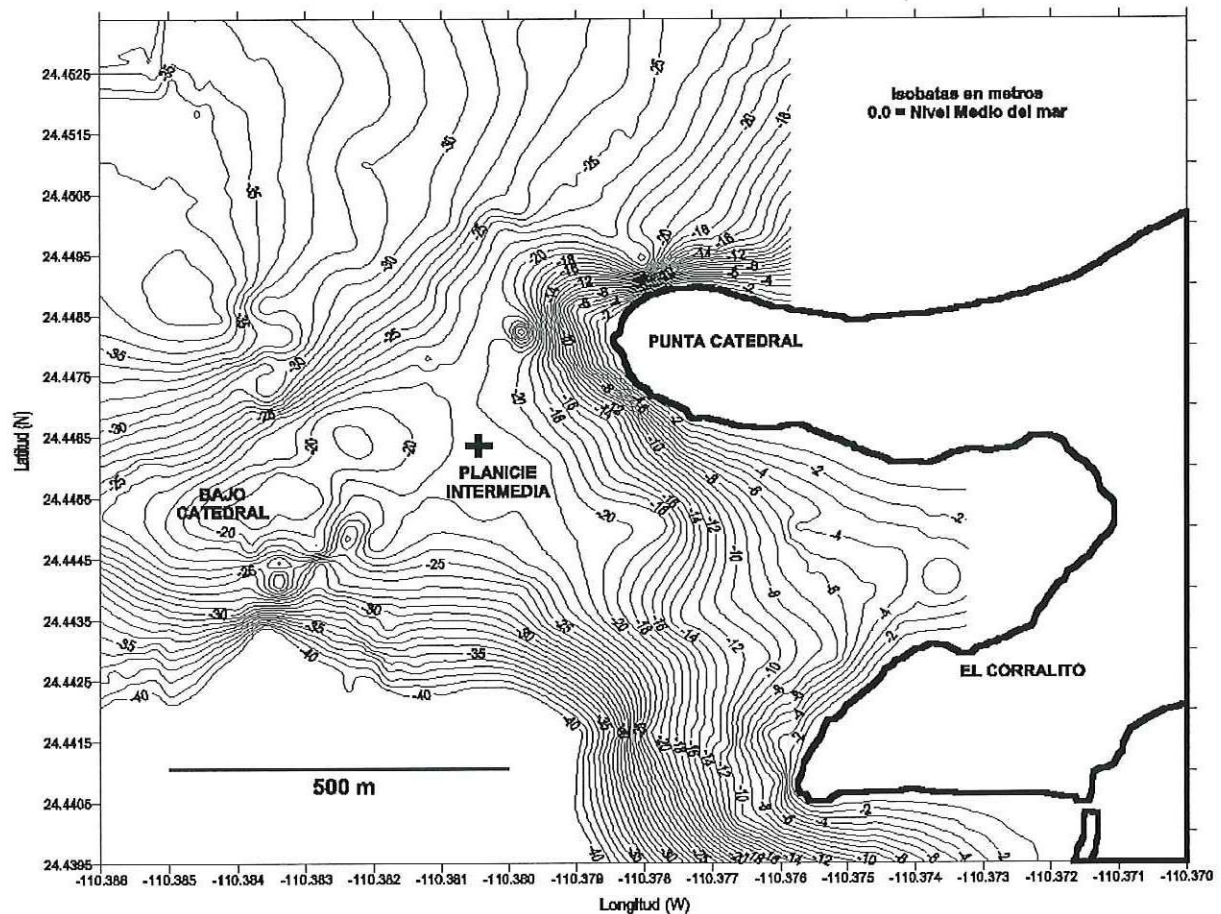


Figura 6.- Batimetría del sitio Catedral

Oceanografía

Composición de sedimentos

Los sedimentos del fondo de la Bahía de La Paz son principalmente arena y limo. Este último se distribuye en las partes profundas (a más de 100 metros aproximadamente) que corresponden a la parte central y norte de la bahía. La arena se encuentra en las regiones más someras de la parte sur de la bahía, en el Canal de San Lorenzo y en una franja angosta de la margen oeste de la Isla Espíritu Santo. En esta franja se reporta arena mal clasificada, con tamaño de 1ϕ a 4ϕ , que representa un rango de 0.062 a 0.5 mm. En el Canal de San Lorenzo se ha identificado material formado *in situ*, de composición calcárea derivado de algas, gravas de algas, calcarenitas y gravas de corales. La mala clasificación se atribuye a que el material no ha recibido ningún transporte que lo clasifique (CICESE, 1999).

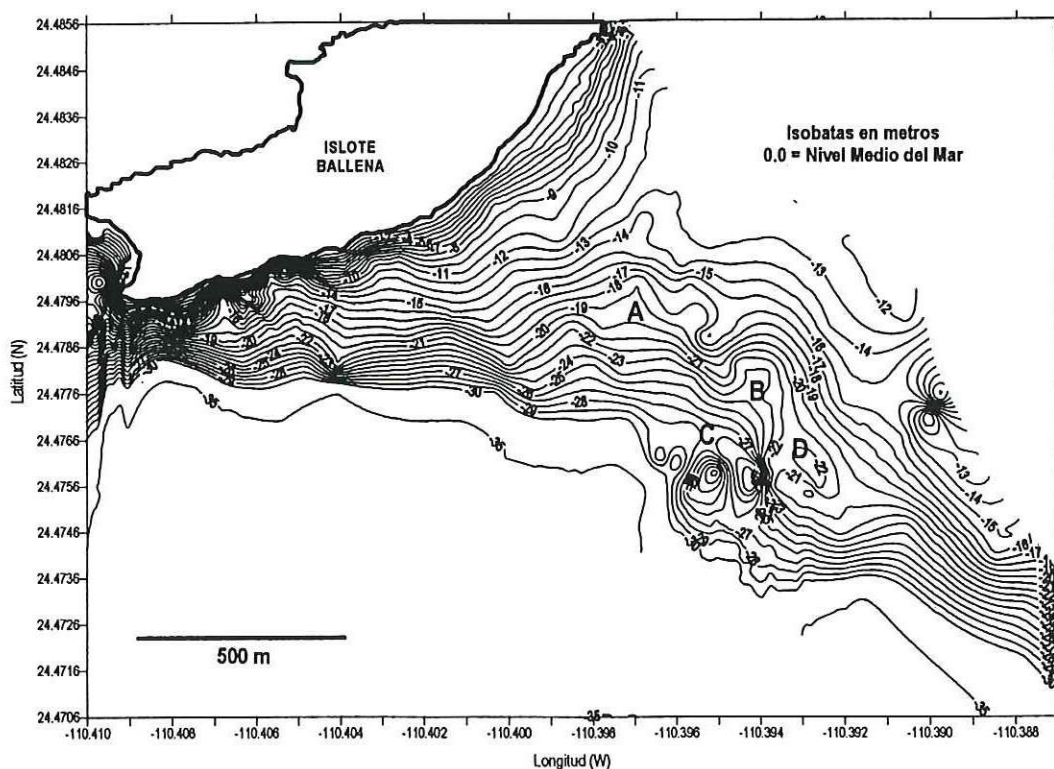


Figura 7.- Batimetría del sitio Islote Ballena

En el área de interés sobresale la abundancia de material grueso, que comprende *grava media* a *arena media*. En la Tabla X se resume la información granulométrica del sitio.

Tabla X.- Tamaño de grano del sedimento de fondo en el área de estudio .

Sitio	Profundidad (m)	Grava media 2.0 a 10.0 mm	Arena media a grava fina 0.3 a 2.0 mm	Arena fina y limos < 0.3 mm
Catedral 1	10	7.4 %	59.3 %	33.3 %
Catedral 2	23	70.0 %	22.3 %	7.7 %
Ballena 1	30	79.2 %	13.4 %	7.4 %
Ballena 2	13	17.0 %	64.8 %	18.2 %

El espesor de la capa sedimentaria, medida por penetración directa, es al menos 0.9 metros en el sitio Catedral y al menos 0.3 metros en el sitio Ballena. La textura del material sedimentario predominante permite una buena compactación. Esto se verificó por la permanencia de un peso muerto durante 29 días sobre la superficie del fondo. El peso neto de 20 kg se distribuyó sobre un área de 0.08 m² de fondo marino, el cual mostró una compactación aproximada de 2 cm únicamente.

Respecto a los sedimentos en suspensión, se reporta buena visibilidad en general. Al

parecer no existe una dependencia directa entre turbidez y el viento, las olas o la corriente. (CICESE, 1999).

Arrecifes o fondos bajos.

Se encuentran arrecifes rocosos cerca de las dos zonas elegidas para la ubicación de los arrecifes artificiales. El primero se localiza sobre toda la costa del Islote Ballena y los segundos se presentan en La Punta Catedral y el Corralito.

Existe un bajo rocoso (a 350 metros de Punta Catedral) de forma alargada hacia el Suroeste. Este Bajo se delimita por la isóbata de 20 m y mide 350 m de largo y 100 m de ancho. Este bajo se encuentra a 100 m de la zona de establecimiento del arrecife artificial.

Mareas.

El tipo de marea en La Paz, B.C.S. es mixto semidiurno, es decir que predominantemente un periodo completo tiene duración de un poco más de 12 horas. Por lo general se observan dos máximos y dos mínimos en un día. Los planos de marea referidos al nivel medio del mar se presentan en la Tabla XI.

Tabla XI.- Planos de mareas para la BLP

Plano de marea	Altura respecto al nmm
Altura máxima registrada	1.329 m
Pleamar máxima registrada	1.024 m
Nivel de pleamar media superior	0.509 m
Nivel de pleamar media	0.385 m
Nivel medio del mar	0.000 m
Nivel de media marea	0.008 m
Nivel de bajamar media	-0.369 m
Nivel de bajamar media inferior	-0.536 m
Baja mar mínima registrada	-0.987 m

Fuente: (UNAM, 1994):

La UNAM y el CICESE elaboran independientemente Tablas de predicción de mareas, las cuales se publican periódicamente por ambas instituciones. Las mediciones llevadas a cabo por CICESE (1999), son similares a las predicciones en La Paz.

Corrientes.³

Los datos sobre corrientes en la Bahía de la Paz también son escasos. La información que se presenta a continuación se desprende del estudio realizado por CICESE (1999)

Sitio Catedral

Comúnmente, la velocidad cerca de la superficie es mayor que la velocidad cerca del fondo y a 1m sobre el fondo, la corriente es sólo 30% de la rapidez que se midió cerca de la superficie. En un caso extremo se observó velocidad cero cerca del fondo y 0.55 m/s cerca de la superficie. La rapidez máxima se midió cerca de la superficie, con 58 cm/seg en dirección 335°.

Se calculó la orientación del eje principal de la corriente a 10 metros sobre el fondo (dirección de la varianza máxima), con objeto de obtener la alineación óptima de un barco bajo la acción de las corrientes más fuertes. La alineación es 328°, la cual es casi paralela a la orientación general de la costa oeste de la Isla Espíritu Santo. La dirección predominante de la corriente es a lo largo de la costa, con una velocidad neta hacia el NNW.

Con esta alineación se calcularon las corrientes en las componentes paralela y normal a la costa. En la Tabla XII se anotan la corriente neta (promedio temporal) y la corriente máxima a cinco niveles sobre el fondo respectivamente. La corriente neta cerca de la superficie es hacia el NNW, a cerca de 10 cm/seg, mientras que en el fondo es sólo la mitad, en la misma dirección. La corriente máxima observada en los 28 días fue a lo largo de la costa, hacia el NNW y alcanzó cerca de 1 nudo (~50 cm/seg) a alturas mayores de 10 metros sobre al fondo. Es decir, en la mitad superior de la columna de agua. La persistencia máxima de corrientes de 50 cm/seg o más, fue de 30 minutos en una sola ocasión. El resto de las ocurrencias es por lapsos de 5 minutos.

Las corrientes máximas normales (o perpendiculares) a la costa fueron hacia mar adentro (signo negativo) y notablemente menores que las corrientes máximas paralelas a la costa.

Las corrientes observadas durante 28 días son en parte producidas por las mareas. La señal de la marea es menos del 50% de la corriente total medida. No se encontró una relación clara entre corriente y viento, posiblemente debido a que los vientos fueron generalmente débiles. Durante eventos (2 a 3 horas) en que la rapidez del viento fue mayor de 6 m/s no se observó una señal fuerte en la corriente.

³ La información relativa a esta sección fue generada en el estudio realizado específicamente para el EIA.

Tabla XII.- Corriente neta y máxima a cinco alturas sobre el fondo en cm/seg (Promedio de 28 días).

Componente	1 m	5 m	10 m	15 m	20 m
Componente neta					
Paralela a la costa	5.2	6.9	8.2	9.7	10.9
Normal a la costa	-0.7	-1.5	-1.7	-1.2	-0.8
Componente máxima					
Paralela a la costa	28.4	34.3	43.6	53.3	57.4
Normal a la costa	-21.3	-19.8	-23.6	-19.9	-17.8

Sitio Islote Ballena

La corriente frente a la costa sur del Islote Ballena se midió a 1.8 metros sobre el fondo. La dirección principal de la corriente es aproximadamente NW-SE (322o), casi paralela a las isóbatas. Se observa también una corriente neta hacia el NW (10.5 cm/seg) que seguramente bordea la costa sur del islote hacia aguas más profundas. La componente a lo largo de la costa es aproximadamente tres veces más rápida que la componente perpendicular a la costa, similar a lo observado en el sitio Catedral. Se observó la presencia de oscilaciones de algunas horas, superpuestas a variaciones de más larga duración (5 a 10 días).

La contribución de la marea es también pequeña en este sitio, con un máximo de 4 a 5 cm/seg. La Tabla XIII contiene datos estadísticos de la serie de tiempo.

Tabla XIII.- Datos estadísticos de la serie de tiempo de corrientes a 1.8 m del fondo, en el Islote Ballena.

	Rapidez (cm/seg)	Corriente Paralela a la costa (cm/seg)	Corriente Normal A la costa (cm/seg)
Máxima	25.8	25.5	8.0
Mínima	0.4	- 8.0	-12.0
Media	10.5	9.9	0.0
Más frecuente	10.5 a 13.0	8.7 a 12.0	0.0 a 2.0

No se encontró correlación entre la corriente y el viento, posiblemente porque las observaciones se hicieron a una profundidad de entre 8 y 9 m bajo la superficie y por la baja intensidad del viento.

Temperatura promedio del agua.

La información referente a la temperatura del agua es escasa. No se cuenta con un registro anual completo. La información siguiente se resume del trabajo que realizó CICESE para el presente proyecto.

La temperatura superficial tiene valores de 25°C y en los primeros 15 m de profundidad disminuye ~2°C, mientras que a 20 m de profundidad la temperatura es de 18°C.

Frente a El Corralito la temperatura superficial es ligeramente mayor a 26°C y a 20 m de profundidad disminuye ~9°C. Frente a Punta Catedral la termoclina (cambio drástico de temperatura) se presenta entre los 12 y 15 m. La temperatura en la superficie es de 25°C mientras que en el fondo es de aproximadamente 19°C.

El gradiente vertical de temperatura en el sitio de interés es de -0.4°C/m. La profundidad de la termoclina es entre 12 y 15 m.

Flora

Tipo de vegetación de la zona.

El proyecto considera sólo aspectos marinos, así que la vegetación que se describe, corresponde a este ambiente.

La vegetación existente pertenece a diferentes tipos de algas (calcáreas, laminares, carnosas y filamentosas) características de sustratos blandos. Estos sustratos no permiten el desarrollo de mantos algales importantes. Sin embargo, en los arrecifes rocosos del Islote Ballena, Punta Catedral y Corralito, se observan mantos algales mejor desarrollados.

Principales asociaciones de vegetación y distribución.

En general los sitios de estudio se caracterizan por presentar un sustrato blando, principalmente de arenas finas y guijarros (restos de algas rojas calcáreas) en la parte más superficial, desarrollándose principalmente algas cafés (Phaeophytas) y verdes (Chlorophytas), como *Ulva* sp. También se encuentran algunas especies de algas rojas arbustivas (Rhodophytas), e.g. *Sciania* sp. y otras de forma laminar que no se encuentran fijadas al sustrato, e.g. *Halymenia* sp.

Este lugar además de presentar arenas finas y restos de algas calcáreas, exhibe restos de corales fúngidos y conchuelas, sobre las cuales crece el alga roja *Halymenia* sp., no fija al sustrato. Las especies vegetales encontradas no están clasificadas como endémicas, en peligro de extinción o bajo algún grado de protección especial, ya que son especies que se distribuyen ampliamente en el Golfo de California.

Fauna

En el anexo V se muestran las principales especies para los diferentes grupos taxonómicos registrados para el estado de Baja California Sur. Cabe hacer notar que debido a la

naturaleza del proyecto, se enfatizará en la información concerniente a especies marinas en el punto siguiente (Fauna característica de la zona).

Fauna característica de la zona.

La fauna existente es la representativa de sustratos blandos. En general, ésta se compone principalmente de invertebrados, como esponjas, poliquetos, ofiuros (estrellas quebradizas), estrellas de mar y algunos caracoles. Aunque también es posible encontrar algunas especies de peces.

Sitio Islote Ballena

La esponja *Leucosolenia sp.* presenta una abundancia alta, lo que genera refugios para una cantidad grande de ofiuros. Así mismo, se encuentran diversas especies de poliquetos tubícolas (Sabellidae) dispersos en el fondo. Las especies de peces que se pueden encontrar en la zona, son *Chaenopsis sp* (que es la más abundante), *Diodon holacanthus* (pez erizo) y *Sphaeroides lobatus*.

Sitio Catedral

Los invertebrados encontrados en este sitio son en su mayoría gasterópodos. El organismo más abundante es *Strombus galeatus* (caracol burro). También se presentan algunos equinodermos, de los cuales la estrella de mar *Pentaceraster cumingi* es la más importante.

Por otra parte, aunque menos abundantes, se encuentran peces como *Chaenopsis sp*, seguido por *Serranus psittacinus* y *Heteroconger diegueti* (anguila de jardín). Esta última especie es típica de sustratos blandos arenosos, en los cuales puede formar colonias (Ketchum-Mejía, 1999).

Arrecifes rocosos circundantes.

Los arrecifes rocosos de la isla Espíritu Santo presentan la siguiente composición general de biota marina: diferentes tipos de algas, esponjas, gorgonias, abanicos de mar, coral negro (> 18 m de profundidad), algunos parches o colonias aisladas de corales hermatípicos, coral de copa (*Tubastrea coccinea*), poliquetos, nudibranquios o babosas de mar, estrellas de mar, erizos y peces de arrecife. En el anexo V se enlistan las especies más comunes de invertebrados y peces que habitan los arrecifes rocosos de la isla Espíritu Santo, desde la zona intermareal hasta profundidades mayores de 20 m.

No se registró ninguna especie de valor comercial dentro del área donde se establecerán los arrecifes artificiales. Sin embargo, en las áreas circundantes como Punta Iglesias, la costa

del islote Ballena y alguno que otro "bajo" (montículo rocoso sumergido) que presentan arrecifes rocosos, albergan diversas especies de importancia comercial. En el anexo V se presentan listados detallados de las especies de Invertebrados de importancia alimenticia y ornamental.

Especies amenazadas o en peligro de extinción.

En el área de estudio no se encontró ninguna especie clasificada dentro de estas categorías. Pero en los arrecifes circundantes se desarrollan dos especies de invertebrados que se encuentran dentro de la NOM-059-ECOL-1994. Una es un holoturoideo (pepino de mar), *Isostichopus fuscus*, considerada como una especie en peligro de extinción y la otra, es el bivalvo *Pinctada mazatlanica* (madre perlera) que se contempla como especie en protección especial. Sin embargo, el establecimiento de los arrecifes no ocasionará disturbio alguno en los hábitats de estas especies. Ya que la distancia que existe entre el área de establecimiento y los arrecifes rocosos es suficiente para no provocar ningún impacto sobre sus nichos ecológicos.

V.3.2. Medio socioeconómico.

Se presenta un resumen de los principales aspectos socioeconómicos de la zona. En el anexo VI se presenta información de tallada de diversos indicadores relacionados con estos aspectos.

Población

Según INEGI (1998), la población total del municipio de La Paz, BCS era en 1995 de 182,418 habitantes, representando el 48.58% de la población del estado. De estos habitantes, 91,658 eran hombres y 90,760 mujeres. La población de 5 años y más de la entidad que habla lengua indígena asciende a 3 468 personas, lo que representa al 1% de ese grupo de edad. En Baja California Sur, 135 personas se comunican en lengua indígena sin utilizar el español y representan 3.9% de la población hablante de lenguas indígenas. La mayor concentración de hablantes de lengua indígena que residen en toda la entidad se presenta en el municipio de la Paz (40.43 %). Del total de la población de 12 años o más, el 56.69% era población económicamente activa (PEA), 43.16% económicamente inactiva y 0.15% "no especificado". De la PEA, el 97.53% está reportada como ocupada y de esta, 16.33% se reporta en el sector primario, 20.36% en el secundario y 63.17 en el terciario. En el anexo VI se presentan los datos pormenorizados acerca de las condiciones de la población en el municipio de La Paz.

Educación

De acuerdo a la Secretaría de educación Pública (SEP), para el ciclo escolar 1996-1997 había en La Paz, 55,477 estudiantes inscritos en los planteles de educación básica, media básica y media superior. De estos alumnos, 7,836 cursaban preescolar, 27,354 primaria, 11030 secundaria, 1,228 profesional medio y 8,029 bachillerato. Así mismo había 5,008 estudiantes inscritos en instituciones de educación superior.

Medios de comunicación.

Transporte

La ciudad de la Paz se conecta con el resto de las ciudades de la península, principalmente a través de la Carretera 1 hacia el norte y a través de las carreteras 1 y 19 hacia San José del Cabo y Cabo San Lucas. Además, se tiene acceso marítimo vía Ferry desde la ciudad de Mazatlán, Sinaloa. También cuenta con enlaces internacionales vía aérea desde Los Angeles, Phoenix y Tucson (E.U.A.). Tiene conexiones con las principales ciudades de México y a dos horas de La Paz, se puede conectar con vuelos internacionales de San Diego, Seattle, Portland, Las Vegas, Denver, Dallas y Houston (E.U.A.). En temporada de invierno también es posible conectar vuelos desde Salt Lake City, Minneapolis, Chicago (E.U.A.). Toronto, Vancouver y Edmonton (Canadá). El municipio de la Paz cuenta con 3 950 metros lineales de extensión en obras portuarias de atraque (fiscales, privadas, etc.).

Telecomunicaciones

El municipio de La Paz cuenta con 1 empresa de telefonía pública, 3 con servicio de larga distancia y 2 que ofrecen servicio de telefonía celular. TELECOMM tiene en el municipio 11 oficinas de la red telegráfica (8 administrativas, 2 agencias y 1 estación radiotelegráfica), y brinda el servicio de telégrafo en el municipio de La Paz. El servicio incluye telegramas, giros y fax. El Servicio Postal Mexicano cuenta con 92 oficinas postales distribuidas en el municipio de La Paz; 76 expendios, 8 agencias, 4 sucursales y 4 oficinas administrativas. Además, actualmente la localidad cuenta con diversos tipos de servicios privados de mensajería, como DHL, Mexpost y Estafeta.

Servicios públicos.

Considerando como servicios básicos a la disponibilidad de agua entubada, drenaje, servicio sanitario y energía eléctrica, se tiene que 92.6% de las viviendas disponen de electricidad, 94.8% tienen acceso a servicio sanitario, 90.4% tiene agua entubada y 75.3% disponen de drenaje; este último servicio es el de mayor rezago. En el municipio, un total de 42 634

viviendas disponen de diferentes formas de sistema de drenaje. 31 042 se encuentran conectadas a la red pública; 4 817 se conectan a fosas sépticas; 3 descargan por medio de un desagüe al mar; 24 cuentan con desagüe a grieta o barranco. Existen también, 6 658 viviendas que no cuentan con ningún tipo de sistema de drenaje. El volumen de recolección de basura en la localidad es de 60,300 toneladas y el número de camiones recolectores disponibles es de 21 unidades. La disposición de los residuos sólidos se lleva a cabo en las áreas de relleno sanitario de la localidad de La Paz (50 ha de superficie). La ciudad cuenta también con un área de 13 ha como tiradero a cielo abierto.

Como centros de esparcimiento, la ciudad de la Paz cuenta con un total de 16 parques, 2 centros deportivos, 6 salas de cine y 6 teatros.

Servicios turísticos

El Puerto de La Paz es una zona que se caracteriza por ser uno de los destinos turísticos más importantes de México. Por lo que el sector turístico es considerado entre las industrias que aportan más divisas para la zona. La ciudad cuenta con 54 hoteles (1909 habitaciones en total), de los cuales 44 son considerados como de 5 estrellas. También se tienen 15 agencias de viaje, 13 agencias de buceo, 8 grupos dedicados a la pesca deportiva y varios servicios mas, que son típicos de cualquier área turística.

Energía y combustibles

Mientras que el gas que se usa para el consumo de la ciudad de La Paz es distribuida por compañías privadas, la ciudad cuenta con varias estaciones de abastecimiento de combustible, que operan bajo el sistema de franquicias de Petróleos Mexicanos (PEMEX).

El municipio de La Paz cuenta con 5 sub estaciones de transmisión de energía eléctrica con potencia de 106 MW. La red de transformadores en la zona asciende a 2 638 unidades, con una potencia de 144 MW que se transmiten y distribuyen a través de 1 499.5 km de líneas. Beneficiando de esta forma, a 423 localidades.

Vivienda.

La infraestructura habitacional está determinada por la concentración de la población. La población del estado de Baja California Sur reside principalmente en el municipio de La Paz. Hasta 1995 se registraron en el municipio un total de 42,743 viviendas particulares habitadas, que corresponden al 48.35 % del total de viviendas en el estado.

Tipo de economía.

El principal tipo de economía para la zona es de tipo de mercado. La pesca es la actividad más importante del sector primario y la mayor parte de la producción se comercializa aunque existe en menor medida la pesca de autoconsumo. Si bien en la zona se desarrolla una importante pesca deportiva, esta actividad se considera dentro del sector terciario ya que es parte de los atractivos turísticos de la zona. En la región, destacan las actividades del sector terciario, principalmente el turismo que genera la mayor parte del empleo en la zona. En el anexo VI se presentan las principales estadísticas económicas de la zona.

VI. RESULTADOS

De acuerdo con los objetivos planteados, los resultados se dividen en dos partes principales. La primera parte reporta los resultados de la estructura de evaluación de impacto ambiental aplicada al caso de estudio. La segunda sección presenta la estructura de seguimiento de los impactos con base en dos criterios: La evaluación de la MIA por parte del INE y los impactos generados en la realidad tras la realización del proyecto. Finalmente, se analizan los resultados de la aplicación de la estructura de evaluación y de seguimiento al caso de estudio.

VI.1. Resultados del Estudio de Impacto Ambiental

En esta sección se presentan los principales resultados del EIA realizado. La descripción del proyecto y la información generada sobre las características biofísicas y socioeconómicas del sitio del proyecto se incluyen en el capítulo VI (Caso de estudio). A continuación se presenta la evaluación de impacto ambiental. La estructura de esta sección corresponde en su mayor parte a la que guarda la MIA y que a su vez refleja los puntos sugeridos en la guía para la elaboración de EIA realizada por el INE vigente en la fecha de realización de la MIA.

VI.1.1. Resultados de la evaluación de impactos

Mediante el análisis de la información acerca del medio biofísico y del medio socioeconómico, se generó un conjunto de indicadores de impacto denominados atributos ambientales. Este conjunto de indicadores es un listado de características ambientales susceptibles de ser afectadas por el proyecto. En la Tabla XV se presenta el listado de atributos ambientales. Este listado, junto con el listado de obras y actividades del proyecto se utilizó para integrar la matriz de evaluación de impactos (Figura 8).

Conjuntamente con la utilización de la matriz para la identificación de impactos, dentro del análisis se incluyeron otras consideraciones de tipo ambiental y socioeconómico a fin de asegurar que la EIA consideraba todas las posibles afectaciones. La mayoría de las consideraciones de tipo ambiental se presentan en la sección de discusiones.

Entre los cuestionamientos fundamentales que se resolvieron en el EIA con relación a los factores o atributos del medio socioeconómico, se encuentran las preguntas contenidas en la Tabla XVI

Otro de los aspectos que se consideró en el análisis, fue la susceptibilidad de la zona a riesgos ambientales. La identificación de riesgos naturales permite determinar,

independientemente de los impactos del proyecto, los riesgos naturales cuya ocurrencia podrían afectar a este. En la Tabla XIV se presenta una identificación de los riesgos naturales presentes en el área de estudio.

VI.1.1.1. Impactos ambientales determinados

Para la determinación de impactos se analizaron todos los cruces de la matriz presentada en la Figura 8. En esta matriz, se evaluaron los posibles impactos de cada actividad sobre cada atributo ambiental. Las casillas en las que se identificaron impactos están marcadas con un número consecutivo. De esta forma, se construyó la Tabla XVII donde se enumeran los impactos determinados

Entre los impactos determinados, se identificó para cada actividad la posible generación de residuos, descargas y emisiones, ya que son causa directa de impactos ambientales en el caso de la operación de los AA en BLP. A este respecto y como se aprecia en la matriz de impactos y en la tabla de impactos determinados (Tabla XVII). Se consideró que las únicas emisiones generadas corresponden a los gases de combustión de las embarcaciones de los usuarios. Por otra parte, la única posibilidad de generación de residuos sólidos, es la depositación de residuos (envases vacíos y partes del equipo básico de buceo, aletas, snorkels, plomos, visores etc.) dentro del área de los arrecifes. También se determinó que las embarcaciones de los usuarios pueden derramar cantidades pequeñas de hidrocarburos (aceites y combustibles). El único ruido generado es el proveniente de las embarcaciones de los usuarios.

Los principales accidentes posibles son aquellos propios de las actividades que se desarrollarán. Es decir, accidentes de navegación, y de buceo (por ejemplo: fallas de equipos, accidentes de descompresión, neumotorax). Los procedimientos en caso de estos accidentes se describen en el anexo de medidas de seguridad.

VI.1.1.2. Clasificación de impactos

Posteriormente a la identificación de impactos, se llevó a cabo su clasificación la cual se presenta en la Tabla XVIII. La clasificación toma en cuenta los criterios enumerados en la Tabla II.

Tabla XIV.- Riesgos naturales en la zona de estudio

Riesgo natural	Identificación en la zona
Sismicidad.	No hay reportes de macro – sismos en la zona de estudio.
Deslizamientos.	No se contempla la posibilidad de deslizamientos los sitios escogidos.
Derrumbes.	No existe posibilidad de derrumbes en la zona.
Otros movimientos de tierra o roca.	No se tienen reportes ni se considera la probabilidad de otro tipo de movimientos de tierra.
Posible actividad volcánica.	No existen reportes de actividad volcánica en la zona

Tabla XV.- Indicadores de impacto (Atributos ambientales)

Atributo	Indicador
Aire	Patrones de difusión Partículas suspendidas en el aire Óxidos de Azufre Hidrocarburos Monóxido de Carbono Oxidantes fotoquímicos Tóxicos peligrosos Olores
Agua	Alteraciones en el flujo Aceites Radioactividad Sólidos suspendidos (Turbidez) Contaminación térmica Ácidos y Alcalis Demanda Bioquímica de Oxígeno Oxígeno disuelto Sólidos disueltos Nutrientes Compuestos tóxicos Coliformes fecales
Suelo (Fondo)	Transporte de sedimentos Contaminación del fondo
Ecosistema (Flora y Fauna)	Especies asociadas a fondos blandos Especies asociadas a arrecifes rocosos Estructura comunitaria de fondos blandos Estructura comunitaria de arrecifes rocosos Agregación de especies Especies amenazadas Especies de importancia comercial Dispersión de especies Reclutamiento de especies Sobrevivencia y crecimiento de especies Repoblamiento de especies arrecifales
Aspectos sociales	Estilos de vida Necesidades psicológicas Sistemas fisiológicos Necesidades de la comunidad
Aspectos económicos	Ingresos del sector privado Ingresos del sector público Pesca comercial Pesca deportiva Navegación Consumo per capita
Recursos	Combustibles Estéticos

Tabla XVI.- Análisis de las demandas socio-económicas generadas por el proyecto.

El proyecto genera:	
Demanda de mano de obra.	La preparación de los buques que serán hundidos requiere de personal desde la etapa de limpieza hasta la etapa de monitoreo y seguimiento de los arrecifes artificiales una vez establecidos. Sin embargo, tomando en cuenta la población económicamente activa de la ciudad de La Paz, esta demanda de mano de obra no será significativa.
Cambios demográficos (migración, aumento de la población).	La naturaleza y magnitud del proyecto no generarán cambios demográficos en la localidad.
Aislamiento de núcleos poblacionales.	La naturaleza del proyecto no propiciará el aislamiento de núcleos poblacionales.
Modificaciones en los patrones culturales de la zona.	Las características del proyecto no presentan relación tal, que genere cambios en los patrones culturales de la región. No obstante, tratando la cultura en diferente escala, se espera un impacto positivo en la actitud y conciencia ecológica de las personas relacionadas con el proyecto, incluyendo a los posibles visitantes.
Medios de comunicación.	El proyecto no generará demanda excesiva de medios de comunicación.
Medios de transporte.	La demanda en los medios de transporte, tratándose exclusivamente de los sitios de interés, aumentara en medida que las normas que se establezcan para el uso de los arrecifes lo permitan.
Servicios públicos.	Además de los ya existentes, no es necesario el incremento de servicios públicos debido al proyecto. Sin embargo, en medida de lo permitido, se espera una demanda en el consumo de combustible para el transporte a los sitios de establecimiento de los arrecifes
Zonas de recreo	Uno de los objetivos del proyecto es crear una zona de recreo alternativa, por lo cual, mas que crear demanda de zonas de recreo, ésta fungirá como tal.
Centros educativos	Las actividades relacionadas con el proyecto no generarán demanda por centros educativos.)
Centros de salud	No es necesaria la creación de centros de salud.
Vivienda.	No. La naturaleza y magnitud del proyecto no ocasionaran incremento alguno en la demanda de vivienda

Matriz de impactos.

45

[illegible]

Tabla XVII.- Impactos determinados

Número	Descripción del Impacto
1	Emisiones a la atmósfera de gases de combustión de los motores de las embarcaciones y de otros equipos.
2	Derrame de hidrocarburos (aceites y combustibles) de los motores de las embarcaciones y de otros equipos.
3	Vertimiento de sólidos suspendidos (pedacería de las embarcaciones que se van a hundir, polvos y otros sólidos)
4	Derrama económica en el sector privado por el evento del hundimiento y/o por la instalación de los arrecifes
5	Ingresos al sector Público, pago de impuestos, permisos, etc.
6	Congestionamiento de tráfico marino
7	Desplazamiento de especies asociadas a fondos blandos (local)
8	Agregación de especies por generación de zonas de refugio, reproducción y alimentación. Generación de sustratos duros para colonización de organismos bentónicos
9	Cambio en la estructura comunitaria de fondos blandos.
10	Incremento en actividades turísticas
11	Fomento a la educación ambiental y a la investigación científica
12	Generación de fuentes de empleo
13	Aumento en la demanda de combustibles para embarcaciones
14	Incremento de la belleza escénica del paisaje submarino

VI.1.1.3. Actividades que generan impactos y atributos afectados

Como parte de la evaluación, se identificaron las actividades que generaban cada impacto así como los atributos ambientales afectados. Esta relación permitió la posterior elaboración de las medidas de prevención y mitigación. La relación actividades-impactos-atributos se presenta en Tabla XIX.

Tabla XVIII.- Clasificación de impactos

Número	Descripción del Impacto	Tipo	Significancia	Permanencia
1	Emisiones a la atmósfera de gases de combustión de los motores de las embarcaciones y de otros equipos.	R	B	T
2	Derrame de hidrocarburos (aceites y combustibles) de los motores de las embarcaciones y de otros equipos.	R	B	T
3	Vertimiento de sólidos suspendidos (pedacería de las embarcaciones que se van a hundir, polvos y otros sólidos)	R	B	T
4	Derrama económica en el sector privado por el evento del hundimiento y/o por la instalación de los arrecifes	P	M	P
5	Ingresos al sector Público, pago de impuestos, permisos, etc.	P	M	P
6	Congestionamiento de tráfico marino	N	M	T
7	Desplazamiento de especies asociadas a fondos blandos (local)	N	B	P
8	Agregación de especies por generación de zonas de refugio, reproducción y alimentación. Generación de sustratos duros para colonización de organismos bentónicos	P	A	P
9	Cambio en la estructura comunitaria de fondos blandos.	N	B	P
10	Incremento en actividades turísticas	P	M	P
11	Fomento a la educación ambiental y a la investigación científica	P	M	P
12	Generación de fuentes de empleo	P	M	P
13	Aumento en la demanda de combustibles para embarcaciones	N	B	P
14	Incremento de la belleza escénica del paisaje submarino	P	A	P

N: Negativo, P: Positivo, R: Reglamentado, B: Bajo, M: Medio, A: Alto, P: Permanente T: Temporal.

Tabla XIX.- Relación Actividades-impactos-atributos

Etapas o actividades del proyecto	Impactos
Impactos negativos	
Carga de los muertos a las embarcaciones, Toda actividad de navegación	Emisiones a la atmósfera de gases de combustión de los motores de las embarcaciones y de otros equipos.
Todas las actividades de navegación (barcos, lanchas)	Derrame de hidrocarburos (aceites y combustibles) de los motores de las embarcaciones y de otros equipos.
Remolque de los barcos.	Vertimiento de sólidos suspendidos (pedacería de las embarcaciones que se van a hundir, polvos y otros sólidos)
Maniobras de hundimiento	Congestionamiento de tráfico marino
Hundimiento	Desplazamiento de especies asociadas a fondos blandos (local)
Hundimiento	Cambio en la estructura comunitaria de fondos blandos. (local)
Operación de los arrecifes	Aumento en la demanda de combustibles para embarcaciones
Impactos positivos	
Maniobras de hundimiento y operación de los arrecifes en general	Derrama económica en el sector privado por el evento del hundimiento y/o por la operación de los arrecifes
Maniobras de hundimiento y operación de los arrecifes en general	Ingresos al sector Público, pago de impuestos, permisos, etc.
Existencia de los arrecifes	Agregación de especies por generación de zonas de refugio, reproducción y alimentación. Generación de sustratos duros para colonización de organismos bentónicos
Operación de los arrecifes	Incremento en actividades turísticas
Operación de los arrecifes	Fomento a la educación ambiental y a la investigación científica
Operación de los arrecifes	Generación de fuentes de empleo
Instalación de los arrecifes	Incremento de la belleza escénica del paisaje submarino

Para elaborar la evaluación final del proyecto, se construyó la Tabla XX en la que se resume de los impactos positivos y negativos.

Tabla XX.- Resumen de la evaluación de impactos.

Impactos determinados	Número	Significancia	Permanencia
Negativos	4	3B, 1M	3P, 1T
Negativos (Reglamentados)	3	3B	3T
Positivos	7	2A, 5M	7P
Total	14		

B: Bajo, M: Medio, A: Alto, P: Permanente T: Temporal.

VI.1.2. Medidas de prevención y mitigación

Para cada uno de los impactos negativos determinados, se elaboraron medidas de prevención y/o mitigación específica. En el caso de los impactos reglamentados, la medida de mitigación principal consiste en vigilar el cumplimiento de la normatividad aplicable al tipo de impacto. En el caso de los impactos negativos no reglamentados se propusieron medidas de mitigación ad-hoc al impacto correspondiente. Para cada medida de mitigación, se establecieron estrategias de cumplimiento y se definió quien o quienes serían los responsables del cumplimiento de las medidas así como los elementos necesarios para evaluar el cumplimiento de las mismas.⁴ A continuación, se presentan las medidas de prevención y/o mitigación determinadas para cada uno de los impactos negativos y reglamentados identificados.⁵

Impacto 1: Emisiones a la atmósfera

Medida de prevención y/o mitigación determinada

Este impacto fue clasificado dentro de la categoría de impactos reglamentados, esto quiere decir que existe normatividad específica encaminada a mitigar este tipo de impactos. Por esto, el primer punto a tomar para la prevención de este impacto, consiste en la aplicación de esta normatividad. Para garantizar el cumplimiento de la misma y como medida de prevención específica, se recomendó llevar a cabo la verificación del estado de los motores y la afinación de los mismos.

Estrategia para el cumplimiento de la medida

La estrategia propuesta para el cumplimiento de la medida fue establecer como requerimiento a los prestadores de servicios o terceros que pretendan tener acceso a los arrecifes, la revisión mecánica y verificación del buen estado de los motores de las embarcaciones. Así como implementar un procedimiento de revisión de las embarcaciones antes de su ingreso a los arrecifes.

Responsabilidad de aplicación de la medida

La responsabilidad de la aplicación de esta medida recaería en la directiva de la Asociación de operadores de buceo. En lo que respecta a la vigilancia sobre el cumplimiento de la

⁴ A la fecha de elaboración del estudio de impacto ambiental, la definición de medidas de prevención y/o mitigación, el establecimiento de estrategias para su cumplimiento y la definición de recursos para la evaluación de estas medidas eran un requerimiento de las guías para la elaboración de estudios de impacto ambiental de modalidad general emitidas por el INE.

normatividad, esta recae sobre la autoridad competente. En este caso, la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PROFEPA). Esta medida debe implementarse desde el inicio del proyecto y será de permanente aplicación durante la operación del mismo.

Recursos para la evaluación del cumplimiento de la medida.

Elaborar y mantener al día una bitácora en la que se registren los ingresos de cada una de las embarcaciones y se les solicite comprobante del buen estado de sus motores. Designar un encargado para la revisión periódica de las embarcaciones de los prestadores de servicios.

Impacto 2: Derrames de combustibles de las embarcaciones

Medida de prevención y/o mitigación determinada

Este impacto también fue clasificado dentro de la categoría de impactos reglamentados. En este caso, los instrumentos normativos aplicables son la Norma Oficial Mexicana NOM-ECOL-001/1996 y el Reglamento para Prevenir y Controlar la Contaminación del Mar por Vertimiento de Desechos y Otras Materias (RPCMVD). Dado que es un impacto reglamentado, el primer punto a tomar para la mitigación es vigilar la aplicación de la normatividad. Al igual que en el caso de las emisiones una medida de prevención específica consiste en la revisión de las condiciones de operación de los motores de las embarcaciones y la periódica afinación de los mismos.

Estrategia para el cumplimiento de la medida

Dado que las actividades que origina este impacto son las mismas que las del impacto número 1, la estrategia aplicable para el cumplimiento de las medidas de prevención o mitigación es la misma.

Responsabilidad de aplicación de la medida

Al igual que en el impacto anterior, la responsabilidad de la aplicación de esta medida recaerá en la directiva de la Asociación de operadores de buceo. En lo que respecta a la vigilancia sobre el cumplimiento de la normatividad, esta recae sobre la autoridad competente.

Recursos para la evaluación del cumplimiento de la medida.

Elaborar y mantener al día una bitácora en la que se registren los ingresos de cada una de

⁵ Para los impactos 4,5,8,10,11,12 y 14 no se determinaron medidas de prevención y mitigación por ser impactos positivos.

las embarcaciones y se les solicite comprobante del buen estado de sus motores. Designar un encargado para la revisión periódica de las embarcaciones de los prestadores de servicios.

Impacto 3: Vertimiento de sólidos

Medida de prevención y/o mitigación determinada

Este impacto está también reglamentado por lo que la base de las medidas de prevención y mitigación se fundamentan en la normatividad aplicable. Esta, consiste básicamente en el RPCMVD. Con base en lo anterior, se deberá tener un estricto control sobre el estado de las embarcaciones al momento del hundimiento.

Estrategia para el cumplimiento de la medida

La estrategia propuesta consistió en asegurar que el personal encargado del traslado de las embarcaciones al sitio garantice el mínimo desprendimiento posible de pedacería de los barcos

Responsabilidad de aplicación de la medida

Se estableció que la responsabilidad de aplicación de esta medida recae en la coordinación general del proyecto y deberá aplicarse antes del traslado de las embarcaciones hacia los sitios de los hundimientos.

Recursos para la evaluación del cumplimiento de la medida.

Para evaluar el cumplimiento de esta medida, se deberá contar con documentos que certifiquen el cumplimiento de la medida. Para ello, se deberá contar con el oficio expedido por parte de Secretaría de Marina (SM) donde se certifique el estado de limpieza de las embarcaciones.

Impacto 6: Congestionamiento de tráfico marítimo

Medida de prevención y/o mitigación determinada

Para la prevención de este impacto se determinó que se deberían establecer áreas de restricción y lineamientos de navegación durante el evento del hundimiento a fin de evitar el congestionamiento de tráfico marítimo y un posible accidente. Así mismo deberán marcarse las diferentes áreas de navegación mediante señalamientos temporales en el sitio.

Estrategia para el cumplimiento de la medida

La estrategia para el cumplimiento de la medida consiste en hacer una amplia difusión de las

restricciones de navegación determinadas para el evento y designar responsables para la vigilancia marítima durante el hundimiento.

Responsabilidad de aplicación de la medida

La responsabilidad de la aplicación de esta medida recae sobre el coordinador general del proyecto y el equipo de vigilancia. Estos responsables deberán poner en práctica la medida antes del traslado de las embarcaciones hacia el sitio

Recursos para la evaluación del cumplimiento de la medida.

El recurso que permitirá evaluar el cumplimiento de la medida será el reporte por parte del equipo de vigilancia

Impacto 7: Desplazamiento de especies asociadas a fondos blandos

Medida de prevención y/o mitigación determinada

El desplazamiento de las especies bentónicas asociadas a fondos blandos al momento del hundimiento es inevitable. Por lo tanto, la única medida de prevención que puede ser aplicada consiste en asegurar la precisión de las maniobras a fin de que este impacto sea exclusivamente local y que no exceda el área de afectación predeterminada.

Estrategia para el cumplimiento de la medida

La estrategia determinada para cumplir con esta medida consiste en respetar los procedimientos establecidos para las maniobras de hundimiento

Responsabilidad de aplicación de la medida

La responsabilidad de la aplicación de esta medida recae sobre el supervisor de las maniobras Antes y durante el hundimiento

Recursos para la evaluación del cumplimiento de la medida.

La evaluación de esta medida podrá hacerse a través de los reportes por parte del equipo de vigilancia y del supervisor de las maniobras del hundimiento.

Impacto 9: Cambio en la estructura comunitaria de fondos blandos

Medida de prevención y/o mitigación determinada

El cambio en la estructura comunitaria de fondos blandos se espera solamente en el área del fondo donde se asentarán las embarcaciones. Si se considera a la comunidad específica de esa área, el cambio es no solo inevitable sino también permanente pues se espera la

eliminación de la mayoría de los organismos en esa área. Por lo tanto, la única medida de prevención que puede ser aplicada consiste en asegurar la precisión de las maniobras a fin de que este impacto sea exclusivamente local y que no exceda el área de afectación predeterminada.

Estrategia para el cumplimiento de la medida

La estrategia determinada para cumplir con esta medida consiste en respetar los procedimientos establecidos para las maniobras de hundimiento

Responsabilidad de aplicación de la medida

La responsabilidad de la aplicación de esta medida recae sobre el supervisor de las maniobras Antes y durante el hundimiento

Recursos para la evaluación del cumplimiento de la medida.

La evaluación de esta medida podrá hacerse a través de los reportes por parte del equipo de vigilancia y del supervisor de las maniobras del hundimiento.

Impacto 13: Aumento en la demanda de combustibles para embarcaciones

Medida de mitigación determinada

Dado que se espera una gran afluencia de embarcaciones durante los hundimientos, se requiere regular el acceso (número de embarcaciones) para evitar una demanda excesiva de combustible así como para prevenir el congestionamiento del tráfico marítimo.

Estrategia para el cumplimiento de la medida

Determinar la capacidad máxima de embarcaciones que pueden acceder al sitio y limitar el acceso a dicho número

Responsabilidad de aplicación de la medida

El responsable de esta medida será el Coordinador del proyecto y deberá asegurar su cumplimiento antes del hundimiento y durante toda la etapa de operación

Recursos para la evaluación del cumplimiento de la medida.

El Coordinador del proyecto deberá elaborar un informe final después del hundimiento de las embarcaciones. Así mismo deberán llevarse bitácoras, reportes y estadísticas de los accesos por parte de los prestadores de servicios durante la operación del proyecto.

VI.2. Estructura de seguimiento del Estudio de Impacto ambiental

VI.2.1. Resolución por parte del INE

La MIA producto de la EIA fue presentada ante el INE con fecha 30 de septiembre de 1999. Con fecha 29 de octubre del mismo año, esta dependencia emitió la resolución correspondiente. En esta resolución, la dependencia menciona que el EIA fue analizado por la Dirección General de Ordenamiento Ecológico e Impacto Ambiental (DGOEIA) y que se solicitó la opinión técnica de la Unidad Coordinadora de Áreas Naturales Protegidas (UCANP). Así mismo, la resolución menciona que personal de la Dirección de la Oficina Regional de Baja California Sur del Área de Protección de Flora y Fauna Islas del Golfo de California (APFF-IGC) realizó una visita de inspección a los sitios propuestos para el hundimiento. Tanto la UCANP como la Dirección Regional de la APFF-IGC emitieron opiniones técnicas favorables a la realización del proyecto. Basada en estas opiniones técnicas y en su propio análisis del EIA, la DGOEIA emitió un dictamen favorable al proyecto. Este dictamen se basa también en la premisa de que la MIA contiene toda la información necesaria para la correcta evaluación de impactos. A raíz de la obtención por parte del INE, se realizó el proyecto, hundiéndose los barcos los días 18 y 19 de noviembre de 1999 (Figura 9 y Figura 11).

VI.2.2. Verificación de los impactos producidos

VI.2.2.1. Observaciones de campo durante los hundimientos

Los hundimientos de las embarcaciones Fang Ming y Lapas 03 se realizaron los días 18 y 19 de noviembre de 1999 respectivamente (Figura 9 y Figura 10). De acuerdo a la Tabla XVII por lo menos 7 de los impactos determinados ocurrirían durante los hundimientos (impactos 1 al 7). A continuación se presentan las observaciones realizadas en relación con estos impactos:

Impacto 1: Este impacto efectivamente ocurrió ya que durante los hundimientos estaban presentes en el área muchas embarcaciones con motores de combustión interna. Sin embargo los cambios en el atributo ambiental impactado (calidad del aire) no fueron perceptibles. Por lo anterior, se considera que la predicción hecha en el EIA acerca de este impacto fue acertada.

Impacto 2: Al igual que en el caso anterior este impacto ocurrió tal y como se predijo en el EIA, sin embargo, igual que en el caso anterior, los cambios en el atributo ambiental impactado (calidad del agua) no fueron perceptibles.

Impacto 3: Este impacto no pudo ser evaluado durante las observaciones ya que la visibilidad en el cuerpo de agua durante los hundimientos no permitieron constatar si efectivamente se desprendió pedacería de las embarcaciones.

Impacto 4: Este impacto ocurrió también de la forma en que se predijo en el EIA. Durante los días de los hundimientos, la industria turística de la ciudad de La Paz trabajó al máximo de su capacidad instalada debido al flujo de visitantes que acudieron a los hundimientos.

Impacto 5: La ocurrencia de este impacto no pudo ser evaluada directamente. Sin embargo la derrama económica que generaron los eventos del hundimiento implican la generación de ingresos al sector público vía impuestos al consumo.

Impacto 6: Este impacto ocurrió de la manera prevista en la EIA (Figura 9 y Figura 10).

Impacto 7: Si bien no pudo constatarse la ocurrencia de este impacto durante los hundimientos, se considera que su ocurrencia es inevitable debido al tamaño y peso de las embarcaciones.

VI.2.2.2. *Fotointerpretación del estado actual de los AA*

Debido a que no se ha llevado a cabo un monitoreo biológico adecuado del proceso de colonización de los AA y que no se cuenta con mediciones sobre la abundancia y diversidad de las especies que se agregaron, se recurrió a la foto-interpretación del estado de los AA un año después de su instalación. Las fotografías utilizadas fueron tomadas en noviembre de 2000, exactamente un año después de los hundimientos. Como puede apreciarse en la Figura 11, la Figura 12 y la Figura 13, a un año de la instalación de los AA, diferentes especies de invertebrados y algas cubrieron prácticamente toda la superficie de las embarcaciones. Así mismo, varias especies de peces hicieron de los AA un sitio de refugio y alimentación. Entre los peces encontrados durante los buceos se encontraban pargos, burritos, ballestas, cornetas, peces Ángel y Ángel Cortés. Así mismo, se encontraron colonias de pulpos, madreperlas y corales (Danemann, 2001) .

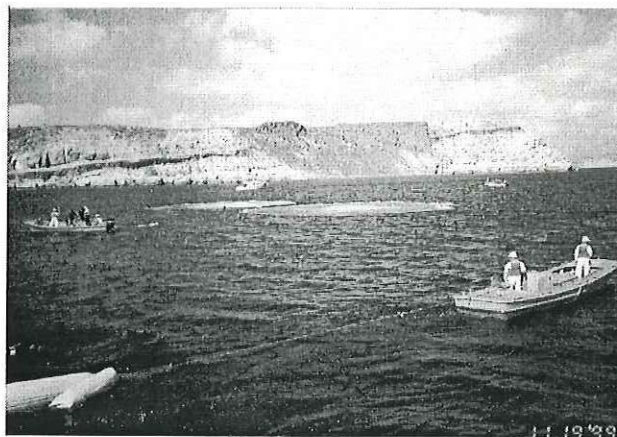
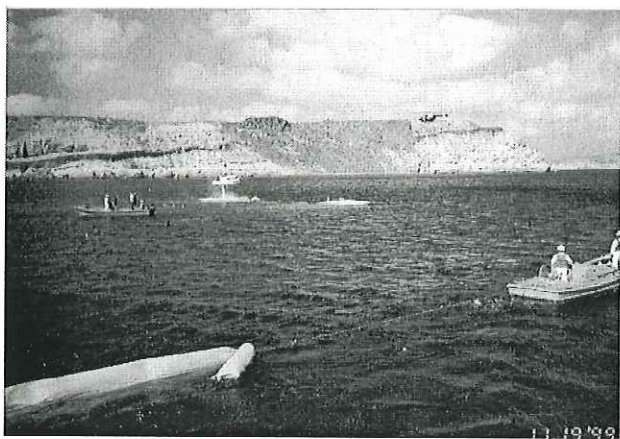
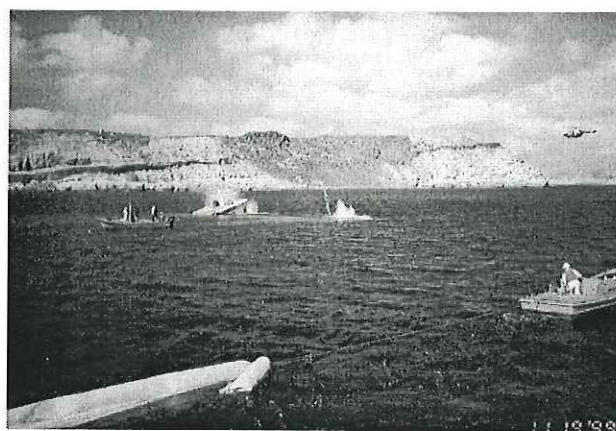
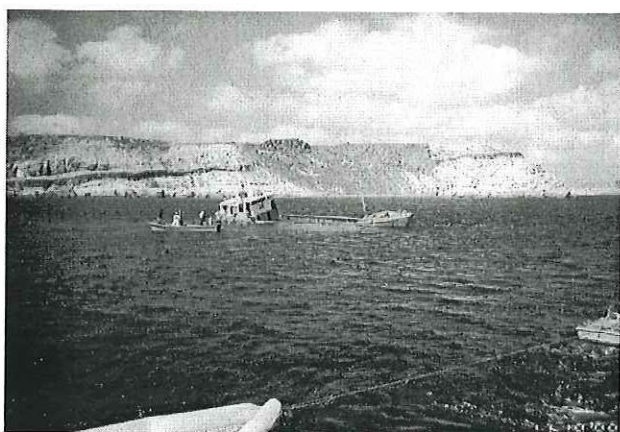
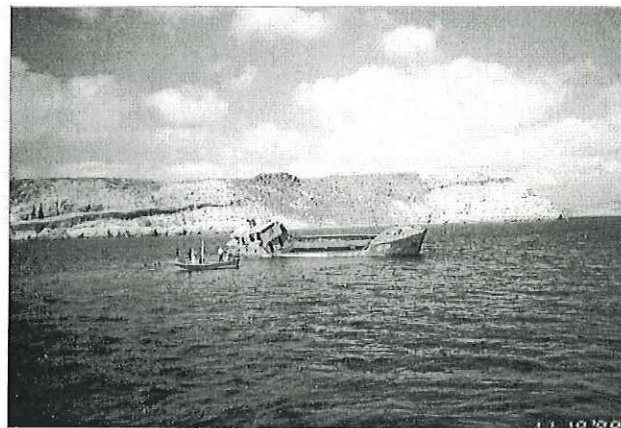
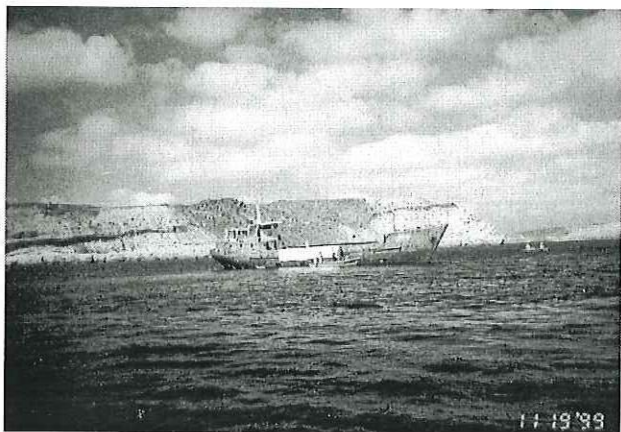


Figura 9.- Secuencia del hundimiento del barco LAPAS 03 el 19 de noviembre de 1999

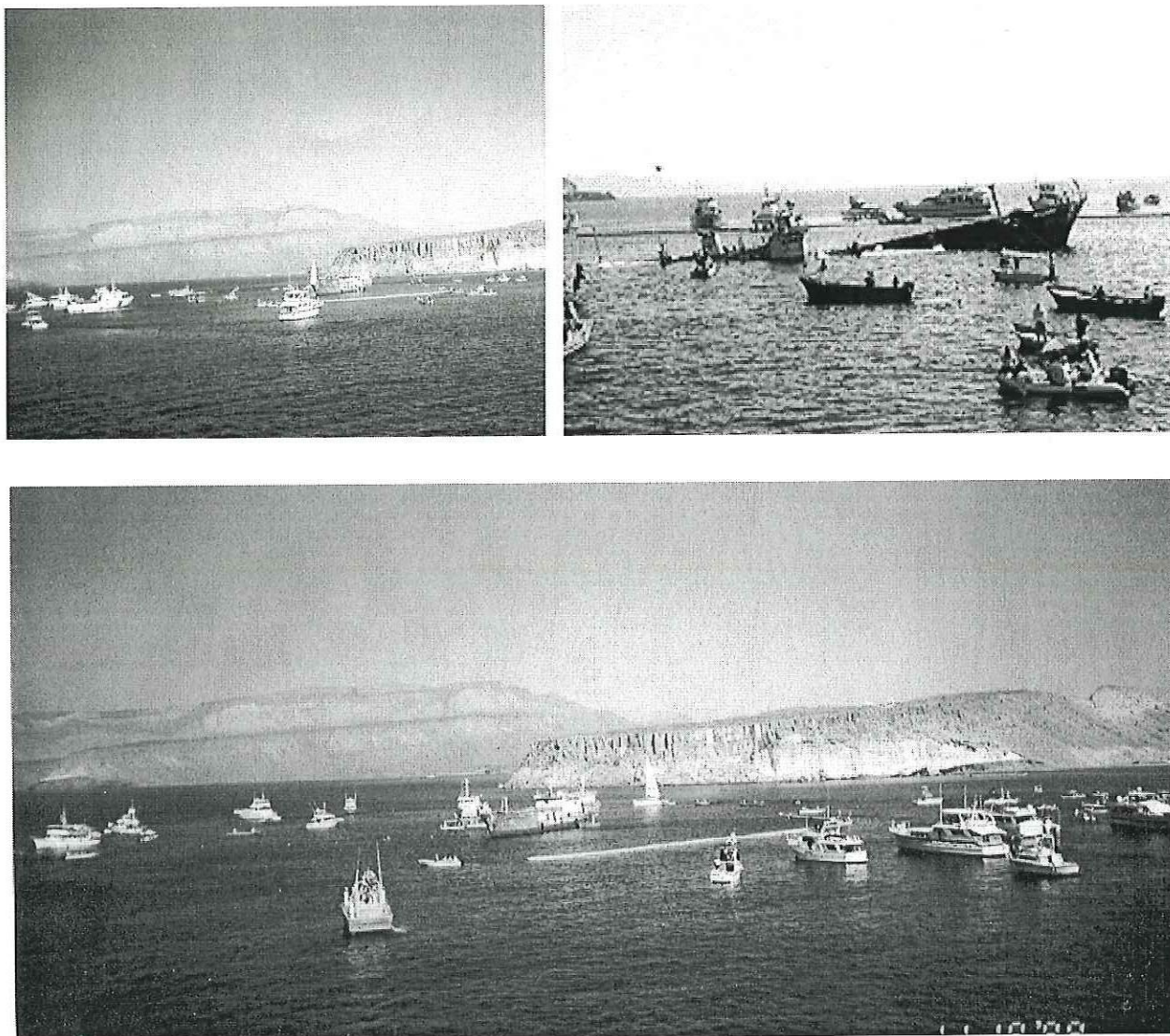
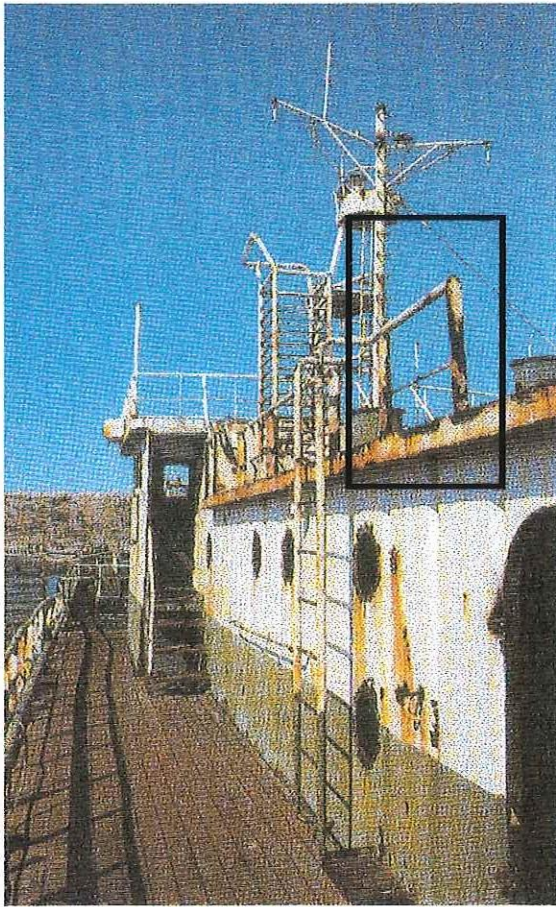
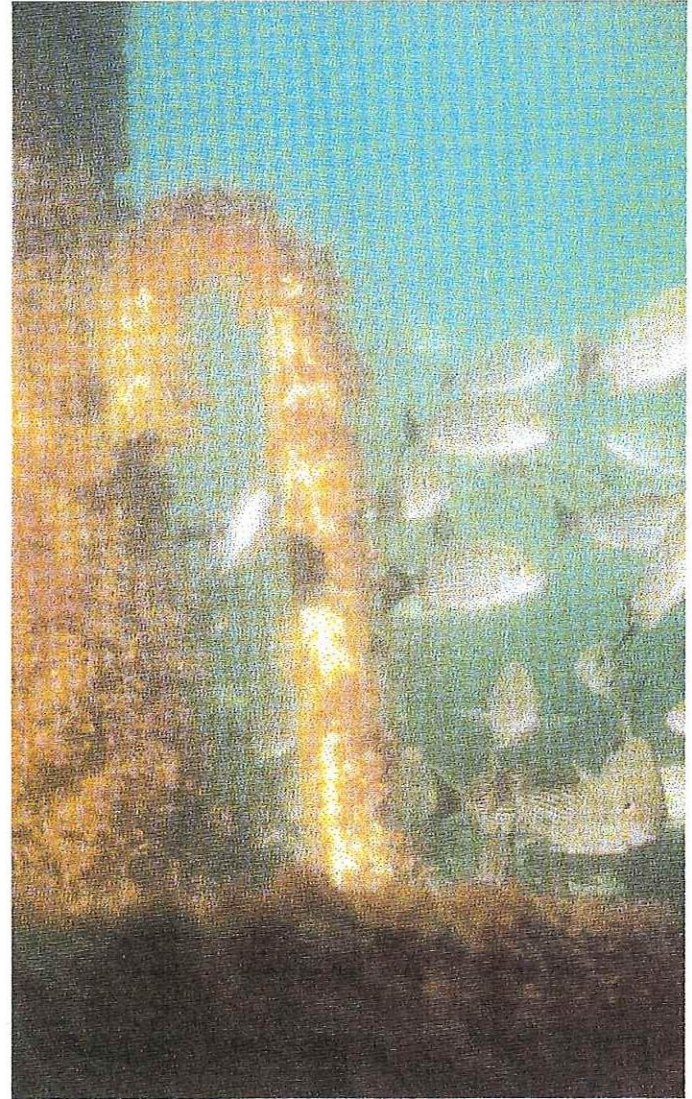


Figura 10.- Hundimiento del barco Fang Ming el 18 de noviembre de 1999



a)



b)

Figura 11.- Escaleras de la cubierta del Fang Ming. Antes de su hundimiento (a) y un año después (b) en noviembre de 2000



a)



b)

Figura 12.- Armazón de soporte del techo de la cubierta del barco Fang Ming antes del hundimiento (a) y un año después del hundimiento.

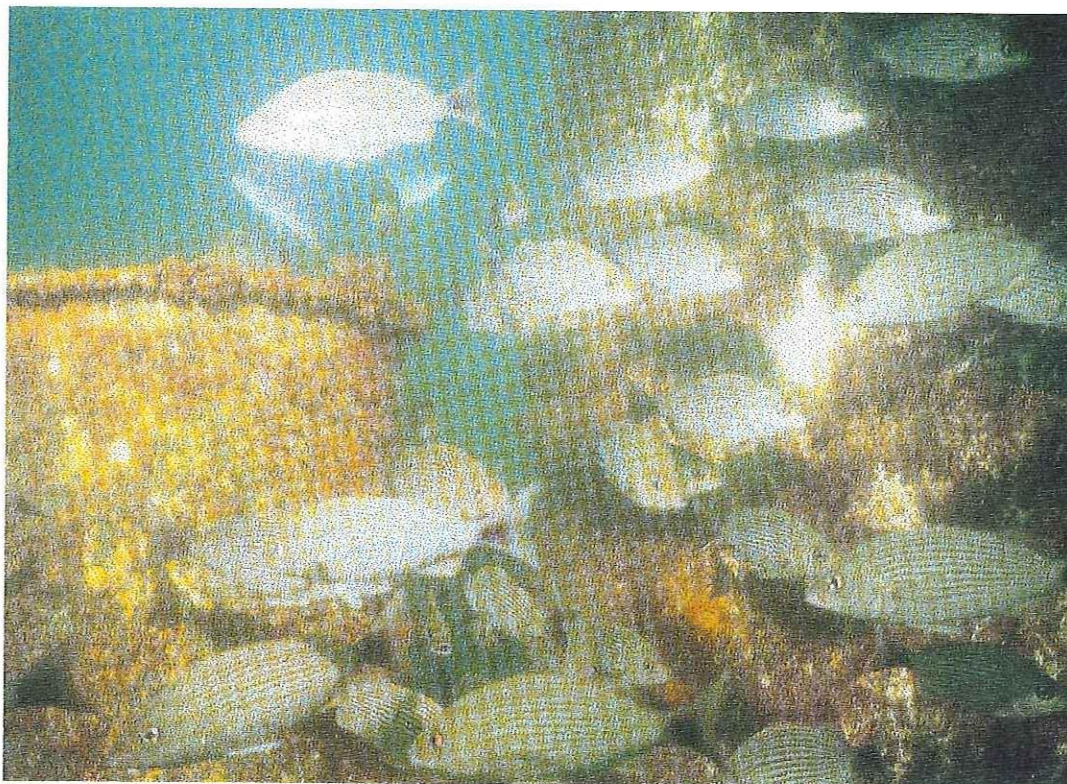


Figura 13.- Comunidades de peces arrecifales en el pecio formado tras el hundimiento del Fang Ming (Noviembre de 2000)

VI.2.2.3. *Revisión de las encuestas realizadas a informantes clave*

De acuerdo a los resultados de los cuestionarios aplicados al sector académico, la mayoría de los especialistas opinan que su único valor está relacionado con las actividades turísticas y recreativas. Como se aprecia en la Figura 14, solo 2 de los encuestados opina que además del valor turístico-recreativo, los arrecifes tienen importancia para la conservación o las pesquerías.

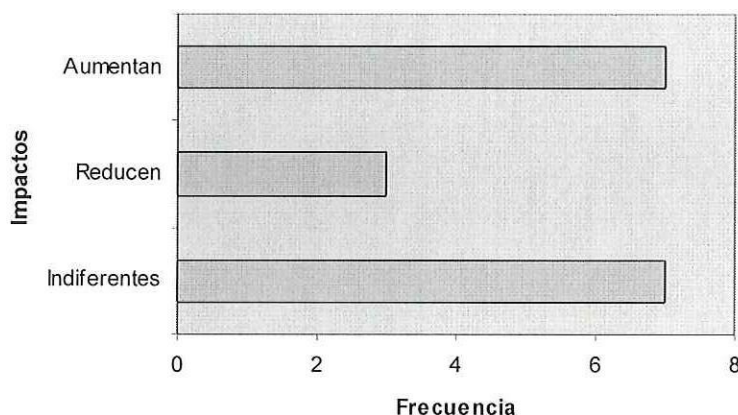


Figura 14.- Opiniones respecto al valor de los AA (septiembre de 2001)

En lo que respecta a la opinión de los especialistas del sector académico sobre los impactos que el proyecto de AA tiene sobre los arrecifes naturales, estas se encuentran divididas (Figura 15). Los especialistas que opinan que el impacto sobre los arrecifes naturales de la zona son negativos, argumentan que al fomentarse las actividades de buceo, se incrementan las visitas a los sitios tradicionales de buceo (v.g. los arrecifes naturales). El sector que opina que los AA son indiferentes en relación a los impactos sobre los arrecifes naturales argumenta que los AA solo representan un sitio más de buceo y que esto no aumenta ni disminuye el impacto sobre los arrecifes naturales.

Puede hacerse una mejor apreciación de la influencia de los AA sobre el impacto a arrecifes naturales a partir de las encuestas realizadas a las compañías de buceo. De acuerdo a López-Espinosa de los Monteros (2001) el 75% de las compañías encuestadas no ha dejado de visitar los sitios de buceo que habitualmente visitaban y solo el 25% de las compañías ha dejado de visitar otros sitios o reducido sus visitas debido a la existencia de los AA como sitios de buceo alternativos. En la Figura 16 se presenta la frecuencia con la que las compañías de buceo visitan los AA.

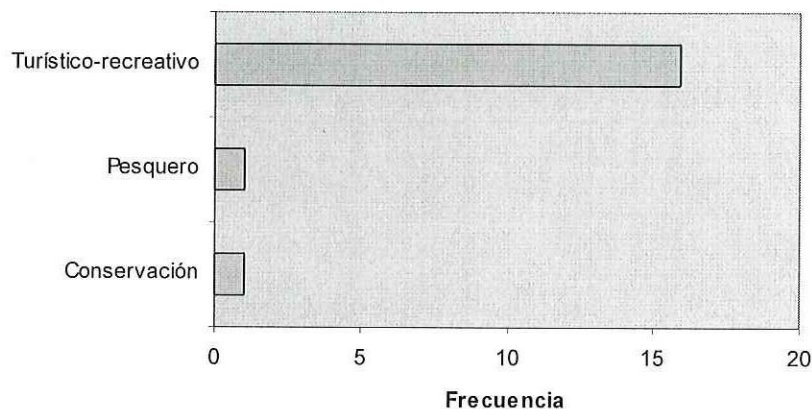


Figura 15.- Opiniones respecto a los posibles efectos de los AA en la reducción de los impactos sobre los arrecifes naturales (septiembre 2001)



Figura 16.- Frecuencia de visitas a los AA por empresas de buceo que operan en el área (septiembre 2001)

Es importante señalar que desde antes de la instalación de los AA existían dos tipos de sitios de buceo, los “obligados” y los “alternativos”. Los denominados “obligados” son aquellos a los que siempre se programan visitas por parte de las compañías, mientras que los alternativos no se programan ni se visitan a menos que no se puedan realizar buceos en los otros sitios por alguna razón. De acuerdo a López-Espinosa de los Monteros (2001) todos los sitios que algunas compañías han dejado de visitar eran considerados “alternativos” Estos sitios eran: La Ballena, El Faro de San Rafaelito, El Gallo, La Gallina y La Roca Swaine. Los sitios conocidos como Los Islotes, El Bajo y La Reina (considerados “obligados”) no se dejaron de visitar a raíz de la instalación de los AA. En resumen, los AA se constituyeron como sitios alternativos pero no substituyeron a los principales sitios de buceo. Cabe señalar que solamente el barco Fang Ming está siendo visitado por las compañías de buceo. No así el Lapas 03.

VI.2.2.4. Opiniones de informantes clave

Sector turismo (Coordinación estatal de turismo)

La opinión emitida por este sector fue positiva en lo que respecta a la instalación de los AA en el sentido de ser una atracción turística. Es la opinión del sector que se deben apoyar y promocionar este tipo de proyectos. Sin embargo, esta institución no cuenta con ningún tipo de promoción relacionada con los AA (López-Espinosa de los Monteros, 2001)

Organizaciones no gubernamentales (ONG)

Las opiniones expresadas por 2 de las cuatro ONG relacionadas con la conservación⁶ en las entrevistas de septiembre de 2001 coincidieron en señalar lo siguiente: Los AA generan beneficios exclusivos a la actividad turística y no debió realizarse tan cerca de un área natural protegida como es la Isla Espíritu Santo⁷. Los argumentos de esta opinión son que la instalación de los AA puede atraer más presión de uso sobre la zona y por otro lado, los atractivos naturales de la región son los sitios naturales que posee y que los AA son innecesarios.

Sector social (pescadores locales)

De acuerdo con López-Espinosa de los Monteros (2001) quien ha entrevistado a pescadores locales sobre el tema; la zona donde se ubican los AA no se utiliza ni se ha utilizado antes para las actividades de pesca comercial por lo que se considera que los AA no han tenido ninguna repercusión importante en este sector.

VI.2.2.5. Comparación de los resultados del EIA con los impactos reales de los AA

Si bien no se obtuvo información concluyente sobre todos y cada uno de los impactos predichos, se compiló suficiente información para evaluar la mayoría de los resultados del EIA. En la Tabla XXI se presenta un listado de los impactos descritos en el EIA y la determinación de su ocurrencia una vez realizado el proyecto. Como puede apreciarse en esta tabla, la ocurrencia de algunos impactos no pudo ser determinada (impactos 9,10 y 13).

Por otra parte, cabe señalar que algunos puntos de las medidas de mitigación no se cumplieron. En particular, los recursos para evaluar el cumplimiento de dichas medidas.

⁶ Las entrevistas realizadas excluyeron a las otras 2 ONG debido a que están directamente involucradas con la creación y promoción de los AA.

⁷ La Isla Espíritu Santo es parte del Área de Protección de Flora y Fauna (APFF) Islas del Golfo de California.

Tabla XXI.- Evaluación de los impactos descritos en el EIA

Número	Descripción del Impacto	Ocurrencia real del impacto
1	Emisiones a la atmósfera de gases de combustión de los motores de las embarcaciones y de otros equipos.	SÍ
2	Derrame de hidrocarburos (aceites y combustibles) de los motores de las embarcaciones y de otros equipos.	SÍ
3	Vertimiento de sólidos suspendidos (pedacería de las embarcaciones que se van a hundir, polvos y otros sólidos)	SÍ
4	Derrama económica en el sector privado por el evento del hundimiento y/o por la instalación de los arrecifes	SÍ
5	Ingresos al sector Público, pago de impuestos, permisos, etc.	SÍ
6	Congestionamiento de tráfico marino	SÍ
7	Desplazamiento de especies asociadas a fondos blandos (local)	N/D
8	Agregación de especies por generación de zonas de refugio, reproducción y alimentación. Generación de sustratos duros para colonización de organismos bentónicos	SÍ
9	Cambio en la estructura comunitaria de fondos blandos.	N/D
10	Incremento en actividades turísticas	N/D
11	Fomento a la educación ambiental y a la investigación científica	NO
12	Generación de fuentes de empleo	NO
13	Aumento en la demanda de combustibles para embarcaciones	N/D
14	Incremento de la belleza escénica del paisaje submarino	SÍ

N/D = No se determinó la ocurrencia o no del impacto

VII. DISCUSIONES

VII.1. Discusiones del estudio de impacto ambiental⁸

Los mayores impactos potenciales del hundimiento de una embarcación en desuso, están relacionados con el potencial vertimiento de residuos de combustibles y lubricantes residuales o bien de metales (como cobre, estaño, etc.) que hubieran formado parte de los sistemas eléctricos de la embarcación. Como resultado de la EIA, se concluyó que debido a los procedimientos y preparativos previos al hundimiento impacto no ocurriría ya que los barcos fueron limpiados bajo las normas internacionales más estrictas (Bajo los lineamientos del Artificial Reef Society of British Columbia, Canadá). Así mismo, los residuos fueron manejados de acuerdo a la normatividad Mexicana vigente en la materia (la SM certificó el proceso de limpieza de las embarcaciones de conformidad con estas normas).

De acuerdo al diagnóstico del medio biótico, se identificaron en la zona diversas especies que al disponer de un sustrato adecuado, seguramente colonizarán las estructuras de las embarcaciones. Se estimó que muchas de estas especies serían reclutadas por los arrecifes artificiales, debido a que la superficie de las embarcaciones representa un sustrato nuevo para la colonización de diferentes especies bentónicas. La estructura generará refugios, zonas de reproducción y alimentación, principalmente para los peces arrecifales.

En la EIA se determinó también que las comunidades de especies bentónicas que habitaban el sustrato blando en las áreas donde se colocaron los arrecifes artificiales serían afectadas en forma local, ya que parte de los cascos de los navíos las cubrieron. De igual forma, se estimó que los nuevos arrecifes agregarían y reclutarían especies depredadoras, por lo que el pastoreo sobre esta comunidad bentónica se incrementaría (aproximadamente en un radio de 100 m). Esto cambiaría la estructura comunitaria en el sitio de establecimiento. Sin embargo, las áreas afectadas no son suficientemente grandes como para generar un impacto severo en las comunidades de fondos blandos adyacentes. Por otra parte, el AA funcionaría como un "trampolín" (del tecnicismo inglés "Stepping stone") para la dispersión de las especies.

Antes de la instalación de los AA, la zona no presentaba ninguna cualidad estética que la destaque como relevante. (Esta característica fue tomada en cuenta como criterio para la elección del sitio de establecimiento de los arrecifes). De esta forma, los sitios de

establecimiento no se consideran un atractivo turístico. De hecho, uno de los propósitos, de los hundimientos fue de incrementar las actividades turísticas (e.g. subacuáticas y acuáticas).

Cabe resaltar que de los 7 impactos negativos que se identificaron, tres de ellos están reglamentados. Además, su significancia se evaluó como baja y su permanencia como temporal. En lo que respecta a los impactos negativos (no reglamentados), tres de ellos son de baja significancia y sólo uno de mediana significancia, siendo este último, temporal. Por su parte, los impactos positivos fueron tantos como los negativos pero de mayor significancia (dos altos y 5 medios), siendo además, todos ellos de carácter permanente. Por lo anterior, después de la realización de la EIA se estimó que es que el proyecto generaría mayores beneficios que cualquier impacto negativo que pudiera causar.

En lo que respecta a los posibles impactos del medio sobre los arrecifes, se determinó que la viabilidad del proyecto dependería de la implementación de medidas de control estrictas: especialmente, en lo que se refiere al acceso y al número de visitantes.

VII.2. Estructura de seguimiento de la EIA

VII.2.1. Ocurrencia de los impactos determinados

Como se puede apreciar en los resultados de la evaluación de la EIA, la mayoría de los impactos que se determinaron ocurrieron efectivamente. Sin embargo, la ocurrencia real de algunos de ellos no pudo ser evaluada satisfactoriamente. Uno de los motivos de lo anterior es que los criterios de evaluación de la magnitud de los impactos no cuentan con indicadores medibles. Por lo tanto, la evaluación de impactos se vuelve mayormente cualitativa. Para poder hacer una evaluación cuantitativa de la efectividad de las predicciones de un EIA, es necesario que en este estudio se establezcan indicadores de impacto también cuantitativos. La existencia de valores numéricos permite establecer comparaciones más precisas y por lo tanto determinar también con mayor precisión la ocurrencia real de los impactos predichos. Un ejemplo claro de esto último se presenta en el caso de impactos sobre atributos ambientales tales como la calidad del agua o del aire. En el primer caso, existen variables que pueden ser medidas antes y después de la realización de la actividad que causa el impacto. En el caso del impacto a la calidad del agua por vertimiento de aceites y/o lubricantes pueden medirse las concentraciones de grasas y aceites antes de la realización

⁸ En esta sección se presentan las discusiones que originalmente se incorporaron al EIA. Por lo tanto en el momento de su elaboración, no se contaba con la información generada posteriormente a la realización del proyecto.

de la actividad generadora del impacto y establecer umbrales que indiquen la ocurrencia de un impacto. En el caso de impactos en los atributos socio-económicos también pueden establecerse indicadores. Por ejemplo, la derrama económica sobre el sector turístico puede estimarse en base a las estadísticas de ocupación hotelera o al flujo de visitantes a una zona (en este caso el número de turistas que efectúan buceos en los AA).

El otro obstáculo encontrado para la evaluación real de los impactos del proyecto se debe al incumplimiento de las recomendaciones del EIA. Esto es claro en el caso del monitoreo biológico de las comunidades bióticas en la zona. Como se vio en la sección de resultados, los impactos positivos de la agregación de especies y la creación de sitios de refugio y reproducción de especies efectivamente ocurrieron. Sin embargo, al no existir un monitoreo adecuado de los procesos biológicos, no se cuenta con indicadores cuantitativos que documenten estos procesos (por ejemplo: evaluación de índices de diversidad, evaluaciones de la estructura comunitaria etc.).

Esta discusión lleva obligadamente al tema de la validez de las EIA como una herramienta de evaluación confiable y determinante en la toma de decisiones. Este tema tiene dos vertientes importantes. Por un lado, es indiscutible que la toma de decisiones sobre la realización de los proyectos, requiere de una herramienta de evaluación que en un período de tiempo razonable proporcione elementos para dicha toma de decisiones. La EIA cumple con este requerimiento. Sin embargo, en el periodo de tiempo en que típicamente se realizan estos estudios (generalmente menos de 6 meses) y con las limitaciones de costo que se presentan es difícil llevar a cabo mediciones y/o monitoreos que satisfagan las necesidades de información cuantitativa para hacer predicciones precisas de los cambios en los atributos ambientales. Generalmente, las variables ambientales que no pueden medirse en periodos cortos de tiempo (por ejemplo; características climatológicas u oceanográficas) se estiman con base en información bibliográfica y solo se llevan a cabo mediciones de características ambientales que si pueden determinarse en el corto plazo con una exactitud razonable (por ejemplo la batimetría o la presencia de determinadas especies en una zona).

Un esquema que puede mejorar los resultados de las evaluaciones de impacto ambiental es la implementación de términos de referencia específicos para el tipo de proyecto que se evalúa. De este modo, con base en la experiencia de proyectos anteriores pueden determinarse las variables mínimas a medir.

VII.2.2.Validez de la estrucutra metodologica empleada en la EIA

La metodología empleada permitió la identificación y evaluación cualitativa de los principales impactos del proyecto. Sin embargo al no haber parámetros de evaluación cuantitativos, no se pudo valorar de manera cuantitativa los impactos determinados. Las definiciones utilizadas para la "significancia" de los impactos no cuentan con umbrales cuantitativos. Existieron impactos que se definieron como de significancia "baja" (como el caso de las emisiones a la atmósfera de los motores de las embarcaciones), que estaban previstos a ocurrir entre otras etapas durante los eventos de los hundimientos, y que aunque es lógico pensar que ocurrieron, los cambios en la calidad del atributo impactado (en este caso la calidad del aire) no fueron percibidos durante las observaciones realizadas en las fechas del hundimiento. Por otra parte, impactos más notorios (clasificados como de significancia "media") tales como el aumento en el tráfico marítimo o la derrama económica durante los eventos de los hundimientos si fueron perceptibles y se constataron en las observaciones de campo. Así mismo, los impactos considerados como de significancia "alta" también pudieron ser constatados en las evaluaciones posteriores a la realización del proyecto.

A pesar de lo anterior, el análisis evidenció una limitante típica de las EIA: La realización de un estudio encaminado a la integración de un documento de carácter normativo (la manifestación de impacto ambiental), que generalmente debe realizarse en un tiempo corto y con un presupuesto limitado, no permite incorporar estudios completos de las diferentes variables involucradas y basa muchos de sus resultados en información bibliográfica que no fue generada explícitamente para los objetivos del estudio.

Existen dos posibilidades para atacar este problema. Una de ellas es ampliar los objetivos y requerimientos de información de los formatos de las manifestaciones de impacto ambiental. Esto implica necesariamente la elevación de los costos y el tiempo de realización de estos estudios con las consecuentes desventajas económicas. Si bien esto podría considerarse como una "internalización" de los costos ambientales de los proyectos, sus implicaciones en los tiempos de aprobación de los proyectos son un costo que la mayoría de los agentes económicos no está dispuesto a aceptar. Otra opción es el establecimiento de términos de referencia para ciertos tipos de proyectos. Estos términos pueden definir las variables mínimas a considerar y añadir estas a los requerimientos generales establecidos en las guías y formatos existentes para la elaboración de MIA. Lo anterior, también repercutiría en los tiempos y costos de realización de los estudios pero seguramente en menor medida que la opción anterior ya que solo se establecen requerimientos adicionales para ciertos

proyectos. Por otra parte el establecimiento de términos de referencia implica también costos pero en este caso para las dependencias responsables de elaborar los términos de referencia. Finalmente cualquiera de las opciones repercute en el crecimiento de la tramitología para la realización de proyectos sin asegurar totalmente el mejoramiento de la calidad de los estudios.

Cualesquiera que sean las medidas que se tomen a este respecto, la responsabilidad final de la calidad y validez de los estudios, recae en el criterio, capacidad y ética de los evaluadores o responsables de la EIA. Debido a esto y dado que la mayoría de los métodos rápidos y prácticos implican la aplicación del criterio y experiencia de estos evaluadores, una opción de mejoramiento complementaria sería la certificación de peritos en la materia. Esta es una modalidad que ya se ha experimentado en México en el pasado pero que tiende a desaparecer. No son aún claros los motivos por los que se han desaparecido paulatinamente las figuras legales de los peritos en materia de impacto ambiental pero es probable que se deba a la tendencia gubernamental de “desregular” las actividades económicas para fomentar el crecimiento.

VII.2.3.Efectividad de las medidas de mitigación

La mayoría de las medidas de mitigación propuestas fueron incorporadas a la resolución en materia de impacto ambiental emitida por la DGOEIA. Sin embargo no todas las medidas de mitigación han podido ser evaluadas ya que no se cumplió con las estrategias propuestas para la evaluación de dichas medidas. Es notorio que la condicionante número 22 de la resolución en materia de impacto ambiental especificaba claramente la obligación de llevar a cabo un programa el seguimiento del desarrollo de los AA mediante un proyecto de investigación y monitoreo. Como se especificó en el apartado correspondiente, no se establecieron medidas de mitigación para los impactos positivos tales como el desarrollo de la comunidad arrecifal, pero sí se recomendó llevar a cabo dicho programa. En general puede decirse que no hubo impactos negativos significativos y que salvo el seguimiento y monitoreo, se llevaron a cabo las medidas de prevención suficientes para garantizar que no hubiera afectaciones al ambiente.

VII.3. Cumplimiento de los objetivos de la instalación de AA

VII.3.1.Creación de sitios de refugio, alimentación y reproducción de especies

De acuerdo a los resultados, este objetivo del proyecto de instalación de AA se cumplió ya que pudo observarse que al introducir un sustrato rígido propicio para la fijación de

organismos sésiles fomenta la agregación de estas especies y la creación de un sitio atractivo para el refugio, alimentación y reproducción de otras especies dependientes de las anteriores. Este es un objetivo común a la mayoría de los proyectos de AA sin embargo, para que se cumpla deben existir las características oceanográficas que permitan el transporte y fijación de larvas.

VII.3.2. Generación de sitios alternativos de buceo

Como se apreció en los resultados, el éxito del proyecto de instalación de AA en este objetivo es discutible. Si bien por lo menos uno de los AA es utilizado para el buceo recreativo, solo se considera un sitio alternativo y no puede decirse que represente una competencia real con los sitios de buceo "obligados". Debido a esto, el proyecto no parece haber cumplido la expectativa de disminuir la presión de uso sobre los arrecifes naturales.

VII.3.3. Promoción de la investigación científica y la educación ambiental.

Ninguna de las diversas instituciones de investigación existentes en la región realiza actualmente proyecto alguno sobre los AA. Una probable causa de esto es una falla en la planeación del proyecto por parte de la organización proponente (Pronatura, A.C.) o bien debido al desinterés de la comunidad científica de la localidad en el tema. Es notorio que al no realizarse un programa adecuado de seguimiento y monitoreo, no solo se desperdició una oportunidad de generar información científica de valor para las políticas que a futuro se desarrollen en este tipo de proyectos, sino que también se desatendió una condicionante de la autorización de impacto ambiental.

VII.4. Discusiones generales

La instalación de AA en zonas con condiciones oceanográficas favorables para tal fin, tiene altas probabilidades de tener éxito en constituirse como un centro de agregación de especies. Así mismo, es muy probable que se convierta en un sitio de refugio, alimentación y reproducción de especies. Sin embargo, no se tiene evidencia científica concluyente sobre la capacidad de "exportar" larvas o juveniles que ayuden a la recuperación de las poblaciones naturales. Al menos, no existen referentes cuantitativos que permitan determinar el tamaño y número de AA que se requiere establecer para lograr dicho objetivo. Debido a esto, el planteamiento de establecer AA como instrumento de conservación y/o recuperación de los ecosistemas arrecifales naturales requiere de un amplio monitoreo de variables biológicas.

Un asunto de importancia capital dentro del análisis de este tema, es el riesgo de la

manipulación a que se presta este tipo de proyectos. La posibilidad de verter en el medio marino diferentes estructuras con una autorización expresa de las autoridades ambientales y bajo el objetivo declarado del “mejoramiento del ecosistema” puede convertirse en una “patente de corso” para el vertimiento indiscriminado de diferentes desechos. A este respecto, es notorio el caso del hundimiento del buque “Restiguoche” en la Bahía de Acapulco Guerrero (hundimiento HA2K; ver Tabla I). Este proyecto implicaba el hundimiento de un buque de la armada Canadiense en aguas mexicanas. De acuerdo al INE, el proyecto no fue autorizado por no contar con los estudios de selección del sitio y de impacto ambiental adecuados. Sin embargo no se consideró el factor de la extranjería del buque que, mientras no se comprobara la instalación de un AA funcional con beneficios ambientales comprobados; solamente implicaba la disposición final de desechos de otro país dentro de aguas de jurisdicción nacionales. Cabe mencionar que a pesar de no contar con las autorizaciones correspondientes (el INE negó en un principio el permiso) el hundimiento se llevó a cabo otorgándose una dudosa autorización *a posteriori*.

Este es un ejemplo del riesgo que implica la realización de proyectos de instalación de AA cuando no se llevan a cabo tanto los estudios ambientales pertinentes como la aplicación adecuada de la normatividad ambiental. Debido a que este tipo de proyectos está pobremente documentado en México, las autoridades deben poner especial atención en el establecimiento de criterios generales que finalmente desemboquen en términos de referencia estrictos para estos proyectos.

VIII. CONCLUSIONES

VIII.1. Estructura de evaluación de impactos

Con apoyo en los resultados descritos y tomando en cuenta todos los factores analizados se concluyó lo siguiente después de la elaboración de la EIA:

1. Que la instalación de los arrecifes artificiales no causaría impactos negativos importantes al medio natural ni al sistema social y económico de la zona.
2. Que el flujo de beneficios que representan los impactos positivos identificados, sobrepasaría en gran medida los perjuicios que pudieran derivarse de los impactos negativos.

VIII.2. Estructura de seguimiento de la EIA

En lo que respecta al seguimiento de la EIA se concluyó lo siguiente:

1. Que mediante el EIA se predijeron los principales impactos ambientales pero que no todos los impactos predichos ocurrieron.
2. Que la EIA solo predijo los impactos de manera cualitativa pero no realizó ninguna predicción cuantitativa que permitiera establecer umbrales de afectación o la utilización de dichos datos para el establecimiento de términos de referencia.
3. Que es necesario establecer indicadores cuantitativos para las variables ambientales que así lo permitan.

VIII.3. Proyecto de instalación de AA. Caso de estudio en La Paz, B.C.S.

Con relación al proyecto de AA se concluyó que:

1. El proyecto cumplió con el objetivo planteado de crear un sitio de alimentación, refugio y reproducción de especies.
2. El proyecto falló en sus objetivos de promover la investigación científica y la educación ambiental, en la creación de sitios alternativos de buceo, y en la disminución de la presión de uso sobre los arrecifes naturales.
3. En los proyectos de instalación de AA debe asegurarse el establecimiento de un programa de monitoreo a largo plazo que permita la correcta evaluación tanto de los objetivos del proyecto como de los impactos producidos.

IX. PROPUESTA DE ESTRUCTURA DE EVALUACIÓN Y SEGUIMIENTO PARA EL DESARROLLO DE PROYECTOS DE INSTALACIÓN DE AA

A continuación se presentan los elementos que deben ser considerados para la planeación y desarrollo de proyectos para la instalación de AA mediante el hundimiento de embarcaciones desde la etapa de planeación hasta el seguimiento y monitoreo.

IX.1. Elementos para la planeación y el desarrollo de proyectos de AA

Etapa de planeación

- 1) **Determinación de una necesidad real.** El primer factor a considerar para este tipo de proyectos, debe ser el planteamiento de la problemática que se pretende resolver. Antes de proceder a la planeación de un proyecto de instalación de AA es necesario responder las siguientes preguntas: ¿Existe una problemática ambiental o de agotamiento de recursos pesqueros que pueda ser remediada mediante la instalación de AA?; En caso de existir dicha problemática, ¿Es la instalación de AA la única o la mejor alternativa de solución?. Solamente en caso de confirmarse estos supuestos es recomendable estudiar la posibilidad de desarrollar un proyecto de este tipo. La determinación de la necesidad real de establecer un AA deberá justificarse mediante un estudio formal que incorpore los puntos de vista de todos los sectores involucrados. La instalación de AA con el objetivo primordial (declarado o no) de disponer de embarcaciones en desuso o inservibles no se justifica plenamente. Sobre todo, si las embarcaciones provienen de otros países pues se está "subsidiando" la disposición de residuos sin una compensación.
- 2) **Establecimiento de los objetivos del proyecto.** Una vez determinada y justificada la necesidad de crear un AA, deberán establecerse los objetivos del proyecto. Estos, deberán ser claros, y medibles a fin de poder evaluar su cumplimiento una vez desarrollado el proyecto.
- 3) **Selección del sitio.** Para la selección del sitio deberán considerarse no solo los elementos técnicos que aseguren la factibilidad de creación del AA (v.g. accesibilidad, características físicas, biológicas y todas las enlistadas en la Tabla V) sino también la determinación de la capacidad del sitio para cumplir con los objetivos del proyecto conforme se mencionó en los dos puntos anteriores.
- 4) **Realización de estudios y talleres.** Se recomienda la realización de talleres que

incluyan a todos los sectores involucrados para: a) determinar la necesidad real de la creación de AA, b) lograr una adecuada selección del sitio, b) determinar las responsabilidades de instalación, operación y monitoreo.

Etapa de realización del proyecto

- 1) **Aseguramiento de los procedimientos de limpieza:** Para certificar las labores de limpieza y acondicionamiento de las embarcaciones, se recomienda contar con la supervisión de una persona o institución externa al proyecto. Las mejores opciones son un auditor ambiental externo o bien una institución académica.
- 2) **Vigilancia de las medidas de seguridad y del procedimiento de hundimiento:** Se recomienda que las labores de hundimiento cuenten con la asesoría de personal especializado. Este, deberá asegurar que la embarcación quede asentada en el sitio seleccionado así como la estabilidad de la estructura. Así mismo, deberá vigilarse la presencia de derrames de combustibles.
- 3) **Vigilancia del tránsito marítimo:** Debido a que este tipo de eventos suele realizarse con un despliegue importante de publicidad, es importante asegurar que existan medidas de control adecuadas del tráfico marítimo de la zona durante el hundimiento. Se recomienda el establecimiento de un perímetro de seguridad alrededor de la estructura. Este perímetro se establecerá en función del tamaño de la embarcación.

Etapa de seguimiento

Como se discutió en el capítulo anterior la evaluación del cumplimiento de los objetivos se dificulta si no se cuenta con un programa de monitoreo adecuado por lo que se debe considerar el monitoreo constante por lo menos de la siguientes variables:

Variables ambientales

- ☐ Abundancia y diversidad de las especies que colonicen el arrecife
- ☐ Sucesión de especies
- ☐ Parámetros hidrológicos de la zona circundante

Variables socioeconómicas

- ☐ Número de visitantes
- ☐ Ingresos generados por la instalación del AA
- ☐ Opinión de los diferentes sectores sociales.

En caso de que el objetivo esté relacionado con el mejoramiento de los recursos pesqueros, deberá llevarse un registro de las capturas para establecer comparaciones con las capturas anteriores al AA.

IX.2. Propuesta de estructura y seguimiento para la realización de las EIA

Deberá establecerse como uno de los objetivos principales del EIA el determinar si la instalación del AA obedece a una necesidad real o se realiza con la finalidad de resolver un problema de eliminación de desechos.

En el aspecto metodológico, es importante considerar la medición de variables ambientales y socioeconómicas del sitio antes de la realización del proyecto tanto para que las predicciones del EIA tengan un sustento válido como para determinar las variables del programa de monitoreo. Se recomienda que para cada uno de los indicadores de los atributos ambientales (Tabla XV) se establezcan valores cuantitativos que permitan evaluar los cambios ocasionados en los atributos ambientales después de realizado el proyecto.

La estructura de evaluación y seguimiento propuesta en este trabajo constituye una herramienta susceptible de aplicarse a cualquier proyecto de instalación de AA mediante embarcaciones. Así mismo, puede ser utilizada para el establecimiento de términos de referencia que se implementen como un requisito oficial para la realización de este tipo de proyectos.

X. BIBLIOGRAFÍA

- Aranda-Gómez, J.J. y Pérez-Venzor, J.A., (1986) Reconocimiento geológico de las islas Espíritu Santo y La Partida, Baja California Sur. Universidad nacional Autónoma de México, Instituto de geología, revista, Vol. 6, Num. 2. pp 103-116.
- Bohnsack, James A.; Sutherland David L. (1985) Artificial Reef Research: A review With recomendations for further Priorities. *Bulletin of Marine Science*, Vol 37, No. 1.
- CICESE (1999). Estudio Oceanográfico para la Instalación de Arrecifes Artificiales frente a la Isla Espíritu Santo, Baja California Sur. Para PRONATURA A.C. Ensenada, B.C. Agosto de 1999.
- CNA (Comisión Nacional del Agua) (1960-1995). Trayectorias de ciclones con influencias en B.C. Sur. Comisión Nacional del Agua, 30 pp..
- Christian, Richard; Frank Steimle y Richard Stone (1998) Evolution of marine artificial reef development: A philosophical review of management strategies. *Gulf of México Science*. Vol 16 (I). Marine Environmental sciences consortium of Alabama.
- Gobierno Federal, (1917) Constitución política de los Estados Unidos Mexicanos, Diario Oficial de la Federación, 5 de febrero de 1917.
- Danemann, Gustavo (2001) Un año de los arrecifes artificiales de la Bahía de La Paz. *México desconocido*. Número 290, año XXV. pp 36-44. México, 2001
- INE (1999). Oficio de resolución en materia de impacto ambiental emitido por la Dirección General de Ordenamiento Ecológico e Impacto Ambiental. México, D.F. 29 de octubre de 1999.
- INEGI (1998), Anuario Estadístico del Estado de Baja California Sur.
- Ino, T. (1974) *Historical review of artificial reef activities in Japan*. Páginas 21-23 en L. Colunga y R. Stone editores. Proceedings: artificial reefs conference. Texas A&M University, TAMU-SG-74-103
- Jensen, Kurt (Editor) (1998) *Environmental Impact Assessment using the rapid impact assessment matrix (RIAM)* Olsen & Olsen, Denmark 69 pp.
- Ketchum-Mejía J, Sánchez O.C. (1999). *Características Bióticas de los sitios de hundimiento para la creación de arrecifes artificiales en la Bahía de La Paz, B.C.S.* (no publicado).

- López-Espinosa de los Monteros, Roberto. (2001) *Evaluación del proyecto de arrecifes artificiales (1999) en la Bahía de La Paz, B.C.S. México*. Pronatura Península de Baja California, A.C. Editor. No publicado.
- Pronatura (1999) *Propuesta para la creación de arrecifes artificiales en la Bahía de La Paz, Baja California Sur*. No Publicado
- Ramírez-Sánchez S, Ketchum-Mejía J (1999). *Resultados del taller: Fase de identificación y priorización de sitios potenciales para la creación de arrecifes artificiales*. No publicado.
- Stone, R.B. (1974) *A brief history of artificial reef activities in the United States*. Páginas 24-27 en L. Colunga y R. Stone editores. *Proceedings: artificial reefs conference*. Texas A&M University, TAMU-SG-74-103
- Stone, R.B. (1982) Artificial reefs: Toward a new era in fisheries enhancement? *Mar. Fish. Review* 44(6-7): 2-3.
- UNAM-Instituto de Geofísica (1994). *Tablas de predicción de mareas 1994. Datos Geofísicos, Serie "A" Oceanografía*. P 115.

Comunicaciones personales

Lara Lara, Rubén (2001) Director de Pronatura Península Baja California

Riveroll 724 (esq. Calle Séptima)

Plaza Bermúdez, Segundo Piso

Ensenada, Baja California, 22830

Tel. (646) 175-7159

Zapata Miguel Ángel (2001) Encargado del comité de ecología, Asociación de colonos fraccionamiento Las Brisas.

Crotos Lote 214.

Fracc. Las Brisas.

Acapulco Guerrero.

Anexo I

Resultados del taller para identificación y priorización de sitios para el establecimiento de arrecifes artificiales en la costa de BCS.

CREACION DE ARRECIFES ARTIFICIALES EN LA BAHIA DE LA PAZ, B.C.S., MEXICO.

Fase de identificación y priorización de sitios potenciales para la creación de arrecifes artificiales
Saudiel Ramírez Sánchez y James Ketchum Mejía
Pronatura Península Baja California

INTRODUCCION

El aislamiento geográfico y la escasez de agua dulce han limitado las opciones de desarrollo en Baja California Sur. Compensado con aguas marinas ricas en recursos naturales y belleza escénica, B.C.S. ha tenido que cambiar su economía de zona libre a una basada en el aprovechamiento de sus recursos costeros y marinos. Por ello, la pesca y el turismo se han convertido en las opciones más viables para el desarrollo del Estado. A pesar de tener un tiempo de desarrollo relativamente corto, actualmente ambas actividades presentan síntomas de sobre-explotación tanto en la extracción como en el uso de las áreas y recursos costeros y marinos. Esta situación se complica cuando ambas actividades compiten por el uso de áreas y recursos. Los arrecifes naturales de B.C.S. son un ejemplo claro, ya que son áreas altamente productivas y muy diversas en flora y fauna, convirtiéndose en lugares atractivos tanto para la pesca como para el turismo de tipo naturalista. Una alternativa para incidir sobre esta problemática es la creación de arrecifes artificiales. En términos generales un arrecife artificial se crea al hundir en el mar una estructura creada por el hombre, la cual con el tiempo se convierte en parte del ecosistema local al ofrecer un sustrato de fijación y refugio para especies de flora y fauna marinas. Con beneficios ambientales y económicos, la creación de arrecifes artificiales a nivel mundial se ha incrementado, no sólo para aumentar la biodiversidad local sino también para aliviar la presión ejercida sobre arrecifes naturales y diversificar la economía local. Así entonces, la idea de crear arrecifes artificiales en el Golfo de California surge como una alternativa para mantener la diversidad biológica local y aliviar la presión ejercida sobre los arrecifes naturales de la región por las actividades de pesca y turismo naturalista.

La Bahía de La Paz cuenta con condiciones ambientales propicias (profundidad, tipo de fondo, visibilidad, corrientes, protección) para crear arrecifes artificiales con diversos fines. En el caso de la creación de arrecifes artificiales en la bahía, Pronatura Península de Baja California propone los siguientes objetivos:

- (1) crear un sitio de refugio y reclutamiento de peces que actúe como exportador de estas especies, recuperando y ayudando a mantener la diversidad biológica en el área y repoblando otros arrecifes ya mermados por la actividad pesquera comercial y deportiva.
- (2) crear un sitio alternativo para el buceo que permita reducir el impacto del turismo sobre los arrecifes naturales del área
- (3) promover la investigación científica y educación ambiental.

Las características de los objetivos propuestos para la creación de arrecifes artificiales en la bahía de La Paz, hacen indispensable un proceso de identificación y jerarquización de sitios potenciales, en el cual se puedan considerar aspectos técnicos, ambientales y sociales. Por ello se decidió utilizar un análisis multicriterio, con el cual es posible jerarquizar una serie de sitios potenciales usando diversos aspectos técnicos, ambientales y sociales. Con este fin de llevar al cabo esta tarea se plantearon las siguientes metas:

- (1) Identificar los sitios potenciales para establecer el arrecife artificial
- (2) Definir criterios físicos, biológicos y sociales para evaluar los sitios seleccionados
- (3) Evaluar los sitios con los criterios definidos
- (4) Jerarquizar los sitios a través de una matriz multicriterio

Para cumplimentar estas metas se llevó al cabo la siguiente metodología:

METODOLOGÍA Y RESULTADOS

(1) Identificación de sitios potenciales

La identificación de sitios se llevo al cabo a través de una consulta con investigadores, prestadores de servicios de buceo, buzos profesionales y pescadores ribereños de la zona (Anexo 1). Para ello se hicieron entrevistas personales. Estas entrevistas consistieron en: (1) presentar la idea, características, objetivos y avances del proyecto al entrevistado, y (2) dadas las características anteriores, se procedió a preguntar: de acuerdo a su conocimiento y experiencia en el área, ¿En qué lugares considera sería apropiado formar un arrecife artificial en la Bahía de La Paz? De esta consulta se identificaron 19 sitios potenciales (Figura 1).

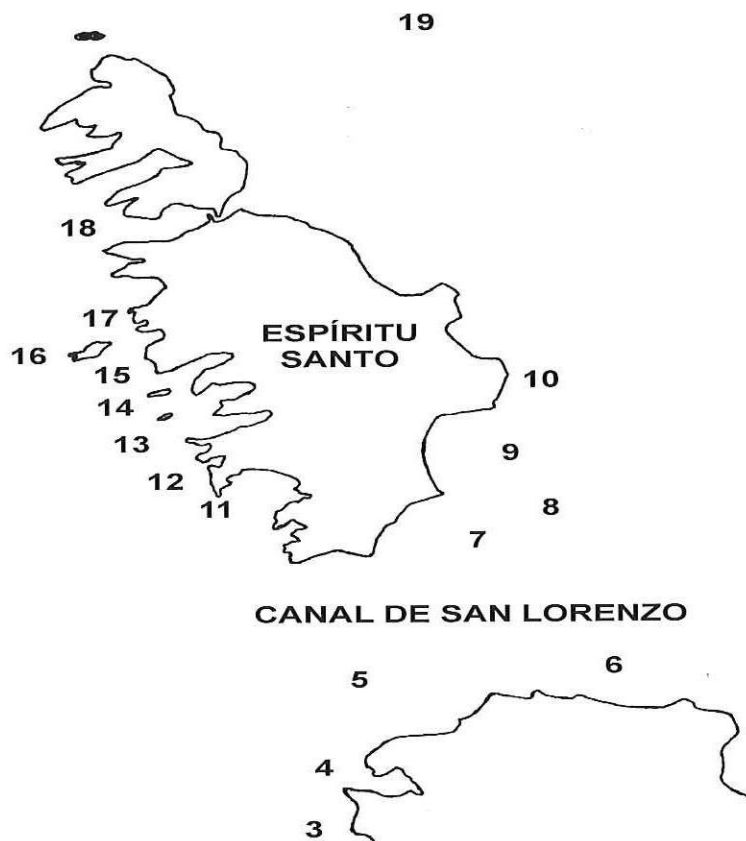


Figura 1. Localización de los sitios potenciales. 1. San Rafaelito-Merito, 2. San Rafaelito, 3. Pichilingue-Balandra, 4. Balandra, 5. San Lorenzo (W del canal), 6. Pulguero, 7. San Lorenzo (E del Swanee), 8. San Lorenzo (NE del Salvatierra), 9. Bonanza, 10. Punta Lobos-Faro, 11. San Gabriel, 12. Catedral, 13. Gallina (cola), 14. Cola Gallo-Cola Gallina,, 15. Islote Ballena (cara sur), 16. Canal Ballena-E. Santo, 17. Ballena (cola), 18. Partida (W), 19. El Bajo. Sitios 1 y 2 no aparecen en la figura, pero están localizados al sur del sitio 3, aproximadamente a una milla náutica de distancia.

(2) Identificación y definición de criterios

De forma similar a la identificación de sitios, los criterios físicos, biológicos y sociales fueron identificados a través de la consulta a las siguientes fuentes: (1) bibliografía especializada, (2) expertos en la materia,

y (3) prestadores de servicios de buceo y buzos profesionales. La selección final y definición de estos criterios se realizó tomando como base las recomendaciones de expertos en la materia, los objetivos del proyecto y las dimensiones de las estructuras (barcos) a utilizar para formar el arrecife artificial. Se identificaron 17 criterios divididos en cuatro categorías (Tabla 1).

Tabla 1. Descripción y escala de medición de los criterios seleccionados.

Categoría	Criterio	Aspecto a evaluar	Escala (puntaje)
Accesibilidad	1. Distancia.	Cercanía a la Cd. de La Paz, muelles, marinas o sitios de embarque.	Más de 30 millas náut. (1)
			Entre 16-30 millas náut. (2)
			Entre 0-15 millas náut. (3)
	2. Acceso por tierra	Cercanía a caminos o accesos por tierra al sitio	Con acceso (1)
			Sin acceso (2)
	3. Exposición a los elementos del Norte	Grado de exposición al oleaje y vientos predominantes del Norte *	> 4 (1)
			Entre 3-4, (2)
			Entre 0-2, (3)
	4. Exposición a los elementos del Sur	Grado de exposición al oleaje y vientos predominantes del Sur *	> 4 (1)
			Entre 3-4 (2)
			entre 0-2 (3)
	5. Exposición a los elementos del Oeste	Grado de exposición al oleaje y vientos predominantes del Oeste *	> 4 (1)
			Entre 3-4 (2)
			Entre 0-2 (3)
Características Físicas	6. Area	Contar con una plataforma horizontal (inclinación máx. de 4°)	< 200 m de diámetro (1)
			200 m o más de diámetro (2)
	7. Profundidad para el Buceo	Intervalo de profundidad adecuado.	> 80 ft ó < 60 ft (1)
			60 a 80 ft (2)
	8. Profundidad para la navegación	Profundidad adecuada para permitir la navegación	< 60 ft (1)
			> 60 ft (2)
	9. Fondo	Composición general del fondo	Arcilloso (1)
			Guijarro y/o arena (2)
	10. Corrientes	Intensidad de las corrientes del área	< 0.5 kt ó >1 kt (1)
			0.5 - 1 kt (2)
	11. Transparencia (verano)	Visibilidad máxima durante julio-noviembre	< 30 ft (1)
			Entre 30-40 ft (2)
	12. Transparencia (invierno)	Visibilidad máxima durante diciembre-junio	> 40 ft (3)
			< 30 ft (1)
			entre 30-40 ft (2)
			> 40 ft (3)
Características Biológicas del Sitio	13. Proximidad a otros arrecifes	Cercanía a otras zonas arrecifales	Contiguo a un arrecife o (1)
			>1000 m de distancia (2)
	14. Proximidad a zonas de pesca	Cercanía a zonas de pesca importante	50-1000 m de distancia
			> 1 km de distancia (1)
	15. Efecto sobre comunidades marinas	Que el sitio NO coincida o afecte comunidades marinas locales	Hasta 1 km de distancia (2)
			Si coincide (1)
			No coincide (2)
Conflictos	16. Efecto sobre las pesquerías locales	Que el sitio NO coincida con lugares donde se desarrolla la pesca ribereña y deportiva.	Si coincide (1)
			No coincide (2)
	17. Efecto sobre las rutas de navegación	Que el sitio NO coincida con rutas de tráfico marítimo de uso continuo.	Si coincide (1)
			No coincide (2)

* Grado de exposición al oleaje y vientos en unidades de la escala de Beaufort

(3) Evaluación y jerarquización de los sitios seleccionados

Utilizando los criterios identificados se procedió a evaluar cada uno de los lugares sugeridos. Para ello, se consultó a expertos, prestadores de servicios de buceo y pesca deportiva y pescadores ribereños. Una vez evaluados los criterios para cada lugar se procedió a jerarquizarlos utilizando una matriz multicriterio. El procedimiento consiste en sumar horizontalmente los valores de cada criterio que cada sitio obtuvo. El puntaje obtenido de esta se usa para jerarquizar los lugares, colocando al más alto en primer lugar y el resto de acuerdo a su puntaje obtenido (Tabla 2). Es importante aclarar que el lugar con mejor puntaje no se debe de interpretar como el sitio con condiciones ideales, sino como el lugar que mejor desempeño tuvo de acuerdo a los criterios definidos en la Tabla 1.

Con el fin de confirmar y recabar información *in situ* de los cuatro lugares que mejor puntaje tuvieron durante la jerarquización, se hicieron dos salidas de campo (Tabla 2). En la primera salida se realizaron perfiles batimétricos (2 c/sitio) de 300 a 2000 m de largo utilizando una ecosonda "Furuno". Estos perfiles ayudaron a confirmar la profundidad, área y pendiente de fondo apropiados. Las posiciones geográficas exactas de estos lugares se obtuvo utilizando un localizador por satélite (GPS). En la segunda salida se realizaron observaciones mediante buceo SCUBA para determinar el tipo de fondo y presencia de comunidades marinas de los sitios propuestos. Estas salidas aportaron dos elementos técnicos indispensables a considerar para la creación de arrecifes artificiales: (1) tipo de fondo y (2) área y pendiente adecuados.

(4) Características de los mejores sitios

Islote Ballena (cara sur). Localización geográfica: 24° 28' 43.2"N, 110° 23' 43.6"W

Este sitio se encuentra a una distancia de 20 millas náuticas de la ciudad de La Paz. Es un lugar con protección de los vientos del norte y oeste. Presenta profundidades entre 60 y 70 pies con un fondo compuesto principalmente por arena fina y guijarros (pedacera de concha, coral y algas coralinas). El sitio presenta un área mayor a 200 m de diámetro y un perfil con una inclinación menor a 4°. Las corrientes son moderadas (0.5 – 1 nudo). El lugar se encuentra próximo a arrecifes naturales y a zonas de pesca (< 1 km de distancia), incrementando con esto la posibilidad de arribo de reclutas en el arrecife artificial. Su ubicación no coincide con zonas de pesca o rutas de navegación de embarcaciones de gran calado.

La Catedral. Localización geográfica: 24° 26' 41.8"N, 110° 23' 8.2"W

Este sitio se encuentra a una distancia de 18 millas náuticas de la ciudad de La Paz. Es un lugar con protección de los vientos del norte principalmente. Presenta profundidades entre 70 y 80 pies con un fondo compuesto principalmente por arena fina y guijarros (pedacera de concha, coral y algas coralinas). El sitio presenta un área mayor a 200 m de diámetro y un perfil con una inclinación menor a 4°. Las corrientes son moderadas (0.5 – 1 nudo). El lugar se encuentra próximo a arrecifes naturales y a zonas de pesca (< 1 km de distancia), incrementando con esto la posibilidad de arribo de reclutas en el arrecife artificial. Su ubicación no coincide con zonas de pesca o rutas de navegación de embarcaciones de gran calado.

Canal de San Lorenzo (E-Swanee). Localización geográfica: 24° 23' 29.1"N, 110° 17' 38"W

Este sitio se encuentra a una distancia de 15 millas náuticas de la ciudad de La Paz. Es un lugar con protección moderada de los vientos del oeste principalmente. Presenta una profundidad de 70 pies con un fondo compuesto principalmente por arena fina-gruesa. El sitio presenta un área mayor a 200 m de diámetro y un perfil con una inclinación menor a 4°. Las corrientes en el área son fuertes (>1 nudo). El lugar se encuentra próximo a arrecifes naturales y a zonas de pesca (< 1 km de distancia),

incrementando con esto la posibilidad de arribo de reclutas en el arrecife artificial. Su ubicación no coincide con zonas de pesca o rutas de navegación de embarcaciones de gran calado

Bonanza (afuera). Localización geográfica: 24° 25' 58"N, 110° 17' 15.7"W

Este sitio se encuentra a una distancia de 16 millas náuticas de la ciudad de La Paz. Es un lugar con protección de los vientos del oeste principalmente. Presenta profundidades entre 70 y 80 pies con un fondo compuesto principalmente por arena fina-gruesa y guijarros (pedacería de concha, coral y algas coralinas). El sitio presenta un área mayor a 200 m de diámetro y un perfil con una inclinación menor a 4°. Las corrientes en el área son fuertes (>1 nudo). El lugar se encuentra próximo a arrecifes naturales y a zonas de pesca (< 1 km de distancia), incrementando con esto la posibilidad de arribo de reclutas en el arrecife artificial. Su ubicación no coincide con zonas de pesca o rutas de navegación de embarcaciones de gran calado.

(5) Consideraciones Finales

Los cuatro mejores sitios, de acuerdo a la priorización en la tabla 2, cuentan con condiciones similares. Las diferencias entre ellos prácticamente consisten en su accesibilidad, protección a los elementos, e intensidad de corrientes. Es por ello que para Pronatura Península de Baja California, cualquiera de estos lugares cuenta con las características básicas para cubrir los objetivos de creación de arrecifes artificiales en la Bahía de La Paz. Por ello, se propone que durante un taller de consulta multisectorial se discutan estas opciones y se logre un consenso sobre el lugar de formación del arrecife artificial.

Tabla 2. Evaluación y jerarquización de sitios potenciales. Los cuatro renglones sombreados corresponden a los sitios que obtuvieron mayor puntaje. La Partida y la Gallina tienen un alto puntaje, sin embargo no cuentan con área suficiente (criterio 6) y coinciden con rutas de navegación importantes (criterio 17).

Sitios	Criterios																	Puntuación
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	
Ballena (cara sur)	2	2	3	1	3	2	2	2	2	2	3	2	2	2	2	2	2	36
La Catedral (Empachado)	2	2	3	1	2	2	2	2	2	2	3	2	2	2	2	2	2	35
San Lorenzo (E-Swanee)	3	2	2	1	2	2	2	2	2	1	3	2	2	2	2	2	2	34
Bonanza (a fuera)	2	2	2	1	3	2	2	2	2	1	3	2	2	2	2	2	2	34
Partida W	2	2	3	3	1	1	2	2	2	2	3	2	2	2	2	2	1	34
Gallina (cola)	2	2	2	2	3	1	2	2	2	2	3	2	2	2	2	2	1	34
Pulguero	3	1	1	3	1	2	2	2	2	2	3	2	2	2	2	1	2	33
Canal Ballena - E. Santo	2	2	2	1	2	2	1	1	2	2	3	2	2	2	2	2	1	31
S. Gabriel (afuera)	2	2	3	1	1	1	2	2	2	1	3	2	2	1	2	2	2	31
P. Lobos-Faro	2	2	1	1	3	1	1	2	2	2	3	2	2	2	2	1	2	31
Cola Gallo-Cola Gallina	2	2	2	2	3	1	1	1	2	2	3	2	2	2	2	1	1	31
Ballena (cola)	2	2	1	1	1	2	2	2	2	1	3	2	2	2	2	1	2	30
S. Rafaelito	3	1	1	1	1	2	2	2	2	2	3	1	2	2	2	1	2	30
San Lorenzo (W-Canal)	3	2	1	1	1	2	2	2	2	1	2	1	2	2	2	2	1	29
Balandra (p. ahogada)	3	1	1	2	1	2	2	2	2	1	3	1	2	1	2	2	1	29
San Rafaelito – Merito	3	1	1	1	1	2	2	1	2	2	3	1	2	2	2	2	1	29
Pichilingue – Balandra	3	1	1	1	1	2	2	2	1	2	3	1	2	2	2	2	1	29
S. Lorenzo (NE/Salvatierra)	3	2	1	1	1	2	2	2	2	1	2	1	1	1	2	2	1	27
El Bajo	1	2	1	1	1	1	1	2	2	1	3	2	2	2	2	1	2	27

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen el apoyo logístico de Sergio Niño de Rivera para realizar las salidas de campo. Al CICIMAR por apoyarnos con su equipo de ecosonda. Edgardo Ochoa, Carlos Sánchez, Héctor Reyes, César López Ferreira, Lucio Godínez y Raúl Miranda por su asesoría y ayuda en el trabajo de campo. A los prestadores de servicios de buceo por compartir su amplia y valiosa experiencia sobre la Bahía de La Paz.

Anexo 1. Lista de personas consultadas durante la identificación y jerarquización de sitios potenciales para la formación de arrecifes artificiales en la Bahía de La Paz.

Académicos y Asesores

1. Luis Gustavo Alvarez, Investigador, CICESE
2. Héctor Reyes Bonilla, Profesor-Investigador, UABCS
3. Albert Bruton, Experto en formación de arrecifes artificiales, Sea Frog Productions, Calif. EE.UU.
4. Rick Welsford, Director, Lunenburg Marine Park, Nova Scotia, Canadá
5. Carlos Sánchez, Profesor-Investigador, UABCS
6. José Luis Arreola, Investigador, UABCS

Prestadores de Servicios de Buceo

7. Lucia Briseño, Directora General, (Sea & Scuba) Servicios Turísticos Acuáticos
8. Timothy Means, Director General, Baja Expeditions de México
9. Adria Rocío Lozano Oaxaca, Directora General, Baja Quest
10. Antonio Aguilar Choy, Director General, Buceo Baja Joe
11. Fernando Aguilar Choy, Director General, Buceo y Servicios, S.A. de C.V.
12. Gabriel Vázquez Saldaña, Director General, Centro de Buceo Carey
13. Enrique Castillo, Director General, SCU-BAJA
14. James L. Curtiss, Director General, The Cortez Club
15. Sergio Niño de Rivera, Director General, Toto's Dive Shop & Service

Pesca Deportiva y Artesanal

16. Jorge Calderón, Permisionario de Pesca La Partida
17. Jorge Minoru Shiba, Director, Mosquito Fishing Fleet
18. Juan Carlos Telechea, Pescador Ribereño, Archipiélago Espíritu Santo
19. Benito León Lucero, Pescador Ribereño, Archipiélago Espíritu Santo

Anexo II

**Programa de trabajo, materiales, equipo y personal utilizados en el
proyecto de hundimiento.**

PROGRAMA DE TRABAJO

I. Preparación pre-hundimiento

Subir los muertos de concreto con la ayuda de una grúa a su posición específica en la embarcación: proa-estribor, proa-babor, popa-estribor, popa-babor.

II. Proceso de Hundimiento

- ❑ Marcar el sitio de hundimiento con una boya colocada en su centro.
- ❑ Remolcar a la embarcación desde el puerto de La Paz hasta los sitios de hundimiento (Isla Espíritu Santo).
- ❑ Mover la embarcación con la proa hacia el viento y dejar caer uno de los muertos de la proa, después empujar o jalar la embarcación para dejar caer el otro muerto de proa.
- ❑ Dejar que la embarcación derive hacia atrás hasta que las líneas de los muertos de proa se extiendan. Posteriormente empujar o jalar la embarcación hacia un lado y dejar caer uno de los muertos de popa y luego, jalar o empujar la embarcación y dejar caer el otro muerto de popa. Con esto, el barco quedará anclado en 4 puntos.
- ❑ Durante el hundimiento los muertos servirán como puntos de amarre para evitar que la embarcación se dé vuelta o que caiga de lado.
- ❑ Una vez anclado se procederá a inundar las cámaras internas y cubiertas del barco mediante válvulas y equipo de bombeo.

III. Procedimientos post-hundimiento

- ❑ Inspección de seguridad. 15-30 min después del hundimiento dos equipos de buzos (2-4 c/u) inspeccionarán las partes internas y externas del barco, revisando cualquier condición que pudiera poner en peligro la seguridad de los buceadores. Son responsables de lo siguiente:
 - ❑ Localizar y remover materiales, estructuras y cables sueltos.
 - ❑ Revisar y despejar accesos bloqueados con estructuras, materiales y cables.
 - ❑ Reportar las condiciones generales del área inspeccionada.
 - ❑ Remover mantas, posters y letreros que hayan quedado después de la exhibición.
 - ❑ Colocación de las boyas de señalamiento y amarre.
- ❑ Reposicionamiento de los muertos. Se utilizará un equipo de buzos (2-4) para colocar

bolsas de aire o cables y mover los muertos a los lados del barco.

- Reposicionamiento de las boyas. Las boyas que se utilizaron para la señalización durante el hundimiento se amarrarán a los muertos una vez reposicionados.
- Colocación de la boya de señalización. Un equipo de buzos amarrará y posicionará una boya directamente sobre el punto más alto del barco.

MATERIALES Y EQUIPOS

Equipo utilizado durante el hundimiento.

Maquinaria y/o equipo	Cantidad	Tiempo
Equipo de bombeo (bombas de 1.5 hp)	2	2 días
Barco remolcador	2	2 días
Lanchas para el transporte de buzos	3	2 días
Lanchas de seguridad	4	2 días
Malacate	1	2 días
Equipos de buceo autónomo	12	2 días
Equipos para penetración en pecios	2	2 días
Equipos de primeros auxilios y salvamento	2	2 días
Equipos de buceo autónomo (SCUBA)	14	2 días

Materiales utilizados en el hundimiento

Materiales	Cant.	Forma de traslado
Muertos de concreto (1.2 m ³ c/u)	4	Grúa y barco
Líneas nylon 1 pulgada (50 m c/u)	4	Lancha
Líneas nylon ½ pulgada (30 m c/u)	4	Lancha
Boyas (Tubos de PVC cédula 40 rellenos de espuma 2 m de largo y 2" c/u)	4	Lancha
Ancas areneras	4	Lancha
Accesorios de amarre (1 lote)	1	Lancha
Banderas de señalización	4	Lancha
Letreros informativos	2	Lancha

PERSONAL

En total se emplearán 38 personas para la realización del hundimiento. A continuación se enlista el personal que se requerirá durante la etapa de hundimiento (un día por cada barco):

Tres cuadrillas de 2-4 buzos c/u (12 máximo)

2 asistentes de superficie por cada cuadrilla de buzos (6 en total)

Cuatro cuadrillas de personal de seguridad con 2 c/u (8 en total)

7 choferes de lanchas

1 jefe de buzos

1 jefe de seguridad

1 jefe de operación

2 asistentes de operación

La electricidad requerida para el bombeo en los barcos será suministrada por dos generadores de gasolina.

Tipo de combustible utilizado.

Equipo	Fuente de suministro	Tipo de combustible	Forma de almacenamiento
Generadores de electricidad para las bombas	Puerto de La Paz	Gasolina	*
Embarcaciones de los buzos	Puerto de La Paz	Gasolina	*
Barcos remolcadores	Cuarta Zona Naval	Diesel	*

* Nota: no se almacenará combustible.

Anexo III
Plan de operación de los arrecifes

ARRECIFES ARTIFICIALES DE LA BAHIA DE LA PAZ

PLAN DE OPERACIÓN

BORRADOR

PRONATURA A.C.

BIOL. MAR. JAMES KETCHUM

M.C. ADRIA ROCIO LOZANO

SEPTIEMBRE 1999, LA PAZ, B.C.S.

1. INTRODUCCION

Los arrecifes artificiales son estructuras construidas por el hombre que se encuentran total o parcialmente sumergidas en el mar, las cuales funcionan como sustrato y refugio para el desarrollo de especies de flora y fauna marina. Con el tiempo estas estructuras, al ser colonizadas por una gran diversidad de organismos marinos, pasan a formar parte del ecosistema local y así dando lugar a un arrecife artificial. En términos generales, los arrecifes artificiales se pueden generar de dos formas: por accidente o de manera intencionada. Existen infinidad de embarcaciones hundidas en todo el mundo como resultado de encallamiento, tormentas, explosiones etc. Por otra parte, se ha encontrado que el hundimiento de embarcaciones con el fin explícito de que funcionen como arrecifes artificiales para el desarrollo de vida marina, en áreas donde ésta casi no existe, es una forma práctica de ampliar o subsanar el potencial pesquero y turístico de cualquier región costera.

1.1 Antecedentes

La idea de crear arrecifes artificiales en México no es nueva. En diversas partes del litoral del país se han hundido de manera intencional diversas estructuras (e.g. llantas, automóviles, chatarra, barcos) con esta finalidad. Sin embargo, en el caso específico de los barcos nunca se había intentado llevar a cabo su hundimiento de una manera planeada y "ambientalmente" correcta. De tal forma que el proyecto de "creación de arrecifes artificiales en la Bahía de La Paz" es un proyecto pionero en su especie.

La iniciativa de crear arrecifes artificiales en Baja California Sur, fue propuesta originalmente por organizaciones ecologistas de la entidad después de que el Gobierno de México capturó y confiscó varias embarcaciones de origen chino en 1995 y 1997. En 1997 Pronatura Península de Baja California y Pronatura A.C. iniciaron las gestiones y trámites legales para utilizar estas embarcaciones "chatarra", que se encontraban en las cercanías de Puerto San Carlos, B.C.S, y formar dichos arrecifes en la Bahía de La Paz. A principios de este año, los barcos "Fang Ming" y "Lapas 03" fueron donados para este fin por la Armada de México.

1.2 Justificación y problemática

Los arrecifes naturales de Baja California Sur son ambientes marinos que sustentan una elevada diversidad de flora y fauna, con un inmenso valor productivo y gran atractivo escénico. Sin

embargo, los recursos naturales de estos arrecifes, utilizados principalmente por la pesca y el turismo, muestran actualmente síntomas de sobreexplotación, complicándose la situación aún más cuando ambas actividades compiten por el uso de las mismas áreas y los mismos recursos.

Una alternativa viable para aliviar parte de este problema es la creación de arrecifes artificiales. La creación de estos arrecifes trae como consecuencia beneficios ambientales y económicos, es decir, no sólo mantiene la diversidad biológica local sino también descarga la presión ejercida sobre los arrecifes naturales y diversifica las economías del área.

Los arrecifes artificiales creados a partir del hundimiento de barcos son especialmente atractivos y exitosos. En diversas partes del mundo se han hundido numerosas embarcaciones con este propósito, mientras que en la Bahía de La Paz, los barcos hundidos accidentalmente, como el "Salvatierra", conforman desde hace años sitios muy populares para la pesca y la práctica del buceo deportivo.

2.- OBJETIVOS

1. Conformar las estrategias y acciones para la conservación, aprovechamiento, mantenimiento y uso sustentable de los arrecifes artificiales de la Bahía de La Paz.
2. Promover la aplicación de este de plan operativo en otros arrecifes naturales de La Bahía de La Paz.
3. Generar y difundir conciencia en la población local y visitantes sobre los valores naturales de los ambientes marinos de las islas del Golfo de California.
4. Motivar a los operadores de buceo a promover a La Paz como destino ecoturístico a nivel internacional mediante acciones de conservación de sus recursos naturales.
5. Promover la investigación científica y educación marino ambiental.

3. LOCALIZACION GEOGRAFICA Y CARACTERISTICAS DEL AREA¹

¹ Esta sección del plan de operación de los AA se omite debido a que tanto la localización geográfica como las características de los sitios ya fueron tratadas en el texto de la tesis.

4. COMPONENTES DE OPERACION

4.1 Componente Administrativo:

Este componente define los recursos financieros, humanos y físicos necesarios para el buen manejo de los arrecifes artificiales y es el instrumento que lleva a la acción las políticas e ideas del plan operativo. El esquema de trabajo intentará en todas instancias hacer compatible la política ecológica de protección con el aprovechamiento sustentable de los arrecifes artificiales.

Los objetivos de la Administración de los AABLP son:

- * Definir y planificar las necesidades financieras para la implementación del plan operativo de los arrecifes artificiales de la Bahía de La Paz (AABLP).
- * Administrar los fondos de tal manera que proporcionen infraestructura, materiales y equipo necesario para el desarrollo y conclusión de las actividades programadas.
- * Fomentar la participación de los "Operadores de Buceo del mar de Cortes, A.C." en la recepción de aportaciones y asegurar que éstas sean canalizadas a un Fideicomiso creado por dicha Asociación con este fin, y dando total transparencia al manejo de los recursos recaudados.
- * Mantener un control de las adquisiciones así como de los donativos recibidos.
- * Establecer un sistema de control por bitácora y programas de mantenimiento para realizar acciones preventivas y mantener el equipo de apoyo instalado en los arrecifes (muertos, boyas de amarre, etc.) en condiciones óptimas de uso.
- * Mantener estrecho contacto con otros proyectos de conservación y desarrollo, así como con su problemática.
- * Se fomentará la asistencia del personal de los cursos, entre otros, de manejo de accidentes de buceo, rescate en barcos hundidos y primeros auxilios.
- * Se fomentará la participación de la Asociación de 'Operadores de Buceo del Mar de Cortes' (OBMC) en eventos académicos nacionales e internacionales en materia de biología o ecología marina, manejo de recursos naturales y áreas protegidas, talleres o congresos de Ecoturismo.

Tres subcomponentes son las extensiones de trabajo específicas del componente administrativo:

4. 1.1 Subcomponente de Concertación Comunitaria:

El objetivo de este subcomponente es asegurar la participación de los principales actores en la aplicación de este plan de operación.

Los usuarios directos de los arrecifes artificiales y naturales son los prestadores de servicios de buceo, por lo tanto la agrupación inicial de ellos en una Asociación Civil es la concertación inicial más importante y será el cuerpo de la estructura organizativa. Actualmente la mayor parte de los operadores de buceo de La Paz se organizan como 'Operadores de Buceo del Mar de Cortes A.C.'

El compromiso de la agrupación "Operadores de Buceo del mar de Cortes, A.C."

La forma, intensidad y cuidado con la cual realicen sus actividades de buceo turístico puede favorecer el desarrollo sustentable de los arrecifes, pero también representa un elemento potencialmente perturbador el cual puede conducir al deterioro del arrecife. Por lo tanto, el compromiso asumido por 'Operadores de Buceo del Mar de Cortes A.C.' para respetar y cumplir el contenido del Plan Operativo de AABLP, sin duda contribuirá a normar la conducta de sus asociados. Es esencial el entendimiento y propósito de los miembros de la Asociación Civil de prolongar la vida y el buen estado de los arrecifes, posible fuente generadora de recursos económicos para los prestadores de servicios.

4. 1.2 Subcomponente Dirección Administrativa

La Asociación Civil "Operadores de Buceo del Mar de Cortes" (OBMC) será el órgano responsable de garantizar la instrumentación del Plan de Operación de los arrecifes artificiales de la Bahía de La Paz, en coordinación con las autoridades correspondientes. La mesa directiva de 'Operadores de Buceo del Mar de Cortes' deberá constar de:

- ☐ Un Presidente
- ☐ Un Secretario
- ☐ Un Tesorero
- ☐ Un Vocal suplente del Presidente
- ☐ Un Vocal suplente del Secretario

Comité Técnico del Plan Operativo de los AABLP:

- Personal encargado de la Administración y Mantenimiento.
- Personal encargado de la Vigilancia del uso de los arrecifes.
- Personal encargado de darle seguimiento a los programas de Investigación y Monitoreo en convenio con la U.A.B.C.S. y la Reserva Islas del Golfo de California.
- Personal encargado de la Promoción y búsqueda de Financiamiento para darle seguimiento al plan operativo de los arrecifes o de nuevos proyectos de conservación marina.

El comité técnico deberá estar compuesto de un representante de alguna empresa de buceo miembro de la asociación por componente del plan de operaciones, y no de cada empresa por componente. La selección será a discreción de la A.C. Los encargados de cada componente del plan operativo deberán rendir informe de sus observaciones, análisis o resultados según el componente a los miembros de la asociación.

Las acciones de los miembros de la agrupación deberán ser de carácter voluntario sin remuneración económica directa, con conciencia de que la creación y buen manejo de los arrecifes alivia la presión ejercida por la industria del buceo sobre los arrecifes naturales existentes, crea nuevos sitios de buceo, apoya la investigación científica, la educación ambiental, incrementa la flora y fauna marina de la zona, impulsa el turismo ecológico, conserva la biodiversidad y da prestigio a La Paz como destino ecoturístico.

4.1.3 Subcomponente Financiamiento:

La búsqueda y obtención de financiamiento por parte de la asociación civil OBMC requiere de toda la cooperación y honestidad de cada uno de los operadores de buceo. El sistema financiero y contable deberá ser claro y público. El dinero se utilizará en su mayor parte para darle mantenimiento al sistema de señalamiento y amarre, para extender el sistema de vigilancia y señalamiento a otros sitios de buceo o para apoyar otros proyectos de conservación de la biodiversidad marina como (por ejemplo programas maestros de manejo de las actividades acuático-recreativas de la Bahía de La Paz o la creación de nuevos arrecifes artificiales.

4.1.4 Subcomponente infraestructura y equipamiento

Con el fin de que la operación de los AABP se pueda llevar a cabo eficientemente es necesario contar con lo siguiente.

a) Módulo operativo

Consta de una pequeña oficina y bodega. En la oficina será necesario tener un radio de banda marina o VHF y archiveros para bitácoras, formas y papelería en general. La bodega será utilizada para guardar equipos y accesorios del sistema de señalización.

b) Sistemas de señalización y atraque

c) Señalización.

Con el fin de garantizar un señalamiento adecuado para las embarcaciones en tránsito y visitantes, se ubicará una boya por embarcación en coordinación con la Subdirección de Señalamiento Marítimo de la SCT y la Dirección de la Reserva Islas del Golfo de California. Esta boya estará colocada directamente sobre el palo mayor o punto más alto del barco y sujeta directamente en la embarcación. Para tales efectos se requiere del siguiente equipo:

Fang Ming:

- 1 boya tipo monja, color amarillo, luz propia y reflector para radar
- 1 línea de nylon de 8 m de largo y ½ " de espesor
- accesorios para el anclaje y amarre

Lapas 03:

- 1 boya tipo monja, color amarillo, luz propia y reflector para radar
- 1 línea de nylon de 12 m de largo y ½ " de espesor
- accesorios para el anclaje y amarre

d) Atraque.

Para evitar el deterioro del arrecife y la posibilidad de lastimar a algún buceador al utilizar anclas para fondear, se utilizarán boyas de amarre para las embarcaciones visitantes. Se colocarán 4 boyas. Las boyas estarán sujetas a los "muertos" de concreto utilizados en el hundimiento y localizados junto a la embarcación en la popa, proa, babor y estribor. Es necesario contar con el siguiente equipo (ambos pecios):

- 4 boyas tipo "mooring"- capacidad de 90 lbs
- 4 líneas de nylon de 30 m de largo y ½ " de espesor c/u
- 16 tramos de línea de nylon de 30 cm de largo y ½ " de espesor para colocarlos como asas en la línea principal a 4-6 m de profundidad.
- 4 tramos de cadena de 5 m de largo y ½" de espesor c/u
- accesorios para el anclaje y amarre

4.2 Componente Mantenimiento

De las embarcaciones

Una vez hundidas las embarcaciones algunas estructuras, piezas y materiales pierden firmeza o se sueltan con el tiempo, constituyendo un riesgo para los buceadores.

Estrategias

- El personal de administración y mantenimiento realizarán las acciones necesarias para mantener al AABLP como un sitio de buceo seguro.

Del sistema de señalización y atraque

Debido al alto costo de las boyas, cabos, anclajes y accesorios de estos sistemas se deberá poner especial cuidado en su supervisión y mantenimiento.

Estrategias

- El personal de administración y mantenimiento serán responsables de mantener el sistema de señalización y atraque.

Acciones

- Colocar y mantener un sistema de señalización por medio de boyas detectables con radar.
- Colocar y mantener un sistema para el atraque de embarcaciones por medio de boyas de amarre, líneas y anclaje.
- Se deberá revisar el estado general del sistema de señalización y atraque mensualmente. Durante las revisiones se pondrá especial énfasis en lo siguiente:
 - Estado general del equipo
 - Desgaste y oxido en cadenas, uniones y accesorios metálicos

- Desgaste de las líneas
- Es necesario que en el módulo operativo se tengan boyas, cabos, anclajes y accesorios de repuesto en caso de ser necesario reemplazar alguno de los sistemas de señalización y atraque.
- Cualquier daño o modificación al sistema de señalización y atraque deberá ser notificado al personal de administración y mantenimiento o a cualquier miembro del comité técnico.

4.3 Componente Supervisión y Vigilancia

Objetivos

- Llevar a cabo las medidas de vigilancia y supervisión que permitan mantener la integridad estructural y biológica del AABLP.
- Fomentar la seguridad de los usuarios que realicen actividades acuático recreativas dentro del AABLP.
- Prevenir violaciones al reglamento.

Acciones y estrategias

- Reportar al personal de vigilancia o al comité técnico sobre cualquier actividad no autorizada en la reglamentación.
- Realizar la vigilancia y patrullaje de los AABLP por medio del personal de vigilancia o de los OBMC durante sus visitas regulares al área.
- Supervisar las actividades de los usuarios dentro de los AABLP.
- Los guías o cualquier otro personal de los OBMC deberán reportar o notificar acerca de cualquier evento o situación que requiera atención por parte del comité técnico, utilizando el formato para el reporte de vigilancia (Forma A) donde se especifique la naturaleza del suceso dentro del AABLP.
- Establecer una frecuencia de radio VHF para reportar cualquier anomalía de uso al personal de vigilancia o al comité técnico.

4.4 Componente Investigación y Monitoreo

Los arrecifes artificiales nos ofrecen la oportunidad única de observar el desarrollo de la vida marina sobre sustrato "nuevo" en el mar, lo cual sucede pocas veces en la naturaleza. Es por esto, que es de gran importancia llevar a cabo un programa de investigación para conocer el desenvolvimiento y sucesión de organismos marinos sobre, dentro y alrededor del arrecife artificial,

desde la colonización inicial por bacterias y microalgas hasta la maduración del sistema con el establecimiento de comunidades de invertebrados y peces con niveles tope en las cadenas alimenticias.

Objetivos

- Asegurar la aplicación del programa de monitoreo biológico diseñado por la Universidad Autónoma de Baja California Sur para estudiar y conocer el desarrollo y sucesión de la biota marina en los arrecifes artificiales.
- Apoyar y promover la investigación científica y el monitoreo de los arrecifes naturales de la Bahía de La Paz.

Debido a la relativa complejidad de este programa es imprescindible contratar personal debidamente capacitado para llevar a cabo los trabajos descritos.

Calendarización de los Muestreos

Dado que el proceso de sucesión biológica es lento, se propone un programa de seguimiento en etapas. La primera consistiría de visitas bimensuales para la toma de imágenes y cubriría los dos primeros años luego del hundimiento. Se espera que los primeros meses haya poca colonización, pero que esta se acelere posteriormente, lo cual justifica la periodicidad. Posteriormente, cuando la comunidad haya tomado ya cierta estabilidad (para el año 3), la frecuencia de muestreos puede reducirse a estacional. Para el año 4 creemos que el arrecife contará ya con una fauna y flora abundante y semejante a la encontrada en las comunidades naturales situadas en las mismas condiciones de profundidad y posición geográfica. Por ello, de este momento en adelante se sugiere que la periodicidad de censos sea semestral. Cabe señalar que si ocurre algún cambio notable en la comunidad del arrecife, ya sea natural o inducido, confiamos que los usuarios lo den a conocer para que puedan tomarse las providencias del caso y se incremente el número de muestreos en búsqueda de su origen y para recomendar estrategias de manejo posterior.

4.5 Componente Difusión y Educación Ambiental:

La difusión y educación ambiental son herramientas fundamentales en la concientización de todos los sectores involucrados en la industria turística y la población local acerca de la importancia de crear y mantener arrecifes artificiales en la Bahía de La Paz.

Objetivos

- La concientización de la población local y todos los sectores involucrados en la industria turística con respecto al beneficio de la creación y uso adecuado que los arrecifes representan a la economía y calidad de medio ambiente local.
- Contribuir en la formación de una cultura de conservación en la población local.
- Generar y difundir información sobre los valores naturales del área, propiciando la participación social en labores como la vigilancia, mantenimiento y difusión de los AABLP.
- Incorporar la interpretación ambiental dentro de los estándares de trabajo de los guías y operadores de buceo miembros y no miembros de OBMC.
- Instrumentar programas de interpretación marino ambiental para los arrecifes artificiales y áreas adyacentes destinados a sensibilizar y educar a visitantes, comunidad local, y sobre todo el sector estudiantil.
- Propiciar el financiamiento para las campañas de mantenimiento, difusión y educación ambiental de DBMC mediante donativos de visitantes, organizaciones no gubernamentales, iniciativa privada y sector gobierno.

4.6 Componente de Promoción:

Una vez hundidos los barcos los esfuerzos publicitarios serán prácticamente los usualmente utilizados por cada empresa de buceo con la adición de un nuevo atractivo turístico: un parque o área de arrecifes artificiales, y un nuevo concepto: la unión de los operadores en pro de la conservación de los arrecifes de La Paz.

El nicho de mercado es la industria del buceo. Los mercados de arribo de turismo más importantes para La Paz son: el mercado Norteamericano, Japonés, Alemán y Mexicano. La asociación de OBMC puede pedir asesoría en materia de promoción a otras asociaciones civiles como lo es la Asociación de Hoteles y Empresas Turísticas de La Paz A.C. para identificar agencias mayoristas, editorialistas y otros medios generadores de turismo.

Sin embargo, es imperativo que los operadores de buceo sean conscientes que si se promociona conservación, realmente se realice; de que la conservación es negocio redituable y garantiza la posterioridad de la industria y la preservación de los recursos para que generaciones futuras también las disfruten y las aprovechen de manera racional. Los beneficiados son operadores de buceo, hoteleros, restauranteros, comerciantes y en general a toda la comunidad. El proyecto de

AABLP y el seguimiento de su plan operativo representan un gran cambio proactivo a la conservación de recursos que garantizará la imagen de La Paz como verdadero destino ecoturístico a nivel internacional.

Los beneficios se reflejarán a corto plazo en un aumento en el arribo de turismo de naturaleza. Debemos tomar como ejemplo las política de inversión turística de Costa Rica o las islas Galápagos, lugares donde el turismo de naturaleza o ecoturismo representa el principal ingreso al país y la conservación de sus recursos es el eje central de promoción turística.

5. RECOMENDACIONES

La aplicación de este programa operativo deberá ser revisado, consensado, sujeto a modificaciones, sugerencias y concertaciones por las autoridades correspondientes (SCT, SEMARNAP, INE) con base a los programas de manejo vigentes del Area Natural Protegida, Islas del Golfo de California y, en particular, el del Complejo Insular Espíritu Santo (en preparación) así como los operadores de buceo involucrados en la estructura organizativa de OBMC y Pronatura A.C.

Una vez consensado y aplicado el plan operativo deberá evaluarse por lo menos cada año considerando conflictos de intereses entre los usuarios y otros sectores productivos; análisis de demanda del uso de la zona AABLP; desarrollo de las comunidades arrecifales; estabilidad estructural de los pecios y por último la eficiencia de cada componente del plan operativo.

ANEXO I

Reglamento Interno de los AABLP

1. Consideraciones Generales

- 1.1 La presente reglamentación tiene por objetivo regular las actividades que se realicen dentro del área ocupada por los arrecifes artificiales ubicados frente al litoral de la isla Espíritu Santo, Golfo de California.
- 1.2 Esta reglamentación es de observancia general y obligatoria para todos aquellos que realicen actividades dentro del área ocupada por los arrecifes artificiales.

2. Definiciones

- 2.1 AABLP. Arrecifes artificiales de la Bahía de La Paz.
- 2.2 Actividades acuático-recreativas. Son todas aquellas que realicen los usuarios con fines recreativos dentro del perímetro de los AABLP. A continuación se definen dichas actividades:
 - 2.1.1 Buceo libre. Actividad en la que el buceador utiliza uno o más de los siguientes equipos: un tubo con boquilla, visor, aletas, cinturón con plomos y chaleco salvavidas. Esto con el fin de observar la vida silvestre subacuática.
 - 2.1.2 Buceo autónomo. Actividad en la que el buceador utiliza equipo autónomo de buceo además del equipo de buceo libre. Utiliza cuando menos el siguiente equipo: tanque de aire comprimido, regulador de presión y chaleco compensador.
 - 2.1.3 Buceo deportivo. Actividad en la que el buceador, utilizando equipo autónomo de buceo y equipo de buceo libre, se rige bajo las normas y límites establecidos para realizar dicha actividad con fines recreativos.
 - 2.1.4 Videograbación y fotografía submarina. Actividad con fines comerciales en la que se utilizan cámaras de videograbación y/o fotografía para captar paisajes submarinos.
- 2.2 Actividades de investigación científica. Son aquellas que se realicen por personal calificado (investigador) dentro del perímetro de los AABLP. Dicho personal pertenece a una o varias universidades, instituciones gubernamentales u organizaciones no gubernamentales.
- 2.3 ANP. Área natural protegida "El Complejo insular del Espíritu Santo".
- 2.4 Comité técnico. Personas físicas encargadas de la ejecución del Plan de Operación de los AABLP. Se encuentra organizado de la siguiente manera:

- Equipo administrativo y mantenimiento
 - Equipo de supervisión y vigilancia
 - Equipo de monitoreo biológico
 - Equipo de promoción
- 2.4 Embarcaciones visitantes. Son las que navegan dentro del perímetro de los AABLP con el fin de trasladar a los usuarios del arrecife hacia dentro o fuera de dicho perímetro.
- 2.5 Embarcaciones en tránsito. Son las que navegan dentro del perímetro de los AABLP sin la finalidad de trasladar usuarios del arrecife, no importando su origen y destino.
- 2.6 Guía. Persona física que orienta, conduce y asiste a los usuarios, y supervisa todas las actividades subacuáticas dentro del perímetro de los AABLP.
- 2.7 Investigador. Persona física calificada en investigación científica que pertenece a alguna universidad, institución u organización no gubernamental.
- 2.8 OBMC. Operadores de buceo del Mar de Cortés.
- 2.9 Pecio. Barco hundido.
- 2.10 Permiso. Documento en el que se autoriza a personas físicas o morales la realización de actividades acuático-recreativas con fines comerciales dentro del perímetro de los AABLP, que expide la SEMARNAP.
- 2.11 Personal. Personas físicas que componen lo equipos de personal del comité técnico.
- 2.12 Pesca artesanal. Actividad de extracción de productos marinos con fines comerciales.
- 2.13 Pesca deportiva. Actividad de extracción de fauna marina con fines recreativos.
- 2.14 Plan. Plan o programa de operación de los AABLP.
- 2.15 Prestador de servicios. Persona física o moral que cuente con los permisos correspondientes para prestar servicios comerciales y llevar a cabo actividades acuático-recreativas dentro del perímetro de los AABLP.
- 2.16 PROFEPA. Procuraduría Federal de Protección al Ambiente
- 2.17 Registro de operadores. Listado de operadores de buceo donde se especifica sus actividades y usos dentro de los AABLP, tipo de embarcaciones y guías autorizados.
- 2.18 SCT. Secretaria de Comunicaciones y Transportes
- 2.19 SEMARNAP. Secretaria de del Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca.
- 2.20 Usuarios. Aquellas personas físicas que por medio de algún prestador de servicios realizan actividades acuático recreativas dentro del perímetro del AAES.
- 2.21 Zonificación. Areas dentro del AABLP donde se limitan las actividades a realizar por parte de los usuarios.

3. *Actividades Acuático Recreativas*

- 3.1 Las actividades acuático recreativas que podrán realizarse dentro del perímetro de los AABLP son buceo libre, buceo autónomo de tipo deportivo, videograbación y fotografía submarina.
- 3.2 Las actividades de buceo deportivo deberán realizarse bajo la supervisión de por lo menos un guía autorizado por el comité administrativo de los AABLP.
- 3.3 Las actividades de buceo deportivo en los AABLP serán de acuerdo a las normas y reglas internacionales establecidas para el buceo deportivo (ver Anexo 2).
- 3.4 Las actividades de buceo deportivo en los AABLP serán de acuerdo a las normas y reglas internacionales establecidas para el buceo en pecios (ver Anexo 3).
- 3.5 Los usuarios que lleven a cabo actividades de buceo deportivo deberán estar acreditados como "buzos de aguas abiertas" por alguna escuela u organización de actividades subacuáticas.
- 3.6 Los guías deberán estar debidamente acreditados por alguna escuela de actividades subacuáticas con prestigio internacional y haber obtenido el nivel de "Maestro de Buceo" o "Instructor" y con especialidad de buceo en pecios.
- 3.7 El número máximo de buzos será de 18 por embarcación y 10 por guía.
- 3.8 Los OBMC deberán contar con el número necesario de guías entrenados y el equipo de seguridad adecuado para realizar actividades de buceo deportivo y buceo libre de acuerdo a los lineamientos indicados por SCT y SEMARNAP.
- 3.9 Se respetará la señalización de boyas y/o balizas establecidas conjuntamente por ODBMDC, SEMARNAP, y SCT a través de capitanía de Puerto de La Paz.

4. *Actividades de Investigación Científica*

- 4.1 Las actividades de investigación se realizarán de acuerdo a los lineamientos propuestos en el "componente de investigación y monitoreo".

5. *Embarcaciones*

- 5.1 Las embarcaciones que visiten los AABLP deberán presentar óptimas condiciones mecánicas para minimizar el vertimiento de hidrocarburos contaminantes al mar.
- 5.2 Sólo se permitirá un máximo de 1 embarcación mayor (15 m de eslora o más) por boya de amarre y 3 embarcaciones mayores en total sobre el pecio. (ver Subcomponente de Infraestructura y equipamiento)

- 5.3 Las embarcaciones mayores (15 m de eslora o más) tienen prioridad sobre las boyas de amarre, es decir, las embarcaciones menores deberán ceder el derecho de amarre a una embarcación mayor si es que así se requiere.
- 5.4 Se permitirá un máximo de 2 embarcaciones menores abarloadas o amarradas a la popa de cualquier embarcación mayor y un máximo de 4 embarcaciones menores en total amarradas a boyas o embarcaciones dentro de los AABLP.
- 5.5 Las embarcaciones con una eslora mayor de 15 m deberán fondearse en la arena y sujetar la popa a una boya de amarre.
- 5.6 No está permitido el anclaje de las embarcaciones directamente sobre el pecio.
- 5.7 Las embarcaciones de los OBMC deberán contar con equipo mínimo de seguridad y salvamento a bordo (ver Anexo 4).
- 5.8 Cada embarcación visitando el área deberá contar con una copia del permiso otorgado por la SEMARNAP.

6. Permisos

- 6.1 Cualquier persona física o moral que pretenda realizar actividades, ya sea de tipo recreativo o científico, dentro del perímetro de los AABLP deberá contar con el permiso o autorización correspondiente del comité administrativo y SEMARNAP.

7. Zonificación

- 7.1 De acuerdo al nivel de entrenamiento de los buceadores, cada pecio constará de dos áreas principales: Área para buceadores principiantes (I) y área para buceadores avanzados (II).
 - 7.1.1 El área I incluye la totalidad de las áreas externas (cubiertas y casco) de la embarcación hasta una profundidad de 18 m.
 - 7.1.2 El área II incluye, además de las áreas externas, las cubiertas y compartimentos internos de la embarcación, y hasta la profundidad máxima en que se encuentre el arrecife.
- 7.2 De acuerdo a la intensidad de uso, cada pecio se divide en dos zonas: Zona de uso intensivo (A) y zona de uso restringido (B).
 - 7.2.1 En la zona A se podrán realizar tanto actividades de buceo deportivo como de tipo científico.
 - 7.2.2 En la zona B únicamente se llevarán a cabo actividades de investigación científica. Esta zona abarcará un área de 9 m² sobre cubierta y dos de 4 m² sobre el casco (una en babor y otra en estribor). (ver localización exacta en Anexo).

8. *Prohibiciones*

Dentro del perímetro de los AABLP está prohibido:

- 8.1 Realizar actividades que no estén estipuladas en las Secciones 3 y 4 de este reglamento.
- 8.2 Realizar actividades o acciones que pongan en riesgo la seguridad de los usuarios.
- 8.3 Descargar o verter aguas residuales, hidrocarburos, basura y desechos sólidos o líquidos.
- 8.4 Verter o colocar cualquier tipo de chatarra, estructuras o embarcaciones sobre los pecios.
- 8.5 Usar explosivos y sustancias contaminantes.
- 8.6 Introducir fauna o flora ajena al área.
- 8.7 Alimentar, molestar o perseguir a los organismos marinos.
- 8.8 Utilizar anclas para fijar a las embarcaciones directamente sobre el pecio.
- 8.9 Llevar a cabo actividades de mantenimiento y limpieza de las embarcaciones, achique de las sentinas, abastecimiento de combustible u otra actividad que dañe el ambiente marino.
- 8.10 Amarrarse a las boyas de señalización.
- 8.11 Llevar un número de usuarios mayor a lo estipulado en el inciso 3.7 de este reglamento.

9. *Vigilancia*

- 9.1 La supervisión y vigilancia del cumplimiento de la presente reglamentación estará a cargo del equipo de supervisión y vigilancia, siempre y cuando no intervenga con el ejercicio de las atribuciones propias de dependencias o instituciones del gobierno estatal y federal.
- 9.2 El equipo de supervisión y vigilancia deberá informar al comité técnico de cualquier violación o infracción infringida al presente reglamento o al plan de operación.
- 9.3 Cualquier persona con conocimiento de alguna violación o infracción a la presente reglamentación así como de cualquier acción que pudiera dañar o modificar las estructuras de los pecios deberán informar al equipo de supervisión y vigilancia a al comité técnico.
- 9.4 El equipo de supervisión y vigilancia deberán supervisar y vigilar el estado de las boyas de señalización y de atraque, incluyendo líneas, uniones, accesorios y sistemas de anclaje.
- 9.5 El equipo de supervisión y vigilancia deberá informar de cualquier daño o cambio al sistema de boyas y, en su defecto, reparar o reemplazar, según sea el caso.
- 9.6 El equipo de supervisión y vigilancia deberán supervisar y vigilar el estado general de los pecios, incluyendo estructuras internas y externas, accesos, cables de seguridad para el buceo y señalización submarina.

- 9.7 Toda persona que tenga conocimiento de algún daño, modificación o robo infringido en las boyas de señalización y amarre, líneas de seguridad para el buceo y señalización submarina deberá notificar al equipo de supervisión y vigilancia o al comité administrativo.
- 9.8 En caso de contingencia o emergencia ambiental en los AABLP se deberá notificar de inmediato a cualquier miembro del equipo de supervisión y vigilancia o al comité administrativo, a la Capitanía de Puerto y Secretaria de Marina.
- 9.9 En caso de algún accidente de buceo o emergencia que ponga en riesgo la vida de alguna persona dentro del perímetro de los AABLP se deberá activar el "Plan de Emergencia" (Anexo 7)
- 9.10 Todas las personas que visiten los AABLP deberán reportarse al comité técnico encargado de vigilancia a través del un canal de radio VHF pre establecido, por teléfono o personalmente a la oficinas del comité administrativo.

10. Sanciones

- 10.1 Toda acción que afecte la infraestructura de los arrecifes o el ecosistema marino de la zona AABLP, así como las violaciones a las diferentes leyes y reglamentos serán sancionadas por las autoridades correspondientes.
- 10.2 Las violaciones al presente plan operativo y demás reglas aplicables serán reportadas por el comité administrativo a las autoridades correspondientes.

ANEXO II

A. Reglas Básicas del Buceo Deportivo de Aguas Abiertas (PADI)

1. Utilizar el equipo mínimo requerido para la práctica de este deporte:
 - Tubo con boquilla (snorkel), visor, aletas
 - Cinturón con plomos
 - Chaleco compensador de la flotabilidad
 - Regulador de presión
 - Manómetro y profundímetro
 - Tanque para aire comprimido
 - Tablas para planeación del buceo o computadora de buceo
2. Bucear a profundidades no mayores de 60 ft/18 m
3. Bucear sin planear paradas de descompresión
4. Utilizar sólo aire comprimido
5. Bucear siempre con una pareja
6. Realizar el ascenso a una velocidad máxima de 30 ft/seg.
7. Iniciar el ascenso con un mínimo de 600 psi
8. Regresar a la embarcación con un mínimo de 300 psi

B. Reglas de Buceo Avanzado (PADI)

1. Utilizar el equipo mínimo requerido para el buceo de aguas abiertas
2. Bucear a profundidades no mayores de 130 ft/40 m
3. Bucear sin planear paradas de descompresión
4. Utilizar sólo aire comprimido o aire enriquecido (nitrox)
5. Bucear siempre con una pareja
6. Realizar el ascenso a una velocidad máxima de 30 ft/seg.
7. Realizar una parada de seguridad a 15-20 ft durante 3-4 min. siempre que se bucee a profundidades mayores de 60 ft/18 m
8. Iniciar el ascenso con un mínimo de 750 psi a profundidades mayores de 60 ft/18m
9. Regresar a la embarcación con un mínimo de 300 psi

ANEXO III

A. Reglas de Buceo en Pecios

1. Para realizar penetración en el pecio es necesario, además del equipo para buceo deportivo, de equipo adicional como:
 - Lámpara de buceo
 - Manguera y boquilla accesoria (octopus)
2. Sólo realizarán buceo de penetración aquellos usuarios con certificación en la especialidad de buceo en pecios.
3. Durante la penetración es obligatorio bucear con un compañero.
4. Es obligatorio seguir a un guía debidamente entrenado durante la penetración.
5. Al inicio de la penetración se debe tener un mínimo 1500 psi en el tanque.
6. Al final de la penetración se debe tener un mínimo de 1000 psi de presión en el tanque.
7. No llevar a cabo la penetración si existe duda o miedo de hacerlo.

B. Obligaciones de los Guías o Instructores

1. Contar con el entrenamiento y certificación correspondiente a la especialidad de buceo en pecios.
2. Contar con el equipo necesario para guiar y supervisar buceadores en pecios:
 - Manguera de 2 m de largo (mínimo) y boquilla accesoria (octopus)
 - Línea de seguridad y carrete
 - Lámpara de buceo accesoria
3. Conocer los recorridos, cámaras y secciones internas de los pecios.
4. Revisar en los recorridos la presencia de cables y materiales que pudieran bloquear o poner en riesgo la seguridad de los buceadores.
5. Requerir a todo buceador bajo su supervisión que vaya a realizar penetración en el pecio, lea, llene y firme la forma de "reconocimiento del riesgo y deslinde de responsabilidades".

ANEXO IV

A. Equipo de seguridad marítima

1. Chalecos salvavidas certificados por la SCT
2. Extinguidores
3. Equipo de señalización: campana,
4. Radio de banda marina VHF
5. Luces de bengala
6. Aros salvavidas
7. Humo rojo

B. Equipo de seguridad para el buceo

1. Botella de oxígeno
2. Equipo de primeros auxilios
3. Bandera de buceo
4. Línea de popa y flotador
5. Lancha de rescate

Anexo IV

Medidas de seguridad

Medidas de seguridad durante la operación de los arrecifes

Cada embarcación de usuarios que ingrese a los arrecifes, debe contar con equipo de primeros auxilios, botella de oxígeno y regulador o mascarilla, equipo de salvamento y equipo de seguridad marítima.

Los guías de buceo deberán saber proporcionar primeros auxilios.

Las embarcaciones de los usuarios deberán contar con lo siguiente:

A. Equipo de seguridad marítima

Chalecos salvavidas certificados por la SCT

Extintores

Equipo de señalización: campana,

Radio de banda marina VHF

Luces de bengala

Aros salvavidas

Humo rojo

B. Equipo de seguridad para el buceo

Botella de oxígeno

Equipo de primeros auxilios

Bandera de buceo

Línea de popa y flotador

Lancha de rescate

Para el caso de una emergencia o accidente de buceo se deberá llevar a cabo el siguiente procedimiento:

Utilizar el canal 16 VHF para dar aviso a Capitanía de Puerto y Armada de México.

Suministrar los primeros auxilios

Colocar a la víctima sobre una camilla de madera recostada en su lado izquierdo y colocar mascarilla para suministrar oxígeno puro.

Vigilar a la víctima y mantener en oxígeno hasta contar con ayuda más profesional.

Anexo V
Listados de especies

Tabla I.- Principales grupos de especies de flora y fauna para el estado de Baja California Sur

Para algunos de los grupos (marcados con *) los números se aproximan mucho al número real de especies en el estado. Para el resto, el número seguramente es mayor o no ha sido determinado

Grupo		Número de especies	Ejemplos de nombres comunes
Plantas vasculares	<i>Quercus</i> *	8	Encinos
	<i>Agavaceae</i> *	19	Agaves, yucas
	<i>Compositae</i>	193	Dalia, girasol, margarita
	<i>Graminae</i>	127	Maíz, pasto, teozintle
	<i>Nolinaceae</i> *	1	-
Invertebrados/Arácnidos	<i>Amblypigi</i>	2	-
	<i>Solifugae</i>	6	Arañas sol
	<i>Ephemeroptera</i>	9	Efímeras
Invertebrados/Insectos	<i>Odo gnata</i> *	49	Libélulas
	<i>Psocoptera</i>	8	-
	<i>Thysanoptera</i>	7	-
	<i>Phaphidoptera</i>	5	-
	<i>Malacodermata</i>	3	Luciérnagas
	<i>Apoidea</i>	151	Abejas
	<i>Tortricidae</i>	1	-
	<i>Papillionidae</i> *	6	Mariposas
	<i>Pieridae</i> *	26	-
	<i>Siphonaptera</i>	5	Pulgas
	<i>Ceratopogonidae</i>	15	Jejenes, chaquistes
	<i>Simulidae</i>	1	-
	<i>Culicidae</i>	36	Mosquitos, zancudos
	<i>Mydidae</i>	3	-
Vertebrados	Peces de agua dulce	4	-
	Reptiles	32	-
	Aves*	258	-
	Mamíferos terrestres*	45	-
	Mamíferos voladores*	19	Murciélagos
	Mamíferos marinos*	32	Focas, delfines, ballenas

Tabla II.- Lista de especies de invertebrados marinos encontrados en los sitios de establecimiento de los AA y su zona circundante

Grupo	Nombre científico	Importancia	NOM-059-ECOL
Esponjas	<i>Geodia mesotriaena</i>		
	<i>Verongia aurea</i>		
	<i>Leucosolenia sp.</i>		
Hidrocoral	<i>Hippoporidia sp.</i>	O	
Anémonas	<i>Bunodactis mexicana</i>		
	<i>Bunodosoma californica</i>		
	<i>Zoanthus danae</i>		
Abanicos de mar y corales blandos	<i>Psammogorgia arbuscula</i>		
	<i>Pacifigorgia sp.</i>		
	<i>Muricea sp.</i>	O	
	<i>Eugorgia spp.</i>		
	<i>Gorgonia spp.</i>	O	
Coral negro	<i>Antipathes galapagensis</i>	O	
Corales pétreos	<i>Fungia curvata</i>	O	
	<i>Pavona gigantea</i>		
	<i>Porites panamensis</i>		
	<i>Pocillopora spp.</i>	O	
	<i>Psammocora stellata</i>		
	<i>Tubastraea coccinea</i>		
Planarias	<i>Pseudoceros bajae</i>		
	<i>Tridachiella diomedea</i>		
Nemertinos	<i>Baseodiscus mexicanus</i>		
Poliquetos	<i>Eupomatus recurvispina</i>		
	<i>Spirorbis marioni</i>		
	<i>Spirobranchus giganteus</i>		
Bivalvos	<i>Pinctada mazatlanica</i>	A, O	Pr
	<i>Pinna rugosa</i>	PC	
	<i>Spondylus princeps</i>	A, O, PC	
	<i>S. calcifer</i>	A, PC	
	<i>Cypraea isabellamexicana</i>	O	
Gasterópodos	<i>Cassis centiquadrata</i>	O	
	<i>Muricanthus princeps,</i>		
	<i>Conus spp.</i>	O	
	<i>Fasciolaria princeps,</i>		
	<i>Aplysia vaccaria</i>		
Nudibránquios	<i>Hypselodoris californiensis</i>		
	<i>Glossodoris sedna</i>		
	<i>Nembrotha eliora</i>		
Cefalópodos	<i>Octopus bimaculatus</i>	A, PC	
	<i>O. veligero</i>	A, PC	
Crustáceos	<i>Periclimenes sp.</i>		
	<i>Trapezia ferruginea</i>		
	<i>Periclimenes sp.</i>		
	<i>Alpheus sp.</i>		
	<i>Stenorhynchus debilis</i>		
	<i>Aniculus elegans</i>		
	<i>Panulirus inflatus</i>	A	
	<i>Evibacus princeps</i>		

Tabla II.- Continuación

Grupo	Nombre científico	Importancia	NOM-059-ECOL
Estrellas de mar	<i>Acanthaster ellisii</i>	O	P
	<i>Phataria unifascialis</i>		
	<i>Mithrodia bradleyi</i>		
	<i>Pentaceraster cumingi</i>		
	<i>Nidorellia armata</i>		
	<i>Tamaria stria</i>		
	<i>Leiaster teres</i>		
Erizos	<i>Astrodictyum panamense</i>	O	
	<i>Eucidaris thouarsi</i>		
	<i>Diadema mexicanum</i>		
	<i>Echinometra vanbrunti</i>		
	<i>Toxopneustes roseus</i>		
Pepinos	<i>Tripneustes depressus</i>	A, PC	
	<i>Isostichopus fuscus</i>		
	<i>Euapta godeffroyi</i>		

Simbología: A: Importancia alimenticia; PC: Pesca comercial, O: Importancia ornamental, P: Especie en Peligro de extinción (NOM-059-ECOL); Pr: Especie en protección especial (NOM-059-ECOL). Nota: Aunque se desconoce el grado de extracción de especies para uso ornamental en las islas del Golfo de California, se puede decir que las especies de invertebrados de uso comercial de la lista anterior son las de mayor importancia económica por los volúmenes manejados (principalmente: *Octopus spp.* e *I. Fuscus*).

Tabla III.- Lista de especies de peces presentes en los sitios de establecimiento de AA y la zona circundante

Nombre común	Nombres científicos	Importancia
	<i>Chaenopsis</i> sp. <i>Sphaeroides lobatus</i> <i>Serranus psittacinus</i>	
Rayas	<i>Urobatis concentricus</i>	PC
Pez guitarra	<i>Zapteryx exasperata</i>	PC
Morenas	<i>Gymnothorax castaneus</i> <i>Muraena lentiginosa</i> <i>Gymnomuraena zebra</i>	
Anguilas jardín	<i>Heteroconger digueti</i>	
Peces antena	<i>Antennatus strigatus</i>	
Peces ardilla y soldados	<i>Myripristis leiognathus</i> <i>Sargocentron suborbitalis</i>	
Pez corneta	<i>Fistularia commersonii</i>	
Peces pipa y caballitos	<i>Doryrhamphus excisus</i> <i>Hippocampus ingens</i>	O
Peces escorpión	<i>Scorpaena plumieri mystes</i> <i>Scorpaenodes xyris</i>	
Cabrillas	<i>Alphestes immaculatus</i> <i>Epinephelus labriformis</i> <i>Epinephelus panamensis</i>	A, PC A, PC
Garropas	<i>Mycteroperca rosacea</i> <i>M. xenarcha</i> <i>M. jordanii</i>	PC*, D PC*, D PC*, D
Meros	<i>Epinephelus itajara</i>	A, PC, D
Cardenal	<i>Paranthias colonus</i>	PC
Cardenales	<i>Apogon</i> spp.	
Pargos	<i>Hoplopagrus guntheri</i> <i>Lutjanus novemfasciatus</i> <i>Lutjanus argentiventris</i> <i>Lutjanus viridis</i>	A, PC*, D A, PC*, D A, PC*, D A, PC*, D
Burritos y roncadores	<i>Haemulon maculicauda</i> <i>H. Sexfasciatum</i>	
Caballitos	<i>Hippocampus ingens</i>	O
Curvinas	<i>Pareques fuscovittatus</i>	A, PC
Chopas	<i>Kyphosus analogus</i> <i>K. elegans</i>	A, PC A, PC
Peces mariposa	<i>Johnrandallia nigrirostris</i> <i>Chaetodon humeralis</i> <i>Forcipiger flavissimus</i>	O O O
Peces ángel	<i>Holacanthus passer</i> <i>Pomacanthus zonipectus</i>	O* O
Damiselas	<i>Abudefduf troschelii</i> <i>Chromis atrilobata</i> <i>Chromis limbaughi</i>	O O O

Tabla III.- Continuación

Nombre común	Nombres científicos	Importancia
Peces halcón	<i>Microspathodon dorsalis</i>	O
	<i>Stegastes flavilatus</i>	O
	<i>S. rectifraenum</i>	O
	<i>Cirrhitus rivulatus</i> ,	O
	<i>Cirrhitichthys oxycephalus</i>	O
Viejas	<i>Oxycirrhites typus</i>	O
Señoritas	<i>Bodianus diplotaenia</i>	A, PC
Peces perico	<i>Halichoeres chierchiae</i>	O
	<i>Thalassoma lucasanum</i>	O
	<i>T. grammaticum</i>	A, PC*
	<i>Scarus compressus</i>	A, PC*
	<i>S. ghobban</i>	A, PC*
Peces lagarto	<i>S. perrico</i>	PC*
	<i>S. rubroviolaceus</i>	O*
	<i>Synodus lacertinus</i>	
	<i>Opistognathus rosenblatti</i>	
	<i>Acanthemblemaria balanorum</i>	
Bocones	<i>A. crockeri</i>	
Blenios de tubo	<i>Emblemaria hypacanthus</i>	
Blenios	<i>Ophioblennius steindachneri</i>	
	<i>Plagiotremus azaleus</i>	
	<i>Lythrypnus dalli</i>	
Gobios	<i>Elacatinus puncticulatus</i>	
Cirujanos	<i>Prionurus punctatus</i>	O
	<i>Acanthurus xanthopterus</i>	
Idolo moro	<i>Zanclus cornutus</i>	O
Peces ballesta	<i>Balistes polylepis</i>	PC
	<i>Pseudobalistes naufragium</i>	A
	<i>Sufflamen verres</i>	A, PC
	<i>Melichthys niger</i>	
	<i>Aluterus scriptus</i>	
Peces lija	<i>Arothron meleagris</i>	O
Botetes	<i>Canthigaster punctatissima</i>	O
Tamborillos	<i>Diodon holocanthus</i>	
	<i>D. hystrix</i>	
	<i>Manta birostris</i>	PC
Manta a/	<i>Mobula thurstoni</i>	PC*
Cubanas a/	<i>M. tarapacana</i>	PC*
Jureles a/	<i>Seriola lalandi</i>	D
	<i>Caranx caballus</i>	D
	<i>Rhincodon typus</i>	
Tiburón ballena a/	<i>Strongylura exilis</i>	
Pez aguja a/	<i>Trachinotus rhodopus</i>	
Palometa a/	<i>Sphyaena lucasana</i>	
Barracuda a/		

Simbología: A: Importancia alimenticia, PC: Pesca comercial, D: Pesca deportiva, O: Importancia ornamental, a/ Peces visitantes (estacionales) o de media agua. Nota: las especies con (*) son las de mayor valor para las pesquerías comerciales y ornamentales. En el caso de la especies ornamentales marcadas con (*) sólo son potenciales, ya que en la actualidad no son extraídas. En la pesca de tipo deportiva se incluye la pesca submarina con arpón.

Anexo VI

Información socioeconómica¹

¹ Toda la información de los atributos relacionados con aspectos socio-económicos fue obtenida durante la elaboración del Estudio de Impacto Ambiental y corresponde a los datos disponibles en 1999.

Salarios

En la Tabla 1 se resume la información referente a los salarios mínimos en Baja California Sur. La Tabla 2 y la Tabla 3 presentan algunos de los datos demográficos principales de la región.

Tabla 1.- Principales salarios mínimos vigentes a partir del 1º de enero de 1999.

Salarios mínimos	Pesos diarios
Generales	34.45
Profesionales	
1 Albañilería, oficial de	50.15
2 Archivista clasificador en oficinas	47.30
3 Boticas, farmacias y drogueros, dependiente de mostrador en	43.70
4 Buldozer, operador de	52.80
5 Cajero (a) de maquina registradora	44.50
6 Cajista de imprenta, oficial	47.35
7 Cantinero preparador de bebidas	46.55
8 Carpintero de obra negra	46.76
9 Carpintero en fabricación y fabricación de muebles, oficial	49.25
10 Cepilladora, operador de	47.85
11 Cocinero en restaurantes y establecimientos de preparación y venta de alimentos	50.90
12 Colchones, oficial en fabricación y reparación de	40.05
13 Colocador de mosaicos y azulejos, oficial	49.00
14 Contador, ayudante de	48.35
15 Construcción de edificios y casa habitación, yesero en	46.45
16 Construcción, fierro en	48.35
17 Cortador en talleres y fábricas de manufactura de calzado, oficial	45.10
18 Costurero (a) en confección de ropa en talleres o fábricas	44.40
19 Costurero (a) en confección de ropa en trabajo a domicilio	46.75
20 Chofer acomodador de automóviles en estacionamiento	46.75
21 Chofer de camión de carga en general	51.35
22 Chofer de camioneta de carga en general	49.76
23 Chofer operador de vehículos con grúa	47.85
24 Draga, operador de	63.40
25 Ebanista en fabricación y reparación de muebles, oficial	50.00
26 Electricista instalador y reparador de instalaciones eléctricas, oficial	49.00
27 Electricista en la reparación de automóviles y camiones, oficial	49.60
28 Electricista reparador de motores y/o generadores en talleres de servicio, oficial	47.85
29 Empleado de góndola, anaquel o sección en tiendas de autoservicio	43.50
30 Encargado de bodega y/o almacén	45.26
31 Enfermero (a) con título	66.75
32 Enfermería, auxiliar práctico de	46.76
33 Ferreterías y tlapalerías, dependiente de mostrador en	46.30
34 Fogonero de calderas de vapor	47.90
35 Gasolinero, oficial	44.40
36 Herrería, oficial de	48.35
37 Hojalatero en la reparación de automóviles y camiones, oficial	49.25
38 Hornero, fundidor de metales	60.50
39 Joyero-platero, oficial	46.75
40 Joyero-platero en trabajo a domicilio	48.75
41 Laboratorios de análisis clínicos, auxiliar en	46.06
42 Linotipista, oficial	52.06
43 Lubricador de automóviles, camiones y otros vehículos de motor	44.85

Indicadores demográficos

Tabla 2.- Indicadores seleccionados de la PEA de 12 años y más.

Concepto	Total (%)
Población de 12 años y más por sexo	100.00
Hombres	50.64
Mujeres	49.36
Población de 12 años y más por condición de actividad	100.00
Población económicamente activa	56.69
Población económicamente inactiva	43.16
No especificado	0.15
Población de 12 años y más por condición de ocupación	100.00
Ocupada	97.53
Desocupada	2.47
Población ocupada por sexo	100
Hombres	68.69
Mujeres	31.31
Población ocupado por sector de actividad	100.00
Primario a/	16.33
Secundario b/	20.36
Terciario c/	63.17
No especificado	0.14
Población ocupada por situación en el trabajo	100
Empleado u obrero	59.56
Jornalero o peón	7.34
Patrón o empresario	5.21
Trabajador por su cuenta	22.78
Trabajador familiar sin pago	4.82
No especificado	0.29
Población ocupada por horas trabajadas	100.00
No trabajo	2.98
Hasta 34 horas	20.22
De 35 a 48 horas	47.68
Más de 48 horas	27.96
No especificado	1.16
Población ocupada	100.00
Según grupos de ingreso por trabajo	
No recibe ingresos	5.10
Menos de un salario mínimo	11.66
De 1 y hasta 2 salarios mínimos	31.11
De 2 y hasta 5 salarios mínimos	36.09
Más de 5 salarios mínimos	10.75
No especificado	5.29

Simbología: a/ Comprende: agricultura, ganadería, silvicultura, caza y pesca. b/ Comprende: minería, extracción de petróleo y gas, industria manufacturera, electricidad, agua y construcción. c/ Comprende: comercio, transportes, gobierno y otros servicios. d/ Se refiere al número total de horas que la persona dedicó al desempeño de su (s) trabajo (s) en la semana de referencia. Nota: la información corresponde a los resultados de la encuesta aplicada sobre una muestra de 2 500 viviendas en la entidad. Para mayor detalle sobre el diseño de esta muestra, se sugiere al usuario remitirse al documento citado en la fuente. Fuente: INEGI. Baja California Sur, resultados definitivos: tabulados básicos. Censo de Población y Vivienda 1995.

Tabla 3.- Población de 5 años o más hablante de lengua indígena por principales lenguas según sexo 1995

Tipo de lengua	Habla ntes de Lengua indígena					
	Total	%	Hombres	%	Mujeres	%
Baja California Sur	3 468	100.00	1 901	54.82	1 567	45.18
Mixteco	2 284	100.00	1 155	50.57	1 129	49.43
Zapoteco	338	100.00	211	62.43	127	37.57
Náhuatl	288	100.00	173	60.07	115	39.93
Triqui	89	100.00	46	51.69	43	48.31
Purépecha	66	100.00	47	71.21	19	28.79
Maya	50	100.00	35	70.00	15	30.00
Yaqui	40	100.00	32	80.00	8	20.00
Otras lenguas	235	100.00	150	63.83	85	36.17
Insuficientemente especificada	78	100.00	52	66.67	26	33.33

Fuente: Cuento de población y vivienda 1995 (INEGI).

Transporte

Transporte urbano.

En la Tabla 4 se muestran el total de vehículos registrados que circulan en el municipio de La Paz.

Tabla 4.- Vehículos registrados por tipo de servicio.

Tipo de vehículo	Oficiales	De alquiler	Particulares	Total
Automóviles	ND	897	38 082 a/	38 979
Camiones para pasajeros	ND	62	71 a/	133
Camiones de carga	ND	395	20 687 a/	21 082
Motocicletas	ND	ND	207 a/	207

Datos referidos al 31 de diciembre de 1997. Simbología: a/ Incluye los oficiales. Fuente: Dirección de Seguridad Municipal del H. Ayuntamiento de La Paz.

Transporte suburbano.

La Tabla 5 enmarca la información referente al servicio público federal de autotransporte en el estado de Baja California Sur.

Tabla 5.- Unidades vehiculares de pasaje del servicio público de autotransporte y pasajeros transportados según tipo de transporte y clase de servicio.

Tipo de transporte y clase de servicio	Unidades vehiculares a/	Pasajeros transportados b/
Total	242	814 202
Pasaje	115	800 836
Primera	1	ND
Económico	34	ND
De y hacia puertos y aeropuerto	80	ND
Turismo	127	13 366
Turístico de lujo	90	ND
Turístico	32	ND
De excursión	3	ND
Con chofer guía	2	ND

Simbología: a/ Datos referidos al 31 de diciembre de 1997. b/ La información considera a la entidad como punto de origen hacia otros destinos, incluyendo aquellos que se ubican dentro de la propia entidad. Fuente: Centro SCT Baja California Sur. Subdirección de Operación; Departamento de Autotransporte Federal.

Agua potable

En la Tabla 6 se hace referencia a las fuentes de abastecimiento de agua, En la Tabla 7 a la capacidad de almacenamiento y en la Tabla 8 a los sistemas de agua potable y a los sistemas de tratamiento de aguas residuales en el municipio de La Paz.

Tabla 6.- Fuentes de abastecimiento y volumen promedio diario de extracción de agua potable por tipo.

	Fuentes de abastecimiento a/	Volumen diario de extracción ($10^3 \text{ m}^3 \text{ día}^{-1}$)
Pozo profundo	50	64.2
Manantial	2	ND
Total	52	64.2

Datos referidos al 31 de diciembre de 1997. Simbología: ND: No determinado. Fuente: Comisión Nacional del Agua, Gerencia Estatal. Subgerencia de Agua Potable y Saneamiento.

Tabla 7.- Capacidad total y útil de almacenamiento, y volumen utilizado de las presas según presa (10^6 m^3).

Presa	Capacidad de almacenamiento a/	Capacidad útil de almacenamiento a/	Volumen anual utilizado
Agustín Olachea	240	18.0	1.5
Buena Mujer	13.0	10.0	0.4
Total	11.0	8.0	1.1

Nota: La información se refiere a presas cuya capacidad total de almacenamiento es mayor a los quinientos mil metros cúbicos. Simbología: a/ Datos referidos al 31 de diciembre de 1997. b/ Se refiere a recarga de mantos acuíferos. Fuente: Comisión Nacional del Agua, Gerencia Estatal, Subgerencia de Operación.

Tabla 8.- Sistemas de agua potable, tomas domiciliarias instaladas y localidades con el servicio.

Sistemas de agua potable	Tomas domiciliarias instaladas				Localidades con el servicio a/
	Total	Domesticas	Comerciales	Industriales	
37	48 046	45 018	2 786	242	32

Simbología: a/ Se refiere a localidades que cuentan con red de distribución de agua potable.

Fuente: Comisión Nacional del Agua. Unidad de Programas Rurales y Participación social.

Educación

La ciudad de la Paz cuenta con diversas instituciones educativas. Éstas albergan una población estudiantil de aproximadamente 55 477 alumnos, incluyendo los niveles desde preescolar hasta bachillerato (Tabla 9).

Tabla 9.- Alumnos inscritos, personal docente y número de instituciones (1997).

Nivel	Alumnos Inscritos	Personal Docente	Escuelas
Total	55 477	2 534	1 496
Preescolar	7 836	307	98
Primaria	27 354	953	163
Secundaria	11 030	685	39
Profesional Medio	1 228	97	4
Bachillerato	8 029	492	19

Los planteles de Educación Superior que se enlistan a continuación, ofrecen un total de 30 carreras diferentes y brindan su servicio aproximadamente a 5000 alumnos (información referida hasta 1997).

- 1) Instituto Tecnológico de La Paz
- 2) Instituto Tecnológico Superior
- 3) Instituto Tecnológico del Mar
- 4) Universidad autónoma de Baja California Sur
- 5) Normal Superior del Estado
- 6) Escuela Normal Urbana Domingo Carballo Felix
- 7) Centro Regional de Educación Normal Marcelo Rubio Ruiz

Agricultura.

La Tabla 10 se resume la información sobre la superficie sembrada y cosechada, volumen y valor de la producción irrigada en el año agrícola, en el municipio de La Paz y de acuerdo al tipo de cultivo.

Ganadería.

La información sobre los aspectos ganaderos y los productos pecuarios en el Municipio de La Paz se resumen en la Tabla 11, la Tabla 12 y la Tabla 13.

Tabla 10.- Información agrícola en el municipio de La Paz (1996-1997).

Cultivo	Superficie sembrada (ha) a/	Superficie cosechada (ha)	Volumen (Ton)	Valor (miles de pesos)
Cíclicos				
Maíz grano	259	141	510.0	642.6
Trigo	108	108	510.0	746.1
Frijol	132	130	115.4	605.5
Jitomate	562	550	18 764.0	38 149.3
Chile	1 068	1 032	21 338.6	62 162.1
Sorgo	25	25	445.0	92.0
Algodón	124	124	445.0	2 447.5
Melón	432	429	14 559.4	42 498.7
Cultivos cíclicos	662	775 b/	NA	22 716.4
Perenes				
Alfalfa	424	414	3 555.0	3 555.0
Naranja	147	140	590.0	605.3
Espárrago	60	42	33.6	701.6
Pastos	505	505	NA	1 428.0
Resto de cultivos				
Perennes	297	263	NA	5 166.5

Simbología: a/ En el caso de los cultivos perennes, se trata de "superficie plantada". b/ La superficie cosechada es mayor a la sembrada debido a la rotación de cultivos. Fuente: Secretaría de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural, Delegación en el Estado. Unidad de Planeación.

Tabla 11.- Población ganadera según municipio (cabezas).

Bovino a/	Porcino	Ovino	Caprino	Aves b/	Abejas c/
46 146	4 614	3 490	19 738	208 433	2 662

Simbología: a/ Comprende: bovino para leche, carne y trabajo. b/ Comprende: aves para carne y huevo. c/ Se refiere al número de colmenas. Nota: información referida al 31 de diciembre de 1997. Fuente: Secretaría de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural, Delegación en el estado. Unidad de planeación.

Tabla 12.- Sup. dedicada a la ganadería en el año agrícola (ha).

Total		Pastos y Praderas		Cultivos Forrajeros
		Inducidas	Naturales	
1 209 611		8 500	1 200 205	906

Nota: información referida al 31 de diciembre de 1997. Fuente: Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural, Delegación en el Estado. Unidad de Planeación.

Tabla 13.- Productos pecuarios.

Leche (10 ³ L)			Pieles (Ton)	Huevo (Ton)	Miel (Ton)	Cera (Ton)	Vísceras (Ton)
Total	Bovinos	Caprinos					
3 527	3 147	353	206	2 435	109	3	432

Nota: información referida al 31 de diciembre de 1997. Fuente: Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural, Delegación en el Estado. Unidad de Planeación.

Industria.

Extractiva

El estado de Baja California Sur se explotan diferentes minerales, entre los cuales destaca la sal marina, yeso, fosforita y sal de mesa. Para la zona de La Paz, la fosforita es el principal mineral extraído y presenta un volumen de producción promedio de 719,453 toneladas, con un valor de \$ 125,184 pesos.

Manufacturera

La industria manufacturera no es muy importante para la Zona de La Paz. En años recientes se han instalado algunas maquiladoras filiales de compañías extranjeras. Sin embargo, su contribución a la economía de la región es marginal.

Pesca.

En la Tabla 14 se presenta información sobre volumen y valor de captura pesquera en peso desembarcado según destino y especie.

Tabla 14.- Recursos pesqueros.

Destino y especie	Volumen de la Captura (Ton)				Valor de la Captura a/ (miles de pesos)
	Total	Privado	Público	Social	
Total	139 238	105 135	6	19. 121	523 306
Consumo humano directo	115 224 b/	82 451	6	17 791	486 969
Abulón	189	-	-	189	26 051
Almeja	1 394	579	-	815	16 761
Atún	11 121	10 187	-	934	4 348
Calamar	41 936	36 149	-	5 787	103 582
Camarón	1 170	59	-	1 111	54 250
Escama	10 345	6 724	-	3 621	61 377
Langosta	1 274	-	-	1 274	75 757
Macarela	983	954	-	29	1 078
Sardina	17 486	17 486	-	-	19 182
Tiburón y Cazón	2 619	1 846	6	767	17 822
Túridos	1 806	1 531	-	275	706
Cerdillo	1 236	1 001	-	235	7 333
Otras especies	8 689	5 935	-	2 754	53 794
Captura sin registro oficial c/	14 976	ND	ND	ND	44 928
Consumo humano indirecto	22 209	22 183	-	26	24 381
Fauna de acompañamiento	29	3	-	26	50
Macarela	1 065	1 065	-	-	1 168
Sardina	21 115	21 115	-	-	23 163
Uso Industrial	1 805	501	-	1 034	11 956
Algas	292	192	-	100	1 778
Otras especies	1 513	309	-	1 204	10 178

Simbología: ND: No determinado. a/ Precios de playa o primera mano. b/ Incluye el volumen de la captura sin registro oficial. c/ Se refiere al volumen de captura que por diversas circunstancias, escapa a los registros formales de la fuente. Su monto se determina por métodos indirectos de estimación. Fuente: Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca, Delegación en el Estado. Subdelegación de Pesca; Unidad de Informática y Registro.

Anexo VII

Cuestionarios aplicados a los informantes clave

Formato de cuestionarios aplicados en las encuestas realizadas en noviembre de 2001

A) Cuestionario aplicado e académicos e investigadores

Nombre: _____

Institución y posición: _____

- 1) ¿Tiene conocimiento de los barcos *Fang Ming* y *Lapas 03* hundidos en noviembre de 1999 en la Bahía de La Paz para crear arrecifes artificiales? SI _____ NO _____
- 2) ¿Cuál considera que es el valor de los arrecifes artificiales *Fang Ming* y *Lapas 03*?
Turístico recreativo _____ Pesquero (comercial o deportivo) _____ Conservación _____ Desconocido _____
- 3) ¿Cree usted que con la creación de arrecifes artificiales como el *Fang Ming* y *Lapas 03*, los posibles impactos del turismo sobre arrecifes naturales:
Se reducen _____ Aumentan _____ Son indiferentes _____ Lo desconoce _____
- 4) ¿Ha observado o tiene conocimiento de que alguien lleve o llevó a cabo algún tipo de investigación o educación ambiental en estos sitios? SI _____ NO _____
- 5) ¿Quién y cuál?
- 6) En caso de que su respuesta sea negativa, ¿Por qué considera que no se dio o ha dado investigación?
- 7) En general, ¿Cuál es su opinión acerca de los barcos hundidos *Fang Ming* y *Lapas 03*?
- 8) En general, ¿Qué opinión tiene acerca del hundimiento de barcos para la creación de nuevos arrecifes artificiales?
- 9) ¿Qué localidad (es) considera apropiada (s) para la creación de nuevos arrecifes artificiales mediante el hundimiento de barcos?

B) Empresas de buceo

Nombre: _____

Posición: _____

- 1) ¿Tiene conocimiento de los barcos *Fang Ming* y *Lapas 03* hundidos en noviembre de 1999 en la Bahía de La Paz para crear arrecifes artificiales? SI _____ NO _____
- 2) ¿Durante sus recorridos turísticos visita alguno de estos barcos? SI _____ NO _____
- 3) ¿Cuál de ellos visita con más frecuencia? *Fang Ming* _____ *Lapas 03* _____
- 4) ¿Con que frecuencia son las visitas? (escoger el intervalo más apropiado)
Siempre _____ 1 de cada 3 salidas _____ 1 de cada 5 salidas _____
- 5) ¿Qué factores influyen en su decisión para visitar estos barcos?
Clima _____ Fauna _____ Novedad _____ Aglomeración en otros sitios _____
- 6) ¿Ha dejado de visitar sitios de buceo que habitualmente visitaba debido a la creación de estos nuevos sitios? SI _____ NO _____
- 7) ¿Cuáles?
- 8) En general, ¿Cuál es la opinión que tienen sus clientes respecto a la experiencia de buceo en los barcos hundidos *Fang Ming* y *Lapas 03*?
Buena _____ Satisfactoria _____ Mala _____ Indiferente _____
- 9) ¿Ha observado o tiene conocimiento de que alguien lleve o llevó a cabo algún tipo de investigación o educación ambiental en los barcos hundidos? SI _____ NO _____
- 10) ¿Quién y cuál?