
Directrices relativas a la colocación de arrecifes artificiales

Índice

<i>Prólogo</i>	101
<i>Agradecimientos</i>	103
1 Introducción a los arrecifes artificiales	105
1.1 Antecedentes	105
1.2 Finalidad y ámbito de aplicación de las Directrices	105
1.3 Definición de arrecife artificial	106
1.4 Reseña de los tipos de arrecifes artificiales en aguas costeras y fines de los mismos	106
1.4.1 <i>Fines ambientales (gestión de la biodiversidad o de los ecosistemas, restauración, gestión de la calidad del agua, entre otros)</i>	107
1.4.2 <i>Atracción, mejora, producción y protección de los recursos marinos vivos</i>	110
1.4.3 <i>Promoción del turismo y de las actividades recreativas (pesca, submarinismo, surf, náutica, etc.)</i>	111
1.4.4 <i>Investigación científica y educación</i>	112
1.4.5 <i>Estructuras polivalentes</i>	112
1.5 Repercusiones potenciales	113
1.5.1 <i>Fase de construcción e instalación</i>	114
1.5.2 <i>Efectos permanentes en el arrecife</i>	115
1.5.3 <i>Efectos provocados por el desplazamiento</i>	116
2 El marco normativo	117
2.1 Resumen de los instrumentos internacionales y regionales pertinentes	117
2.1.1 <i>El Convenio y el Protocolo de Londres</i>	117
2.1.2 <i>Resumen de los instrumentos internacionales y regionales relevantes</i>	118
2.2 Ejemplos de normativas nacionales y locales sobre arrecifes artificiales	120
2.3 Políticas nacionales y locales, legislación y procesos decisorios para la construcción y/o colocación de arrecifes artificiales	120
2.3.1 <i>Políticas y legislación</i>	120
2.3.2 <i>Proceso de expedición del permiso</i>	122
2.3.3 <i>Evaluación del impacto ambiental, análisis de la relación entre costes y beneficios y consulta pública</i>	123
2.3.4 <i>Vigilancia del cumplimiento y sistema de aplicación</i>	124
2.3.5 <i>El permiso y las condiciones de los permisos</i>	124
3 Criterios técnicos para la evaluación de proyectos de arrecifes artificiales	126
3.1 Criterios generales	126

3.1.1	<i>Criterios legales</i>	126
3.1.2	<i>Criterios técnicos</i>	126
3.2	Criterios específicos	128
3.2.1	<i>Diseño</i>	128
3.2.2	<i>Materiales</i>	128
3.2.3	<i>Ubicación</i>	128
3.3	Criterios dependientes de la función	129
3.3.1	<i>Arrecifes para mejorar la productividad y/o la biodiversidad</i>	130
3.3.2	<i>Arrecifes para protección de ecosistemas y/o recursos</i>	131
3.3.3	<i>Arrecifes con fines recreativos</i>	131
4	Bibliografía	132

LISTA DE ANEXOS

Anexo 1	Modelo de formulario de solicitud	136
Anexo 2	Modelo de permiso	138
Anexo 3	Sinopsis de proyectos y materiales para arrecifes artificiales	140
Anexo 4	Estudios ambientales y evaluación del impacto de los arrecifes artificiales	149
Anexo 5	Directrices específicas para la evaluación de embarcaciones y para la evaluación de plataformas u otras construcciones en el mar	157
Anexo 6	Directrices específicas revisadas para la evaluación de materiales geológicos inorgánicos inertes	181
Anexo 7	Vigilancia	193
Anexo 8	Desmantelamiento	197

Prólogo

Miguel Palomares
Director
División del Medio Marino
Organización Marítima Internacional

e

Ibrahim Thiaw
Director
División de Aplicación de Políticas Ambientales
Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente

Es un hecho conocido que en muchas regiones de todo el mundo se han utilizado arrecifes artificiales desde tiempo inmemorial. Por ejemplo, hay pruebas de que tales arrecifes se utilizaron en el mar Mediterráneo hace aproximadamente 3 000 años, cuando las rocas desechadas de las “jaulas marinas” de las pesquerías del atún *tonnaria* se fueron acumulando para convertirse en sitios de agregación de peces. Es probable que unas pesquerías artesanales similares utilizaran esa tecnología en Australasia, ya que se han identificado trampas para peces a lo largo de la costa de Australia.

En el siglo XVII se utilizaron arrecifes artificiales de escombros de construcción y rocas para el cultivo del *kelp* en el Japón, en donde tiene su origen el concepto moderno de “arrecife artificial”. Este concepto se extendió a los Estados Unidos en la década de 1830, en la que se utilizaron maderos de cabañas frente a la costa de Carolina del Sur para mejorar la pesca y posteriormente en muchas otras zonas del mundo (Stone y otros, 1991).

Más recientemente, los arrecifes artificiales se han utilizado para contrarrestar tendencias alarmantes de degradación de las aguas costeras, pérdidas de hábitats submareales y la fuerte disminución de las poblaciones de peces. Tales arrecifes se construyen o colocan en el fondo marino imitando algunas funciones de los arrecifes naturales. Así, con el tiempo han surgido y se han desarrollado otros usos de los arrecifes artificiales, como el fomento del turismo (submarinismo, navegación de recreo y pesca), la mejora y la producción de recursos marinos vivos, acuicultura, gestión de la biodiversidad, investigación científica, control de la erosión y estabilización de la costa y defensa costera.

La intensificación del uso de arrecifes artificiales en las zonas costeras, unida a sus posibles consecuencias negativas, hace necesario disponer de algún tipo de orientación, a escala mundial, para su construcción, instalación y gestión permanente. Las Partes Contratantes de los instrumentos convencionales mundiales sobre la prevención de la contaminación por vertimiento de desechos (Convenio de Londres 1972 y su Protocolo de 1996) y los Estados Miembros del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente se han sentido especialmente preocupados por la posibilidad de que la colocación inadecuada de tales arrecifes pueda utilizarse para legitimar el *vertimiento* de desechos u otras materias, que normalmente estaría prohibido de conformidad con esos tratados.

Por consiguiente, uno de los objetivos principales de las presentes directrices es garantizar que el desarrollo de los arrecifes artificiales sea coherente con los fines y las disposiciones del Convenio de Londres y su Protocolo y tenga lugar en armonía con los principios básicos del enfoque de gestión del medio marino basado en los ecosistemas.

Por consiguiente, la finalidad de estas directrices es:

- ayudar a aquellos países que han reconocido la necesidad de evaluar las propuestas de colocación de arrecifes artificiales sobre la base de criterios científicos sólidos, y desarrollar un marco reglamentario adecuado;
- facilitar la implantación de las reglas en los países que ya disponen de ellas, pero en los que, aun así, se requieran tales orientaciones; y
- ayudar a actualizar las directrices o reglas actualmente en vigor.

Se espera que estas extensas directrices estimulen una mayor concienciación de la importancia de que la planificación, el proyecto y la colocación de los arrecifes artificiales sean los adecuados y de los beneficios que tales arrecifes pueden reportar al medio marino.

También quisiéramos dar las gracias al Gobierno de España por asumir una función de liderazgo, junto con muchos otros países del Grupo de trabajo por correspondencia, durante la elaboración de estas directrices en el marco del Convenio y el Protocolo de Londres.

Por último, estamos orgullosos de la excelente cooperación entre la División de Aplicación de Políticas Ambientales del PNUMA y la Secretaría del Convenio y el Protocolo de Londres de la División del Medio Marino de la OMI, que han colaborado estrechamente para determinar la necesidad de estas importantes orientaciones y para elaborarlas. Estas orientaciones amplían en gran medida el conjunto de instrumentos de que disponemos para la mitigación y recuperación de los hábitats y ecosistemas degradados y para que los arrecifes artificiales se coloquen de conformidad con unos principios racionales de gestión de los recursos marinos.

Agradecimientos

Esta publicación ha visto la luz gracias a las considerables contribuciones financieras y en especie del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), el Programa de cooperación y asistencia técnica del Convenio y el Protocolo de Londres (LC-LP) y los Gobiernos de España y los Estados Unidos.

Merecen un agradecimiento especial el Sr. Elik Adler (PNUMA), el Sr. José Buceta Miller (España, Presidente del Grupo de trabajo por correspondencia sobre arrecifes artificiales (CGAR)), los miembros del CGAR (Sr. Juan J. Goutayer (España), Sra. Jennifer Winston y Sr. Jeremy Martinich (Estados Unidos), Sr. Matthew Johnston (Australia), Sra. Dixie Sullivan y Sr. David Taillefer (Canadá), Sr. Kjeld F. Jørgensen y Sr. Stig A. Helmig (Dinamarca), Sra. Katja Bunzel y Sr. Ulrich Claussen (Alemania), Sr. Sadamitsu Akeda y Sr. Akito Sato (Japón), Sr. Gi Hoon Hong (República de Corea), Sra. Piyarat Pitiwatanakul (Tailandia), Sr. Chris Vivian (Reino Unido), Sr. David Santillo (Greenpeace Internacional), Sr. John Campbell (Asociación Internacional de Productores de Gas y Petróleo), Sr. René Coenen, Sr. Edward Kleverlaan y Sra. Jennifer Rate (Oficina del Convenio y el Protocolo de Londres de la OMI), Sr. Mark Combe y Sras. Marie Kraus, Gemma Nogales y Fabienne Fournigault (Servicio de Publicaciones de la OMI).

Además, los siguientes especialistas desempeñaron una función clave en la elaboración del documento: Sr. Francisco González, consultor de Tecnoambiente (España) y los Sres. Antony Jensen y Ken Collins, consultores del National Oceanography Centre de la Universidad de Southampton (Reino Unido).

Por último, un agradecimiento especial a la Sra. Lynette Jackson, consultora ambiental y editora, que remodeló el texto y preparó la edición del manuscrito definitivo.

1

Introducción a los arrecifes artificiales

1.1 ANTECEDENTES

Los arrecifes artificiales se emplean en la gestión de las zonas costeras en muchos países y regiones del mundo y se han desarrollado al mismo tiempo en diversos lugares. Existen pruebas de que los arrecifes se usaban en el mar Mediterráneo hace tres mil años, cuando las rocas desechadas de las “jaulas” de la pesca del atún *tonnaria* se arrojaban al mar y se acumulaban en él, y se consideraba que estas estructuras atraían a los peces (Riggio y otros, 2000). Es probable que en esa época se utilizara esta tecnología en caladeros artesanales en todo el mundo al mismo tiempo (Simard, 1995).

En el siglo XVII, los arrecifes formados por escombros de construcción y rocas se empleaban en el Japón para cultivar algas *kelp*, y el concepto moderno de “arrecife artificial” apareció en el Japón del siglo XVIII. El concepto se extendió a los Estados Unidos en la década de 1830, época en la que en las costas de Carolina del Sur se usaban los troncos de las cabañas para mejorar la pesca y, posteriormente, se extendió a muchas otras regiones del mundo (Stone y otros, 1991). En épocas más recientes, los arrecifes se utilizaron para proteger los recursos marinos contra las actividades de pesca ilegales (Jensen y otros, 2000).

El aumento del empleo de los arrecifes artificiales en las zonas costeras, sumado a sus posibles consecuencias negativas –en particular cuando se usan desechos o materiales reciclados o inadecuados– plantea la necesidad de establecer algún tipo de orientación para su construcción, instalación y gestión permanente. El hecho de que la colocación de dichos arrecifes pueda utilizarse para legitimar el “vertimiento” de desechos u otros materiales que normalmente están prohibidos por el Convenio¹ es motivo de preocupación para las Partes Contratantes del Convenio de Londres (1972) y del Protocolo de Londres (1996). Por consiguiente, uno de los principales objetivos de las presentes directrices es garantizar que la construcción de arrecifes artificiales sea conforme con los objetivos y las disposiciones del Convenio.

1.2 FINALIDAD Y ÁMBITO DE APLICACIÓN DE LAS DIRECTRICES

La instalación de arrecifes artificiales puede considerarse una colocación y no un vertimiento con arreglo a las disposiciones del Convenio o el Protocolo, siempre que dicha colocación no sea contraria a los objetivos del Convenio o el Protocolo (para obtener más información, véase la sección 2.1.1). Aunque estas directrices se han elaborado en el contexto del Convenio y el Protocolo de Londres, al igual que cualquier directriz, no son jurídicamente vinculantes en ningún país, con independencia de que en éste existan o no reglas nacionales. La finalidad de estas Directrices es:

- ayudar a aquellos países que consideran necesario evaluar las propuestas de colocación de arrecifes artificiales sobre la base de criterios científicos sólidos, así como desarrollar un marco reglamentario adecuado;
- ayudar a aplicar las reglas en los países en los que ya existan éstas, pero en los que se requieran tales orientaciones;
- ayudar a actualizar las directrices o reglas actualmente en vigor.

¹ A los fines de las presentes directrices se considera que las referencias al Convenio de Londres –o simplemente el Convenio– abarcan tanto el Convenio como el Protocolo de Londres.

Las Directrices también pueden ser útiles:

- 1 para los promotores de proyectos de construcción de arrecifes artificiales, dado que les ayudarán a entender los criterios que se utilizarán al evaluar sus propuestas; y
- 2 para gestionar la colocación de otras estructuras de gestión de zonas costeras que tengan características similares a las de los arrecifes artificiales y que puedan provocar efectos adversos en el medio marino.

Los objetivos generales de las Directrices son:

- prevenir la contaminación o degradación del medio marino como consecuencia de la colocación de arrecifes artificiales;
- prevenir que la colocación de arrecifes marinos se convierta en un mecanismo para eludir las disposiciones del Convenio de Londres en materia de “vertimiento” de desechos;
- promover un enfoque que permita construir arrecifes artificiales de tal forma que, aun en el caso de que un arrecife se construya principalmente con fines comerciales como, por ejemplo, la pesca o el turismo, ofrezca ventajas ambientales.

Para lograr estos objetivos, las Directrices:

- proporcionan información sobre los distintos tipos de arrecifes artificiales en uso en todo el mundo y los fines de los mismos, así como sobre sus posibles repercusiones;
- presentan una reseña de las prescripciones y/o regímenes de derecho internacional (por ejemplo, el Convenio de Londres), así como ejemplos de acuerdos regionales y reglamentos nacionales;
- esbozan un marco que permitirá a las autoridades reguladoras y/o a los gestores competentes adoptar decisiones sobre la colocación de arrecifes artificiales basadas en criterios científicos y técnicos;
- proporcionan información práctica de carácter técnico sobre la planificación, el proyecto, los materiales, la ubicación, la vigilancia y la gestión permanente de los arrecifes artificiales que permita adoptar decisiones basadas en criterios científicos.

1.3 DEFINICIÓN DE ARRECIFE ARTIFICIAL

Los países –y las regiones– tienen diferentes definiciones de arrecife artificial. A fin de promover un consenso sobre este término, a los efectos de las presentes directrices se ha adoptado la siguiente definición modelo:

“Los arrecifes artificiales son estructuras sumergidas construidas o colocadas deliberadamente en el lecho del mar a fin de imitar algunas de las funciones de los arrecifes naturales, como proteger, regenerar, concentrar y/o incrementar las poblaciones de los recursos marinos vivos.

Entre los objetivos de los arrecifes artificiales también cabe mencionar la protección, restauración y regeneración de los hábitats acuáticos, el fomento de la investigación, las oportunidades de recreo y el uso de la zona con fines educativos.

El término no incluye la colocación deliberada en el lecho del mar de estructuras sumergidas para que desempeñen funciones que no estén relacionadas con las de un arrecife natural, tales como rompeolas y/o estructuras similares, atraques, cables, tuberías, dispositivos o plataformas de investigación marina, incluso si, casualmente, pueden imitar algunas de las funciones de los arrecifes naturales.”

1.4 RESEÑA DE LOS TIPOS DE ARRECIFES ARTIFICIALES EN AGUAS COSTERAS Y FINES DE LOS MISMOS

Dado que los arrecifes artificiales se colocan en las aguas costeras con diversos fines, los hay de varios tipos y muchos de ellos han sido construidos especialmente para cumplir la función prevista. Por otra parte, en **algunos** países los arrecifes se han construido a partir de estructuras realizadas con otras finalidades, pero que han quedado obsoletas o que ya no se usan y, por lo tanto, pueden utilizarse para construir arrecifes.

Por lo general, los arrecifes construidos con fines específicos están destinados a actividades de producción o de protección. En el caso de los arrecifes de producción, los módulos son alveolares y presentan diversas formas y, en algunos casos, se apilan unos encima de los otros. De este modo, el arrecife dispone de una superficie adecuada para el establecimiento de organismos, así como suficientes cavidades para especies que viven en libertad. Pueden construirse, por ejemplo, de hormigón, de materiales cerámicos o de una matriz de PVC y hormigón. En algunos casos también se han combinado materiales de desecho, como cenizas de carbón o de incineradores, con cemento para crear módulos de arrecife.

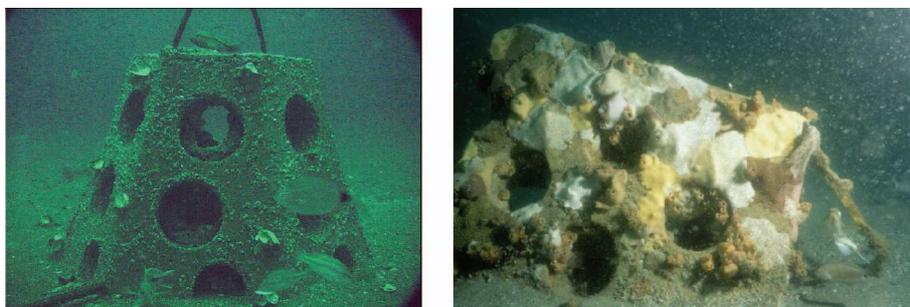


Figura 1.4.1 *Proyectos de arrecifes artificiales destinados a hábitats para organismos marinos*

(Fuente: Robert Martore, Departamento de recursos naturales de Carolina del Sur)

En cambio, los arrecifes de protección suelen estar contruidos con módulos pesados y relativamente simples –como bloques de hormigón de distintas formas–, están provistos a menudo de elementos disuasorios y no están contruidos para fomentar el establecimiento de especies o la ocupación por éstas.



Figura 1.4.2 *Proyectos de módulos para un arrecife artificial (con brazos disuasorios) para la protección de hábitats contra actividades pesqueras ilegales*

(Fuente: Secretaría General del Mar, España)

Las estructuras oportunistas más habituales para construir arrecifes son los buques, tanto restos de naufragios como embarcaciones hundidas intencionalmente con este fin. Otras estructuras empleadas son plataformas petroleras y de gas, aviones, carrocerías de automóviles, vagones de tren y muelles abandonados, si bien no existe un acuerdo general sobre su aceptabilidad. También se han utilizado rocas naturales, aunque más bien en la construcción de rompeolas para protección de costas y no para arrecifes artificiales. Asimismo se han utilizado neumáticos para crear arrecifes en varios países. Sin embargo, dichos arrecifes se vuelven inestables con el tiempo, no logran su propósito y pueden contribuir a la degradación del medio marino.

A los efectos de la presente reseña, los arrecifes artificiales se han agrupado en varias categorías de acuerdo con sus funciones, a saber.

1.4.1 Fines ambientales (gestión de la biodiversidad o de los ecosistemas, restauración, gestión de la calidad del agua, entre otros)

Uno de los principales objetivos de la gestión de las aguas costeras debe ser **evitar** la degradación de los hábitats naturales, los ecosistemas y la biodiversidad. En los casos en los que esto no se haya logrado, la primera opción en cuanto a las intervenciones debe ser reducir las presiones que provocan la degradación



Figura 1.4.3 Carga de tranvías para su colocación en un arrecife artificial (izquierda) y parte de un avión utilizado como arrecife artificial.

(Fuente: Robert Martore, Departamento de recursos naturales de Carolina del Sur)



Figura 1.4.4 Recogida de neumáticos destinados a un proyecto de arrecife artificial en Florida (izquierda), y a arrecifes de coral protectores. (NOTA: estos neumáticos se retiraron posteriormente).

(Fuente: <http://www.dep.state.fl.us/waste/categories/tires/pages/osbornepilot.html>)

a fin de que el sistema se recupere de forma natural. Únicamente en los casos en los que estos esfuerzos no den resultado debe estudiarse la posibilidad de instalar arrecifes artificiales.

No obstante, los arrecifes artificiales se construyen en ocasiones con el fin de aumentar o modificar la **biodiversidad**, por ejemplo:

- los arrecifes colocados en planicies submarinas arenosas introducen sustratos duros y la biota correspondiente en zonas en las que antes no existían (si bien cabe señalar que no todos los interesados consideran que la introducción de sustratos duros en una planicie arenosa constituye una mejora de la biodiversidad, dado que puede provocar la pérdida de las especies asociadas con fondos arenosos);
- los arrecifes pueden destinarse específicamente a aumentar al máximo la variedad y cantidad de las colonizaciones epibióticas incluyendo un gran número de nichos de distinto tamaño;
- los arrecifes también pueden destinarse al aprovechamiento del “efecto de borde” (al parecer, la biota más sedentaria elige los bordes para establecerse, posiblemente para aumentar al máximo su exposición a las corrientes).

Los objetivos de estos arrecifes pueden ser: i) simplemente aumentar en general la biomasa epibiótica (así como la correspondiente fauna móvil), ii) la creación de una “zona crítica de conservación” dentro de una reserva marina, por ejemplo, iii) el restablecimiento de comunidades biológicas tras un evento que haya producido daños, como un huracán o un incidente de contaminación, o iv) la compensación de los hábitats perdidos en otras partes, es decir, el concepto de arrecife de “mitigación”.

En los casos en los que los arrecifes artificiales se emplean para la **restauración** de hábitats marinos concretos, es muy importante que se usen, en la medida de lo posible, materiales naturales similares a los originales. Además, dichas iniciativas deben examinarse detenidamente, en particular cuando se trata de

hábitats complejos y sensibles. En el caso de los arrecifes de coral, por ejemplo, los arrecifes artificiales sólo se consideran adecuados en condiciones muy concretas, por ejemplo en zonas pequeñas de arrecifes de coral de valor económico especial o tras accidentes marítimos o desastres naturales.²

Entre los materiales que se utilizan para restaurar los arrecifes de coral cabe mencionar rocas de piedra caliza o módulos de hormigón (por ejemplo, ReefBalls) o materiales cerámicos (por ejemplo, EcoReefs). Sin embargo, como se indica en las directrices elaboradas en el marco del programa Coral Reef Targeted Research:³ “Se han instalado aproximadamente más de 500 000 “reef balls” de distintos tamaños en todo el mundo, los cuales cubren como mucho dos kilómetros cuadrados de sustratos de topografía compleja con un costo de decenas de millones de dólares de los Estados Unidos. En el mundo existen aproximadamente 300 000 km² de arrecifes de coral poco profundos, de modo que se dispone de amplios sustratos. El principal problema reside en que gran parte de éstos han sido mal gestionados o se han degradado.”



Figura 1.4.5 Submarinistas colocando módulos para la restauración de arrecifes de coral (izquierda) y después de 70 días (derecha).

(Fuente: www.ecoreefs.com)

Los arrecifes de protección con elementos de disuasión también se han utilizado para reducir o eliminar las presiones que sufren algunos ecosistemas –como las actividades pesqueras ilegales– con el fin de ofrecerles la oportunidad de recuperarse de manera natural. Por ejemplo, una serie de arrecifes contra la pesca de arrastre instalados en el Mediterráneo occidental han permitido la recuperación de los prados de algas *Posidonia oceanica*.

Los arrecifes de “mitigación” se emplean normalmente cuando una construcción o actividad costera reviste un interés especial para una provincia, Estado o país, y cuando los daños a los arrecifes o hábitats naturales resultan inevitables. Por ejemplo, se ha propuesto construir un arrecife artificial de 61 hectáreas en el sur de California para compensar la pérdida de lechos de algas provocada por el funcionamiento de la Central Nuclear de San Onofre. Hasta el momento se ha construido un arrecife experimental de 9 hectáreas.

Los arrecifes artificiales se han empleado también para la gestión de la **calidad del agua** en las zonas próximas a instalaciones de acuicultura, en particular en el sector de la acuicultura de peces de aleta, donde pueden acumularse grandes cantidades de material orgánico debajo de las jaulas. Estas estructuras ofrecen un sustrato para el establecimiento de especies bentónicas, que, a su vez, actúan como filtros biológicos, y se han instalado en muchos lugares, desde Hong Kong (China) hasta Polonia, Finlandia, Israel, Chile y el Canadá. Estas estructuras incluyen “filtros biológicos extensivos” –que utilizan comunidades naturales– así como “biofiltros intensivos”, en los que se plantan especies de valor comercial en los arrecifes, las cuales no sólo pueden capturarse, sino que también permiten prever mejor las tasas de filtración. Este cultivo conjunto de especies de diferentes niveles tróficos se conoce como acuicultura integrada multitrófica.⁴ Cabe señalar que, si bien estos biofiltros se denominan arrecifes artificiales en la

2 Para obtener más información, véase la Resolución sobre restauración y rehabilitación artificiales de arrecifes de coral de la Iniciativa internacional sobre los arrecifes de coral (ICRI) en: http://www.icriforum.org/library/ICRI_resolution_Restoration.pdf

3 A. Edwards & E. Gomez (2007) “Reef Restoration Concepts and Guidelines: making sensible management choices in the face of uncertainty”. Programa CRTR, St. Lucia, Australia. 38 pp. Disponible en: <http://www.gefcoral.org/InformationResources>

4 Angel, D.L. (2004). *Integrated Multi-trophic Aquaculture – Variations on the Theme of Biofiltration*. Bull. Aquacul. Assoc. Canadá **104** (3): 54 – 59.

bibliografía científica, tienen más bien una función diferente a la de los descritos en la definición de arrecife artificial adoptada a los efectos de la presente publicación (véase el punto 1.3).



Figura 1.4.6 Un arrecife como sustrato para el cultivo de mejillones

(Fuente: Gianna Fabi, CNR Ancona)

1.4.2 Atracción, mejora, producción y protección de los recursos marinos vivos

Los arrecifes artificiales pueden utilizarse para diversos fines relacionados con el uso de los recursos marinos vivos, por ejemplo, para concentrarlos en determinadas zonas, para aumentar la productividad biológica, para producir especies seleccionadas y como protección contra las actividades pesqueras ilegales. El objetivo general de dichos arrecifes debe ser promover una utilización sostenible de los recursos.

Los arrecifes artificiales pueden **aumentar la biomasa** –y, por consiguiente, la disponibilidad– de determinadas especies de peces comerciales al mejorar su supervivencia, crecimiento y reproducción. Ello se logra aumentando sus hábitats preferidos, como las zonas de desove y alimentación o los lugares de escondite y descanso, y deben tenerse en cuenta las necesidades de los animales tanto adultos como jóvenes. Obviamente, estos arrecifes resultan sumamente útiles cuando se aplican a especies que utilizan sustratos duros como zona de refugio o de desove, y/o que se alimentan de la epibiota de los arrecifes (o especies asociadas).

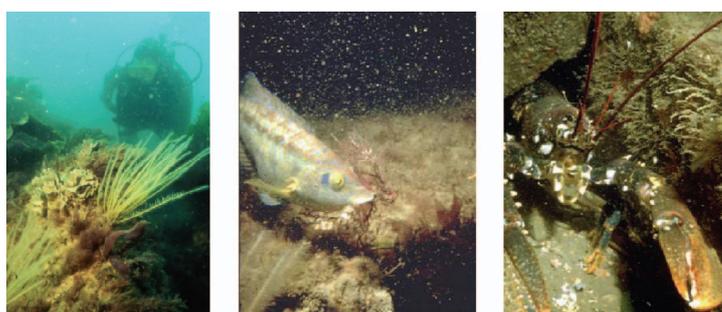


Figura 1.4.7 Epifauna, peces constructores de nidos (*Crenilabrus melops*) y langostas en un arrecife de cenizas volantes estabilizadas con cemento

(Fuente: izquierda y centro: Antony Jensen, NOC; derecha: Ken Collins, NOC)

Las estructuras empleadas con esta finalidad han alcanzado una gran complejidad, en particular en el marco de la acuicultura, presentan diversos diseños y pueden construirse con diferentes materiales en función del hábitat deseado. Pueden construirse arrecifes para acoger a varias especies (incorporando nichos de distinta forma y tamaño) o pueden destinarse a una especie concreta centrándose en el hábitat que ésta necesita. Entre las diversas opciones de diseño cabe mencionar estructuras celulares o alveolares, mixtas, de matriz o de celosía.

Asimismo, los arrecifes artificiales pueden emplearse para **concentrar** determinados peces en un lugar concreto. Si bien estos arrecifes no suelen contribuir de manera significativa a la productividad biológica

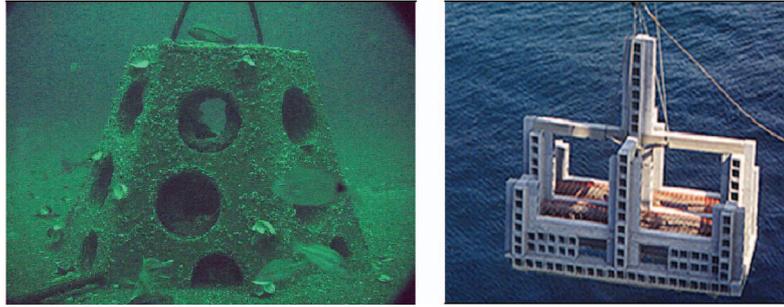


Figura 1.4.8 Estructuras de hormigón con aberturas en las celdas

(Fuente: izquierda: Robert Martore, Departamento de recursos naturales de Carolina del Sur; derecha: J. Goutayer, España)

del ecosistema, dado que también atraen otras especies –bentónicas y plantónicas– sí aumentan la riqueza biológica. No obstante, los arrecifes de atracción actúan como trampas para los peces que facilitan a los pescadores su captura. Por ello, su uso indiscriminado puede contribuir a la explotación excesiva de los recursos y sólo deben fomentarse en el marco de un sistema adecuado de gestión de la pesca.

Estos arrecifes de atracción se utilizan generalmente con fines recreativos, pero también desempeñan un importante papel en la pesca artesanal, ya que:

- los lugares conocidos de captura contribuyen a garantizar las capturas;
- los lugares próximos a la costa mejoran la seguridad de los pescadores que emplean embarcaciones de pequeño tamaño.

Por ejemplo, los pescadores de Kerala, al suroeste de la India, utilizan tiendas de hormigón armado como dispositivos de atracción. En estas zonas, las técnicas de pesca suelen ser poco eficientes y no ponen en peligro a las poblaciones comerciales.



Figura 1.4.9 Arrecifes pesqueros artesanales de hormigón armado en Kerala, al sur de la India.

(Fuente: izquierda: Alternative Technology; derecha: Antony Jensen, NOC)

En algunas zonas se han instalado estructuras modulares hechas de hormigón con un peso de hasta 8 toneladas y provistas de elementos para enganchar las redes de arrastre como **elemento de disuasión** contra las actividades ilegales de arrastre (véase la figura 1.4.2).

1.4.3 Promoción del turismo y de las actividades recreativas (pesca, submarinismo, surf, náutica, etc.)

Numerosos arrecifes artificiales se han construido para atraer a los submarinistas y a los pescadores deportivos. Para obtener el máximo beneficio, los arrecifes de submarinismo deben resultar agradables a la vista e interesantes, y a ser posible, deben reflejar una profusión de vida marina. Los barcos hundidos (o partes de éstos) se utilizan a menudo para crear arrecifes de submarinismo (véase la figura 1.4.3), dado que a la mayoría de los submarinistas les interesan los naufragios, pero como ya se ha indicado, se han instalado con esta finalidad otras estructuras y otros materiales usados con distintos resultados.

Los arrecifes artificiales destinados únicamente a atraer y concentrar poblaciones de peces no contribuyen necesariamente a aumentar la productividad biológica del ecosistema. Más bien, su finalidad es facilitar a los pescadores deportivos la captura de peces. Por ello pueden construirse con diversos materiales siempre que cumplan las prescripciones normativas, ofrezcan un hábitat adecuado para los peces, algún sustrato para el establecimiento de organismos bentónicos y no degraden el medio ambiente.

Los arrecifes artificiales para submarinismo o pesca recreativa también pueden contribuir a la conservación de los arrecifes naturales al reducir la presión que estas actividades ejercen sobre algunos de los arrecifes naturales de los alrededores. Este aspecto reviste una importancia especial para las estructuras biogénicas, como los arrecifes de coral.

Es importante señalar que el submarinismo y la pesca recreativa no se combinan bien, ya que los submarinistas perturban a los peces y los anzuelos pueden provocar lesiones a los submarinistas. Por ello, los responsables de la gestión de las zonas costeras deben destinar arrecifes concretos –o partes de éstos– a una u otra actividad.

Los arrecifes también pueden destinarse especialmente a construir “rompeolas” para los surfistas a una distancia determinada de la costa. Esta tecnología, procedente de Nueva Zelandia y Australia, se está adoptando a nivel mundial para mejorar las condiciones para practicar este deporte.

1.4.4 Investigación científica y educación

Los arrecifes artificiales pueden desempeñar también un papel en la investigación científica y la educación. Entre sus objetivos científicos cabe mencionar los siguientes:

- evaluar las repercusiones físicas, químicas, biológicas y socioeconómicas;
- evaluar la eficacia del proyecto de arrecifes;
- evaluar la aceptabilidad ecológica de los materiales utilizados en los arrecifes;
- estudiar los elementos biológicos, químicos o físicos del “sistema” de arrecifes artificiales.

En los arrecifes construidos con esta finalidad, el diseño se ve influido a menudo por las necesidades que plantean los experimentos, como la necesidad de reproducir estructuras a fin de realizar un análisis de los datos bien fundamentado.



Figura 1.4.10 *Submarinistas científicos trabajando en un arrecife destinado a la investigación científica*

(Fuente: Antony Jensen, NOC)

1.4.5 Estructuras polivalentes

Dado que el costo de los arrecifes artificiales –en particular de los construidos con una finalidad determinada– puede resultar muy elevado, para obtener el máximo rendimiento de una inversión financiera, los arrecifes a menudo se constituyen para diversos fines. Por ejemplo, los arrecifes disuasorios contra la pesca de arrastre también pueden incluir elementos que aumenten la biomasa de la biota de la zona, ya sea mediante un incremento de la producción o atrayendo a la fauna.



Figura 1.4.11 Módulos polivalentes de hormigón para arrecifes. La fotografía de la derecha muestra una unidad de protección con elementos de disuasión así como cavidades, para incrementar la biomasa.

(Fuente: izquierda: Ken Collins, NOC; derecha: J. Goutayer, España)

1.5 REPERCUSIONES POTENCIALES

Los arrecifes artificiales se conciben claramente por sus beneficios previstos, tanto ambientales como socioeconómicos. Entre los posibles beneficios ambientales se encuentran:

- la mejora de las características biológicas del arrecife en el fondo marino del lugar y/o los alrededores y de las comunidades infaunales;
- la desviación o redistribución de las actuales cargas turísticas –submarinismo y pesca recreativa– hacia el exterior de los ecosistemas naturales sensibles;
- la desviación de la presión que ejerce la pesca de subsistencia o comercial fuera de los sistemas naturales sensibles;
- la protección de ecosistemas vulnerables contra técnicas de pesca destructiva y/o ilegales;
- la reducción de algunas de las repercusiones de, por ejemplo, la acuicultura con peces enjaulados mediante la absorción del exceso de materia orgánica y, por ende, la mejora de la calidad del agua;
- la compensación de la pérdida de hábitats en otras zonas;
- el restablecimiento de comunidades biológicas después de un huracán o incidente contaminante, por ejemplo.

Entre sus posibles beneficios socioeconómicos se incluyen:

- un aumento de los recursos marinos y/o pesqueros, que genera una mejora de la seguridad alimentaria y del nivel de vida de la población local;
- la mejora y/o protección de la pesca artesanal y/o de bajura;
- la mejora de las condiciones de pesca de los pescadores artesanales (seguridad de las capturas, lugares de pesca más cercanos a la costa, etc.);
- la mejora de la calidad de las playas, con el consiguiente aumento del número de turistas;
- la mejora de las actividades recreativas, como la pesca recreativa y el submarinismo, lo cual conlleva un aumento del turismo;
- la concentración o atracción de especies seleccionadas para la pesca recreativa;
- la mejora de las poblaciones de peces mediante la creación de hábitats;
- el desarrollo de lugares de fondeo y/o amarre para promover la navegación recreativa y comercial;
- la creación o mejora de oportunidades para el desarrollo de la acuicultura;
- el incremento de la oferta de recursos pesqueros; y
- las oportunidades de investigación y educación.

En algunos casos, puede haber otros beneficios distintos de los que en un principio motivaron el proyecto. Por ejemplo, la presencia de un arrecife puede ayudar a proteger un yacimiento arqueológico de los daños provocados por la pesca de arrastre o los dragados.

La mayoría de estos beneficios figuran en la sección 1.4 sobre las finalidades y tipos de arrecifes artificiales.

Sin embargo, los arrecifes artificiales también pueden tener repercusiones negativas durante su construcción, transporte a destino, colocación y una vez que han sido establecidos. A la hora de tomar decisiones sobre la construcción y el proyecto de los arrecifes, su planificación y su ejecución deben tenerse en cuenta estas posibles repercusiones negativas, las opciones de mitigación y las maneras en que pueden eliminarse. Por ejemplo, el uso de ganchos, ojetes y bucles en el proyecto del módulo podría facilitar su retirada, en caso necesario. En esta sección se destacan algunas de las posibles repercusiones negativas de los arrecifes artificiales durante su construcción –y una vez que han quedado instalados– y las posibles medidas de mitigación.

1.5.1 Fase de construcción e instalación

Efectos atmosféricos

En términos generales, los efectos de los arrecifes artificiales sobre la atmósfera son reducidos, y se limitan a las actividades realizadas durante la fase de construcción. Sin embargo, al igual que sucede con la mayoría del resto de estructuras utilizadas en obras marítimas, la fabricación de los materiales de los arrecifes –especialmente el cemento– puede provocar la liberación de importantes cantidades de CO₂, un aspecto que debe tomarse en cuenta.

Repercusiones en los hábitats costeros

Entre las posibles repercusiones se encuentran:

- efectos relacionados con la extracción o explotación de los materiales de los arrecifes;
- trastornos físicos durante su instalación directamente desde la línea costera.

Mitigación: estos efectos pueden atenuarse utilizando las carreteras ya existentes y las infraestructuras portuarias.

Repercusiones submareales

Las repercusiones más probables durante la construcción e instalación, al margen de los trastornos físicos en las inmediaciones del lugar seleccionado, son un aumento del ruido y las vibraciones submarinas durante la instalación, provocados tanto por los explosivos como por las embarcaciones y equipos de trabajo, y la contaminación del agua.

Aunque el **ruido y vibraciones submarinas** que emiten las embarcaciones y el equipo suelen ser de corta duración y probablemente se sitúan dentro de la alteración “normal” que provocan las actividades marítimas, pueden dar lugar a un desplazamiento, al menos temporal, de la fauna móvil (por ejemplo, peces, aves buceadoras y mamíferos marinos). Dependiendo de las circunstancias, estas actividades pueden tener un efecto notable. Además, si se utilizan **explosivos**, éstos pueden matar peces y otros tipos de fauna en la zona, a menos que se utilicen tecnologías más sofisticadas.

Mitigación: cuando se utilizan explosivos, es preferible sustituir una sola explosión de gran tamaño por una serie de explosiones de menor tamaño y/o la instalación del arrecife puede posponerse hasta que pase la temporada de nidificación y reproducción. Además, pueden enviarse encargados de la conservación de la naturaleza u otros observadores competentes para garantizar que no haya animales dentro del radio de la explosión y/o que se ahuyente a los mamíferos y aves, por ejemplo, con *pingers*.

La liberación de contaminantes procedentes de los sedimentos removidos durante la instalación del arrecife puede producir la **contaminación del agua**. Los sedimentos finos, como el cieno y el lodo en particular, pueden actuar como “sumidero” para los contaminantes como los metales pesados. Los niveles de contaminación en los sedimentos deben determinarse como parte de la evaluación del impacto ambiental, y el trastorno de los sedimentos debe reducirse al mínimo mediante una adecuada planificación y el uso de métodos adecuados durante la instalación.

La presencia de embarcaciones de trabajo y otros equipos mecánicos, así como el dragado necesario durante la instalación del arrecife pueden provocar un deterioro de los hábitats locales. Se puede producir, entre otras cosas, una disminución temporal de la transparencia del agua, provocada por el movimiento de los sedimentos. Este aumento de la **turbidez** puede reducir la fotosíntesis de las algas, zosteras y corales, y aunque es poco probable que tenga repercusiones importantes si se limita a un breve periodo, esta cuestión debe investigarse durante la evaluación ambiental.

Los sedimentos removidos durante la construcción pueden llegar a asentarse en otros lugares, donde pueden **ahogar** a comunidades ya existentes. La gravedad del problema dependerá del volumen de sedimentos removidos y, una vez más, debe investigarse durante la evaluación del impacto ambiental.

Mitigación: en la medida de lo posible, debe evitarse la colocación de arrecifes artificiales en zonas con sedimentos altamente contaminados.

Efectos sobre yacimientos arqueológicos o de importancia cultural

En principio, no deben construirse arrecifes artificiales donde puedan provocar daños de larga duración a yacimientos arqueológicos, y los posibles emplazamientos para construir arrecifes deben evaluarse teniendo en cuenta este aspecto. Por lo tanto, la mayor probabilidad de provocar daños a los yacimientos arqueológicos tiene lugar durante la fase de construcción, y a este respecto deben adoptarse medidas de mitigación adecuadas para reducir esta posibilidad.

1.5.2 Efectos permanentes en el arrecife

Efectos sobre los hábitats costeros

Los efectos más probables sobre el medio costero son los cambios en los **movimientos de los sedimentos**, que generalmente son resultado de los cambios de la acción del oleaje o de las velocidades y dirección de las corrientes, que son a la vez consecuencia de un proyecto defectuoso. Así pues, la deriva de los sedimentos a lo largo del litoral puede reducirse hasta tal punto que la “corriente abajo” del arrecife se “agote” de sedimento y se erosione. Al mismo tiempo, puede que se deposite una mayor cantidad de sedimentos corriente arriba del arrecife.

Cuando los arrecifes se utilizan para fomentar el turismo y las actividades recreativas, debe garantizarse la existencia de una infraestructura adecuada (carreteras, estacionamientos, aseos, etc.) a fin de que los visitantes no dañen el medio costero cuando se benefician de la construcción del arrecife.

Repercusiones submareales

La instalación de un arrecife inevitablemente **ahogará** la fauna bentónica y las comunidades infaunales que se encuentren justo debajo de él. La importancia de este aspecto dependerá de si se trata de la pérdida de un hábitat único y/o amenazado, de la presencia de especies raras, amenazadas o en peligro, del tamaño del arrecife, etc. Asimismo, debe tenerse en cuenta la posibilidad de que se produzcan efectos acumulativos.

Otro motivo de preocupación es la posibilidad de que los arrecifes artificiales ofrezcan una oportunidad para el establecimiento y propagación de **especies invasivas**, ya sea al ofrecer un sustrato adecuado y no ocupado, o bien al servir de corredores para que las especies extrañas se introduzcan en hábitats poco apropiados.

Entre los cambios ambientales de larga duración encontramos:

- los cambios en el carácter de los sedimentos y comunidades infaunales de los alrededores;
- los cambios en las comunidades biológicas de la zona en que se coloque el arrecife (sobre todo de la epibiota y los peces), en los que se incluyen la introducción y el establecimiento de especies extrañas;
- un incremento de la exposición a contaminantes, a raíz de la erosión física y química de las estructuras del arrecife; y
- el frotamiento localizado de los sedimentos cercanos a los módulos del arrecife.

Repercusiones sobre otras formas de aprovechamiento

Dependiendo de su ubicación, tamaño, diseño y materiales, los arrecifes artificiales pueden tener efectos perjudiciales sobre otros usos de las aguas costeras y sus recursos. Entre las actividades que pueden verse afectadas se encuentran:

- la navegación;
- la recogida de los recursos desplazados o que hayan sufrido efectos negativos provocados por el arrecife;
- las infraestructuras costeras y sus actividades pueden verse afectadas por la erosión provocada por los cambios del transporte de los sedimentos a lo largo de la costa;
- las actividades recreativas.

1.5.3 Efectos provocados por el desplazamiento

Los arrecifes artificiales deben ser suficientemente estables para resistir la fuerza de las olas y las corrientes producidas por las mareas y, si se trata de arrecifes de protección, el desplazamiento ocasionado por los pesqueros de arrastre. En ambos casos, el movimiento, el vuelco o incluso la fracturación de la estructura del arrecife pueden tener los siguientes efectos:

- cuando el arrecife artificial (o elementos de éste) se desplaza a zonas adyacentes de alto valor de conservación y/o producción, pueden producirse daños a los ecosistemas, por ejemplo, a las zosteras o corales;
- tras su desplazamiento, el arrecife artificial (o elementos de éste) puede interferir con otros usos de la zona, como por ejemplo, la navegación, cuando su posición en los mapas náuticos ha dejado de ser la correcta y, por consiguiente, se convierte en un riesgo para la navegación de las embarcaciones;
- el arrecife puede dejar de cumplir sus funciones, ya sea porque se ha desplazado a una zona diferente, se ha fracturado o su configuración ha sufrido cambios;
- los fragmentos del arrecife pueden contribuir al problema más amplio de los objetos a la deriva en el mar.

Mitigación: en la medida de lo posible, las estructuras de los arrecifes deben anclarse al sustrato para evitar que se desplacen.

2

El marco normativo

Como se ha indicado anteriormente, el creciente uso de los arrecifes artificiales para la gestión de zonas costeras, junto con sus posibles efectos negativos –sobre todo cuando se utilizan estructuras o materiales usados– sugiere la necesidad de controlar o regular correctamente su construcción. Si bien algunos países ya cuentan con una normativa en materia de arrecifes artificiales, la mayoría carece de ella. Tampoco existe un marco normativo explícito en esta materia a nivel internacional. Por ello, en este capítulo se pasa revista a las normativas y directrices vigentes con el fin de ofrecer orientaciones para un marco de ámbito nacional destinado a controlar o regular los arrecifes artificiales.

2.1 RESUMEN DE LOS INSTRUMENTOS INTERNACIONALES Y REGIONALES PERTINENTES

Si bien la Convención de las Naciones Unidas sobre el Derecho del Mar (CONVEMAR) establece un marco general para regular las actividades en el medio marino, actualmente no existe un instrumento internacional que se ocupe específicamente de la regulación de los arrecifes artificiales. No obstante, tanto el Convenio como el Protocolo de Londres son pertinentes al respecto según se indica a continuación. Las Partes deberían examinar también la posibilidad de aplicar el Convenio de Basilea a esta cuestión, así como también las Directrices elaboradas en el marco de instrumentos regionales tales como el Convenio OSPAR y el Convenio de Barcelona, entre otros.

2.1.1 El Convenio y el Protocolo de Londres

El Convenio sobre la prevención de la contaminación del mar por vertimiento de desechos y otras materias, 1972 (comúnmente denominado “Convenio de Londres”) fue uno de los primeros convenios internacionales para la protección del medio marino contra las actividades humanas, y entró en vigor en 1975. El Protocolo de Londres se adoptó en 1996 para modernizar el Convenio y finalmente sustituirlo. El Convenio de Londres tiene actualmente 85 Partes y el Protocolo tenía 36 en octubre de 2008. Para más información, véase <http://www.londonconvention.org>

El principal objetivo del Convenio es evitar la contaminación del medio marino debida al vertimiento de desechos y otras materias. El principal objetivo del Protocolo es proteger y preservar el medio marino contra todas las fuentes de contaminación. Con arreglo al Protocolo, queda prohibido todo tipo de vertimiento, salvo ciertas categorías enumeradas de desechos cuyo vertimiento podrá considerarse, siempre que cumplan determinados criterios y, aun así, en condiciones estrictas.

El artículo III 1) b) ii) del Convenio (y el texto similar que figura en el artículo 1 4) 2) 3) del Protocolo) establece expresamente que “*la colocación de materias para un fin distinto del de su mera evacuación*” no se incluye en la definición de “vertimiento”, si bien este enunciado se matiza así: “. . . *siempre que dicha colocación no sea contraria a los objetivos del presente convenio*”. A pesar de esta matización, ha habido cierta preocupación por el hecho de que la colocación o construcción de arrecifes artificiales y otras estructuras similares pudiera utilizarse para eludir las disposiciones del Convenio al emplear materiales de desecho para la construcción. Por ello, la vigésima segunda y la vigésima tercera Reuniones consultivas (2000 y 2001) elaboraron los siguientes elementos para unas orientaciones de política sobre la colocación de materias para un fin distinto del de su mera evacuación:

- .1 la colocación no debería ser utilizada como una excusa para la evacuación de desechos en el mar;

- .2 la colocación no debería ser contraria a los objetivos del Convenio;
- .3 las Partes Contratantes deberían presentar a la Secretaría, tan pronto como estuviera disponible, información sobre las actividades de colocación;¹ y
- .4 los materiales utilizados para las actividades de colocación deberían evaluarse de conformidad con las Directrices específicas pertinentes.

La vigésima cuarta Reunión consultiva (2002) acordó seguir utilizando estas orientaciones de política. Las Directrices específicas mencionadas en el elemento 4 son las directrices elaboradas para cada una de las ocho categorías de desechos cuyo vertimiento puede tomarse en consideración con arreglo al Protocolo de Londres. Estas categorías incluyen materiales dragados, lodos de aguas residuales, desechos de pescado, embarcaciones y plataformas, material geológico inerte e inorgánico, materia orgánica de origen natural, objetos voluminosos (únicamente cuando no existan otras alternativas) y flujos de dióxido de carbono de procesos de captura de dióxido de carbono para su secuestro. De estas categorías, las únicas utilizadas frecuentemente para la creación de arrecifes artificiales son las embarcaciones y plataformas, así como los materiales geológicos inorgánicos inertes. Por ello se adjuntan las Directrices específicas para la evaluación de embarcaciones y las Directrices específicas para la evaluación de materiales geológicos inorgánicos inertes en los anexos 5 y 6 de las presentes directrices.

Las Partes Contratantes del Convenio y/o Protocolo de Londres, que examinan actualmente propuestas para la instalación de arrecifes artificiales construidos con materiales de desecho o formados por estructuras o materiales usados, deberían evaluar esta propuesta teniendo en cuenta los elementos antes mencionados en materia de vertimiento de desechos e imponer las condiciones adecuadas.

2.1.2 Resumen de los instrumentos internacionales y regionales relevantes

Convenio de Basilea

El Convenio de Basilea sobre el control de los movimientos transfronterizos de los desechos peligrosos y su eliminación² fue adoptado en 1989 y entró en vigor en 1992. Actualmente, el Convenio consta de 170 Partes Contratantes y tiene por finalidad proteger la salud humana y el medio ambiente contra los efectos perjudiciales de la generación, gestión, movimiento transfronterizo y eliminación de desechos peligrosos y de otro tipo.

El Convenio obliga a las Partes a gestionar o eliminar los desechos peligrosos y de otro tipo de un modo ambientalmente racional. Para ello, las Partes deben reducir las cantidades que mueven a través de las fronteras, tratar y eliminar los desechos lo más cerca posible de su lugar de producción y evitar y reducir la generación de desechos en su origen. Deben aplicarse controles estrictos desde el momento de la producción de un desecho peligroso hasta su almacenamiento, transporte, tratamiento, reutilización, reciclaje, recuperación y eliminación definitiva.

En 2002, las Partes adoptaron, en el marco de este Convenio, las “Directrices técnicas para el manejo ambientalmente racional del desguace total y parcial de embarcaciones”. Estas directrices ofrecen información y recomendaciones sobre los procedimientos, procesos y prácticas que deben aplicarse para lograr un manejo ambientalmente racional en las instalaciones de desguace de buques. Asimismo ofrecen asesoramiento sobre la vigilancia y verificación del rendimiento ambiental. Además, estas directrices abarcan las embarcaciones que requieren únicamente un desguace parcial, como por ejemplo, las que deben descontaminarse para su uso como arrecife artificial.

Convenio OSPAR

El Convenio para la protección del medio marino en el Atlántico nordeste (Convenio OSPAR)³ es el instrumento vigente que se ocupa de la cooperación internacional para la protección del medio marino del Atlántico nordeste. Este Convenio combinó y actualizó el Convenio de Oslo para la prevención de la

1 Esta definición se complementó con un acuerdo para que “... la presentación voluntaria de informes por las Partes Contratantes sobre las actividades de “colocación” debía centrarse en los casos en los que se habían utilizado materiales de desecho”. (LC 26/15, párrafo 6.12).

2 Para más información, véase <http://www.basel.int>

3 Para más información, véase <http://www.ospar.org/>

contaminación marina provocada por vertimientos desde buques y aeronaves de 1972 y el Convenio internacional para la prevención de la contaminación marina de origen terrestre de 1974, y se firmó en París en 1992. El Convenio entró en vigor en 1998 y actualmente tiene 16 Partes Contratantes, entre ellas la Comunidad Europea.

De conformidad con lo dispuesto en el Convenio OSPAR, las Partes Contratantes están obligadas, entre otras cosas, a adoptar todas las medidas posibles para evitar y eliminar la contaminación y proteger la zona marítima contra los efectos perjudiciales de las actividades humanas, con el fin de proteger la salud humana y conservar los ecosistemas marinos y, en la medida de lo posible, restaurar las zonas marinas que se hayan visto afectadas.

Especial relevancia en este aspecto reviste el artículo 5 del anexo 2 del Convenio, que establece que: “*No se colocarán materiales en la zona marítima con fines distintos de aquéllos para los que fueron proyectados o contruidos originalmente sin autorización o reglamentación de la autoridad competente de la Parte Contratante correspondiente. Dicha autorización o reglamentación será acorde con los correspondientes criterios, directrices y procedimientos aplicables adoptados por la Comisión de conformidad con el artículo 6 del presente anexo. La presente disposición no se interpretará en el sentido de permitir el vertido de desechos u otros materiales distintos de los prohibidos en virtud del presente anexo.*”

Posteriormente, las Partes Contratantes elaboraron y aprobaron las “Directrices OSPAR sobre arrecifes artificiales en relación con los recursos marinos vivos”. Estas directrices se pueden consultar en el sitio en la Red de la Comisión OSPAR.⁴

Convenio de Barcelona

El Convenio para la protección del medio marino y de la región costera del Mediterráneo (Convenio de Barcelona)⁵ se firmó en 1976, fue modificado en 1995 y cuenta actualmente con 22 Partes Contratantes. En un principio, el Convenio se concentraba en el control de la contaminación marina en el Mediterráneo, pero su ámbito se ha ampliado para incluir cuestiones de índole más general, como la gestión integrada de las zonas costeras y el desarrollo sostenible.

El Convenio tiene siete Protocolos (cinco de ellos en vigor), que incluyen el “Protocolo sobre la prevención de la contaminación del mar Mediterráneo causada por vertidos desde buques y aeronaves o la incineración en el mar”, adoptado en 1976 y modificado en 1995 (Protocolo sobre vertidos). Este Protocolo sobre vertidos hace aplicables a la región del Mediterráneo las disposiciones del Convenio y el Protocolo de Londres. De conformidad con el Convenio de Londres, la letra b) del artículo 3 del Protocolo sobre vertidos excluye la “colocación” de la definición de “vertimiento” al establecer que “*el vertimiento no incluye . . . la colocación de materias para un fin distinto del de su mera evacuación, siempre que dicha colocación no sea contraria a los objetivos del presente protocolo*”.

El artículo 6.2 del Protocolo sobre vertidos establece, entre otras cosas, que las Partes Contratantes elaborarán directrices para la colocación de materia, y en 2005 se adoptaron formalmente las Directrices para la colocación en el mar de materias para un fin distinto del de su mera evacuación. Su finalidad es prestar asistencia a las Partes Contratantes para:

- .1 examinar las consecuencias que tienen los arrecifes en el fondo marino para el medio marino;
- .2 cumplir con sus obligaciones en materia de expedición de permisos para la colocación de materias; y
- .3 transmitir a la Organización datos fiables sobre la aportación de materia contemplada en el Protocolo sobre vertidos.

Al igual que las *Directrices sobre arrecifes artificiales en relación con los recursos marinos vivos* de la OSPAR, este documento puede considerarse una guía que las Partes Contratantes pueden utilizar como fundamento para desarrollar sus propias normativas específicas.

⁴ Véase <http://www.ospar.org/documents/dbase/decrees/agreements/99-13e.doc>

⁵ Para más información, véase <http://www.unepmap.org/>

2.2 EJEMPLOS DE NORMATIVAS NACIONALES Y LOCALES SOBRE ARRECIFES ARTIFICIALES

Varios países ya han elaborado normativas y/o directrices nacionales o locales sobre arrecifes artificiales. Algunas de ellas se resumen en el cuadro 2.1, que también contiene información sobre dónde pueden obtener ejemplares de las mismas.

Según se desprende de dicho cuadro, la regulación de los arrecifes artificiales se logra de distintos modos, por ejemplo, a través de normativas o directrices en materia de vertimiento, pesca, gestión de zonas costeras o instalación de estructuras en el medio marino en general. En algunos casos existen medidas específicas para la construcción de arrecifes artificiales. Además, en varios países los promotores de arrecifes artificiales deben obtener diversos permisos y/o autorizaciones (por ejemplo, en Australia, Estados Unidos, Japón y Reino Unido).

El enfoque adoptado en cada país refleja en gran medida: i) la evolución de la normativa sobre arrecifes artificiales en dicho país, ii) el tipo predominante de arrecifes artificiales (por ejemplo, arrecifes para mejorar la pesca) y iii) la importancia general de los arrecifes artificiales en la política gubernamental. Así pues, en aquellos países en los que se hace hincapié en la construcción de arrecifes artificiales se ha elaborado una ley y/o serie de normativas en la materia. Por otra parte, los países donde no abundan los arrecifes artificiales y la principal preocupación reside en que puedan utilizarse como medio para evacuar desechos tienden a regular los arrecifes artificiales en el marco de la legislación sobre vertimiento.

2.3 POLÍTICAS NACIONALES Y LOCALES, LEGISLACIÓN Y PROCESOS DECISORIOS PARA LA CONSTRUCCIÓN Y/O COLOCACIÓN DE ARRECIFES ARTIFICIALES

La construcción o colocación de arrecifes artificiales sigue siendo una actividad relativamente reducida en muchos países y, en tales casos, puede regularse debidamente mediante la legislación vigente en materia de vertimientos al mar. Sin embargo, cuando esta actividad esté más extendida y exija un enfoque más específico y riguroso, como un marco normativo, éste debería incluir:

- una política adoptada formalmente;
- una legislación que sirva de base para la aplicación de dicha política;
- una estructura institucional con un mandato y unos mecanismos que le permitan poner en práctica la política y apoyar la legislación; y
- estrategias y planes de acción o acuerdos operativos que favorezcan la aplicación de la política y la legislación.

2.3.1 Políticas y legislación

En teoría, la elaboración de un marco normativo debe iniciarse por medio de una decisión política que reconozca la necesidad de una intervención gubernamental para hacer frente a un problema determinado. El siguiente paso sería efectuar un análisis de toda la información técnica, políticas, legislación y responsabilidades institucionales pertinentes –incluidas las obligaciones internacionales– con el fin de elaborar una política y, en caso necesario, emprender un programa de reformas legales e institucionales.

Si estas políticas confirman que el Gobierno reconoce la necesidad de contar con una normativa, también debería **designar una autoridad competente**. La autoridad o ministerio competente, según el caso, debe adoptar medidas para introducir o modificar la legislación para establecer una **obligación legal de autorización** previa a la construcción o colocación de un arrecife artificial.

En el caso de los arrecifes artificiales, la introducción de los controles correspondientes, incluidas las normas legales y reglamentarias, podría ser un proceso relativamente sencillo, ya que la mayoría de los países ya cuenta con alguna forma de legislación en materia de gestión de zonas costeras, y dicha legislación podría modificarse fácilmente para incluir la construcción o colocación de arrecifes artificiales entre las actividades reguladas, es decir, aquellas que requieren un permiso. Otras alternativas serían ampliar la legislación que regula el vertimiento de desechos al mar (es decir, la aplicación nacional del Convenio de Londres y del Protocolo de 1996) para incluir los arrecifes artificiales o elaborar una nueva legislación

Cuadro 2.1 Ejemplos de normativas nacionales y locales sobre arrecifes artificiales

PAÍS	AUTORIDAD COMPETENTE	LEGISLACIÓN/NORMATIVAS/DIRECTRICES	REFERENCIA EN INTERNET
Australia	Departamento de Medio Ambiente y Patrimonio	Ley sobre la protección del medio ambiente y la conservación de la biodiversidad, 1999 Ley sobre la protección del medio ambiente (Vertimientos en el mar), 1981 Ley sobre instalaciones marinas, 1987	www.environment.gov.au/coasts/pollution/dumping/installation.html
Canadá	Autoridad del Parque Marino de la Gran Barrera de Coral Environment Canada	Directrices para la gestión de los arrecifes artificiales en el Parque Marino de la Gran Barrera de Coral Ley canadiense de protección del medio ambiente Directriz para la limpieza de los vertimientos de los buques en el mar	http://www.gbrmpa.gov.au/corp_site/management/eim/guidelines_artificial_reefs http://www.pyr.ec.gc.ca/ep/ocean-disposal/english/cleanupguideline_jul01_e.htm www.maff.go.jp (japones) www.maff.go.jp/e/index.htm (inglés)
Japón	Ministerio de Agricultura, Silvicultura y Pesca/agencia de Pesca	Ley sobre la mejora de los puertos pesqueros y caladeros, 1950 Política básica para la mejora de los puertos pesqueros y caladeros, 2007 Reglamento para la evaluación de proyectos de arrecifes artificiales, 1999 Normas para la planificación de la mejora de los arrecifes artificiales, 2000 Directrices para el proyecto de puertos pesqueros y caladeros, 2003 Directrices para la construcción de arrecifes artificiales con buques y embarcaciones obsoletos, 1982	
República de Corea	Ministerio de Asuntos Marítimos y Pesca	Reglamento nacional sobre la construcción y gestión de arrecifes artificiales (enero de 1998/julio de 2004)	
España	Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino	Ley de costas, 1988 Ley de pesca marítima, 2001 Real Decreto 798/95 (criterios y condiciones de las intervenciones con finalidad estructural en el sector de la pesca) Directrices metodológicas para la instalación de arrecifes artificiales, 2008	www.mma.es http://www.mapa.es/es/pesca/pags/arrecifes/arrecifes.htm
Reino Unido	Agencia de Marina y Pesca	Ley sobre los alimentos y la protección del medio ambiente, 1985 (modificada); Ley de protección de costas, 1949 (modificada) y Reglamento sobre obras marítimas (evaluación del impacto ambiental), 2007	www.mceu.gov.uk
Estados Unidos	– Organismo de Protección del Medio Ambiente de los Estados Unidos; – Cuerpo de ingenieros del ejército de los Estados Unidos; – Organismo Nacional para el Estudio de los Océanos y la Atmósfera	Ley sobre el control de sustancias tóxicas Ley sobre agua potable Ley de ríos y puertos Ley sobre los buques Liberty Ley nacional para la mejora de la pesca Ley nacional sobre santuarios marinos Nota: existen igualmente diversas leyes y planes a nivel estatal Plan Nacional de Arrecifes Artificiales	http://www.nmfs.noaa.gov/sfa/Partnerships/Communications/NARPwCover3.pdf http://sanctuaries.noaa.gov/library/national/arpolicy_071205.pdf
		Declaración sobre la política del Programa Nacional de Santuarios Marinos: Directrices para la concesión de permisos para arrecifes artificiales Orientaciones Nacionales: Mejores prácticas de gestión para preparar a los buques que se van a utilizar para crear arrecifes artificiales, 2006 Directrices para los materiales destinados a arrecifes artificiales marinos (1997/2004)	http://www.epa.gov/owow/oceans/habitat/artificialreefs/guidance.html http://www.gsmfc.org/publications/GSMFCNumber121.pdf

específica. La primera posibilidad sería la más indicada en aquellos países en los que la construcción de arrecifes artificiales se limita, por ejemplo, a la colocación de buques fuera de servicio, mientras que la segunda probablemente se justificaría sólo cuando existiera un programa activo de construcción de arrecifes artificiales.

Sea cual sea el planteamiento elegido, las normas o controles deben prever igualmente acuerdos operativos, como el **proceso de concesión de permisos o autorizaciones similares, los criterios técnicos** para la toma de decisiones y un sistema adecuado de **vigilancia y cumplimiento**. A continuación se presentan otras orientaciones para el proceso de concesión de permisos, la vigilancia de la aplicación y el cumplimiento, mientras que en la sección 3 figuran algunas consideraciones técnicas.

2.3.2 Proceso de expedición del permiso

Cuando deba elaborarse un proceso de expedición del permiso, deberán adoptarse varias decisiones sobre los aspectos del sistema. En las secciones siguientes se describe un posible proceso para la concesión de permisos.

Para los arrecifes construidos intencionalmente, la parte más importante del proceso de planificación del arrecife es el proyecto, que incluye la selección de los materiales apropiados y el diseño pormenorizado de su estructura, basado tanto en la finalidad del arrecife como en las condiciones oceanográficas existentes en el lugar propuesto. Así pues, antes de poder presentar una propuesta detallada es necesario realizar una serie de estudios, como por ejemplo:

- La dinámica costera –olas, corrientes, transporte de sedimentos, etc.– que afectará a aspectos como la estabilidad del arrecife.
- El comportamiento y la dinámica de las poblaciones de las especies seleccionadas (en el caso de los arrecifes para mejorar la pesca), que determinarán la profundidad, tamaño y complejidad óptimos del arrecife.
- Capacidad portante de la zona marina. Debe tenerse en cuenta el número de unidades incluidas en el proyecto y su distribución sobre el lecho marino, así como los posibles efectos sinérgicos acumulativos con otras estructuras colocadas previamente en la zona.

Deberán efectuarse estudios similares antes de la colocación de arrecifes fabricados con materiales o estructuras usados, como embarcaciones. Así pues, la elaboración de una propuesta detallada para la construcción de un arrecife artificial requiere una inversión considerable. Por lo tanto, se recomienda la introducción de un proceso de concesión de permisos dividido en dos fases. En caso de ser compatible con el ordenamiento jurídico del país, dicho proceso puede adoptar la forma de dos pasos formales en el proceso de solicitud que se describe a continuación. En caso contrario, la solicitud preliminar puede sustituirse por una consulta informal entre los promotores del arrecife y las autoridades competentes.

1 Solicitud preliminar

Los promotores deben presentar una solicitud inicial que incluya una exposición de motivos del proyecto (que abarque los aspectos técnicos, ecológicos, económicos y administrativos y especifique claramente los objetivos primarios y secundarios del arrecife), así como una breve descripción del concepto del arrecife, que incluya la finalidad del arrecife, el proyecto, los materiales, la ubicación general, etc. Siempre que la propuesta sea coherente con la política del país y compatible con sus obligaciones internacionales (como las contempladas en el Convenio y el Protocolo de Londres) se autorizará al solicitante a pasar a la siguiente fase y presentar la solicitud completa.

La intención de esta etapa es evitar situaciones en las que los promotores de un arrecife artificial dediquen una cantidad considerable de recursos a la elaboración de la propuesta y de la evaluación del impacto ambiental, para comprobar posteriormente que la propuesta presentaba vicios de forma desde un principio. Por tanto, esta solicitud preliminar podría incluir una serie de opciones. Durante las consultas preliminares con las autoridades competentes se seleccionaría la más viable (si la hubiera) para continuar con el proceso. Estas consultas servirán igualmente para identificar los estudios necesarios que servirán de base para el proyecto del arrecife. De este modo, la autorización para pasar a la siguiente fase equivaldría a una “autorización de principio”, es decir, que el promotor puede esperar la aprobación de la solicitud completa con un grado razonable de confianza, siempre

que aborde todos los problemas detectados durante los estudios necesarios, a menos que la evaluación del impacto ambiental ponga de manifiesto problemas importantes que no puedan resolverse por medio de acciones de mitigación adecuadas.

En el anexo 4 se presentan otras orientaciones sobre los estudios que pueden resultar necesarios.

2 *Solicitud completa*

La información mínima que debe presentarse con la solicitud debe incluir:

- la exposición de motivos de la solicitud preliminar;
- planes completos y detallados del arrecife, en los que se indique:
 - .1 su ubicación específica sobre el lecho marino (coordenadas, distancia de la costa, profundidad y tipo de lecho marino);
 - .2 el proyecto y los materiales, y en su caso, el número de módulos que se utilizarán;
 - .3 en caso de que se utilicen estructuras o materiales usados, el proceso de preparación, limpieza y/o descontaminación;
- copias de los estudios realizados, en los que se justifiquen el diseño, los materiales, la ubicación, etc., seleccionados para el proyecto;
- una descripción del lugar de trabajo para la fase de construcción, las infraestructuras disponibles y la forma en que la estructura se transportará y colocará en el lugar previsto;
- la relación con otras instalaciones y actividades beneficiosas cercanas que puedan verse afectadas, indicando la forma en que se prevé resolver las objeciones planteadas en la evaluación del impacto ambiental;
- una descripción del método de colocación, de los recursos necesarios para este fin y de los riesgos correspondientes;
- las características técnicas y las propuestas para obtener un sistema de control de calidad, a fin de garantizar el cumplimiento de estas características;
- los resultados de la evaluación del impacto ambiental, del análisis de costes y beneficios y del proceso de consulta (deben adjuntarse copias de los informes completos);
- una estimación del coste previsto del proyecto.

En el anexo 1 se adjunta un modelo del formulario de solicitud.

Tras su recepción, las solicitudes deben evaluarse en función de criterios establecidos. En el capítulo 3 de estas directrices se presentan orientaciones sobre estos criterios y el proceso de toma de decisiones.

3 *Pruebas e investigación científica*

El proceso de concesión de permisos debe prever pruebas que utilicen arrecifes a escala reducida, a fin de comprobar las hipótesis sobre la probabilidad de que el arrecife alcance sus objetivos antes de su instalación a escala real.

2.3.3 Evaluación del impacto ambiental, análisis de la relación entre costes y beneficios y consulta pública

La mayoría de los países ya cuenta con una legislación que exige una **evaluación del impacto ambiental** para diversas actividades, legislación que puede modificarse con relativa facilidad para incluir los proyectos de arrecifes artificiales. Por este motivo, en estas directrices no se presentan recomendaciones detalladas sobre el proceso de evaluación del impacto ambiental. Sin embargo, el anexo 4 sí incluye orientaciones sobre los estudios ambientales necesarios, así como sobre el proceso de identificación y evaluación técnica de los impactos potenciales.

La evaluación del impacto ambiental debería basarse en opciones concretas (en materia de diseño, materiales y ubicación) que se presentarán en la solicitud completa (y que podrían ser distintas de las incluidas en la solicitud preliminar, a raíz de los estudios realizados durante el proceso de diseño detallado) y deben incluir una evaluación de dichos estudios, especialmente de los relacionados con factores ambientales,

como olas y corrientes, que influirán sobre las probabilidades de éxito del proyecto. Asimismo, la evaluación del impacto ambiental debe abarcar los posibles efectos durante las fases de construcción e instalación.

La evaluación del impacto ambiental debe incluir un **análisis de costes y beneficios**, y un arrecife artificial sólo debe llevarse a cabo si, tras considerar los efectos socioeconómicos y ambientales, puede demostrarse un beneficio neto con respecto a los objetivos definidos. Dicho análisis debe tener en cuenta costes y beneficios, tanto a corto como a largo plazo, y el periodo de funcionamiento previsto del arrecife. Si se prevé la desintegración del arrecife en un momento dado, deberán incluirse los costes de la retirada de escombros.

La **consulta pública** y su examen deben constituir un componente integrante del proceso de evaluación, y se deberán difundir ampliamente las posibilidades para que participen los interesados que puedan verse directamente afectados por la construcción. En su caso, dicha consulta debería incluir a los países vecinos.

El informe final sobre la evaluación del impacto ambiental debe incluir **recomendaciones** sobre la expedición o no del permiso, y en caso afirmativo, sobre las condiciones de éste, como medidas de mitigación, programas de vigilancia, etc.

2.3.4 Vigilancia del cumplimiento y sistema de aplicación

Cuando se conceda autorización para la construcción o colocación de un arrecife artificial, debe preverse igualmente un mecanismo que garantice la adecuación de todo el proceso a las condiciones establecidas. Este mecanismo se conoce generalmente como **vigilancia del cumplimiento**, y debe incluir las fases de construcción y utilización.

Durante la construcción, la autoridad o autoridades competentes deben realizar inspecciones del sitio de construcción y de la estructura para garantizar que cumplen las especificaciones indicadas en el permiso. En caso necesario, puede contratarse a un perito independiente para ayudar en este proceso.

Asimismo, durante la instalación del arrecife debe haber un representante de la autoridad competente en el lugar de la instalación.

Una vez instalado el arrecife, el cumplimiento puede evaluarse por medio de informes sobre los programas de vigilancia ambiental y de eficacia, que deberán presentarse a la autoridad competente de forma periódica. Para más información sobre la vigilancia ambiental y de eficacia, véase el anexo 7.

2.3.5 El permiso y las condiciones de los permisos

Los permisos para la construcción y/o colocación de un arrecife artificial sólo deben expedirse una vez que la propuesta haya sido evaluada mediante los criterios establecidos y se haya decidido que es admisible. Además, las condiciones de los permisos deben estar encaminadas a minimizar los trastornos ambientales y maximizar los beneficios. En este proceso se debe tener debidamente en cuenta el “principio de precaución” y las mejores prácticas ambientales.

En el capítulo 3 de estas directrices se presentan orientaciones sobre estos criterios y el proceso de toma de decisiones.

Los permisos para un proyecto aprobado de arrecife artificial deben incluir, como mínimo, las siguientes informaciones y condiciones:

- Los permisos deben señalar claramente las finalidades para las que se construye el arrecife, así como el diseño, materiales, ubicación y métodos de construcción aprobados.
- Los permisos deben indicar el responsable de la aplicación de las medidas de gestión, incluidos los programas e informes de mitigación y vigilancia, y en caso necesario, de desmantelamiento.
- El permiso debe exigir al permisionario que garantice que la posición, profundidad y dimensiones establecidas del arrecife artificial sean las indicadas en los mapas náuticos. Además, se deberá notificar por anticipado la colocación a los marinos y servicios de estudios hidrográficos.

- Programas de vigilancia: todos los proyectos de arrecifes artificiales deben incluir programas de vigilancia con los siguientes objetivos:
 - garantizar que el arrecife se construya y funcione de acuerdo con las condiciones indicadas en el permiso, es decir, vigilancia del cumplimiento;
 - evaluar hasta qué punto el arrecife cumple la finalidad para la que fue construido, es decir, si el diseño, materiales, ubicación, etc., son los indicados para la función prevista. A esto se le denomina generalmente vigilancia de la eficacia; y
 - verificar los **impactos ambientales** positivos y negativos del arrecife.
- Desmantelamiento: en caso de que los estudios de vigilancia indiquen que el arrecife no ha alcanzado sus objetivos o que posee efectos negativos graves no previstos, puede ser necesario desmantelar y retirar la estructura o estructuras. Una vez más, el permiso debe indicarlo con toda claridad. En el anexo 8 se presentan orientaciones sobre el desmantelamiento.
- El permiso debe mencionar al “responsable” del arrecife, indicar sus responsabilidades en caso de que el arrecife provoque daños en el futuro y describir el procedimiento para hacer reclamaciones.

En el anexo 2 se presenta un modelo de permiso y en el anexo 7 figura más información sobre la vigilancia ambiental y de la eficacia.

3

Crterios tcnicos para la evaluaci3n de proyectos de arrecifes artificiales

En vista de que el coste de construcci3n de los arrecifes artificiales puede ser elevado y 3stos pueden tener efectos negativos, su construcci3n e instalaci3n deben ser objeto de una planificaci3n minuciosa, a fin de que las opciones elegidas, especialmente las relativas al dise1o, materiales, ubicaci3n, etc., no s3lo cumplan la finalidad prevista, sino tambi3n las prescripciones ambientales. Por ello, en esta secci3n se describen los criterios que deben tenerse en cuenta durante el proceso de toma de decisiones sobre la autorizaci3n o denegaci3n de los proyectos de arrecifes artificiales. Los criterios deben basarse, en la medida de lo posible, en las condiciones para la evaluaci3n del impacto ambiental que debe llevar a cabo un organismo o consultor independiente de los promotores del arrecife.

3.1 CRITERIOS GENERALES

Existe una serie de criterios generales para evaluar todas las propuestas de arrecifes artificiales. 3stos incluyen criterios legales y tcnicos que se describen a continuaci3n, mientras que los criterios m3s espec3ficos se exponen en las secciones 3.2 y 3.3. Para m3s informaci3n sobre determinados aspectos, v3ase el anexo 3.

3.1.1 Criterios legales

La finalidad del arrecife propuesto debe ser cre3ble y compatible con las pol3ticas gubernamentales, la legislaci3n nacional y las obligaciones internacionales del pa3s en cuesti3n. As3, por ejemplo, las autoridades competentes de cualquier Parte Contratante del Convenio o el Protocolo de Londres (y preferentemente todos los pa3ses) que reciban una solicitud para construir y colocar un arrecife internacional que contenga materiales de desecho o materiales o estructuras usadas –incluidas las embarcaciones en desuso– deben velar por que el uso de los materiales sea compatible con lo dispuesto en el Convenio y el Protocolo de Londres, seg3n convenga, y que dichos materiales se eval3en y preparen con arreglo a las directrices aplicables del Convenio y el Protocolo.

3.1.2 Criterios tcnicos

i) Viabilidad

El dise1o del arrecife propuesto deber3 basarse en materiales que puedan adquirirse o fabricarse f3cilmente, y la manipulaci3n, transporte e instalaci3n de los m3dulos y dem3s elementos debe ser segura y econ3mica. A fin de cumplir este criterio, los dise1os deben ser relativamente sencillos.

ii) Funcionalidad

El arrecife debe cumplir la finalidad u objetivos para los que se construye. As3, por ejemplo, si se trata de un arrecife de producci3n, el dise1o y los materiales deben prever un h3bitat adecuado para atraer las especies seleccionadas. O bien, si el arrecife se construye para el submarinismo, la ubicaci3n debe ser accesible y presentar un entorno seguro para la pr3ctica de este deporte.

iii) Compatibilidad ambiental

S3lo deben construirse arrecifes artificiales si se puede demostrar un beneficio ambiental neto con respecto a los objetivos definidos, tras tomar en consideraci3n todos los costos socioecon3micos y ambientales (por

ejemplo, efectos sobre la calidad del agua o modificación de hábitats). Deben evitarse los materiales que presenten riesgos ambientales documentados, y los arrecifes no deben afectar significativamente a otros aprovechamientos en zonas adyacentes. Deberá procurarse igualmente que no se construyan demasiados arrecifes en una zona determinada, que superen la capacidad portante del lugar.

iv) Durabilidad y estabilidad

Por lo general, transcurren algunos años hasta que los arrecifes artificiales son colonizados por comunidades biológicas hasta que alcanzan sus objetivos. Para que esto suceda, deben ser durables y estables ante un medio marino que a menudo es muy hostil. Así pues, los materiales deben ser durables y, junto con el diseño, suficientemente estables para mantener la estructura y función del arrecife incluso en las peores condiciones meteorológicas del lugar. Los arrecifes construidos con neumáticos, por ejemplo, suelen fallar en dichas condiciones, por lo que no son muy recomendables.

Otro aspecto que debe tenerse en cuenta es la geología del fondo marino sobre el cual se construirá el arrecife. Por ejemplo, algunos módulos de hormigón muy pesados se hundieron sin dejar huella en sedimentos lodosos frente a la costa occidental de Taiwán (China). Por regla general, se recomienda que el peso del arrecife duplique al menos la gravedad específica del agua de mar o bien que la estructura se fije al fondo marino.

Si los arrecifes utilizados para protección contra la pesca de arrastre ilegal no son lo suficientemente estables, pueden ser arrastrados por las redes, generando así más efectos negativos. Por ello deben diseñarse específicamente para resistir la potencia de los buques de arrastre que pescan en la zona e incluir puntos de anclaje adecuados.

La estabilidad no afecta únicamente a la posibilidad de que el arrecife cumpla sus objetivos, sino que un arrecife que ha sido desplazado puede provocar efectos negativos adicionales, como se señala en la sección 1.5.

v) Adecuación de los programas de vigilancia propuestos

La instalación de un arrecife internacional debe ir precedida de estudios diseñados para obtener datos de referencia para la posterior vigilancia de los efectos del arrecife sobre el medio marino. Tras la instalación del arrecife deben establecerse programas de vigilancia a corto, medio y largo plazo, a fin de verificar que se cumplen los objetivos de gestión (vigilancia del cumplimiento) y de controlar si se materializan los beneficios previstos.

Asimismo, el programa de vigilancia debe establecer y evaluar los impactos ambientales y/o los conflictos del arrecife artificial con otros usos lícitos de la zona marítima o partes de ésta. Dependiendo del resultado de esta vigilancia, puede ser necesario llevar a cabo modificaciones de la estructura o considerar su retirada. En el caso de las colocaciones que duran periodos prolongados (años), la vigilancia debe realizarse al mismo tiempo que la construcción para introducir modificaciones al arrecife, en caso necesario.

Las propuestas de vigilancia presentadas con las solicitudes deben evaluarse en función de los aspectos antes mencionados y deben formar parte de las condiciones del permiso, siempre que sean adecuadas. En el anexo 7 se puede encontrar información más detallada sobre los indicadores y otros aspectos de los programas de vigilancia.

vi) Adecuación de las medidas de desmantelamiento propuestas

En caso de que los estudios de vigilancia indiquen que el arrecife no cumple sus objetivos o que posee efectos negativos graves no detectados durante la fase de planificación, puede ser necesario desmantelar y retirar las estructuras ancladas. El grado de complejidad del proceso de desmantelamiento variará en función de las características batimétricas del lecho marino, de la profundidad a la que se encuentran las estructuras y del tipo de arrecife.

Por consiguiente, la solicitud debe incluir, como mínimo, propuestas preliminares de posibles formas de desmantelamiento que, de ser adecuadas, también formarán parte de las condiciones del permiso. Para más información sobre las medidas de desmantelamiento, véase el anexo 8.

Una obligación mínima sería que el promotor acepte la responsabilidad de sufragar los gastos de desmantelamiento.

3.2 CRITERIOS ESPECÍFICOS

La parte más importante del proceso de planificación de arrecifes artificiales es el diseño, que incluye la selección de los materiales y la ubicación y estructura exactas. Estos elementos garantizarán tanto que el arrecife alcance sus objetivos como su adecuación desde un punto de vista técnico, económico y ambiental. En vista de la amplia gama de finalidades para las que se construyen los arrecifes artificiales, existen distintas opciones en cuanto a su diseño, materiales y ubicación. No obstante, hay una serie de criterios que pueden aplicarse a todos los arrecifes. En esta sección se presenta un resumen de los mismos, mientras que en la sección 3.3 pueden encontrarse criterios más específicos basados en la finalidad de cada arrecife. En el anexo 3 se presenta información adicional.

3.2.1 Diseño

El diseño y los materiales deben:

- incluir dimensiones y formas que, dependiendo de su finalidad, puedan “atraer” vida animal, fomentando así la llegada y establecimiento a corto plazo de algas, peces, moluscos, corales, etc., en la superficie y sus alrededores;
- tener suficiente resistencia, tanto las unidades individuales como la estructura general, para resistir las presiones físicas del medio marino y no fracturarse, provocando graves problemas de interferencia en una amplia zona del fondo marino;
- poder alcanzar sus objetivos con la menor ocupación de espacio e interferencia con los ecosistemas marinos;
- permitir la retirada del arrecife, en caso necesario.

3.2.2 Materiales

Los arrecifes artificiales pueden construirse con materiales naturales, reciclados o prefabricados. Una combinación de estos materiales puede alojar una mayor variedad de comunidades biológicas y, por tanto, resultar atractiva para una mayor gama de usuarios. El principal objetivo de la selección de materiales debe ser que el arrecife pueda cumplir su finalidad y, al mismo tiempo, ajustarse a los criterios de seguridad y protección del medio ambiente. En general:

- los arrecifes artificiales deben construirse de preferencia con materiales naturales;
- los materiales utilizados deben ser inertes y resistentes al deterioro en el agua de mar. A los efectos de estas directrices, por materiales inertes se entienden aquellos que no provocan contaminación por lixiviación, erosión física o química y/o actividad biológica;
- pueden utilizarse materiales que sean compatibles con lo dispuesto en el Convenio y el Protocolo de Londres. Su aceptabilidad debe determinarse por medio de una minuciosa evaluación de sus características físicas y químicas con arreglo a las directrices del Convenio y el Protocolo de Londres. Algunos tipos de materiales dragados, como las rocas, pedregones, etc., pueden servir de material para la construcción de arrecifes artificiales, siempre que cumplan los criterios antes citados;
- los materiales utilizados pueden influir sobre el tipo de especies que colonizarán el arrecife, por lo que su selección se verá afectada igualmente por factores biológicos, como el tipo de alimentación de las especies seleccionadas; y
- los arrecifes expuestos en zonas de gran energía deben construirse con materiales pesados, como rocas, hormigón y acero.

Para más información sobre las ventajas y desventajas de los distintos materiales, véase el anexo 3.

3.2.3 Ubicación

Únicamente debe procederse a la colocación de cualquier tipo de arrecife artificial cuando se conozca exhaustivamente el entorno local, incluyendo las olas y corrientes, el transporte de sedimentos, el fondo marino, la calidad del agua y de los sedimentos, las comunidades biológicas y los demás aprovechamientos. Esta información ambiental servirá para determinar si el arrecife podrá cumplir sus objetivos, ya que

las condiciones locales: i) podrían afectar a la estabilidad del arrecife, y ii) deben ofrecer un medio adecuado para las especies seleccionadas. Esta información ofrece igualmente un punto de partida para medir los efectos que podría provocar el arrecife en el medio y/u otros aprovechamientos. En general:

- los arrecifes artificiales deben construirse e instalarse de tal modo que la fuerza de los aparejos pesqueros, olas, corrientes o los procesos de erosión no desplacen o hagan volcar las estructuras, a fin de cumplir sus objetivos en todo momento;
- los arrecifes artificiales no deben construirse en zonas afectadas por huracanes o grandes tormentas;
- al colocar arrecifes artificiales deben tenerse debidamente en cuenta todas las actividades lícitas en curso o previstas en la zona de interés, como la navegación, el turismo, las actividades recreativas, la pesca, la acuicultura, la conservación de la naturaleza o la gestión de la zona costera;
- antes de la colocación de un arrecife artificial es necesario informar a todos los grupos y personas interesados o que puedan verse afectados sobre las características del arrecife artificial, así como sobre su ubicación y profundidad. Estos grupos y personas deben tener la oportunidad de presentar sus observaciones en tiempo útil antes de su colocación.

Al evaluar la ubicación de un arrecife artificial propuesto deben tenerse en cuenta los siguientes aspectos:

- distancia a la costa más cercana;
- procesos costeros, como movimiento de sedimentos;
- profundidades del agua (máxima, mínima y media);
- influencia sobre la estratificación;
- periodo mareal;
- dirección y velocidad de las corrientes residuales;
- características del viento y de las olas;
- efectos sobre la protección de la costa;
- influencia de la estructura sobre las concentraciones de sólidos en suspensión;
- zonas recreativas e instalaciones costeras;
- zonas de desove y criaderos;
- rutas conocidas de migración de los peces o mamíferos marinos;
- zonas de pesca recreativa y comercial;
- zonas de belleza natural o importancia cultural, histórica o arqueológica;
- zonas de importancia científica o biológica;
- vías de navegación o fondeaderos;
- sitios designados para vertimientos marinos;
- oleoductos submarinos;
- zonas militares de exclusión, incluyendo los vertederos de municiones; y
- usos tecnológicos del suelo del mar (por ejemplo, actividades mineras potenciales o en curso en el fondo marino, cables submarinos, los lugares de desalación o de conversión de energía).

Aunque en muchos casos el objetivo es evitar conflictos con estos intereses, los objetivos de gestión de un arrecife artificial pueden estar destinados específicamente a interferir con ellos, por ejemplo, como disuasión contra el uso de determinados aparejos de pesca.

3.3 CRITERIOS DEPENDIENTES DE LA FUNCIÓN

Para los fines de la presente sección, los arrecifes se dividen en tres categorías: i) aquellos cuya función principal es mejorar la biodiversidad o productividad (con fines pesqueros o ecológicos), ii) los construidos para proteger recursos biológicos, y iii) los destinados a fomentar las actividades recreativas y el turismo.

3.3.1 Arrecifes para mejorar la productividad y/o la biodiversidad

i) Finalidad, proyecto y materiales

La estructura del arrecife –**la forma, tamaño y configuración** de los módulos– resulta clave para determinar la biomasa y diversidad de las especies que atraerá. Numerosos estudios han demostrado que cada especie tiene una clara preferencia por determinados tipos de proyecto. Así pues, las características de los bloques o módulos (sus dimensiones, tamaño, peso, heterogeneidad espacial, grupo básico de unidades, disposición y distancia entre bloques) son factores del proyecto que deben tomarse en consideración en cada caso, en función de las preferencias de las especies seleccionadas. Sin embargo, podemos destacar algunos aspectos de carácter general:

- existe una relación directa entre la complejidad de un arrecife y la diversidad de las especies que atraerá;
- la forma y dimensiones del arrecife no sólo influirán sobre la biomasa, sino también sobre el total de especies e individuos;
- un arrecife artificial puede ser visualmente atractivo y servir de referencia espacial para determinadas especies, dependiendo de su tamaño y dimensiones;
- el perfil del arrecife también influye sobre las especies y la biomasa. Así pues, el perfil del arrecife debe ser bajo para las especies demersales. Sin embargo, cuando se pretende crear un hábitat para muchas especies diferentes se requiere una combinación de arrecifes altos y bajos;
- la diversidad y biomasa de las comunidades de un arrecife artificial se ven igualmente influenciadas por la distribución y el número de módulos. Un arrecife dividido en módulos (en lugar de uno compacto) puede atraer una mayor cantidad de especies e individuos, y también puede ofrecer diferentes zonas para usos simultáneos, como el submarinismo y la pesca;
- la cantidad y carácter de los intersticios determinará igualmente el carácter y diversidad de los organismos que se establecerán en el arrecife, y deben designarse teniendo en cuenta las especies seleccionadas. Sin embargo, debe tenerse en cuenta que los peces de arrecifes prefieren las aperturas que son proporcionadas a su tamaño, por lo que deben incluirse aperturas de pequeño tamaño para garantizar la supervivencia de los peces jóvenes;
- por lo general, los peces prefieren las cavidades con numerosas aperturas para poder escapar de sus depredadores. A tal fin, pueden instalarse cavidades de menor tamaño para los peces jóvenes y las especies pequeñas. También prefieren las cavidades con luz;
- el tamaño, número y orientación de las cavidades deben tomar en consideración los ritos de apareo y reproducción de las especies seleccionadas, así como si se trata de especies territoriales o gregarias (disponiendo un mayor número de cavidades más pequeñas para las especies territoriales y lo contrario para las gregarias);
- las aguas estancadas pueden ir en detrimento de la productividad. El proyecto y la disposición de las estructuras de arrecifes –y las cavidades correspondientes– desempeñan un papel significativo en la correcta circulación del agua;
- la superficie total disponible es más importante que su tamaño total para determinar la biomasa del arrecife. De este modo, cuanto mayor sea la superficie disponible para el establecimiento de algas e invertebrados, mayor será la fuente de alimentos para otros niveles de la comunidad del arrecife y, por ende, la capacidad de producción. Sin embargo, el proyecto de los arrecifes artificiales debe estar encaminado a alcanzar sus objetivos y, al mismo tiempo, a ocupar el menor espacio posible del fondo marino y ocasionar una interferencia mínima con los ecosistemas naturales marinos.

Los principales aspectos de los materiales son su aspereza y composición química. Por ejemplo, las superficies muy lisas y planas evitan el establecimiento de organismos sobre el arrecife, ya que éstos prefieren colonizar superficies ásperas o zonas provistas de aperturas y cavidades similares a las de las rocas naturales.

Los arrecifes artificiales construidos para mejorar la pesca (ya sea comercial o deportiva) deben fomentar el crecimiento y/o tasa de supervivencia de la población de las especies seleccionadas:

- brindando estructuras y hábitats adicionales durante las fases de crecimiento;

- incrementando la cantidad de alimentos disponibles al aumentar la biomasa de la zona, o
- aumentando el número de refugios disponibles contra depredadores naturales.

ii) Ubicación

Evidentemente, un arrecife construido en una zona en la que ya existen poblaciones de las especies seleccionadas y que corresponde a su hábitat preferido tendrá mayores oportunidades de éxito.

iii) Consideraciones socioeconómicas

En la propuesta se debe indicar la forma en que el arrecife contribuirá a mejorar la gestión sostenible de los recursos correspondientes, basada en un análisis de las actuales actividades pesqueras.

3.3.2 Arrecifes para protección de ecosistemas y/o recursos

Las solicitudes para colocar arrecifes destinados a proteger ecosistemas (por ejemplo, zosteras o arrecifes biogénicos) contra actividades ilegales de pesca de arrastre y/o dragado deben demostrar:

- que se realizan actividades ilegales de pesca en la zona;
- que se han provocado daños a los ecosistemas;
- que otras medidas de gestión pesquera no han logrado controlar estas actividades ilegales; y
- que el proyecto es adecuado.

Los arrecifes de protección deben proyectarse específicamente para resistir la potencia de los buques de arrastre que pescan en la zona, y para enganchar sus redes o desgarrarlas. Por ello suelen construirse de módulos densos, relativamente sencillos, como bloques de hormigón con brazos disuasorios.

3.3.3 Arrecifes con fines recreativos

i) Consideraciones socioeconómicas

La justificación de los arrecifes artificiales destinados a fines recreativos debe basarse igualmente en:

- El número de usuarios potenciales directos: los indicadores podrían ser el número de licencias deportivas expedidas en la provincia y sus alrededores o bien el número de empresas implicadas en esta actividad (ventas directas, alquiler de equipos, clubes de surf, clubes de submarinismo, etc.);
- El número de personas implicadas indirectamente, en particular los trabajadores del sector de servicios (hoteles, bares y restaurantes, servicios de mantenimiento, etc.);
- La posibilidad de mejorar las actividades de submarinismo recreativo de la zona; y
- El valor económico de las actividades conexas.

ii) Finalidad, proyecto y materiales

Los arrecifes para submarinismo pueden ser utilizados por dos categorías de submarinistas: i) aquellos que se interesan primordialmente por el deporte en sí, y ii) los interesados en la biología del arrecife. Los de la primera categoría suelen mostrar una marcada preferencia por el submarinismo en lugares de naufragio, de ahí que a menudo se utilicen embarcaciones fuera de servicio para la creación de arrecifes artificiales, en los que la atracción de especies determinadas no es un factor importante. Cuando lo que se pretende es crear un arrecife interesante desde un punto de vista biológico, el proyecto debe enfocarse de manera similar al del establecimiento de un arrecife con fines biológicos (3.3.1).

iii) Ubicación

Sin embargo, una consideración primordial en ambos casos es la seguridad de los submarinistas. Así pues, aunque los arrecifes deben ser de fácil acceso, tampoco deben encontrarse en lugares poco profundos que representen un peligro durante las mareas bajas o las tormentas.

4

Bibliografía

Australian Government (2005). Great Barrier Reef Marine Park Authority. *Guidelines for the Management of Artificial Reefs in the Great Barrier Reef Marine Park*.

Barcelona de Serveis Municipals, S.A. (2006). Plan de instalación del barco tipo golondrina *Mercè* en el parque de arrecifes del litoral de levante de Barcelona.

Baine, M. (2001). *Artificial reefs: a review of their design, application, management and performance*. *Ocean & Coastal Management*, 44 (3–4) 241–259.

Baine, M. y Heaps, L. (1992) *An introduction to artificial reef technology*. En: *Artificial Reefs and Restocking*, Proceedings of a Conference, 12 septiembre 1992. Ed.: Baine, M. International Center for Island Technology, Stromness. Orkney Islands (Reino Unido), pp 1–6.

Bayle Sempere J.T., Ramos Esplá A.A., Palazón J.A. (2001). *Análisis del efecto producción—atracción sobre la ictiofauna litoral de un arrecife artificial alveolar en la reserva marina de Tabarca* (Alicante). *Bol. Inst. Esp. Oceanogr.* 17 (1 y 2): 73–85.

Bleck M. (2006). *Wave attenuation by artificial reefs* (Paper awarded the International PIANC De Paeppe-Willems Award 2006). *On course PIANC Magazine*. 125. Octubre de 2006: 5–19.

Chairman V.M. (2002). *Position Statement on the use of tires as artificial reef material*. Gulf States Marine Fisheries Commission.

Collins, K.J. y Jensen, A.C. (1997) *Acceptable use of waste materials*. En: *European Artificial Reef Research*. Ed.: Jensen, A.C. Southampton Oceanography Centre, pp 377–390.

Collins, K.J., Jensen, A.C., Mallinson, J.J., Mudge, S.M., Russel, A. y Smith, I.P. (2001) *Scrap tyres for marine construction: environmental impact*. En: *Recycling and Reuse of Used Tyres*. Ed.: Dhir, R.K., Limbachyia, M.C. y Paine, K.A. Thomas Telford. Londres, pp 149–162.

COMISIÓN DE ESTUDIOS DEL CONSEJO DE ESTADO (2006). *Informe sobre las competencias de las distintas administraciones territoriales y órganos de la administración general del Estado en materia de protección de hábitats y especies marinas y de declaración y gestión de áreas marinas protegidas*.

Deysher, L.E., Dean, T.A., Grove, R.S. y Jahn, A. (2001). *Design considerations for an artificial reef to grow giant kelp (Macrocystis pyrifera)* in Southern California.

DIPUTACIÓN FORAL DE BIZKAIA. DEPARTAMENTO DE EMPLEO Y FORMACIÓN (2003). *Parque Submarino de Bizkaia*.

Edwards, A. y Gomez, E. (2007) *"Reef Restoration Concepts and Guidelines: making sensible management choices in the face of uncertainty"*. CRTR Programme, St. Lucia, Australia. 38pp.

ENVIRONMENT CANADA (2001). *Clean-up Guideline for ocean disposal of vessels*. Ocean disposal control program.

ENVIRONMENT CANADA (2001). *Clean-up standard for ocean disposal of vessels* (Revision 1). Ocean disposal control program.

Figley B. (2005). *Artificial reef management plan for New Jersey*. Department of Environmental Protection, Division of Fish and Wildlife; Estado de Nueva Jersey.

- FISHERIES AGENCY OF JAPAN (2005). Fisheries Infraestructure Department, Construction Division. Outline of Technical Guidelines on placement of Artificial Reef in Japan.
- GENERALITAT DE CATALUNYA. DEPARTAMENT D'AGRICULTURA, RAMADERIA Y PESCA. (2002). Esculls per a pesca esportiva al litoral de Catalunya.
- GREENPEACE INTERNATIONAL (2006). Deployment of former U.S. Navy vessel Oriskany as an artificial reef allows disposal at sea of more than 300 kg of PCBs. Document LC/SG 29/INF.2. 29th Meeting of Scientific Group of London Convention (June, 2006).
- Grove, R.S. y Sonu, C.J., 1983. *Review of Japanese Fishing Reef Technology*. 83-RD-137, Southern California Edison Company, Rosemead (California).
- Guillén, J.E., Martínez, L. y Sánchez Lizaso, J.L. (1994) *Antitrawling reefs and the protection of Posidonia oceanica* (L.) Delile meadows in the western Mediterranean Sea: Demands and aims. *Bull.Mar.Sci.* 55 (2–3).
- Hansen D.J. (2001). *Clean-up guideline for ocean disposal of vessels*. Environmental Protection Branco; Canadá.
- Jensen, A.C. (1998) *Final report of the EARRN, European Artificial Reef Research Network*. AIR3-CT94–2144. Report to DGXIV of the European Commission, SUDO/TEC/98/11. Southampton Oceanography Centre. 150 pp.
- Jensen, A.C., Collins, K.J., y Lockwood, A.P.M. (eds) (2000) *Artificial Reefs in European Seas*. Kluwer, 508 pp.
- Lukens R.R. (1997). *Guidelines for marine artificial reef materials*. Artificial Reef Subcommittee of the Technical Coordinating Committee Gulf States Marine Fisheries Commission. Estados Unidos. Fish and Wildlife Service.
- Lukens R.R.; Selberg C. (2004). *Guidelines for marine artificial reef materials*. Artificial Reef Subcommittee of the Technical Coordinating Committee Gulf States Marine Fisheries Commission. Estados Unidos. Fish and Wildlife Service.
- Márquez A. y Guillén E. (2006). *Los arrecifes artificiales: protección y regeneración de los recursos pesqueros en Andalucía*. Agromar nº 36, julio 2006 14–21. Consejería de Agricultura y Pesca de la Junta de Andalucía.
- Martin J.D., Jensen A.C. (1996). *European Artificial Reef Research*. Proceedings of the first EARRN conference, Ancona. ISBN 0–904175–28–6. Published by Southampton Oceanography Centre, 449 p.
- Medina Folgado J. R., Serra Peris J. (1987). *Arrecifes artificiales (I). Problemas pesqueros y de protección de costas*; Universidad Politécnica de Valencia.
- MINISTERIO DE AGRICULTURA, PESCA Y ALIMENTACIÓN. SECRETARÍA GENERAL DE PESCA MARÍTIMA (2006). Plan estratégico nacional del fondo europeo de la pesca.
- MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE. Diversidad biológica en la región mediterránea (SAP BIO). (Ministerio de medio ambiente de España).
- MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE. Plan de acción estratégico para la conservación de la diversidad biológica en la región mediterránea (SAP BIO). (Ministerio de medio ambiente de España).
- NAUTILUS CONSULTANTS LTD. (2003). *Artificial reefs, Scotland: Benefits, costs and risks*. Highlands & Islands Enterprise.
- NAVAL ENVIRONMENTAL HEALTH CENTER SPAWAR SYSTEMS CENTER SAN DIEGO (2006). Ex-ORISKANY Artificial Reef Project. Human Health Risk Assessment.
- NETHERLANDS (2005). Integrated Management Plan for the North Sea (IMPNS). Noordzee Secretariat IBN 2015.
- NEW JERSEY COUNCIL OF DIVE CLUBS. NEW JERSEY HISTORICAL DIVERS ASSOCIATION. (2005). Artificial Reef Dive Monitoring Program. Agenda Dive Monitoring Meeting. Clean Ocean Action.

O'Leary E., Hubbard T., O'Leary D. (2001). *Artificial Reefs Feasibility Study*. ISSN 1393 4643. The Marine Institute; Coastal Resources Centre National University of Ireland Cork.

OCEANA. *Pecios como arrecifes artificiales*; 2005.

OSPAR (1999). Convention for the Protection of the Marine Environment of the North-East Atlantic; OSPAR Guidelines on Artificial Reefs in relation to Living Marine Resources.

Penchec, V (2008). CEDA Central Dredging Association; Artificial Reefs and Dredging; Prepared for the Ceda Envicom.

Pickering, H. y Whitmarsh, D. (1997). *Artificial Reefs and fisheries exploitation: a review of the "attraction versus production" debate*, the influence of design and its significance for policy. Fisheries Research, 31, 39–59.

PRIMER ENCUENTRO INTERNACIONAL DE EXPERTOS EN ARRECIFES ARTIFICIALES. Barcelona, 19–21 November 2002. Libro de Actas.

Polovina, J. J. (1994). Function of artificial reefs. Bull. Mar. Sci. 55 (2–3), 1 349.

Pratt, J. (1994). *Artificial habitats and ecosystem restoration: managing for the future*. Bull. Mar. Sci. 55 (2–3), 268–275.

República de Corea. *Artificial Reef Plan*. Nearshore Sport Fish Habitat Enhancement Program. Brief Summary on artificial reef application of vessels.

Riggio, S. Badalamenti, F. y D'anna, G. (2000) *Artificial reefs in Sicily: an overview*. pp 65–73. In Jensen *et al.* (eds) Artificial reefs in European Seas. Kluwer Academic Publishers 508p.

Santos, M.N. y Monteiro, C.C. (1997). *The Olhao artificial reef system (south Portugal): Fish assemblages and fishing yield*. Fisheries Research, 30, 33–41.

Santos, M.N. y Monteiro, C.C. (1998). *Comparison of the catch and fishing yield from an artificial reef system and neighbouring areas off Faro* (Algarve, sur de Portugal). Fisheries Research 39, 55–65.

Sayer M.D.J., Wilding T.A. (2002). *Planning, licensing, and stakeholder consultation in an artificial reef development: the Loch Linnhe reef, a case study*. ICES Journal of Marine Science, 59: S178–S185.

Sayer M., Wilding T. (2005). *Managing artificial reef developments to optimise benefit*.

Seaman, W. y Sprague, L.M. (1991). *Artificial habitats for marine and freshwater fisheries*. Academic Press Inc. San Diego 285 pp.

Seaman, W. (2000). *Artificial Reef Evaluation* CRC Press, Florida 246 pp.

SECRETARIAT OF THE BASEL CONVENTION. INTERNATIONAL ENVIRONMENT HOUSE, SWITZERLAND. (2003). *Technical guidelines for the environmentally sound management of the full and partial dismantling of ships*; ISSN: 1020–8364.

Simard, F. (1995) *Reflexions sur les reefs artificiels au Japon*. Biología Marina Mediterránea 2(1): 99–109.

STATE OF ALABAMA (1997). *Artificial Fishing Reef Regulation*. Montgomery County. Commissioner Department Of Conservation And Natural Resources. Regulation 97-MR-3 (Marine Resources).

STATE OF FLORIDA (2003). *Artificial Reef Strategic Plan*. Florida Fish and Wildlife Commission. Division of Marine Fisheries.

Stone R.B. (1984). *National Artificial Reef Plan*. NOAA Technical Memorandum NMFS OF-6.

Stone, R.B, McGurrin, J.M., Sprague, L.M. y Seaman, W. Jr. (1991) *Artificial habitats of the world: synopsis and major trends*. Pp 31–60 In Seaman W. Jr. y Sprague, L.M. Artificial Habitats for Marine and Freshwater Fisheries. Academic press 285 p.

Sumi, H. y Wada, A. (2000) *Research on providing habitable environment for bivalves by use of artificial reefs*. Umi/la mer. Tokyo Vol. 38, no. 1, pp. 11–25. 2000.

- UKDT; 2005 *Guidelines for beneficial use of dredged material*, UK Department for Transport, abril 2005
- UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME. MEDITERRANEAN ACTION PLAN. CONVENIO DE BARCELONA (2005). Directrices para la colocación en el mar de materias para fines distintos de la simple eliminación (construction of artificial reefs).
- UNITED NATIONS. INTERNATIONAL MARITIME ORGANIZATION. CONVENIO DE LONDRES (2000). Specific guidelines for assessment of vessels.
- UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY (2004). *Draft National Guidance: Best Management Practices for Preparing Vessels Intended to Create Artificial Reefs*.
- UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY (2006). *National Guidance: Best Management Practices for Preparing Vessels Intended to Create Artificial Reefs*.
- UNITED STATES FISH AND WILDLIFE SERVICE (1998). The Joint Artificial Reef Technical Committee of the Atlantic and Gulf States Marine Fisheries Commissions. *Coastal Artificial Reef Planning Guide*.
- UNITED STATES FISH AND WILDLIFE SERVICE (2002). Draft Nacional Artificial Plan Revision.
- UNITED STATES NATIONAL MARINE FISHERIES SERVICE (2005). Fish and Wildlife Service. Interstate Fisheries Commissions. Recommendations for Revision of the 1985 National Artificial Reef Plan. Fish and Wildlife Service. Interstate Fisheries Commissions.
- UNITED STATES NATIONAL MARINE FISHERIES SERVICE (2005). Policy Statement of The National Marine Sanctuary Program. *Artificial reef permitting guidelines*.
- Walker, B.K., B. Henderson, and R.E. Spieler (2002). *Fish assemblages associated with artificial reefs of concrete aggregates or quarry stone offshore* Miami Beach, Florida, USA. *cAquat. Living Resour.* 15:95–105.
- Wilson C. A., Van Sickle V. R., Pope D. L. (1987). Louisiana Artificial Reef Plan. Louisiana Department of Wildlife and Fisheries.
- Wilson K.C., Lewis R.D., Togstad H.A., Black K., Mead S., Moores A. (2005). *Protección de las playas barcelonesas con diques-arrecife polivalentes*. Associació Catalana de Surf. Report: 2005–1 830.
- Yanagi, T. y Nakajima, M. (1990) *On the effect of man-made structure for upwelling as an artificial reef*. Bulletin of the Japanese Society of Fisheries Oceanography. Vol. 54, no. 3, pp. 249–254.
- Zimmerman T., Martin J.W. (2004). *Artificial reef matrix structures (arms): an inexpensive and effective method for collecting coral reef-associated invertebrates*. Gulf and Caribbean Research Vol 16. 59–64.

Anexo 1

Modelo de formulario de solicitud¹

Nombre e información de contacto de la autoridad competente/responsable:

Por ejemplo, en el caso de Inglaterra y Gales (Reino Unido): Agencia de Marina y Pesca

Información sobre la legislación en virtud de la cual se presenta la solicitud:

Ejemplos:

- i) Reino Unido: Ley sobre los alimentos y la protección del medio ambiente, 1985 (modificada) y Ley de protección de costas, 1949 (modificada);
- ii) España: Ley de pesca marítima, 2001 y Ley de costas, 1988
- iii) Australia: Ley sobre la protección del medio ambiente y la conservación de la biodiversidad, 1999; Ley sobre la protección del medio ambiente (Vertimientos en el mar), 1981, y Ley sobre instalaciones marinas, 1987.

Orientaciones para los solicitantes:

Deberán incluir, por ejemplo:

- descripción del proceso (solicitud preliminar, solicitud completa, etc.);
- número de copias exigido;
- documentación de apoyo requerida (dependiendo de si se trata de una solicitud preliminar o una completa);
- periodo mínimo para tramitar la solicitud;
- tasas que deben pagarse por la solicitud; y
- una indicación de los demás permisos y autorizaciones necesarios (por ejemplo, evacuación de material dragado, aprobación de la Autoridad Portuaria o Autoridad de Seguridad Marítima, dependiendo de la proximidad a puertos y/o rutas de navegación).

Lista de autorizaciones o permisos solicitados:

En la mayoría de los países, los arrecifes artificiales se regulan junto con otras estructuras de gestión de zonas costeras, por lo que se aplican leyes distintas. Por ello, el formulario de solicitud debe permitir, en la medida de lo posible, que los permisos contemplados en las diferentes leyes se tramiten al mismo tiempo.

Además, en caso de que la construcción requiera, por ejemplo, trabajos de dragado, puede ser necesario solicitar un permiso independiente para evacuar el material dragado.

¹ Se puede encontrar un ejemplo del formulario de solicitud utilizado en el Reino Unido en: <http://www.mfa.gov.uk/environment/index.htm>

Datos del solicitante (y/o su representante): incluido, según el caso, el nombre, la información de contacto, número de registro de la sociedad, etc.
Carácter de la solicitud: solicitud preliminar o completa.
Duración prevista de la fase de construcción:
Descripción completa y coste previsto del proyecto, que debe incluir: <ul style="list-style-type: none">• Objetivos• Proyecto y materiales (incluidos tamaño y cantidad)• Ubicación (coordenadas y mapa a una escala adecuada donde se indiquen las actividades realizadas en zonas adyacentes, así como, por ejemplo, zonas marinas protegidas, sitios culturales y/o yacimientos arqueológicos)• Método de construcción y/o colocación• Coste
Documentos de apoyo necesarios para la solicitud completa <ul style="list-style-type: none">• Informe de evaluación ambiental• Informe sobre las consultas públicas• Medidas de mitigación propuestas• Planos de construcción• Dibujo esquemático a una escala adecuada• Plan de vigilancia propuesto• Medidas para el desmantelamiento, en caso necesario• Copias de otros permisos y autorizaciones obtenidos
Declaración y firma del solicitante
Sección para registros y/o firmas oficiales, etc.

Anexo 2

Modelo de permiso¹

Nombre de la ley o leyes en virtud de las cuales se expide el permiso:
Declaración de autorización (con arreglo a las condiciones indicadas en el apéndice adjunto):
Número de permiso:
Periodo de validez: desde la fecha inicial a la fecha de expiración
Nombre y datos del permisionario: incluyendo el número de registro de la sociedad, en su caso
Firma y puesto del representante de la autoridad competente/responsable:
Fecha:

APÉNDICE DEL PERMISO N° xxxx

Datos del proyecto aprobado: (generalmente son los indicados en el formulario de solicitud, pero con las enmiendas acordadas durante el proceso de aprobación).

- Objetivos
- Proyecto y materiales (incluidos tamaño y cantidad)
- Ubicación (coordenadas, profundidad del agua, etc.)
- Método de construcción y/o colocación y planos de construcción
- Dibujo esquemático
- Medidas de mitigación
- Plan de vigilancia (incluido el estudio sobre la situación inicial antes de la instalación, de ser necesario)
- Medidas para el desmantelamiento
- Persona responsable y responsabilidad

Nombres y datos de los agentes y/o contratistas que utilizará el permisionario, y condiciones al respecto: por ejemplo, deberá proporcionarse a los agentes y/o contratistas un ejemplar del permiso; obligación de consultar a las autoridades competentes/responsables en caso de utilizar nuevos contratistas.

Inspección de los trabajos: los funcionarios de la autoridad que expide el permiso (u otro organismo competente) deberán tener acceso a los permisos y el lugar de la obra, según convenga.

¹ Se puede encontrar un ejemplo de la licencia expedida por las autoridades del Reino Unido en: <http://www.mfa.gov.uk/environment/documents/scylla-licence.pdf>

Información de contacto de la autoridad que expide el permiso:
Obligaciones de notificación:
Condiciones complementarias: <p>Por ejemplo, si se trata de un naufragio o una embarcación fuera de uso, la obligación de limpiar la embarcación antes de su colocación y los certificados correspondientes, inspección final antes de la colocación, notificación de modificaciones, advertencias para la navegación durante la colocación, retirada de los desechos generados por la instalación, medidas de protección de animales y/o aves, funcionamiento de embarcaciones y equipos durante la construcción y/o colocación, tasas anuales, tasas de modificación y los criterios para la cancelación del permiso.</p>
Documentos adjuntos: por ejemplo, si se trata de embarcaciones, una copia de las Directrices del Convenio de Londres (véase el anexo 5 de las presentes directrices), plan de vigilancia.

ACUSE DE RECIBO DEL TITULAR DEL PERMISO

Acuse de recibo:
Firma y fecha:

Anexo 3

Sinopsis de proyectos y materiales para arrecifes artificiales

Actualmente, los arrecifes artificiales se utilizan con diversas finalidades en entornos costeros, y en los últimos siglos han pasado de ser esencialmente montones de escombros a convertirse en estructuras sofisticadas proyectadas específicamente en función de su finalidad. En el caso de los arrecifes construidos intencionalmente, el proyecto incluye la selección de los materiales y el proyecto de la estructura, teniendo en cuenta la finalidad del arrecife, las especies seleccionadas, en su caso, y las condiciones ambientales concretas de la ubicación propuesta, así como consideraciones de carácter económico, disponibilidad de materiales, etc. Todo ello tiene por finalidad garantizar que el arrecife alcance sus objetivos y que los materiales sean adecuados desde un punto de vista técnico, económico y ambiental.

En vista de la amplia gama de finalidades para las que se construyen los arrecifes artificiales, existen distintas opciones en cuanto a materiales y proyecto, y el objeto del presente anexo es hacer una presentación de éstos.

1 MATERIALES

Los arrecifes artificiales pueden construirse con materiales naturales, reciclados o prefabricados. Una combinación de estos materiales puede alojar una mayor variedad de comunidades biológicas y, por lo tanto, resultar atractiva para una mayor gama de usuarios. El principal objetivo de la selección de materiales debe ser que el arrecife pueda cumplir su finalidad y, al mismo tiempo, ajustarse a los criterios de seguridad y protección del medio ambiente. Al mismo tiempo, esto debe hacerse minimizando el coste ambiental y económico, teniendo en cuenta la preparación, transporte, colocación y mantenimiento permanente de la estructura. En general:

- los arrecifes artificiales deben construirse preferiblemente con materiales inertes;
- los materiales utilizados deben ser inertes y resistentes al deterioro en el agua de mar. A los efectos de estas directrices, por materiales inertes se entienden aquellos que no provocan contaminación por lixiviación, erosión física o química y/o actividad biológica;
- pueden utilizarse materiales, incluso estructuras usadas, que sean compatibles con lo dispuesto en el Convenio y el Protocolo de Londres. Su aceptabilidad debe determinarse por medio de una minuciosa evaluación de sus características físicas y químicas con arreglo a las directrices del Convenio y el Protocolo de Londres. Algunos tipos de materiales dragados, como las rocas, pedregones, etc., pueden servir de material para la construcción de arrecifes artificiales siempre que cumplan los criterios anteriormente citados;
- los materiales utilizados pueden influir sobre el tipo de especies que colonizarán el arrecife, por lo que su selección también se verá afectada por factores biológicos, como el tipo de alimentación de las especies seleccionadas;
- los arrecifes expuestos en zonas de gran energía deben construirse con materiales pesados, como rocas, hormigón y acero.

1.1 Criterios generales

Función

La selección de los materiales adecuados es crucial para que el arrecife artificial cumpla sus objetivos, especialmente en los arrecifes proyectados para actuar sobre la biota, en los que la aspereza y composición de los materiales ejercen una influencia considerable. Por ejemplo, las superficies muy planas evitarán el establecimiento de organismos sobre el arrecife, ya que éstos prefieren colonizar superficies ásperas o zonas provistas de aperturas y cavidades similares a las de las rocas naturales. La existencia de organismos adheridos no resulta tan importante en los arrecifes situados en regiones profundas.

Compatibilidad ambiental y durabilidad

Los materiales empleados para construir un arrecife artificial deben minimizar los riesgos para el medio ambiente y los posibles conflictos entre usuarios. Además, deben ser compatibles con los usos a los que se destina el arrecife.

Para mantener las funciones de un arrecife artificial es absolutamente necesario que los materiales sean de larga duración y químicamente estables en el agua de mar, pues de lo contrario podrían deteriorarse rápidamente. Si el objetivo es utilizar materiales que no se utilizan a menudo en obras o instalaciones marítimas, su nivel de resistencia y deterioro deben analizarse antes de su colocación. Los materiales de los arrecifes artificiales no deben presentar una alta velocidad de descomposición química en el medio marino, lo que podría liberar productos tóxicos que alterasen la calidad biológica del ecosistema y la calidad fisicoquímica del agua y los sedimentos. Además, deben ser resistentes a los efectos del tiempo y a los posibles efectos de las actividades de anclaje y pesca.

Estabilidad

Los materiales empleados en el proyecto de un arrecife artificial deben tener la estabilidad suficiente para soportar el impacto de las olas y las corrientes mareales, de manera que no sean derribados, arrastrados o fracturados. De lo contrario, representarían un peligro para los ecosistemas de los alrededores y para otros usuarios del mar (pesca, navegación, playas, etc.).

Las estructuras situadas cerca de la superficie que podrían verse afectadas por los efectos de las olas deben tener una estructura abierta y ser objeto de pruebas hidrodinámicas antes de su colocación.

1.2 Tipos de materiales

Como ya se ha indicado, los arrecifes artificiales pueden construirse con materiales naturales, reciclados o prefabricados. Los arrecifes prefabricados presentan la ventaja de que pueden construirse con las características deseadas. Pueden construirse con diversos materiales, aunque generalmente se usa el hormigón, ya que este material no se degrada fácilmente, puede moldearse, es estable y su textura es similar a la de los arrecifes naturales. Otras opciones son los materiales cerámicos y una matriz de PVC y hormigón.

Los arrecifes prefabricados pueden hacerse igualmente de materiales que incluyan desechos. Por ejemplo, se pueden combinar cenizas de carbón o de incineradores con cemento para crear módulos para arrecifes. Sin embargo, si se piensa utilizar estos materiales, éstos deben evaluarse por medio de directrices genéricas o de las “Directrices específicas para la evaluación de materiales geológicos inorgánicos inertes” elaboradas por el Convenio de Londres, según convenga (véase el anexo 6).

Una de las ventajas de los materiales reciclados es su gran abundancia. Se han utilizado muchos materiales “de segunda mano” para este tipo de proyectos, incluidos embarcaciones y vehículos, así como plataformas petroleras, escombros de construcción, productos de desecho de hormigón, neumáticos y cenizas y lodos estabilizados con cemento. En ocasiones, la creación de un arrecife artificial con este tipo de materiales se considera un método para volver a utilizar dichos materiales con fines productivos, en lugar de llevarlos simplemente a vertederos. Sin embargo, numerosos estudios indican que algunos materiales “de segunda mano” no son adecuados para este fin, por ejemplo, la madera, la fibra de vidrio, el plástico, los neumáticos, las carrocerías de vehículos ligeros, los barcos y las molduras de fibra de vidrio, y los aparatos domésticos ligeros de metal (por ejemplo, refrigeradores y lavadoras), que a menudo causan problemas. Además, el vertimiento de muchos de ellos está prohibido por el Convenio de Londres, por lo que no se suelen recomendar para la construcción de arrecifes artificiales.

Las estructuras usadas que se emplean más a menudo para la construcción de arrecifes artificiales son las embarcaciones y las plataformas. En estos casos, la embarcación o plataforma debe limpiarse antes de su colocación. Las Directrices específicas para la evaluación de embarcaciones y para la evaluación de plataformas u otras construcciones en el mar del Convenio y el Protocolo de Londres pueden servir de punto de partida para este proceso. Sin embargo, es posible que haya que considerar medidas adicionales para la preparación, limpieza y descontaminación de las embarcaciones y plataformas que se coloquen como arrecifes artificiales, para tener en cuenta la sensibilidad de los hábitats situados cerca de la costa (véase el anexo 5).

Pueden utilizarse rocas naturales cuando lo que se pretende es establecer un sustrato rocoso sobre el fondo marino para el establecimiento de determinadas especies. Sin embargo, algunas rocas pueden contener elevados porcentajes de metales pesados, que podrían ser liberados en el mar mediante lixiviación, por lo que deben ser evaluadas por medio de las Directrices específicas para la evaluación de desechos del Convenio de Londres que figuran en el anexo 6. Además, es posible que no estén disponibles en la localidad, lo que implicaría otros efectos sobre el medio ambiente debido a su transporte.

Por lo que se refiere al coste, si bien los arrecifes prefabricados tienen un coste de construcción bastante elevado, éstos pueden compensarse con el coste de preparación y/o adaptación de los materiales reciclados, como la limpieza extremadamente compleja que requieren las embarcaciones y plataformas. Además, en vista de los riesgos de contaminación, es posible que sea necesaria una vigilancia más amplia del arrecife.

La vigilancia de la que han sido objeto diversos arrecifes artificiales en los últimos años ha generado una cantidad importante de información sobre las ventajas e inconvenientes de una serie de materiales utilizados en su construcción. Estas ventajas e inconvenientes se resumen a continuación:

Hormigón

- Ventajas
 - Los materiales de hormigón son compatibles con el medio marino.
 - El hormigón tiene una larga duración, es estable y abundante.
 - El hormigón puede adoptar fácilmente cualquier forma para elaborar unidades prefabricadas.
 - Los módulos de hormigón pueden ofrecer superficies y hábitats adecuados para el establecimiento y crecimiento de organismos, lo que a su vez brinda un sustrato, alimento y lugares de refugio para otros invertebrados y peces.
- Desventajas
 - Uno de los principales inconvenientes de utilizar hormigón para fabricar arrecifes es su peso, que requiere el empleo de equipo pesado para manipularlo, lo cual aumenta los costes de transporte terrestre y marítimo.
 - La instalación de grandes bloques o unidades prefabricadas de hormigón requiere el uso de equipo marino pesado, lo que no sólo resulta costoso, sino también peligroso.
 - El peso del hormigón aumenta las posibilidades de que se hunda en los sedimentos marinos.
 - La elevada huella de carbono que se deriva de la fabricación de cemento y la necesidad de agregados.

Madera

- Ventajas
 - Este material abunda en cualquier zona.
 - La madera infestada, por ejemplo, de tiñuelas (moluscos bivalvos que perforan la madera) presenta una red de túneles, lo que aumenta la complejidad del arrecife y ofrece lugares de refugio.
 - La compleja estructura que presentan los arrecifes de madera en deterioro también es fuente de alimento y puede atraer grandes concentraciones de peces. Se ha demostrado que los arrecifes artificiales situados en aguas más profundas albergan muchas especies de organismos.

- Los tocones de raíces de los cocoteros (que se utilizan en Kerala, en la India) son pesados (no flotan) y ofrecen un hábitat complejo ideal para los peces jóvenes.
- Desventajas
 - La madera tiene generalmente una vida corta en los medios marinos y los microorganismos y organismos perforadores la descomponen rápidamente. El deterioro de la estructura del arrecife puede hacer que algunas de sus partes se rompan y floten hacia zonas fuera del arrecife, interfiriendo con otros usos lícitos del mar (navegación, uso de la playa por los bañistas, etc.).
 - La madera es un material muy ligero y debe anclarse para mantener su estabilidad.
 - La madera procesada que se usa normalmente en construcción suele tratarse para evitar que se pudra, por lo que puede estar contaminada con compuestos tóxicos para los organismos marinos.

Rocas

- Ventajas
 - El cuarzo está compuesto de dióxido de silicio (piedra caliza –carbonato de calcio), uno de los principales componentes de numerosos arrecifes naturales, y es totalmente compatible con el medio ambiente.
 - La piedra de cantera es un material muy denso, estable y durable que presenta pocas probabilidades de abandonar la ubicación del arrecife.
 - La piedra de cantera atrae a los peces y presenta una buena superficie para los organismos bentónicos.
 - Diferentes tamaños de rocas pueden albergar distintas especies y edades.
- Desventajas
 - El coste de transportar y colocar el arrecife artificial resulta elevado y requiere el empleo de equipo pesado.
 - Algunas rocas pueden contener altos niveles de metales pesados que pueden liberarse en el mar mediante lixiviación.

Electrodeposición

Esta tecnología utiliza electrólisis para depositar un material compuesto a base de calcio sobre una superficie artificial, produciendo así un marco formado principalmente por carbonato de calcio, que es parecido a la piedra caliza de los arrecifes. Se encuentra aún en fase experimental y existen muy pocas pruebas de su viabilidad. También implica un coste inicial muy elevado.

Las ventajas y desventajas indicadas por sus promotores (Biorock) son las siguientes:

- Ventajas
 - Tiene muy pocos efectos sobre el medio ambiente.
 - La instalación no requiere maquinaria pesada de elevación.
 - Su versatilidad permite crear estructuras submarinas de cualquier tamaño y forma.
 - Las estructuras se sueldan rápidamente al arrecife natural, integrándose a él.
 - El campo eléctrico puede atraer fauna marina y fomentar el crecimiento de corales y zosteras.
 - Permite crear arrecifes de coral de tamaño considerable en periodos relativamente cortos (un año).
- Desventajas
 - Su coste puede ser muy elevado en algunos lugares.
 - La necesidad de suministro eléctrico puede descartar ciertos lugares.
 - Esta técnica no está totalmente desarrollada y es poco estable.

Buques y embarcaciones fuera de uso

- Ventajas
 - Existen numerosos restos de naufragios accidentales en el fondo del mar, por lo que su valor como arrecifes y sus posibles efectos pueden determinarse con relativa facilidad.
 - Las embarcaciones ofrecen zonas interesantes para el submarinismo recreativo o técnico. También suelen utilizarse como lugares para la pesca recreativa y pueden tener repercusiones muy positivas para la economía de la zona.
 - El empleo de barcos abandonados con grandes cascos de acero como arrecifes naturales puede resultar más económico que su desguace.
 - Debido a su elevado perfil vertical, las embarcaciones pueden atraer especies de peces pelágicos y demersales. Las superficies verticales interrumpen las corrientes y fomentan el crecimiento de especies sésiles que se alimentan por filtración.
 - Las embarcaciones pueden reducir la presión sobre otros arrecifes naturales y artificiales de la zona, incluso los daños físicos que causan, por ejemplo, las anclas de los barcos.
 - Su uso está regulado por normas internacionales, y existe una amplia documentación sobre el uso de embarcaciones fuera de uso como arrecifes artificiales.
- Desventajas
 - La vida útil de las embarcaciones utilizadas para construir arrecifes artificiales puede verse afectada por la limpieza previa y otras operaciones, así como por el uso de explosivos para hundirlas.
 - Resulta difícil garantizar la estabilidad de la embarcación, especialmente en condiciones meteorológicas extremas, ya que intervienen diversos factores, como la profundidad, la extensión de la superficie de la embarcación expuesta a la energía de las olas, la orientación de la embarcación, la altura de las olas, las fuerzas de fricción, el peso de la embarcación, el perfil vertical y las corrientes que generan las tormentas.
 - Si la embarcación resulta dañada por las tormentas, la pérdida de integridad de la estructura puede incrementar los riesgos para los submarinistas (desorientación o lesiones provocadas por bordes afilados).
 - Las embarcaciones pueden contener una serie de agentes contaminantes, como PCB, materiales radiactivos, hidrocarburos y metales pesados, cuya eliminación resulta difícil y costosa. El coste aumenta con el tamaño del barco, el número de compartimentos y espacios y la complejidad de la estructura en general.
 - Normalmente los barcos ofrecen una superficie y/u oportunidades proporcionalmente menores para dar refugio a especies demersales e invertebradas que otros materiales de volumen similar.
 - El uso de embarcaciones como arrecifes artificiales puede provocar conflictos entre pescadores y submarinistas.
 - La corrosión de la superficie del casco de acero puede provocar pérdidas periódicas de organismos colonizadores.
 - En comparación con los módulos de los arrecifes artificiales de menor tamaño, resulta difícil y costoso mover la embarcación una vez hundida, en caso de que no se haya colocado correctamente, o bien retirarla en caso necesario.
 - El elevado perfil vertical de las embarcaciones hace que sean más propensas a moverse y/o a sufrir deterioros estructurales debido a las corrientes y olas que se generan en condiciones meteorológicas extremas.
 - Las embarcaciones, sobre todo las muy deterioradas, presentan un alto riesgo de hundirse accidentalmente durante su remolque (ya sea para su limpieza o anclaje).
 - Las embarcaciones tienen un alto valor como fuente alternativa de reciclaje de acero.
 - El uso de explosivos para hundir las embarcaciones (en particular cuando se necesitan grandes cantidades) puede provocar daños estructurales, lanzar desechos, causar problemas atmosféricos y plantear un riesgo para la vida marina. (A menudo, el empleo excesivo de explosivos se hace

más por motivos de publicidad que de necesidad. Abrir una compuerta bajo la línea de flotación puede hundir un buque).

Plataformas marinas fuera de uso

- **Ventajas**
 - Las estructuras residuales de plataformas marinas se pueden utilizar para aumentar la colonización en zonas con baja diversidad de organismos marinos, ya que pueden atraer especies de peces y otras especies de importancia económica.
 - En vista de la cantidad de flora y fauna que atraen, también pueden utilizarse como lugares de turismo subacuático y pesca recreativa.
 - La creación de arrecifes artificiales con estas estructuras ofrece alternativas para los submarinistas que pueden reducir la presión que sufren otros lugares de la costa, con los correspondientes efectos positivos sobre la economía de la zona.
 - Los componentes de acero de las plataformas son estables en el fondo marino y poseen una larga duración, lo cual asegura su estabilidad en condiciones meteorológicas extremas.
 - El uso de estructuras fijadas al fondo marino (generalmente de metal) como arrecifes artificiales puede resultar más económica que su desguace y retirada.
 - Dependiendo de la actividad realizada en la plataforma, los materiales pueden estar más limpios y presentar menos problemas de seguridad y manipulación que los presentes en embarcaciones, además de cumplir los mismos objetivos recreativos a un menor coste.
 - Debido a su elevado perfil vertical, las plataformas pueden atraer especies de peces pelágicos y demersales. Las superficies verticales interrumpen las corrientes y fomentan el crecimiento de especies sésiles que se alimentan por filtración.
- **Desventajas**
 - Su traslado no está permitido en algunas zonas, pero se incentiva en otras, como por ejemplo, en Louisiana (Estados Unidos).
 - Las plataformas pueden contener sustancias contaminantes, como hidrocarburos y metales pesados. El coste de su limpieza es proporcional al tamaño y complejidad de la estructura.
 - La Convención de las Naciones Unidas sobre el Derecho del Mar, 1982 (que entró en vigor en 1994), así como las Directrices y normas para la remoción de instalaciones y estructuras emplazadas mar adentro en la plataforma continental y en la zona económica exclusiva de la OMI, adoptadas en 1989 por la Resolución A.672(16), reiteran la obligación de desmantelar dichas instalaciones situadas mar adentro.
 - En el ámbito del Convenio de Barcelona, el Protocolo para la protección del mar Mediterráneo contra la contaminación resultante de la exploración y explotación de la plataforma continental, del fondo del mar y de su subsuelo, adoptado en 1994, contempla que “la autoridad competente exigirá al operador que retire cualquier instalación abandonada”.
 - La Decisión 98/3 de la Comisión OSPAR establece “la prohibición general de sumergir o dejar en su lugar, total o parcialmente, instalaciones marítimas en desuso en la zona marítima”.
 - El empleo de explosivos para hundir estructuras, como plataformas situadas mar adentro, provoca problemas de contaminación atmosférica que pueden acarrear un alto riesgo a la vida marina de las inmediaciones.

2 PROYECTO

Por lo general, la finalidad de los arrecifes construidos intencionalmente es mejorar la productividad biológica de la zona en que se sitúa el arrecife o bien proteger los recursos o hábitats marinos.

2.1 Arrecifes de producción

Si el arrecife tiene por finalidad promover la productividad –con fines de conservación o pesca–, el proyecto y los materiales deben:

- incluir dimensiones y formas que puedan “atraer” vida vegetal y animal, fomentando así la llegada y establecimiento a corto plazo de algas, peces, moluscos, corales, etc., en la superficie y sus alrededores.
- tener suficiente resistencia para resistir las presiones físicas del medio marino y no fracturarse, provocando graves problemas de interferencia en una amplia zona del fondo marino;
- permitir que el arrecife alcance sus objetivos con la mínima ocupación de espacio e interferencia con los ecosistemas marinos;
- permitir la retirada del arrecife, en caso necesario.

Los arrecifes de producción utilizan una amplia variedad de materiales y proyectos estructurales, siendo las más comunes los módulos denominados celulares o alveolares. Su principal característica es la presencia de células o pequeñas cavidades o nichos (alvéolos) destinados a alojar diferentes especies. Éstos a menudo son de hormigón, pero pueden estar formados por un montón de bloques o rocas dispuestos al azar (que sirven muy bien de refugio para cangrejos y langostas) o celosías de acero (usadas de preferencia para atraer peces).

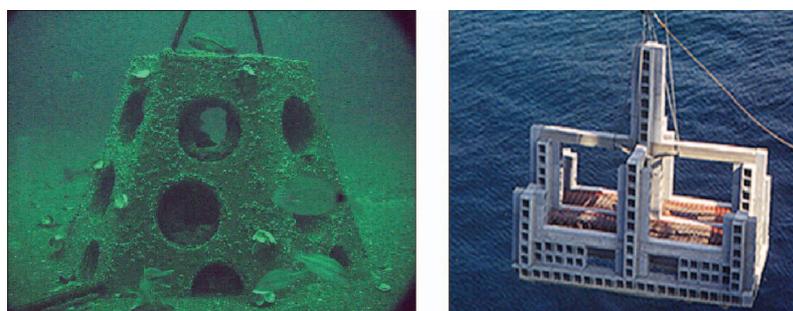


Figura 2.1 Estructuras de hormigón con aberturas de células

(Fuente: izquierda: Robert Martore, Departamento de recursos naturales de Carolina del Sur; derecha: J. Goutayer, España)

El número y tamaño de las cavidades, al igual que la forma de los módulos (altura, perfil, relación entre superficie y volumen, etc.) tienen un importante efecto sobre la diversidad y la abundancia de los organismos que atraerá el arrecife. En términos generales, cuanto más compleja sea la estructura, mayor será la diversidad de las especies que utilizarán el arrecife como sustrato de establecimiento, refugio y zona de alimentación y de reproducción. El tamaño total del arrecife también es una cuestión importante, y el volumen de material mínimo debe ser de 25 000 m³ y la superficie mínima de fondo marino debe ser de varios kilómetros cuadrados, si se desean crear ecosistemas capaces de sustentarse a sí mismos.

Configuración, formas y tamaño de los arrecifes artificiales

Numerosos estudios han demostrado que cada especie muestra una clara preferencia por determinados proyectos. Las características de las unidades (bloques o módulos), las dimensiones, tamaño, peso, heterogeneidad espacial, grupo básico de unidades, disposición y distancia entre bloques son factores del proyecto que deben tomarse en consideración en cada caso en función de los objetivos y las especies seleccionadas.

Si la intención es crear un ecosistema con una amplia diversidad de organismos, las estructuras deben ser tan complejas como sea posible, ya que existe una relación directa entre complejidad y diversidad. Dependiendo de su forma, tamaño y dimensiones, un arrecife artificial puede ser visualmente atractivo y servir de referencia espacial para determinadas especies.

Los arrecifes artificiales destinados a incrementar la pesca pueden resultar muy eficientes para aumentar la supervivencia de las especies al mejorar sus tasas de crecimiento y reproducción. Esta mejora influye directamente sobre la biomasa y biodiversidad del ecosistema y los recursos pesqueros.

El perfil del arrecife también influye sobre las especies y la biomasa. Para los arrecifes cuya finalidad es ofrecer un hábitat para especies demersales, el perfil debe ser bajo. Sin embargo, cuando se pretende crear un hábitat para muchas especies diferentes se requerirá una combinación de arrecifes altos y bajos.

La diversidad y biomasa de las comunidades de un arrecife artificial se ven igualmente influenciadas por la distribución y el número de módulos. Un arrecife dividido en secciones (en lugar de que sus módulos estén concentrados juntos) puede atraer a una mayor cantidad de especies e individuos, y también puede ofrecer diferentes zonas para usos simultáneos, como el submarinismo y la pesca.

Intersticios

La cantidad y carácter de los intersticios determinará igualmente el carácter y diversidad de los organismos que se establecerán en el arrecife.

Las cavidades deben proyectarse especialmente para las especies seleccionadas. Por lo general, los peces prefieren las cavidades con numerosas aperturas para poder escapar de sus depredadores. Asimismo, prefieren las cavidades con luz. Además, los peces que viven en arrecifes prefieren aperturas proporcionadas a su tamaño, de modo que un arrecife debe incluir aperturas para diversos tamaños a fin de permitir que sobrevivan los peces tanto adultos como jóvenes.

La estructura del arrecife debe presentar igualmente aperturas y cavidades suficientes para permitir que el agua circule a través de ellas, evitando así que el agua se estanque en algunas zonas y vaya en detrimento de la productividad.

Superficie total

La superficie total disponible es más importante que su tamaño total para determinar la biomasa del arrecife. Cuanto mayor sea la superficie disponible para el establecimiento de algas e invertebrados, mayor será la existencia de alimentos para otros niveles de la comunidad del arrecife y, por ende, la capacidad de producción de biomasa.

Sin embargo, en algunos casos, la superficie total no es proporcional al volumen de establecimiento. Las algas *kelp* plantadas en una posición determinada, por ejemplo, evitan el establecimiento de otras especies en las cercanías. En otras palabras, el establecimiento puede verse comprometido, por ejemplo, por la competencia entre las formas de arraigamiento de las algas.

Por regla general, el proyecto del arrecife artificial debe estar destinado a lograr los objetivos con una ocupación mínima del fondo marino y la menor interferencia posible con los ecosistemas marinos.

2.2 Arrecifes altamente especializados

Actualmente, algunas empresas comerciales ofrecen en todo el mundo módulos prefabricados altamente especializados. Un ejemplo (entre muchos) es un módulo de cerámica destinado especialmente a la colonización de especies de coral. Para ello tiene un forma adecuada para el establecimiento de corales y un material (cerámica de calidad alimentaria) que evita algunos de los problemas de pH que pueden surgir si se usan mezclas normales de hormigón en arrecifes destinados a este fin.



Figura 2.2 Colocación de módulos Eco reef en un arrecife dañado y dos años después de la instalación (imagen © ecoreef.com)

2.3 Arrecifes de protección

A diferencia de los arrecifes de producción, los arrecifes de protección no están destinados a atraer o promover el establecimiento de especies marinas y, por consiguiente, suelen estar contruidos con módulos

pesados y relativamente sencillos, como bloques de hormigón de distintas formas provistos de brazos de disuasión. Normalmente se utilizan para evitar actividades pesqueras ilegales. Sin embargo, la colocación de arrecifes de disuasión debe llevarse a cabo preferiblemente en combinación con otras técnicas adecuadas para evitar la pesca ilegal de arrastre.

El proyecto de los arrecifes contra la pesca de arrastre dependerá de las características de los buques pesqueros (normalmente impulsados por motor) que pescan ilegalmente y del tipo de fondo marino. Generalmente se construyen estructuras huecas o sólidas con hormigón armado, cuya forma (cúbica, cilíndrica, mixta, etc.) depende, ante todo, de factores económicos. Estas estructuras deben ser pesadas (en torno a 8 toneladas), para que no puedan ser arrastradas por las redes de los buques pesqueros. Estos arrecifes cuentan con una serie de elementos de disuasión, que enganchan o desgarran las redes. Generalmente tienen barras o brazos unidos horizontal, vertical o diagonalmente con la estructura principal. Los elementos de disuasión más utilizados son grandes vigas de acero que atraviesan los bloques, aunque pueden emplearse otros elementos. Generalmente se colocan en una estructura cruciforme para ejercer presión en todas las direcciones.

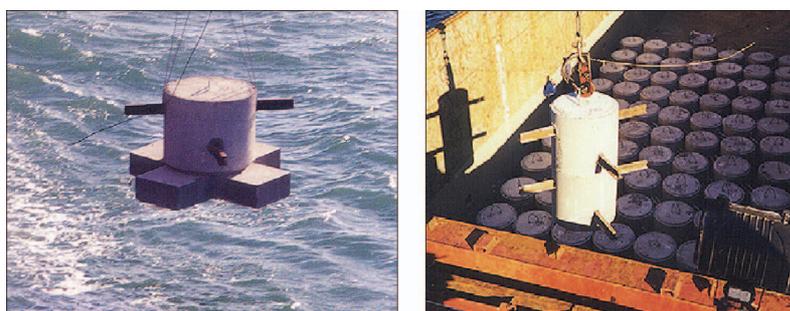


Figura 2.3 *Estructuras de hormigón con elementos de disuasión*

(Fuente: Secretaría General del Mar, España)

Otro aspecto importante del proyecto de los arrecifes artificiales es la distribución espacial de cada unidad que lo forma. A fin de evitar la pesca de arrastre en zonas protegidas, los arrecifes artificiales deben contar con varios módulos o unidades de disuasión distribuidos de tal manera que abarquen toda la zona que se desea proteger. La disposición de las unidades puede ser poligonal o en hileras, etc., siempre que se optimice la relación entre la máxima eficacia y la mayor eficiencia económica y/o ambiental.

Anexo 4

Estudios ambientales y evaluación del impacto de los arrecifes artificiales

1 ALCANCE

La finalidad del presente anexo es: i) describir los estudios recomendados para facilitar el desarrollo de un proyecto adecuado para un arrecife artificial, ii) definir el tipo de información que debe tenerse en cuenta durante la evaluación de los efectos que pueden tener los proyectos de arrecifes artificiales sobre el medio ambiente, y iii) describir brevemente el proceso de dicha evaluación a la hora de determinar si un proyecto de arrecife artificial cumple los objetivos establecidos (véase la sección 1.3 de las “Directrices OMI/PNUMA relativas a la colocación de arrecifes artificiales”) y para que los responsables determinen la continuidad del proyecto.

2 ESTUDIOS AMBIENTALES SOBRE LA SITUACIÓN INICIAL

Una parte importante del proceso de planificación de arrecifes artificiales es el proyecto, que incluye la selección de los materiales, dimensiones y tamaño total. Éstos dependerán de varios factores, como los objetivos del arrecife, las especies seleccionadas, en su caso, y las **condiciones ambientales** del lugar o lugares propuestos, tanto el medio físico como el contexto social de su lugar de ubicación.

Conocer estas condiciones ambientales es igualmente esencial para evaluar los posibles efectos del arrecife artificial propuesto. Por ello, en esta sección se describen los estudios más generales que son importantes para los proyectos de arrecifes artificiales, mientras que otras secciones posteriores se ocupan de temas más concretos de los procesos del proyecto y la evaluación del impacto, respectivamente.

Además, es necesario valorar el contenido de los estudios ambientales y de la evaluación de impacto de los arrecifes artificiales con arreglo a la finalidad, características, etc., de cada proyecto. Además, en estas medidas es conveniente lograr los objetivos teniendo en cuenta la profundidad del contenido.

2.1 *Condiciones oceanográficas en la ubicación propuesta*

Es importante conocer bien las olas y corrientes en la ubicación propuesta para el arrecife con el fin de que: i) el arrecife artificial pueda proyectarse para resistir las fuerzas que generan las olas y corrientes sin que se desplace o vuelque, y ii) que puedan preverse los posibles cambios en la hidrodinámica de la zona, y los procesos conexos como el transporte de sedimentos.

2.2 *Dinámica, características y calidad de los sedimentos*

El movimiento de los sedimentos en las zonas cercanas a la costa está sometido a la influencia de las olas y las corrientes, e incluye el transporte a lo largo de la costa, así como los movimientos en la costa y en mar abierto. Este movimiento puede tener carácter estacional y variar en función de las pautas meteorológicas. El conocimiento de la dinámica de los sedimentos es importante para seleccionar el lugar de emplazamiento del arrecife artificial a fin de: i) que el arrecife no acabe cubierto o enterrado por los sedimentos tras un cierto tiempo y ii) que el arrecife no interfiera con las pautas naturales de transporte de sedimentos, ya que si lo hace puede modificar las zonas de erosión y deposición en lugares cercanos.

Los sedimentos –especialmente los sedimentos de grano fino con alto contenido de materiales orgánicos– pueden actuar como sumideros de contaminantes, como metales pesados y PCB. Estas sustancias pueden

liberarse en la columna de agua si se remueven los sedimentos, por ejemplo, durante la colocación de un arrecife artificial. Además, el tipo y profundidad de los sedimentos puede influir sobre la capacidad del fondo marino para sostener un arrecife artificial. Por ello es importante tener una idea clara de la composición física y química de los sedimentos en el lugar propuesto, incluso de los niveles de contaminantes, para determinar si es adecuado para un arrecife.

2.3 Geomorfología

Las características del fondo marino en la ubicación propuesta para un arrecife artificial son importantes para determinar si éste puede sostener el peso del arrecife y, por consiguiente, garantizar su estabilidad. Se sabe, por ejemplo, que algunos módulos de arrecife se han hundido en sedimentos lodosos. La geomorfología también es importante para determinar la naturaleza de las comunidades biológicas (especies de sustratos blandos o duros), ya que los cambios en el fondo marino provocados por la colocación de un arrecife pueden tener consecuencias para estas comunidades.

2.4 Estado de la calidad del agua

Las características del agua de mar en torno al lugar propuesto para un arrecife artificial resultan críticas para determinar las probabilidades de que el arrecife cumpla sus objetivos, sobre todo cuando éstos son de índole biológica. Los estudios sobre la situación inicial deben valorar variables como la temperatura, la salinidad, la turbidez y las concentraciones de materia suspendidas, el oxígeno disuelto y los nutrientes inorgánicos. Asimismo, los estudios deben abarcar los contaminantes cuando exista una posible fuente de ellos en las cercanías. Por ejemplo, deben medirse los indicadores de contaminación fecal si el sitio propuesto para un arrecife de submarinismo se encuentra cerca de un vertido municipal o una gran salida de aguas pluviales, ya que ello puede tener repercusiones para la salud, tanto de los seres humanos como de los organismos marinos que visiten el arrecife.

También es importante saber si los materiales del arrecife pueden contribuir a la contaminación en las condiciones de calidad del agua existentes en el lugar propuesto.

2.5 Comunidades biológicas

Los arrecifes artificiales tienen por finalidad promover o proteger a comunidades biológicas. Por ello es importante conocer bien la biología y ecología del lugar propuesto. Los estudios deben determinar, entre otras cosas, si en la zona existen especies o hábitats amenazados, sensibles o únicos, la comitiva de las comunidades existentes y las necesidades de su hábitat, así como las necesidades de alimentación y de otro tipo de las especies seleccionadas. Si se prevé un arrecife de protección, es necesario determinar minuciosamente las fronteras de la comunidad y comunidades que se desean proteger.

Un claro conocimiento de las comunidades biológicas que puedan resultar afectadas antes de la instalación del arrecife facilita igualmente la evaluación de los efectos tras la instalación.

2.6 Geografía de la zona

Todos los arrecifes construidos pueden tener cierto efecto sobre la zona circundante, incluso en el componente de la zona costera adyacente situado tierra adentro. Los arrecifes recreativos o educativos, por ejemplo, aumentan la demanda de instalaciones costeras para recibir a un mayor número de submarinistas. La presencia de un arrecife puede modificar igualmente la apariencia visual de la zona, tanto del paisaje como bajo el agua, así como los valores originales de la zona.

2.7 Estado socioeconómico

La introducción de un arrecife artificial en una zona puede tener consecuencias negativas para los recursos marinos vivos y las actividades socioeconómicas ya existentes y potenciales basadas en la explotación de estos recursos. Por ejemplo, un arrecife con fines recreativos puede aumentar el volumen de la navegación recreativa en la zona y, por ende, los vertidos de petróleo. Por otro lado puede aumentar los ingresos de las

actividades comerciales relacionadas con el turismo. Por ello es necesario conocer bien el valor económico –y la sostenibilidad– de dichas actividades en relación con las que se prevé que se deriven de la presencia del arrecife.

Los estudios sobre los beneficios económicos también deben incluir un análisis de los recursos no vivos, otros deportes náuticos, infraestructuras marinas, etc.

2.8 Patrimonio cultural

Los proyectos de arrecifes artificiales no deben tener repercusiones para los sitios de importancia histórica o los yacimientos arqueológicos. Por ello es necesario conseguir o elaborar un catálogo de estos sitios antes de adoptar decisiones sobre la ubicación del arrecife artificial.

3 ESTUDIOS ESPECÍFICOS PARA EL PROYECTO DEL ARRECIFE ARTIFICIAL

El proyecto definitivo seleccionado para un arrecife artificial en una ubicación concreta debe permitir que el arrecife sea:

- viable;
- funcional;
- ambientalmente racional; y
- duradero y estable.

También debe tener en cuenta la posibilidad de su retirada, en caso de que resulte necesaria.

Por lo tanto, el proyecto de un arrecife requiere una cantidad considerable de información y pueden ser necesarios algunos estudios específicos al tipo del arrecife y/o a la ubicación, aparte de los descritos en la sección 2. A continuación se presentan algunos ejemplos de estos estudios.

3.1 Estudio sobre la estabilidad del arrecife respecto a los efectos de las olas y mareas

En tanto que el estudio sobre los antecedentes ambientales presentará una descripción de las olas y corrientes en el lugar propuesto, este estudio debe evaluar las opciones de proyecto en relación con las fuerzas de las olas y las corrientes mareales con el fin de evitar que la estructura del arrecife se desplace o fracture. El estudio debe incluir modelos de las estructuras y materiales propuestos.

3.2 Estudios para el proyecto y la ubicación de arrecifes de protección

Los arrecifes de protección están destinados a servir de elementos disuasivos contra la pesca de arrastre y otras actividades destructivas, para proteger recursos o hábitats de alto valor ecológico. La colocación de arrecifes disuasivos de protección debe ponderarse detenidamente respecto a otras técnicas para evitar aparejos de pesca de fondo ilegales. Para ser eficaces, tanto el proyecto como la ubicación de los arrecifes deben seleccionarse con sumo cuidado. A fin de garantizar la correcta colocación de los arrecifes, es necesario cartografiar correctamente los ecosistemas que se desean proteger, las actividades de la flota que utiliza redes de arrastre y otros aparejos de fondo (zonas de pesca de arrastre, longitud y posición de las redes, etc.) y otras actividades pertinentes.

Por lo que respecta al proyecto de arrecifes contra redes de arrastre, la forma, tamaño y distribución de los elementos estructurales que forman el arrecife debe basarse en factores como la potencia máxima de los buques de arrastre que operan en la zona, la extensión máxima de las redes de arrastre y la maniobrabilidad de las flotas de estos buques. A fin de garantizar su eficacia, el proyecto debe superar la capacidad de resistencia indicada en el modelo.

3.3 Factores biológicos y proyecto de los arrecifes para mejorar la pesca

El establecimiento o atracción de determinadas especies a un arrecife artificial dependerá en gran medida del tamaño, disposición, forma, ubicación y estructura de sus elementos. Por ello, para calcular los parámetros del proyecto es importante contar con información sobre variables como el comportamiento,

estado de la población de las especies seleccionadas en la zona y las características ecológicas que determinan su hábitat. Si el objetivo consiste en atraer a una serie de especies de arrecife, el proyecto de los arrecifes debe tener elementos múltiples.

Las variables importantes que deben tomarse en cuenta a la hora de proyectar estos arrecifes son:

- La profundidad del hábitat natural de las especies seleccionadas;
- La presencia de las especies, sus alevines o huevos en la zona;
- La población existente y su dinámica;
- Las características de las zonas utilizadas para refugiarse de los depredadores, así como para el apareo y la reproducción;
- La competencia entre especies;
- El comportamiento territorial o gregario (un mayor número de cavidades de menor tamaño para las especies territoriales y lo contrario para las especies gregarias); y
- Preferencias de alimentación.

3.4 Actividades de pesca y proyecto de los arrecifes para mejorar la pesca

El conocimiento del esfuerzo pesquero actual en la zona determinará el nivel de explotación y, por ende, el valor de colocar un arrecife en una zona. También servirá para decidir el número de estructuras o el tamaño del arrecife. Por ese motivo, antes de establecer un arrecife para mejorar la pesca es importante contar con datos sobre:

- la flota;
- la ubicación y el estado del caladero;
- las principales técnicas pesqueras utilizadas;
- las estadísticas de capturas;
- las especies típicas capturadas.

3.5 Aspectos económicos de los arrecifes para submarinismo deportivo, surf y deportes acuáticos

Uno de los componentes para el éxito de estos arrecifes depende de la demanda social, por lo que es importante evaluar el volumen de las actividades existentes en la zona y su capacidad de expansión. Este cálculo debe basarse en los siguientes factores:

- el número de usuarios actuales y potenciales;
- el número de personas implicadas indirectamente, en particular a través del sector de servicios (hoteles, bares y restaurantes, servicios de mantenimiento, etc.); y
- el valor económico de estas actividades.

4 EVALUACIÓN Y DETERMINACIÓN DE LOS PROYECTOS DE ARRECIFES ARTIFICIALES

Otro elemento importante tanto del proyecto como del proceso decisorio correspondiente a un proyecto de arrecife artificial consiste en prever la importancia de los efectos que el arrecife puede tener sobre el medio ambiente durante sus fases de construcción, instalación y retirada basadas en la información inicial recopilada. En caso de que la gravedad de los efectos previstos sea elevada, se puede rechazar la solicitud de colocación del arrecife. O bien pueden reducirse los efectos modificando el proyecto o la ubicación del arrecife o utilizando otras medidas de corrección y mitigación.

En este proceso intervienen dos elementos: i) la identificación de los efectos potenciales, y ii) la evaluación de su importancia con respecto a un proyecto concreto.

4.1 Identificación de los efectos potenciales

Cada fase de un arrecife artificial –construcción, operación y posible desmantelamiento– presenta diversos efectos potenciales. A fin de garantizar que se tengan en cuenta todos ellos, el proceso de identificación debe efectuarse de forma objetiva y estructurada.

El primer paso es identificar las actividades de cada fase que podrían producir efectos; en el cuadro a continuación se citan algunos ejemplos:

FASE	Ejemplos de actividades que producen efectos
Fase de construcción	Transporte de los elementos estructurales al lugar de hundimiento Trabajos para hundir los elementos estructurales Presencia de equipos y medios utilizados en los trabajos de instalación
Fase de operación	Actividad biológica del arrecife artificial Presencia de la estructura hundida Funcionamiento del arrecife artificial
Fase de posible desmantelamiento o abandono¹	Retirada de los elementos estructurales Transporte de los elementos estructurales al lugar definitivo de evacuación Presencia de los trabajos de desmantelamiento Presencia de los restos de los elementos estructurales

El siguiente paso consiste en identificar la naturaleza o tipo de los efectos potenciales. Generalmente, éstos pueden agruparse en cuatro categorías: físico-naturales, perceptivos, socioeconómicos y culturales. Cada una de estas categorías puede tener varias subcategorías, cada una de las cuales está relacionada con una o más variables que pueden verse afectadas como consecuencia de la colocación de un arrecife artificial (véase el cuadro a continuación).

Así, por ejemplo, los efectos que un arrecife puede tener sobre el sistema físico natural durante su fase de construcción pueden afectar negativamente a la calidad del aire en el lugar de construcción. Por otra parte, las actividades de construcción pueden tener un efecto positivo sobre el sistema socioeconómico y humano, al generar oportunidades de empleo. De forma similar, el arrecife puede influir sobre el sistema perceptivo durante su proceso de instalación, al aumentar los niveles de ruido y generar vibraciones debido al uso de explosivos.

4.2 Evaluación de la importancia de los efectos previstos

Una vez que se han identificado las actividades que pueden producir efectos y descrito el carácter de éstos, su importancia puede evaluarse en función de la información ya recopilada, de acuerdo con las siguientes fases:

Descripción básica del efecto: deben identificarse las actividades que pueden producir efectos sobre cada variable y a continuación deben describirse los efectos potenciales con cierto detalle de acuerdo con las características del proyecto. Por ejemplo, la calidad del aire puede verse afectada durante la fase de construcción y la fase de desmantelamiento, pero es poco probable que lo sea durante la fase de operación. Si los módulos son de cemento, el proceso de fabricación puede liberar cantidades considerables de CO₂.

Una descripción detallada de los efectos potenciales facilita igualmente la identificación de las medidas de mitigación cuando se consideren necesarias.

Caracterización del efecto: a continuación debe procederse a realizar una caracterización adecuada de cada efecto potencial. Por ejemplo, la legislación vigente en la Unión Europea establece que es necesario

¹ Véase el anexo 8.

SISTEMA FÍSICO NATURAL	
Subsistema	Ejemplos de variables que pueden verse afectadas
Medio atmosférico	Calidad del aire
Medio costero	Morfología de la costa (dinámica costera)
	Morfología submarina (variaciones batimétricas)
	Calidad del agua
	Calidad de los sedimentos
Medio marino	Comunidades bentónicas
	Comunidades pelágicas
SISTEMA PERCEPTIVO	
Subsistema	Ejemplos de variables que pueden verse afectadas
Medio perceptivo	Paisajes costeros, marinos y submarinos
	Niveles de ruido y vibraciones
SISTEMA SOCIOECONÓMICO Y HUMANO	
Subsistema	Ejemplos de variables que pueden verse afectadas
Medio social	Empleos directos e indirectos
	Zonas recreativas y de descanso
	Actividades pesqueras (pesca tradicional)
Medio económico	Turismo
	Infraestructuras
	Lugares de hundimiento
Medio infraestructural y otros usos	Navegación
	Caladeros
SISTEMA CULTURAL	
Subsistema	Ejemplos de variables que pueden verse afectadas
Medio histórico cultural	Patrimonio histórico

tener en cuenta los efectos directos e indirectos, secundarios, acumulativos a corto, medio y largo plazo, permanentes y temporales, positivos y negativos del proyecto para caracterizar los efectos importantes probables del proyecto propuesto sobre el medio ambiente.

Importancia del efecto: posteriormente puede determinarse la importancia de cada efecto en función de los descriptores utilizados en la fase de caracterización. De este modo, los efectos persistentes, acumulativos e irreversibles son más importantes que los temporales, sencillos y reversibles. Por último, se suele asignar cada efecto a una de las siguientes categorías:

- **Efecto positivo:** efectos que mejoran el medio ambiente, por ejemplo, cuando el arrecife mejora la pesca o la biodiversidad o reduce la presión pesquera sobre zonas sensibles.
- **Efecto nulo o de baja importancia:** estos efectos, aunque pueden manifestarse, son únicamente de carácter temporal o fácilmente reversibles, por ejemplo.
- **Efecto importante:** estos efectos pueden ser inmediatos, acumulativos y persistentes, aunque pueden invertirse, sobre todo si se adoptan medidas correctivas. También pueden atenuarse con medidas de mitigación y deben estudiarse y/o controlarse con cierto detalle.

- **Efecto crítico:** estos efectos son persistentes, irreversibles y continuos, y deben estudiarse minuciosamente durante la fase de planificación del proyecto a fin de modificar éste para evitar dichos efectos. De no ser posible hacerlo, pueden provocar la cancelación del proyecto.

5 MEDIDAS CORRECTIVAS Y DE MITIGACIÓN

Las medidas adoptadas con el fin de minimizar los efectos pueden agruparse en una serie de categorías, en función del momento de su aplicación y de los efectos que pueden tener sobre la variable ambiental de que se trate. Estas categorías son:

- Medidas preventivas o de mitigación: medidas destinadas a prevenir un efecto.
- Medidas correctivas: medidas aplicadas una vez iniciado el efecto y destinadas a reducir sus consecuencias en la medida de lo posible.
- Medidas de compensación: medidas que se adoptan cuando no es posible mitigar o aplicar medidas correctivas a un efecto determinado. En lugar de ello se adoptan medidas en otras zonas a fin de compensar los daños causados.

Dentro de estas categorías, las medidas concretas adoptadas para cualquier proyecto dependerán de las características de este último. Sin embargo, las decisiones deben basarse en el principio “*más vale prevenir que curar*”, que indica que las medidas preventivas son preferibles a las correctivas.

Si bien las medidas concretas dependen del proyecto, a continuación se describen algunas opciones de carácter general:

5.1 Medidas preventivas de carácter general

- Los arrecifes no deben colocarse en zonas de alto valor ambiental y cultural.
- El momento de la instalación del arrecife debe planificarse de modo que se reduzcan los efectos sobre las comunidades biológicas y las actividades socioeconómicas. Por ejemplo, los arrecifes no deben colocarse durante la temporada de reproducción de las aves y mamíferos marinos o durante la temporada alta de turismo.
- Las embarcaciones que participen en la instalación del arrecife deben evitar atravesar zonas sensibles al dirigirse al lugar de instalación o regresar de éste.
- La maquinaria utilizada en el proyecto debe ser objeto de un adecuado mantenimiento.
- Las zonas de alto potencial arqueológico deben estudiarse antes de la colocación y un experto debe estar presente durante la colocación a fin de garantizar una respuesta inmediata en caso de que se descubran restos arqueológicos o culturales.
- Deben cumplirse estrictamente las Directrices para la preparación y limpieza de buques para su colocación en el mar para la construcción de arrecifes artificiales (véase el anexo 5).
- Los riesgos laborales deben tenerse en cuenta por medio de un Plan de prevención de riesgos laborales y un Plan de salud y seguridad.

5.2 Medidas preventivas para situaciones de riesgo o emergencia

Deben adoptarse medidas adecuadas para responder correctamente ante situaciones de riesgo o emergencia (distintas de la salud y la seguridad en el trabajo) que puedan surgir durante el proyecto, por ejemplo, derrames de petróleo.

En este anexo se identifican los tipos de información que pueden resultar útiles para los responsables a la hora de evaluar las propuestas de proyectos de arrecifes artificiales y determinar si el proyecto cumple los objetivos de un arrecife artificial. Tras valorar los estudios ambientales sobre la situación inicial, el proyecto y la evaluación del proyecto, así como las medidas de mitigación adecuadas, los responsables de la toma de decisiones deben determinar si el proyecto debe seguir adelante, si se requiere más información

para tomar una decisión o si el proyecto debe suspenderse. Debido a los numerosos factores y variables que influyen en un proyecto de arrecife artificial, las evaluaciones del proyecto y las decisiones relativas a éste deben realizarse teniendo en cuenta cada caso individual. Una vez que se ha reunido y analizado toda la información y todos los estudios es posible que se llegue a la conclusión de que una propuesta de proyecto de arrecife artificial no debe ejecutarse.

Anexo 5

Directrices específicas para la evaluación de embarcaciones y para la evaluación de plataformas u otras construcciones en el mar

DIRECTRICES ESPECÍFICAS PARA LA EVALUACIÓN DE BUQUES

1 INTRODUCCIÓN

1.1 Las Directrices para la evaluación de desechos u otras materias cuyo vertimiento podrá considerarse,¹ o “Directrices generales” en su denominación abreviada, y las Directrices específicas para la evaluación de buques a que se hace referencia en este documento, se han concebido para su utilización por las autoridades nacionales encargadas de reglamentar la evacuación de desechos en el mar y representan un mecanismo que guía a las autoridades nacionales a la hora de evaluar las solicitudes de vertimiento de conformidad con las disposiciones del Convenio de Londres de 1972 o de su Protocolo de 1996. El anexo 2 del Protocolo hace hincapié en la reducción progresiva del vertimiento de desechos en el mar. Además, reconoce que para evitar la contaminación se requiere un riguroso control de la emisión y dispersión de las sustancias contaminantes y el empleo de procedimientos científicamente fundados para seleccionar métodos apropiados de evacuación de desechos. Al aplicar las presentes directrices será necesario tener en cuenta la incertidumbre existente en relación con la evaluación del impacto sobre el medio marino, y al abordar esta incertidumbre será necesario adoptar un planteamiento preventivo. Las directrices deberían aplicarse en el entendimiento de que la aceptación del vertimiento en el mar en determinados casos no exime de la obligación de proseguir los esfuerzos para reducir la necesidad de tales operaciones.

1.2 El Protocolo de 1996 relativo al Convenio de Londres 1972 sigue un criterio según el cual se prohíbe el vertimiento de desechos y otras materias, excepto cuando se trate de los materiales expresamente enunciados en el Anexo I, y en el contexto de dicho Protocolo, estas Directrices se aplicarían a los materiales indicados en dicho anexo. El Convenio de Londres 1972 prohíbe el vertimiento de ciertos desechos y otras materias que se indican en el mismo, y en el contexto de dicho Convenio, estas Directrices se ajustan a las prescripciones de sus anexos respecto de los desechos cuyo vertimiento en el mar no está prohibido. Cuando se apliquen estas Directrices de conformidad con el Convenio de Londres 1972, no deben considerarse como un medio para volver a examinar el vertimiento de desechos u otras materias, en contravención del Anexo I del Convenio de Londres 1972.

1.3 El esquema que se muestra en la figura 1 ofrece una clara indicación de las etapas de la aplicación de las Directrices en las que deberían adoptarse decisiones importantes, si bien no se ha concebido como un “árbol de decisiones” convencional. En general, las autoridades nacionales deberían aplicar el esquema de manera iterativa, cerciorándose de que se han seguido todas las pautas antes de tomar la decisión de expedir un permiso. La figura 1 ilustra la relación que existe entre los componentes funcionales del anexo 2 del Protocolo de 1996 y contiene los siguientes elementos:

- .1 Fiscalización de la producción de desechos (capítulo 2);

¹ La decimonovena Reunión consultiva de las Partes Contratantes del Convenio de Londres 1972 aprobó estas Directrices en 1997.

- .2 Buques: opciones de gestión de desechos (capítulo 3);
- .3 Caracterización de los desechos: características químicas y físicas (capítulo 4);
- .4 Hundimiento en el mar: las mejores prácticas ecológicas (capítulo 5) – (Lista de criterios de actuación);
- .5 Determinación y caracterización del lugar del vertimiento (capítulo 6) (elección del vertedero);
- .6 Determinación de los impactos potenciales y preparación de la(s) hipótesis de impacto (capítulo 7) (Evaluación de los efectos potenciales);
- .7 Expedición del permiso (capítulo 9) (El permiso y sus condiciones);
- .8 Ejecución del proyecto y verificación de su cumplimiento (capítulo 8) (Vigilancia);
- .9 Vigilancia y evaluación en el terreno (capítulo 8) (Vigilancia).

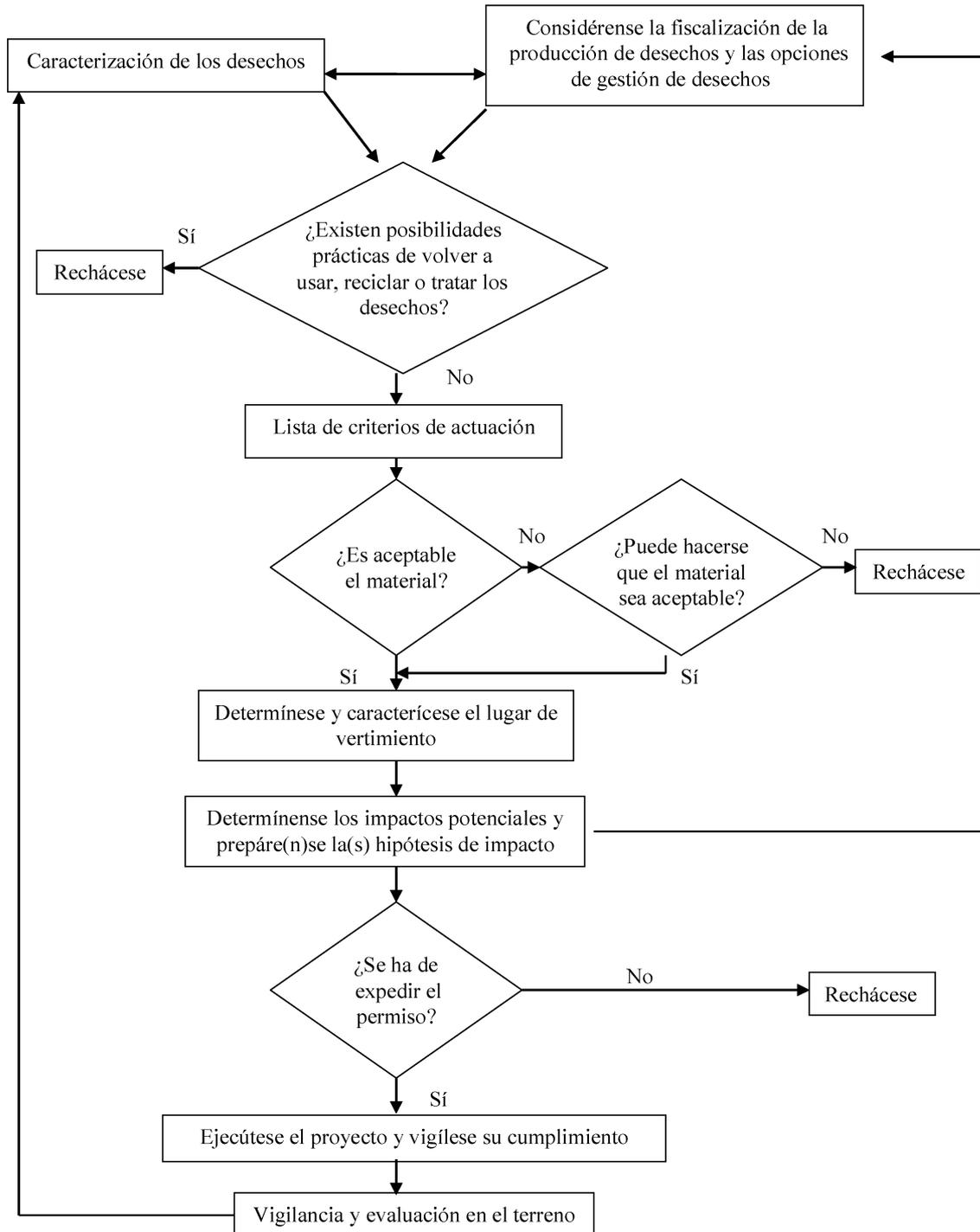


Figura 1

1.4 Estas Directrices² se refieren a los “buques en el mar” mencionados en el punto 11 d) del Anexo 1 del Convenio de Londres 1972 y en el punto 1.4 del Anexo I del Protocolo de 1996. Seguir las Directrices específicas que figuran a continuación no supone aplicar un régimen ni más ni menos restrictivo que el de las Directrices generales de 1997. A los efectos de estas Directrices, por “buques” se entiende los vehículos que se mueven por el agua o por el aire, de cualquier tipo que sean. Esto incluye los sumergibles, los vehículos que se desplazan sobre un colchón de aire y los vehículos flotantes, sean o no autopropulsados. La evaluación de las plataformas u otras construcciones en el mar se trata aparte en otras directrices específicas.

1.5 En estas Directrices se indican los factores que habrá que tener en cuenta al considerar la posibilidad de hundir buques en el mar, haciéndose particular hincapié en la necesidad de evaluar opciones distintas del hundimiento en el mar antes de determinar que ésta es la opción preferible.

1.6 Existen numerosos tipos de buques cuyo hundimiento en el mar podría considerarse. Las autoridades que expidan los permisos determinarán el tamaño mínimo de los buques a los que se apliquen las presentes orientaciones.

2 FISCALIZACIÓN DE LA PRODUCCIÓN DE DESECHOS

2.1 Las etapas iniciales de la evaluación de alternativas al vertimiento debería incluir, según proceda, una evaluación del tipo, cantidad y peligro relativo de los desechos producidos (véase también el capítulo 4 *infra*).

2.2 En términos generales, cuando la fiscalización exigida ponga de manifiesto que existen posibilidades de evitar en la fuente la producción de desechos, el solicitante debería formular e implantar una estrategia para evitar la producción de desechos (en colaboración con los organismos locales y nacionales competentes) que incluya determinados objetivos de reducción de desechos y fiscalizaciones ulteriores para garantizar que se van logrando dichos objetivos. Las decisiones relativas a la expedición o la renovación de los permisos deberían estar sujetas al cumplimiento de dicho requisito. (*Nota: este párrafo no es directamente aplicable al hundimiento de buques. Sin embargo, es importante reconocer la obligación de adoptar medidas para prevenir la producción de desechos y reducir, por ende, la necesidad de su evacuación en el mar.*)

3 BUQUES: EXAMEN DE LAS OPCIONES DE GESTIÓN DE DESECHOS

3.1 Existen varias opciones para los buques que ya no se necesitan: éstas van desde la reutilización de los mismos o de sus partes, pasando por el reciclado o desguace, hasta su evacuación en tierra o su hundimiento en el mar. Se efectuará una evaluación detallada de las alternativas, incluido un análisis de los aspectos de ingeniería y seguridad, y de los aspectos económicos y ambientales, como se indica a continuación:

- .1 reutilización del buque, o de las partes que se hayan retirado del mismo (por ejemplo, generadores, máquinas, bombas, grúas y mobiliario);
- .2 reciclaje (tal como su utilización para chatarra –por ejemplo, metales férreos y no férreos–, chatarra de aluminio, cobre y níquel), dando por sentado que el desguace se lleva a cabo en condiciones controladas, en un puerto y muelle donde el desmantelamiento, la recogida y la evacuación de los componentes potencialmente peligrosos, tales como hidrocarburos, fangos y otros materiales, pueden gestionarse de modo racional desde el punto de vista ambiental;
- .3 destrucción de los componentes peligrosos utilizando técnicas racionales desde el punto de vista ambiental (por ejemplo, en determinados casos, incineración en tierra de desechos líquidos procedentes del buque o de desechos resultantes de la limpieza del mismo);
- .4 limpieza del buque o de sus componentes, remoción de componentes, o tratamiento para reducir o

² La vigésima segunda Reunión consultiva de las Partes Contratantes del Convenio de Londres 1972 aprobó estas Directrices en 2000.

retirar los componentes potencialmente peligrosos (por ejemplo, remoción de transformadores y tanques de almacenamiento) y tratamiento de los componentes potencialmente peligrosos, tales como los hidrocarburos, fangos y otros materiales, de un modo racional desde el punto de vista ambiental; y

.5 evacuación en tierra y en el mar.

3.2 Debería rechazarse el permiso para el vertimiento de desechos u otras materias cuando la autoridad que lo expida determine que existen posibilidades de reutilización, reciclaje o tratamiento de los desechos sin que ello entrañe riesgos indebidos para la salud del hombre o el medio ambiente, o costos desmesurados. La disponibilidad práctica de otros medios de evacuación se debería tener en cuenta en función de la evaluación comparada del riesgo que entrañen tanto el vertimiento como las otras alternativas.

3.3 Para la evaluación comparada de riesgos se tendrán en cuenta factores como los siguientes:

.1 Impacto potencial sobre el medio ambiente:

- efecto sobre los hábitat y las comunidades marinas;
- efectos sobre otros usos legítimos del mar;
- efectos de la reutilización, el reciclaje o la evacuación en tierra, y su posible impacto sobre la tierra, las aguas subterráneas y superficiales, y la contaminación atmosférica; y
- efecto de la utilización de la energía y los materiales (incluida una evaluación general de la utilización y el ahorro de energía y materiales) de cada una de las opciones de reutilización, reciclaje o hundimiento, teniendo en cuenta también los aspectos de transporte y los efectos resultantes en el medio ambiente (es decir, los efectos secundarios);

.2 Impacto potencial sobre la salud del hombre:

- determinación de las vías de exposición y análisis de los efectos potenciales sobre la salud del hombre de las opciones de reutilización, reciclaje y hundimiento, incluidos los posibles efectos secundarios del uso de energía; y
- cuantificación y evaluación de los riesgos para la seguridad relacionados con la reutilización, el reciclaje y el hundimiento;

.3 Viabilidad técnica y práctica:

- evaluación de las posibilidades técnicas y prácticas (por ejemplo, evaluación de los aspectos de ingeniería según determinados tipos y tamaños de buques) para la reutilización, o para el desguace y el reciclaje;

.4 Consideraciones de orden económico:

- análisis del costo total de las opciones de reutilización, reciclaje o hundimiento del buque, teniendo en cuenta también los efectos secundarios; y
- examen de los costos en función de beneficios tales como la conservación de los recursos y los beneficios económicos del reciclaje del acero.

4 CARACTERIZACIÓN DE LOS DESECHOS: CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS Y FÍSICAS

4.1 Deberá elaborarse un plan de prevención de la contaminación que incluya medidas concretas con respecto a la determinación de las fuentes posibles de contaminación. La finalidad de este plan es conseguir retirar en la mayor medida posible los desechos (u otras materias y materiales capaces de producir residuos flotantes) que contribuyen a la contaminación del medio marino.

4.2 La descripción y caracterización detallada (tanto química como biológica) de las fuentes posibles de contaminación es un requisito previo esencial para decidir si puede expedirse un permiso de hundimiento de un buque en el mar. No será necesaria la caracterización mediante pruebas biológicas o químicas si se elaboran y aplican los planes de prevención de la contaminación requeridos, así como las mejores prácticas ecológicas descritas en el párrafo 5.2.

4.3 Al analizar las posibilidades de que los buques que se proponga hundir en el mar tengan efectos adversos sobre el medio marino se tendrá en cuenta la caracterización del lugar de vertimiento, incluidos los recursos ecológicos y las características oceanográficas de éste (véase el capítulo 6 de estas Directrices: Elección del vertedero).

4.4 En el plan de prevención de la contaminación se tendrán en cuenta los siguientes aspectos:

- .1 detalles del equipo operativo del buque y de las fuentes, cantidades y peligros potenciales de los posibles contaminantes (incluidos los contaminantes químicos y biológicos) que podrán evacuarse en el medio marino; y
- .2 la viabilidad de las siguientes técnicas de prevención y reducción de la contaminación:
 - limpieza de tuberías, tanques y componentes del buque (incluida la gestión racional desde el punto de vista ambiental de los desechos resultantes); y
 - la reutilización, el reciclaje y la evacuación de todos o algunos de los componentes del buque. Aparte de los materiales de chatarra férrea, puede haber otros componentes de considerable valor, tales como metales no férricos (por ejemplo, cobre, níquel y aluminio) y aparatos reutilizables, tales como generadores, máquinas, bombas y grúas. Para la remoción de tales componentes del buque y su reutilización se tendrán en cuenta la antigüedad y el estado de los mismos, la demanda y el costo de la operación.

4.5 Los componentes principales de un buque (por ejemplo, los de acero, hierro y aluminio) no constituyen una preocupación fundamental desde el punto de vista de la contaminación del mar. Ahora bien, existen algunas fuentes posibles de contaminación que habrá que tener en cuenta al examinar las opciones de gestión de los desechos. Éstas pueden ser:

- .1 combustibles, lubricantes y refrigerantes;
- .2 aparatos eléctricos;
- .3 pinturas, disolventes y otras sustancias químicas almacenadas;
- .4 materiales flotantes (por ejemplo, plásticos, material aislante de espuma de estireno);
- .5 fangos;
- .6 carga; y
- .7 organismos acuáticos perjudiciales.

4.6 Los elementos del buque que pueden contener sustancias contaminantes son los siguientes:

- .1 equipo eléctrico (por ejemplo, transformadores, baterías y acumuladores);
- .2 refrigerantes;
- .3 depuradores;
- .4 separadores;
- .5 termopermutadores;
- .6 tanques;
- .7 instalaciones de almacenamiento de los productos utilizados en la producción y otros productos químicos;
- .8 tanques de diésel, incluidos los tanques de almacenamiento a granel;
- .9 pinturas;
- .10 ánodos fungibles;
- .11 equipo extintor y de lucha contra incendios;
- .12 tuberías;
- .13 bombas;
- .14 motores;
- .15 generadores;
- .16 colectores de aceite;
- .17 tanques;

- .18 sistemas hidráulicos;
- .19 tuberías, válvulas y accesorios;
- .20 compresores;
- .21 aparatos y accesorios de alumbrado; y
- .22 cables.

4.7 Se retirarán del buque en la mayor medida posible los materiales que queden en los tanques, las tuberías y las bodegas (incluidos, por ejemplo, el combustible, los aceites lubricantes, los fluidos hidráulicos, las cargas y sus residuos, y las grasas). Se retirarán del buque todos los gases o líquidos contenidos en bidones, tanques o latas. Todos los materiales retirados se gestionarán en tierra de modo racional desde el punto de vista ambiental (por ejemplo, mediante reciclaje, y en algunos casos, incineración en tierra). Tendrá prioridad la remoción del equipo que contenga difenilos policlorados líquidos.

4.8 En la medida de lo posible, se intentará evitar la transferencia de organismos acuáticos perjudiciales, contenidos en el agua de lastre a bordo de los buques.

4.9 La disposición normal para caracterizar los desechos y sus componentes no se aplica directamente al hundimiento en el mar de buques dado que la caracterización general de las propiedades químicas, físicas y biológicas puede efectuarse, tratándose de los buques, sin llevar a cabo ensayos biológicos o químicos propiamente dichos (véanse los párrafos 4.1 a 4.7 *supra* y el capítulo 5 *infra*).

5 HUNDIMIENTO: LAS MEJORES PRÁCTICAS ECOLÓGICAS (LISTA DE CRITERIOS DE ACTUACIÓN)

5.1 Los contaminantes que puedan causar perjuicios al medio marino se retirarán de los buques antes de hundir éstos en el mar. Dado que deben retirarse todos los contaminantes antes de hundir el buque, los límites de actuación se aplicarán a los buques con arreglo al plan de prevención de la contaminación (véase el capítulo 4) y las mejores prácticas ecológicas (párrafo 5.2), con el fin de garantizar que el buque se ha limpiado lo más posible. A tal efecto, deberán seguirse las mejores prácticas ecológicas que se especifican para los buques en el párrafo siguiente.

5.2 Las técnicas de prevención de la contaminación y de limpieza que se describen a continuación se aplicarán a los buques destinados a ser hundidos en el mar. Siempre que sea factible desde el punto de vista técnico y económico, y teniendo en cuenta la seguridad de los trabajadores, se retirarán en la mayor medida posible: 1) las posibles fuentes de contaminación de los buques conforme a lo descrito en los anteriores párrafos 4.5 a 4.8, así como el combustible u otras sustancias que puedan causar daños al medio marino y 2) los materiales capaces de producir residuos flotantes, según se indica más adelante. Entre otras medidas, los residuos o materiales resultantes se reutilizarán, reciclarán o evacuarán en tierra de modo racional desde el punto de vista ambiental.

- .1 se retirarán los materiales capaces de flotar que puedan afectar a la seguridad, la salud del hombre o los valores ecológicos o estéticos del medio marino;
- .2 se retirarán los combustibles, las existencias de productos químicos industriales o comerciales y los desechos que puedan entrañar un riesgo para el medio marino (teniendo en cuenta también los organismos acuáticos perjudiciales);
- .3 se retirarán del buque, en la medida de lo posible, todos los condensadores y transformadores que contengan fluidos dieléctricos;
- .4 cuando alguna parte del buque se haya utilizado para almacenar combustible o productos químicos, por ejemplo los tanques, se lavará abundantemente con agua, se limpiará y, según sea el caso, se sellará u obturará; y
- .5 para evitar el escape de sustancias que puedan dañar el medio marino, la limpieza de los tanques, tuberías y otras partes del equipo y de la superficie del buque se realizará de modo racional desde el punto de vista ambiental antes del hundimiento, utilizando técnicas adecuadas tales como el lavado a alta presión con detergentes. El agua de lavado resultante se manipulará de modo racional desde el punto de vista ambiental, respetando las normas nacionales o regionales aplicables a los posibles contaminantes.

6 ELECCIÓN DEL VERTEDERO

Consideraciones sobre la elección del lugar de vertimiento

6.1 La elección adecuada de un vertedero en el mar para recibir los desechos es una tarea sumamente importante.

6.2 La información necesaria para elegir un lugar de vertimiento incluirá:

- .1 las características físicas y biológicas del lecho marino y la zona circundante y las características oceanográficas de la zona en general en que vaya a ubicarse el vertedero;
- .2 consideración de las consecuencias potenciales de la presencia del buque en los lugares de esparcimiento, valores y demás usos del mar en la zona de que se trate;
- .3 la evaluación de los flujos de componentes debidos al vertimiento en relación con los flujos existentes de sustancias en el medio marino; y
- .4 la viabilidad económica y operacional.

6.3 Puede hallarse orientación en cuanto a los procedimientos que deben seguirse para seleccionar el lugar del vertimiento en un informe del Grupo mixto de expertos sobre los aspectos científicos de la contaminación del mar (informes y estudios del GESAMP, N° 16 – *Scientific Criteria for the Selection of Waste Disposal Sites at Sea*). Antes de elegir un vertedero es esencial disponer de datos sobre las características oceanográficas de la zona en general donde vaya a estar situado el lugar de vertimiento. Aunque dicha información puede obtenerse en publicaciones especializadas, convendría llevar a cabo un estudio sobre el terreno para completarla. La información necesaria para la elección de un vertedero para el hundimiento del buque es mucho menos rigurosa en cuanto a las características oceanográficas, pero incluye los aspectos indicados en el párrafo 6.4. Por lo general, la información requerida incluye:

- .1 la naturaleza del lecho marino, incluidas su topografía, características geoquímicas y geológicas, composición y actividad biológicas, si se trata de un hábitat de fondo duro o blando y las actividades anteriores de evacuación que afecten a la zona;
- .2 la naturaleza física de la columna de agua, incluidas la temperatura, la profundidad, la posible existencia de una termoclina o pycnoclina y cómo varía en profundidad según las estaciones y las condiciones meteorológicas, el periodo de mareas y la orientación de la elipse de mareas, la dirección y velocidad medias de las derivas de superficie y de fondo, las velocidades de las corrientes provocadas por olas de tormentas, las características generales del viento y de las olas, y el número medio de días de tormenta por año, las materias en suspensión; y
- .3 la naturaleza química y biológica de la columna de agua, incluidos el pH, la salinidad, el oxígeno disuelto en la superficie y el fondo, la demanda química y bioquímica de oxígeno, los nutrientes en sus diversas formas y la productividad primaria.

6.4 Antes de decidir la ubicación exacta del vertedero es preciso tener en cuenta los aspectos biológicos, la posición geográfica de las posibilidades de esparcimiento y otros usos importantes del mar, como por ejemplo:

- .1 la costa y las playas de recreo;
- .2 las zonas de gran belleza o de interés cultural o histórico;
- .3 las zonas de especial importancia científica o biológica, tales como los refugios naturales;
- .4 las zonas de pesca deportiva y comercial;
- .5 las zonas de desove, reproducción y repoblación;
- .6 las rutas migratorias;
- .7 los hábitat estacionales y críticos;
- .8 las vías de navegación;
- .9 las zonas militares de exclusión; y
- .10 los usos tecnológicos del fondo del mar, incluidos la minería, los cables submarinos, los lugares de desalación o de conversión de energía.

Dimensiones del lugar de vertimiento

6.5 Las dimensiones del lugar de vertimiento constituyen un aspecto importante para prevenir el hundimiento de más de un buque en el mismo:

- .1 debería ser suficientemente grande, de modo que la mayor parte del material permanezca dentro de los límites del lugar o en una zona prevista de impacto una vez efectuado el vertimiento;
- .2 debería ser suficiente grande en función de los volúmenes de evacuación previstos para que pueda utilizarse a ese fin durante muchos años; y
- .3 no debería ser excesivamente grande, de modo que su vigilancia no exija un tiempo y unos gastos excesivos.

Capacidad del vertedero

6.6 Para evaluar la capacidad de un lugar de vertimiento, especialmente si se trata de desechos sólidos, deberían tenerse en cuenta los siguientes aspectos:

- .1 los regímenes de carga diarios, semanales, mensuales o anuales previstos;
- .2 si el lugar favorece o no la dispersión; y
- .3 la reducción admisible de la profundidad del agua en el lugar de vertimiento en razón de la acumulación del material.

Evaluación de los impactos potenciales

6.7 Un aspecto importante para determinar si es adecuado el hundimiento de buques en un lugar específico es predecir en qué medida puede afectar esto a los hábitat y comunidades marinas del lugar y sus inmediaciones (por ejemplo las comunidades que habitan en arrecifes de coral y en fondos blandos).

(Nota: los párrafos 6.8 a 6.13 tratan de los posibles efectos, pero si se sigue el plan de prevención de la contaminación (véase el capítulo 4) y las mejores prácticas ecológicas (véase el párrafo 5.2 anterior), lo dispuesto en ellos no es directamente aplicable.)

6.8 La medida de los efectos perjudiciales de una sustancia es función de la exposición a la que estén sometidos los organismos (incluidos los seres humanos). A su vez, la exposición es función, entre otras cosas, del flujo de aportes y de los procesos físicos, químicos y biológicos que determinan el transporte, comportamiento, destino y distribución de la sustancia.

6.9 La existencia de sustancias naturales y la presencia en todas partes de contaminantes significa que los organismos están siempre previamente sometidos a cierta exposición a todas las sustancias contenidas en cualquier desecho que pueda verterse en el mar. Por consiguiente, el aspecto preocupante de la exposición a sustancias peligrosas se refiere a la exposición adicional como consecuencia del vertimiento. Esto, a su vez, puede expresarse como la magnitud relativa de los flujos de sustancias resultantes del vertimiento en el mar por comparación con los flujos existentes procedentes de otras fuentes.

6.10 En consecuencia, es necesario tener debidamente en cuenta la magnitud relativa de los flujos de sustancias resultantes del vertimiento, tanto en la zona del vertedero como en la región que lo rodea. En los casos en que quepa pronosticar que el vertimiento aumentará considerablemente los flujos existentes debidos a procesos naturales, habría que considerar que no es aconsejable efectuar vertimientos en el lugar de que se trate.

6.11 Tratándose de sustancias sintéticas, la relación entre los flujos debidos al vertimiento y los flujos ya existentes en las proximidades del lugar, pueden no ser un fundamento adecuado para las decisiones.

6.12 Se deberían considerar las características temporales para determinar periodos potencialmente críticos del año (por ejemplo, para la flora y la fauna marinas) en que no deben efectuarse operaciones de vertimiento. Ello significa que hay “huecos” o “periodos” en los que se espera que el impacto de las operaciones de vertimiento sea inferior al de otros momentos. Cuando tales restricciones resulten pesadas y costosas, convendría prever soluciones intermedias, en cuyo caso tal vez haya que establecer prioridades en cuanto a las especies que no se puedan perturbar en absoluto. He aquí algunos ejemplos de consideraciones biológicas:

- .1 periodos en que la biota marina migra de una parte del ecosistema a otra (por ejemplo, de un estuario a la mar abierta o viceversa), así como periodos de crecimiento y cría;
- .2 periodos en que los organismos marinos hibernan sobre los sedimentos o enterrados en ellos; y
- .3 periodos en que están expuestas especies particularmente sensibles y acaso especies en peligro.

Movilidad de los contaminantes

6.13 La movilidad de los contaminantes depende de diversos factores, tales como:

- .1 el tipo de matriz;
- .2 la forma del contaminante;
- .3 el fraccionamiento del contaminante;
- .4 el estado físico del sistema, por ejemplo, temperatura, flujo de agua, materias en suspensión;
- .5 el estado fisicoquímico del sistema;
- .6 la longitud de las vías de difusión y advección; y
- .7 las actividades biológicas, por ejemplo, la bioturbidez.

7 EVALUACIÓN DE LOS EFECTOS POTENCIALES

7.1 La evaluación de los efectos potenciales debería conducir a una declaración concisa de las consecuencias previstas de las opciones de evacuación en el mar o en tierra (también llamada hipótesis de impacto). Constituirá una base para decidir si conviene aprobar o rechazar la opción propuesta de evacuación y para definir los requisitos de vigilancia ambiental. En la medida de lo posible, hay que evitar los métodos de gestión de desechos que causan la dispersión y dilución de contaminantes en el medio ambiente, dando preferencia a las técnicas que evitan el aporte de contaminantes.

7.2 La evaluación de las opciones de evacuación debería integrar la información sobre las características de los buques y las condiciones del lugar de vertimiento propuesto, especificar la viabilidad técnica y económica de las opciones consideradas e incluir los efectos posibles sobre la salud del hombre, los recursos vivos, las posibilidades de esparcimiento, otros usos legítimos del mar y el medio ambiente en general. En el caso de los buques, esta evaluación debería basarse en la premisa fundamental de que aplicando el plan de prevención de la contaminación a que se hace referencia en el capítulo 4 y las mejores prácticas ecológicas mencionadas en el párrafo 5.2, los efectos negativos serán mínimos y se limitarán a aquellos que resulten de la presencia física del buque en el lecho marino, dado que se habrá retirado la mayor cantidad posible de contaminantes.

7.3 La evaluación debería ser lo más completa posible. Los impactos potenciales principales se deberían determinar durante el proceso de elección del vertedero. Se considera que son los que pueden tener repercusiones más graves para la salud del hombre y el medio ambiente. En este sentido se considera a menudo que las alteraciones del medio físico, los riesgos para la salud del hombre, la depreciación de los recursos marinos y el entorpecimiento de otros usos legítimos del mar constituyen preocupaciones principales.

7.4 Al elaborar una hipótesis de impacto convendría prestar particular atención, aunque no exclusivamente, a los impactos potenciales sobre las posibilidades de esparcimiento (por ejemplo, la presencia de elementos flotantes), las zonas sensibles (por ejemplo, zonas de desove, criaderos y zonas de alimentación), los hábitat (por ejemplo, las modificaciones biológicas, químicas y físicas), las pautas migratorias y la comercialización de los recursos. También habría que considerar los impactos potenciales sobre otros usos del mar, incluida la pesca, la navegación, los usos tecnológicos y las zonas de especial valor e interés, así como los usos tradicionales del mar.

(Nota de los párrafos 7.5 a 7.8: el hundimiento de buques, al ser el “desecho” un sólido, no representa el mismo tipo de riesgo para el medio ambiente que la evacuación de otros desechos, como pueden ser los líquidos, que pueden propagarse fácilmente por el medio ambiente; por ello, no se ajusta necesariamente a la norma que exige una vigilancia biológica o química rigurosa debido a los contaminantes que hay en los

desechos. Antes del hundimiento, se retirará la mayor cantidad posible de los contaminantes potenciales, descritos en los anteriores párrafos 4.5 a 4.8, las otras sustancias que pueden causar daños al medio ambiente, y los materiales que pueden producir residuos flotantes. Al elaborar el plan de vigilancia, habrá que tener en cuenta estos factores.)

7.5 Incluso los desechos menos complejos y más inocuos pueden causar diversos efectos físicos, químicos y biológicos. Una hipótesis de impacto no puede ni debe intentar reflejarlos todos. Es preciso aceptar que incluso la hipótesis de impacto más completa no puede abarcar todas las situaciones posibles, por ejemplo los impactos imprevistos. Por consiguiente, se impone que el programa de vigilancia esté directamente vinculado a la hipótesis, y sirva de mecanismo de información que permita verificar las predicciones y examinar la idoneidad tanto de las medidas de gestión de la operación como del lugar de vertimiento. Es importante determinar las causas y consecuencias de la incertidumbre.

7.6 Las consecuencias previstas del vertimiento deberían describirse en términos de hábitat, procesos, especies, comunidades y usos afectados. Debería describirse la naturaleza exacta del efecto previsto (por ejemplo, cambio, reacción o entorpecimiento), y cuantificar el efecto de manera suficientemente detallada para que no haya lugar a dudas en cuanto a qué variables deberán ser objeto de medición durante la vigilancia en el terreno. A este respecto sería fundamental determinar “dónde” y “cuándo” cabe esperar que se produzcan los efectos.

7.7 Convendría hacer hincapié en los efectos biológicos y en la modificación del hábitat, así como en los cambios físicos y químicos. No obstante, si el posible efecto se debe a la presencia de sustancias, habrían de tenerse en cuenta los siguientes factores:

- .1 estimaciones de los incrementos estadísticamente significativos de la sustancia en el agua del mar, los sedimentos o la biota en relación con las condiciones existentes y los efectos conexos; y
- .2 estimación de la contribución de la sustancia a los flujos locales y regionales y de la medida en que los flujos existentes constituyen una amenaza o tienen efectos perjudiciales para el medio marino o la salud del hombre.

7.8 En el caso de que se trate de operaciones de evacuación repetidas o múltiples, la hipótesis de impacto debería tener en cuenta los efectos acumulativos de éstas. También importará tomar en consideración las posibles interacciones con otros métodos de evacuación de desechos en la zona, tanto existentes como proyectados.

7.9 El análisis de cada una de las opciones de evacuación debería efectuarse teniendo en cuenta la evaluación comparada de las siguientes repercusiones: los riesgos para la salud del hombre, los peligros (incluidos los accidentes), los costos ambientales, los aspectos económicos y la exclusión de usos futuros. Si la evaluación pone de manifiesto que no se dispone de información adecuada para determinar los posibles efectos de la opción de evacuación propuesta, incluidas las consecuencias en potencia peligrosas a largo plazo, ésta no se debería seguir examinando. Además, si la interpretación de la evaluación comparada indica que la opción de vertimiento constituye una solución menos preferible, no se debería conceder un permiso de vertimiento.

7.10 Toda evaluación debería concluir con una declaración a favor de la decisión de expedir o rechazar un permiso de vertimiento.

7.11 Cuando se precise vigilancia, los efectos y parámetros descritos en la hipótesis deberían contribuir a guiar la labor analítica y sobre el terreno de modo que pueda obtenerse la información pertinente de la manera más eficiente y rentable.

8 VIGILANCIA

8.1 La vigilancia se ejerce para verificar que se cumplen las condiciones del permiso (vigilancia del cumplimiento) y que las hipótesis formuladas durante los trámites de examen del permiso y de elección del lugar eran correctas y suficientes para proteger el medio marino y la salud del hombre (vigilancia del lugar). Es fundamental que tales programas de vigilancia tengan objetivos claramente establecidos.

8.2 La hipótesis de impacto constituye la base para definir la vigilancia en el terreno. El programa de medición debería ser concebido para verificar que los cambios en el medio ambiente receptor no excedan de los previstos. Habrá que responder a las siguientes preguntas:

- .1 ¿Qué hipótesis verificables se pueden deducir de la hipótesis de impacto?
- .2 ¿Qué mediciones (tipo, lugar, frecuencia, requisitos de calidad) se requieren para someter a prueba esas hipótesis?
- .3 ¿Cómo se deberán manejar e interpretar los datos?

8.3 Por lo general, cabe suponer que en la solicitud de vertimiento ya se especifican adecuadamente las condiciones existentes (pre-evacuación) en la zona receptora. Si la especificación de tales condiciones es insuficiente para permitir la formulación de una hipótesis de impacto, la autoridad que otorga los permisos requerirá información adicional antes de adoptar una decisión final sobre la solicitud de permiso.

8.4 Conviene que la autoridad que concede el permiso tenga en cuenta los datos de investigación pertinentes para la elaboración y modificación de los programas de vigilancia. Se pueden dividir las mediciones en dos tipos: aquellas que se efectúan dentro de la zona del impacto previsto y aquellas que se efectúan fuera de dicha zona.

8.5 Las mediciones deberían poder determinar si la zona de impacto y la magnitud del cambio fuera de la zona de impacto difieren de los pronosticados. Se puede responder a lo primero elaborando una secuencia de mediciones en el espacio y en el tiempo que garantice que la escala de cambio espacial prevista no se exceda. Cabe responder a lo segundo mediante mediciones que proporcionen información sobre la magnitud del cambio ocurrido fuera de la zona de impacto como resultado de la operación de vertimiento. Frecuentemente, estas mediciones estarán basadas en una hipótesis de impacto nulo, es decir, de que no se puede detectar un cambio significativo.

8.6 Los resultados de la vigilancia (u otra investigación afin) se deberían examinar de nuevo a intervalos regulares en relación con los objetivos y podrán proporcionar una base para:

- .1 modificar o terminar el programa de vigilancia en el terreno;
- .2 modificar o revocar el permiso;
- .3 redefinir o cerrar el vertedero; y
- .4 modificar la base sobre la que se evalúan las solicitudes de vertimiento de desechos.

9 EL PERMISO Y SUS CONDICIONES

9.1 El proceso de expedición de permisos incluirá los siguientes elementos esenciales: 1) una descripción de las mejores prácticas ecológicas (véase el párrafo 5.2) para la opción de evacuación elegida, 2) la limpieza del buque; 3) la inspección o verificación por las autoridades competentes para determinar que se ha llevado a cabo una limpieza adecuada; 4) la expedición del permiso. La autoridad nacional encargada de expedir los permisos se cerciorará de que se notifican al servicio hidrográfico competente la longitud y latitud, la profundidad y las dimensiones del buque hundido en el lecho del mar. La autoridad nacional encargada de expedir los permisos se cerciorará también de que se emiten avisos previos del vertimiento a las autoridades nacionales marítimas, pesqueras e hidrográficas. Todo permiso expedido incluirá los datos e información siguientes:

- .1 nombre, tipo o arqueo del buque;
- .2 el emplazamiento del (de los) vertedero(s);
- .3 el método de vertimiento; y
- .4 los requisitos de vigilancia y notificación.

9.2 Si la opción seleccionada es el vertimiento en el mar, se deberá expedir un permiso previo que autorice la operación. Se recomienda prever la posibilidad de que el público pueda examinar el proceso de concesión del permiso y participar en el mismo. Al conceder un permiso, la autoridad que lo otorga acepta que el impacto hipotético ocurra dentro de los límites del vertedero, por ejemplo alteraciones de los compartimientos físicos, químicos y biológicos del medio ambiente local.

9.3 Los responsables de la reglamentación deberían esforzarse en todo momento por imponer procedimientos que resulten en cambios medioambientales tan inferiores como sea posible a los límites admisibles, teniendo en cuenta tanto las posibilidades tecnológicas como los intereses económicos, sociales y políticos.

9.4 Los permisos deberían reconsiderarse a intervalos regulares, teniendo en cuenta los resultados de la vigilancia y los objetivos de los programas de vigilancia. El examen de los resultados indicará si es necesario continuar, revisar o dar por terminados los programas de vigilancia del lugar, y contribuirá a fundamentar las decisiones de renovación, modificación o revocación de los permisos. De este modo, se contará con un importante mecanismo de información para proteger la salud del hombre y el medio marino.

DIRECTRICES ESPECÍFICAS PARA LA EVALUACIÓN DE PLATAFORMAS U OTRAS CONSTRUCCIONES EN EL MAR

1 INTRODUCCIÓN

1.1 Las Directrices para la evaluación de desechos u otras materias cuyo vertimiento podrá considerarse³ o “Directrices generales” en su denominación abreviada, y las Directrices específicas para la evaluación de plataformas u otras construcciones en el mar a que se hace referencia en este documento, se han concebido para su utilización por las autoridades nacionales encargadas de reglamentar la evacuación de desechos en el mar y representan un mecanismo que guía a las autoridades nacionales a la hora de evaluar las solicitudes de vertimiento de conformidad con las disposiciones del Convenio de Londres de 1972 o de su Protocolo de 1996. El anexo 2 del Protocolo hace hincapié en la reducción progresiva del vertimiento de desechos en el mar. Además, reconoce que para evitar la contaminación se requiere un riguroso control de la emisión y dispersión de las sustancias contaminantes y el empleo de procedimientos científicamente fundados para seleccionar métodos apropiados de evacuación de desechos. Al aplicar las presentes directrices será necesario tener en cuenta la incertidumbre existente en relación con la evaluación del impacto sobre el medio marino, y al abordar esta incertidumbre será necesario adoptar un planteamiento preventivo. Las directrices deberían aplicarse en el entendimiento de que la aceptación del vertimiento en el mar en determinados casos no exime de la obligación de proseguir los esfuerzos para reducir la necesidad de tales operaciones.

1.2 El Protocolo de 1996 relativo al Convenio de Londres 1972 sigue un criterio según el cual se prohíbe el vertimiento de desechos y otras materias, excepto cuando se trate de los materiales expresamente enunciados en el Anexo I, y en el contexto de dicho Protocolo, estas Directrices se aplicarían a los materiales indicados en dicho anexo. El Convenio de Londres 1972 prohíbe el vertimiento de ciertos desechos y otras materias que se indican en el mismo, y en el contexto de dicho Convenio, estas Directrices se ajustan a las prescripciones de sus anexos respecto de los desechos cuyo vertimiento en el mar no está prohibido. Cuando se apliquen estas Directrices de conformidad con el Convenio de Londres 1972, no deben considerarse como un medio para volver a examinar el vertimiento de desechos u otras materias, en contravención del Anexo I del Convenio de Londres 1972.

1.3 El esquema que se muestra en la figura 1 ofrece una clara indicación de las etapas de la aplicación de las Directrices en las que deberían adoptarse decisiones importantes, si bien no se ha concebido como un “árbol de decisiones” convencional. En general, las autoridades nacionales deberían aplicar el esquema de manera iterativa, cerciorándose de que se han seguido todas las pautas antes de tomar la decisión de expedir un permiso. La figura 1 ilustra la relación que existe entre los componentes funcionales del anexo 2 del Protocolo de 1996 y contiene los siguientes elementos:

- .1 Fiscalización de la producción de desechos (capítulo 2);
- .2 Plataformas/construcciones: opciones de gestión de desechos (capítulo 3);
- .3 Caracterización de los desechos: características químicas y físicas (capítulo 4);
- .4 Hundimiento en el mar: las mejores prácticas ecológicas (capítulo 5) (Lista de criterios de actuación);

³ La decimonovena Reunión consultiva de las Partes Contratantes del Convenio de Londres 1972 aprobó estas Directrices en 1997.

- .5 Determinación y caracterización del lugar de vertimiento (capítulo 6) (Elección del vertedero);
- .6 Determinación de los impactos potenciales y preparación de la(s) hipótesis de impacto (capítulo 7) (Evaluación de los efectos potenciales);
- .7 Expedición del permiso (capítulo 9) (El permiso y sus condiciones);
- .8 Ejecución del proyecto y verificación de su cumplimiento (capítulo 8) (Vigilancia); y
- .9 Vigilancia y evaluación en el terreno (capítulo 8) (Vigilancia).

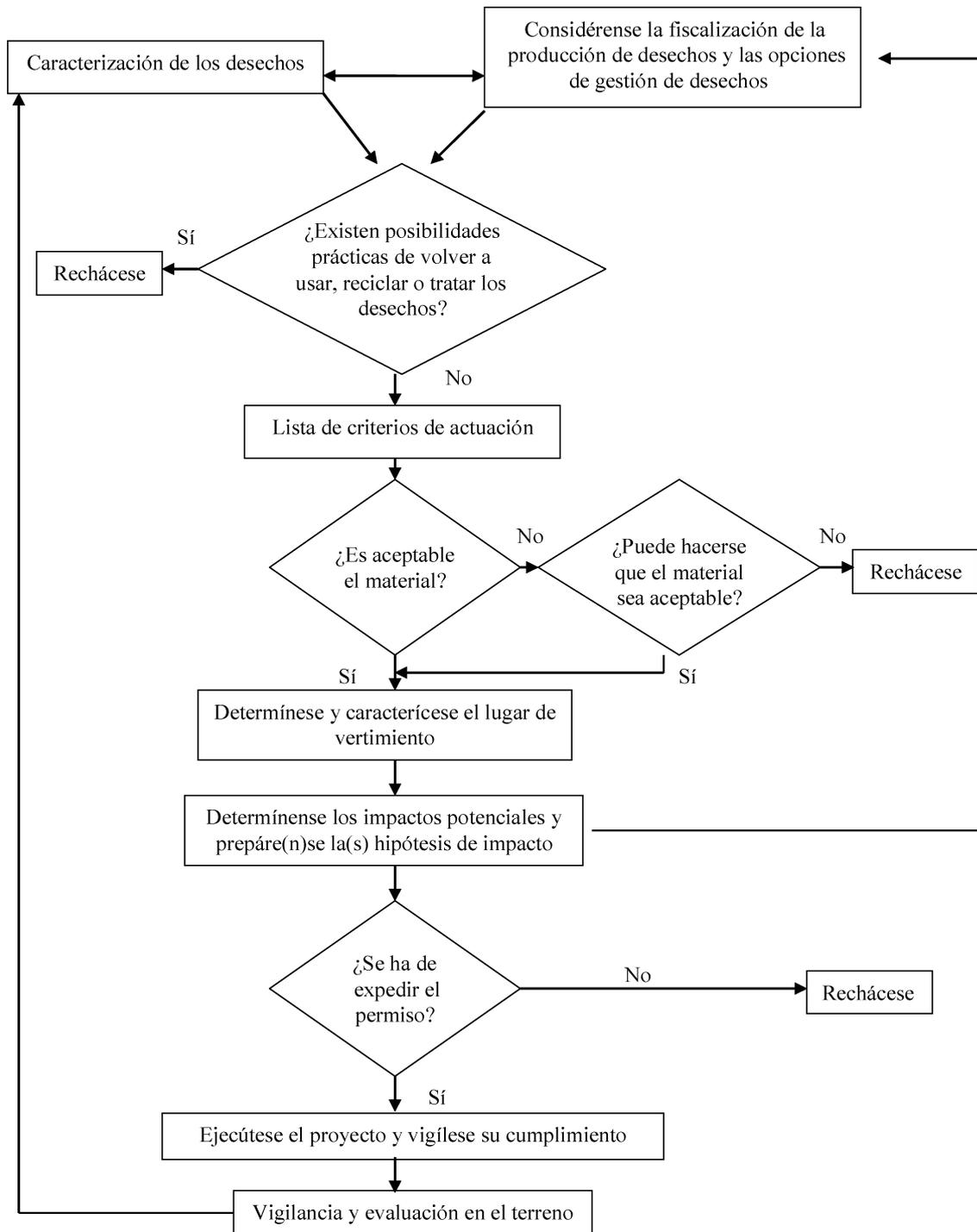


Figura 1

1.4 Estas Directrices⁴ se refieren a las “. . . plataformas u otras construcciones en el mar” mencionadas en el punto 11 del Anexo I del Convenio de Londres 1972 y en el punto 1.4 del Anexo 1 del Protocolo de 1996. Seguir las Directrices específicas que figuran a continuación no supone aplicar un régimen ni más ni menos restrictivo que el de las Directrices generales de 1997. No obstante, muchas de ellas van dirigidas específicamente a las plataformas de gas y de petróleo, dado que éstas constituyen probablemente la mayoría de las plataformas y otras construcciones cuyo hundimiento en el mar podrá considerarse. Cuando se trate de otro tipo de plataformas o construcciones habrá que efectuar evaluaciones similares a las realizadas en el caso de las plataformas de gas y de petróleo para determinar si procede expedir un permiso de hundimiento en el mar.

1.5 En estas Directrices se indican los factores que habrá que tener en cuenta al considerar la posibilidad de hundir plataformas u otras construcciones en el mar, haciéndose particular hincapié en la necesidad de evaluar opciones distintas del hundimiento en el mar antes de determinar que ésta es la opción preferible.

1.6 A los efectos de estas Directrices, las plataformas se definen como instalaciones proyectadas y explotadas con fines de producción, elaboración, almacenamiento o apoyo a la producción de recursos minerales.

1.7 La categoría de “otras construcciones en el mar” no está definida en el Convenio de 1972 ni en el Protocolo de 1996, pero en ella podrían incluirse los faros, boyas e instalaciones de trasvase situadas mar adentro. La evaluación de buques en el mar se aborda en otras Directrices específicas.

2 FISCALIZACIÓN DE LA PRODUCCIÓN DE DESECHOS

2.1 Las etapas iniciales de la evaluación de alternativas al vertimiento debería incluir, según proceda, una evaluación del tipo, cantidad, y peligro relativo de los desechos producidos (véase también el capítulo 4 *infra*).

2.2 En términos generales, cuando la fiscalización exigida ponga de manifiesto que existen posibilidades de evitar en la fuente la producción de desechos, el solicitante debería formular e implantar una estrategia para evitar la producción de desechos (en colaboración con los organismos locales y nacionales competentes) que incluya determinados objetivos de reducción de desechos y fiscalizaciones ulteriores para garantizar que se van logrando dichos objetivos. Las decisiones relativas a la expedición o la renovación de los permisos deberían estar sujetas al cumplimiento de dicho requisito. (*Nota: este párrafo no es directamente aplicable al hundimiento de plataformas u otras construcciones en el mar. Sin embargo, es importante reconocer la obligación de adoptar medidas para prevenir la producción de desechos y reducir, por ende, la necesidad de su evacuación en el mar.*)

3 PLATAFORMAS/ESTRUCTURAS: EXAMEN DE LAS OPCIONES DE GESTIÓN DE DESECHOS

3.1 Existen varias opciones para las plataformas u otras construcciones en el mar que ya no se necesitan: éstas van desde su reutilización en el mar o en tierra, pasando por su reciclado o desguace, hasta su evacuación final en tierra o su hundimiento en el mar. Por lo general, la parte superior de estas construcciones, donde se encuentran las instalaciones de producción y de tratamiento, el sistema propulsor y la maquinaria, almacenes, medios de transporte y alojamientos, se lleva a tierra para reciclarla o darle un nuevo uso.

3.2 En las solicitudes de hundimiento de plataformas u otras construcciones en el mar se deberá demostrar que se han examinado distintas opciones de gestión de los desechos. En general, la preparación de la plataforma para su hundimiento en el mar supone una planificación y ejecución de las operaciones de cierre de la plataforma de gas o de petróleo y la reutilización, reciclado o hundimiento de la misma.

⁴ La vigésima segunda Reunión consultiva de las Partes Contratantes del Convenio de Londres 1972 aprobó estas Directrices en 2000.

Aplicando una jerarquía de opciones de gestión de desechos, los pasos que habrán de darse son fundamentalmente los siguientes:

- .1 planificación, incluido el análisis de los aspectos de ingeniería y de seguridad, económicos y ambientales;
- .2 retirada de toda la plataforma o de parte de ella del lugar;
- .3 reutilización, reciclaje o evacuación de las partes que se hayan retirado del lugar;
- .4 limpieza, cuando sea necesaria, de las partes que no se hayan retirado; y
- .5 limpieza del lugar, según proceda.

3.3 Debería rechazarse el permiso para el vertimiento de desechos u otras materias cuando la autoridad que lo expida determine que existen posibilidades de reutilización, reciclaje o tratamiento de los desechos sin que ello entrañe riesgos indebidos para la salud del hombre o el medio ambiente, o costos desmesurados. La disponibilidad práctica de otros medios de evacuación se debería tener en cuenta en función de la evaluación comparada del riesgo que entrañen tanto el vertimiento como las otras alternativas.

3.4 Para la evaluación comparada de riesgos se tendrán en cuenta factores como los siguientes:

- .1 Impacto potencial sobre el medio ambiente:
 - efecto sobre los hábitat y las comunidades marinas;
 - efectos sobre otros usos legítimos del mar;
 - efecto de la reutilización, el reciclaje o la evacuación en tierra, y su posible impacto sobre la tierra, las aguas subterráneas y superficiales y la contaminación atmosférica; y
 - efecto de la utilización de la energía y los materiales (incluida una evaluación general de la utilización y el ahorro de energía y materiales) de cada una de las opciones de reutilización, reciclaje o hundimiento, teniendo en cuenta también los aspectos de transporte y los efectos resultantes en el medio ambiente (es decir, los efectos secundarios);
- .2 Impacto potencial sobre la salud del hombre:
 - determinación de las vías de exposición y análisis de los efectos potenciales de las opciones de reutilización, reciclaje, hundimiento en el mar y evacuación en tierra, incluidos los posibles efectos secundarios del uso de energía; y
 - cuantificación y evaluación de los riesgos para la seguridad relacionados con la reutilización, el reciclaje y la evacuación en tierra, y con el hundimiento en el mar;
- .3 Viabilidad técnica y práctica:
 - evaluación de la capacidad técnica para los distintos tipos, tamaños y pesos de plataformas; y
 - determinación de las limitaciones en la práctica de las distintas opciones de evacuación en función de las características de la plataforma y de los factores oceanográficos;
- .4 Consideraciones de orden económico:
 - análisis del coste total de las opciones de reutilización, reciclaje o hundimiento de la plataforma, teniendo en cuenta también los efectos secundarios; y
 - examen de los costes en función de beneficios tales como la conservación de los recursos y los beneficios económicos del reciclaje de acero.

4 CARACTERIZACIÓN DE LOS DESECHOS: CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS Y FÍSICAS

4.1 Deberá elaborarse un plan de prevención de la contaminación que incluya medidas concretas con respecto a la determinación de las fuentes posibles de contaminación. La finalidad de este plan es conseguir retirar en la mayor medida posible los desechos (u otras materias y materiales capaces de producir residuos flotantes) que contribuyen a la contaminación del medio marino.

4.2 La descripción y caracterización detallada de las fuentes posibles de contaminación es un requisito previo esencial para decidir si puede expedirse un permiso de hundimiento en el mar de una plataforma u otra construcción. No será necesaria la caracterización mediante pruebas biológicas o químicas si se elaboran y aplican los planes de prevención de la contaminación requeridos, así como las mejores prácticas ecológicas descritas en el párrafo 5.2.

4.3 Al analizar las posibilidades de que las plataformas u otras construcciones que se proponga hundir en el mar tengan efectos adversos sobre el medio marino, se tendrá en cuenta la caracterización del lugar de vertimiento, incluidos los recursos ecológicos y las características oceanográficas de éste (véase el capítulo 6 de estas Directrices: Elección del vertedero).

4.4 En el plan de prevención de la contaminación se tendrán en cuenta los siguientes aspectos:

- .1 las instalaciones de producción, tratamiento y transporte de la plataforma o construcción con respecto a las fuentes y cantidades potenciales de desechos y al riesgo relativo potencial de éstos; y
- .2 la viabilidad de las siguientes técnicas de prevención y reducción de la contaminación:
 - limpieza de tuberías, tanques y estructuras (incluida la gestión racional desde el punto de vista ambiental de los desechos resultantes); y
 - la reutilización, el reciclaje y la evacuación en tierra de todos o algunos de los componentes de la plataforma, con especial atención a la parte superior de ésta y a sus componentes.

4.5 Los componentes principales de una plataforma u otra construcción (acero y hormigón) no constituyen una preocupación fundamental desde el punto de vista de la contaminación del mar. Ahora bien, en el caso de las plataformas existen algunas fuentes posibles de contaminación que tendrán que tenerse en cuenta al examinar las opciones de gestión de los desechos. Esas fuentes están relacionadas con los procesos de producción y las operaciones conexas y pueden ser, entre otras, las siguientes:

- .1 las cantidades de hidrocarburos, incrustaciones de baja actividad específica y otros contaminantes en tuberías y contenedores, incluidos los depósitos y tanques de tratamiento de los lodos de perforación;
- .2 las existencias de productos químicos utilizados para la producción de gas e hidrocarburos, por ejemplo inhibidores de la corrosión, biocidas, desespumantes y desémulsionantes;
- .3 lubricantes y refrigerantes del equipo de la plataforma; y
- .4 combustible.

4.6 Los elementos de las plataformas que pueden contener sustancias contaminantes son los siguientes:

- .1 equipo eléctrico (por ejemplo transformadores, baterías y acumuladores);
- .2 refrigerantes;
- .3 depuradores;
- .4 separadores;
- .5 termopermutadores;
- .6 tanques para los productos de perforación fungibles, incluidos los lodos;
- .7 instalaciones de almacenamiento de productos utilizados en la producción y otros productos químicos;
- .8 tanques de diésel, incluidos los tanques de almacenamiento a granel;
- .9 pinturas;
- .10 ánodos fungibles;
- .11 equipo extintor y de lucha contra incendios;
- .12 tuberías;
- .13 bombas;
- .14 motores;
- .15 generadores;
- .16 colectores de aceite;

- .17 tanques;
- .18 sistemas hidráulicos;
- .19 tuberías de exploración y columna de sondeo;
- .20 deshidratadores de gas;
- .21 unidades de desazufamiento de gas;
- .22 sistemas de repostado de helicópteros;
- .23 tuberías, válvulas y accesorios;
- .24 compresores; y
- .25 circuitos aislantes.

4.7 La evaluación de las fuentes posibles de contaminación de otras construcciones se efectuará de forma similar a la indicada en las consideraciones generales de los párrafos 4.1 a 4.6 *supra*.

4.8 La disposición normal para caracterizar los desechos y sus componentes no se aplica directamente al hundimiento en el mar de plataformas y estructuras dado que la caracterización general de las propiedades químicas, físicas y biológicas puede efectuarse, tratándose de plataformas y estructuras, sin llevar a cabo ensayos biológicos o químicos propiamente dichos (véanse los párrafos 4.1 a 4.6 *supra* y el capítulo 5 *infra*).

5 HUNDIMIENTO EN EL MAR: LAS MEJORES PRÁCTICAS ECOLÓGICAS (LISTA DE CRITERIOS DE ACTUACIÓN)

5.1 Los contaminantes que puedan causar perjuicios al medio marino se retirarán de las plataformas o construcciones antes de hundir éstas en el mar. Dado que deben retirarse todos los contaminantes antes de hundir la plataforma o construcción, los límites de actuación se aplicarán a las plataformas o construcciones con arreglo al plan de prevención de la contaminación (véase el capítulo 4) y las mejores prácticas ecológicas (véase el párrafo 5.2), con el fin de garantizar que la plataforma o construcción se ha limpiado lo más posible. A tal efecto, deberán seguirse las mejores prácticas ecológicas que se especifican para las plataformas y construcciones en el siguiente párrafo.

5.2 Las técnicas de prevención de la contaminación y de limpieza que se describen a continuación se aplicarán a las plataformas y construcciones destinadas a ser hundidas en el mar. Siempre que sea factible desde el punto de vista técnico y económico, y teniendo en cuenta la seguridad de los trabajadores, en la mayor medida posible, 1) las plataformas y construcciones se limpiarán de hidrocarburos de petróleo u otras sustancias que puedan causar perjuicios al medio marino y 2) se retirarán los materiales capaces de producir residuos flotantes según se indica a continuación:

- .1 se retirarán los materiales capaces de flotar que puedan afectar a la seguridad, la salud del hombre o los valores ecológicos o estéticos del medio marino;
- .2 se retirarán los hidrocarburos, las existencias de productos químicos industriales o comerciales, los lodos de perforación y los desechos que puedan entrañar un riesgo para el medio marino;
- .3 cuando alguna parte del soporte de la plataforma se haya utilizado para almacenar hidrocarburos o productos químicos, por ejemplo los tanques integrados en las columnas, se lavará abundantemente con agua, se limpiará y, según sea el caso, se sellará u obturará; y
- .4 para evitar el escape de sustancias que puedan dañar el medio marino, la limpieza de los tanques, tuberías y otras partes del equipo de la plataforma se realizará de modo racional desde el punto de vista ambiental antes del hundimiento, utilizando técnicas adecuadas tales como el lavado a alta presión con detergentes. El agua de lavado resultante se llevará a tierra para ser tratada, o bien se tratará *in situ* respetando las normas nacionales o regionales aplicables a los posibles contaminantes.

5.3 Aunque se salga del ámbito de las presentes orientaciones, las proximidades de la plataforma u otra construcción deben quedar libres de residuos que puedan afectar a otros usos legítimos del mar en la medida de lo razonable y técnicamente viable.

6 ELECCIÓN DEL VERTEDERO

Consideraciones sobre la elección del lugar de vertimiento

6.1 La elección adecuada de un vertedero en el mar para recibir los desechos es una tarea sumamente importante.

6.2 La información necesaria para elegir un lugar de vertimiento incluirá:

- .1 las características físicas y biológicas del lecho marino y la zona circundante, teniendo en cuenta también las posibles ventajas ambientales, y las características oceanográficas de la zona en general en que vaya a ubicarse el vertedero;
- .2 los lugares de esparcimiento, valores y demás usos del mar en la zona de que se trate;
- .3 la evaluación de los flujos de componentes debidos al vertimiento en relación con los flujos existentes de sustancias en el medio marino; y
- .4 la viabilidad económica y operacional.

6.3 Puede hallarse orientación en cuanto a los procedimientos que deben seguirse para seleccionar el lugar del vertimiento en un informe del Grupo mixto de expertos sobre los aspectos científicos de la contaminación del mar (informes y estudios del GESAMP, N° 16 – *Scientific Criteria for the Selection of Waste Disposal Sites at Sea*). Antes de elegir un vertedero es esencial disponer de datos sobre las características oceanográficas de la zona en general donde vaya a estar situado el lugar de vertimiento. Aunque dicha información puede obtenerse en publicaciones especializadas, convendría llevar a cabo un estudio sobre el terreno para completarla. La información necesaria para la elección de un vertedero para el hundimiento de la plataforma o construcción es mucho menos rigurosa en cuanto a las características oceanográficas, pero incluye los aspectos indicados en el párrafo 6.4. Por lo general la información requerida incluye:

- .1 la naturaleza del lecho marino, incluidas su topografía, características geoquímicas y geológicas, composición y actividad biológicas, si se trata de un hábitat de fondo duro o blando y las actividades anteriores de evacuación que afecten a la zona;
- .2 la naturaleza física de la columna de agua, incluidas la temperatura, la profundidad, la posible existencia de una termoclina o picnoclina y cómo varía en profundidad según las estaciones y las condiciones meteorológicas, el periodo de mareas y la orientación de la elipse de mareas, la dirección y velocidad medias de las derivas de superficie y de fondo, las velocidades de las corrientes provocadas por olas de tormentas, las características generales del viento y de las olas, y el número medio de días de tormenta por año, las materias en suspensión; y
- .3 la naturaleza química y biológica de la columna de agua, incluidos el pH, la salinidad, el oxígeno disuelto en la superficie y el fondo, la demanda química y bioquímica de oxígeno, los nutrientes en sus diversas formas y la productividad primaria.

6.4 Antes de decidir la ubicación exacta del vertedero es preciso tener en cuenta los aspectos biológicos, la posición geográfica de las posibilidades de esparcimiento y otros usos importantes del mar, como por ejemplo:

- .1 la costa y las playas de recreo;
- .2 las zonas de gran belleza o de interés cultural o histórico;
- .3 las zonas de especial importancia científica o biológica, tales como los refugios naturales;
- .4 las zonas de pesca deportiva y comercial;
- .5 las zonas de desove, reproducción y repoblación;
- .6 las rutas migratorias;
- .7 los hábitat estacionales y críticos;
- .8 las vías de navegación;
- .9 las zonas militares de exclusión; y
- .10 los usos tecnológicos del fondo del mar, incluidos la minería, los cables submarinos, los lugares de desalación o de conversión de energía.

Dimensiones del lugar de vertimiento

6.5 Las dimensiones del lugar de vertimiento constituyen un aspecto importante para prever el posible hundimiento de más de una plataforma en el mismo:

- .1 debería ser suficientemente grande, de modo que la mayor parte del material permanezca dentro de los límites del lugar o en una zona prevista de impacto una vez efectuado el vertimiento;
- .2 debería ser suficiente grande en función de los volúmenes de evacuación previstos para que pueda utilizarse a ese fin durante muchos años; y
- .3 no debería ser excesivamente grande, de modo que su vigilancia no exija un tiempo y unos gastos excesivos.

Capacidad del vertedero

6.6 Para evaluar la capacidad de un lugar de vertimiento, especialmente si se trata de desechos sólidos, deberían tenerse en cuenta los siguientes aspectos:

- .1 los regímenes de carga diarios, semanales, mensuales o anuales previstos;
- .2 si el lugar favorece o no la dispersión; y
- .3 la reducción admisible de la profundidad del agua en el lugar de vertimiento en razón de la acumulación del material.

Evaluación de los impactos potenciales

6.7 Un aspecto importante para determinar si es adecuado el hundimiento de plataformas u otras construcciones en un lugar específico es predecir en qué medida puede esto afectar a los hábitat y comunidades marinas del lugar y sus inmediaciones (por ejemplo las comunidades que habitan en arrecifes de coral y en fondos blandos).

(Nota: los párrafos 6.8 a 6.13 tratan de los posibles efectos, pero si se sigue el plan de prevención de la contaminación (véase el capítulo 4) y las mejores prácticas ecológicas (véase el párrafo 5.2 anterior), lo dispuesto en ellos no es directamente aplicable.)

6.8 La medida de los efectos perjudiciales de una sustancia es función de la exposición a la que estén sometidos los organismos (incluidos los seres humanos). A su vez, la exposición es función, entre otras cosas, del flujo de aportes y de los procesos físicos, químicos y biológicos que determinan el transporte, comportamiento, destino y distribución de la sustancia.

6.9 La existencia de sustancias naturales y la presencia en todas partes de contaminantes significa que los organismos están siempre previamente sometidos a cierta exposición a todas las sustancias contenidas en cualquier desecho que pueda verterse en el mar. Por consiguiente, el aspecto preocupante de la exposición a sustancias peligrosas se refiere a la exposición adicional como consecuencia del vertimiento. Esto, a su vez, puede expresarse como la magnitud relativa de los flujos de sustancias resultantes del vertimiento en el mar por comparación con los flujos existentes procedentes de otras fuentes.

6.10 En consecuencia, es necesario tener debidamente en cuenta la magnitud relativa de los flujos de sustancias resultantes del vertimiento, tanto en la zona del vertedero como en la región que lo rodea. En los casos en que quepa pronosticar que el vertimiento aumentará considerablemente los flujos existentes debidos a procesos naturales, habría que considerar que no es aconsejable efectuar vertimientos en el lugar de que se trate.

6.11 Tratándose de sustancias sintéticas, la relación entre los flujos debidos al vertimiento y los flujos ya existentes en las proximidades del lugar, pueden no ser un fundamento adecuado para las decisiones.

6.12 Se deberían considerar las características temporales para determinar periodos potencialmente críticos del año (por ejemplo, para la flora y la fauna marinas) en que no deben efectuarse operaciones de vertimiento. Ello significa que hay “huecos” o “periodos” en los que se espera que el impacto de las operaciones de vertimiento sea inferior al de otros momentos. Cuando tales restricciones resulten pesadas y costosas, convendría prever soluciones intermedias, en cuyo caso tal vez haya que establecer prioridades

en cuanto a las especies que no se puedan perturbar en absoluto. He aquí algunos ejemplos de consideraciones biológicas:

- .1 periodos en que la biota marina migra de una parte del ecosistema a otra (por ejemplo, de un estuario a la mar abierta o viceversa), así como periodos de crecimiento y cría;
- .2 periodos en que los organismos marinos hibernan sobre los sedimentos o enterrados en ellos; y
- .3 periodos en que están expuestas especies particularmente sensibles y acaso especies en peligro.

Movilidad de los contaminantes

6.13 La movilidad de los contaminantes depende de diversos factores, tales como:

- .1 el tipo de matriz;
- .2 la forma del contaminante;
- .3 el fraccionamiento del contaminante;
- .4 el estado físico del sistema, por ejemplo, temperatura, flujo de agua, materias en suspensión;
- .5 el estado fisicoquímico del sistema;
- .6 la longitud de las vías de difusión y advección; y
- .7 las actividades biológicas, por ejemplo, la bioturbidez.

7 EVALUACIÓN DE LOS EFECTOS POTENCIALES

7.1 La evaluación de los efectos potenciales debería conducir a una declaración concisa de las consecuencias previstas de las opciones de evacuación en el mar o en tierra (también llamada hipótesis de impacto). Constituirá una base para decidir si conviene aprobar o rechazar la opción propuesta de evacuación y para definir los requisitos de vigilancia ambiental. En la medida de lo posible, hay que evitar los métodos de gestión de desechos que causan la dispersión y dilución de contaminantes en el medio ambiente, dando preferencia a las técnicas que evitan el aporte de contaminantes.

7.2 La evaluación de las opciones de hundimiento debería integrar la información sobre las características de las plataformas y otras construcciones y las condiciones del lugar de vertimiento propuesto, especificar la viabilidad técnica y económica de las opciones consideradas e incluir los efectos posibles sobre la salud del hombre, los recursos vivos, las posibilidades de esparcimiento, otros usos legítimos del mar y el medio ambiente en general. En el caso de las plataformas u otras construcciones, esta evaluación debería basarse en la premisa fundamental de que aplicando el plan de prevención de la contaminación a que se hace referencia en el capítulo 4 y las mejores prácticas ecológicas mencionadas en el párrafo 5.2, los efectos negativos serán mínimos y se limitarán a aquellos que resulten de la presencia física de la plataforma o construcción en el lecho marino, dado que ésta será fundamentalmente de acero y, en algunos casos, de hormigón.

7.3 La evaluación debería ser lo más completa posible. Los impactos potenciales principales se deberían determinar durante el proceso de elección del vertedero. Se considera que son los que pueden tener repercusiones más graves para la salud del hombre y el medio ambiente. En este sentido se considera a menudo que las alteraciones del medio físico, los riesgos para la salud del hombre, la depreciación de los recursos marinos y el entorpecimiento de otros usos legítimos del mar constituyen preocupaciones principales.

7.4 Al elaborar una hipótesis de impacto convendría prestar particular atención, aunque no exclusivamente, a los impactos potenciales sobre las posibilidades de esparcimiento (por ejemplo, la presencia de elementos flotantes), las zonas sensibles (por ejemplo, zonas de desove, criaderos y zonas de alimentación), los hábitat (por ejemplo, las modificaciones biológicas, químicas y físicas), las pautas migratorias y la comercialización de los recursos. También habría que considerar los impactos potenciales sobre otros usos del mar, incluida la pesca, la navegación, los usos tecnológicos y las zonas de especial valor e interés, así como los usos tradicionales del mar.

(Nota de los párrafos 7.5 a 7.8: El hundimiento en el mar de plataformas u otras construcciones, al ser el “desecho” un sólido, no representa el mismo tipo de riesgo para el medio ambiente que la evacuación de otros desechos, como pueden ser los líquidos, que pueden propagarse fácilmente por el medio ambiente; por ello, no se ajusta necesariamente a la norma que exige una vigilancia biológica o química rigurosa debido a los contaminantes que hay en los desechos. Las fuentes importantes de posibles contaminantes deben retirarse de las plataformas u otras construcciones antes de hundirlas. Al elaborar el plan de vigilancia, habrá que tener en cuenta estos factores.)

7.5 Incluso los desechos menos complejos y más inocuos pueden causar diversos efectos físicos, químicos y biológicos. Una hipótesis de impacto no puede ni debe intentar reflejarlos todos. Es preciso aceptar que incluso la hipótesis de impacto más completa no puede abarcar todas las situaciones posibles, por ejemplo los impactos imprevistos. Por consiguiente, se impone que el programa de vigilancia esté directamente vinculado a la hipótesis, y sirva de mecanismo de información que permita verificar las predicciones y examinar la idoneidad tanto de las medidas de gestión de la operación como del lugar de vertimiento. Es importante determinar las causas y consecuencias de la incertidumbre.

7.6 Las consecuencias previstas del vertimiento deberían describirse en términos de hábitat, procesos, especies, comunidades y usos afectados. Debería describirse la naturaleza exacta del efecto previsto (por ejemplo, cambio, reacción o entorpecimiento), y cuantificar el efecto de manera suficientemente detallada para que no haya lugar a dudas en cuanto a qué variables deberán ser objeto de medición durante la vigilancia en el terreno. A este respecto sería fundamental determinar “dónde” y “cuándo” cabe esperar que se produzcan los efectos.

7.7 Convendría hacer hincapié en los efectos biológicos y en la modificación del hábitat, así como en los cambios físicos y químicos. No obstante, si el posible efecto se debe a la presencia de sustancias, habrían de tenerse en cuenta los siguientes factores:

1. estimaciones de los incrementos estadísticamente significativos de la sustancia en el agua del mar, los sedimentos o la biota en relación con las condiciones existentes y los efectos conexos; y
2. estimación de la contribución de la sustancia a los flujos locales y regionales y de la medida en que los flujos existentes constituyen una amenaza o tienen efectos perjudiciales para el medio marino o la salud del hombre.

7.8 En el caso de que se trate de operaciones de evacuación repetidas o múltiples, la hipótesis de impacto debería tener en cuenta los efectos acumulativos de éstas. También importará tomar en consideración las posibles interacciones con otros métodos de evacuación de desechos en la zona, tanto existentes como proyectados.

7.9 El análisis de cada una de las opciones de evacuación debería efectuarse teniendo en cuenta la evaluación comparada de las siguientes repercusiones: los riesgos para la salud del hombre, los peligros (incluidos los accidentes), los costos ambientales, los aspectos económicos y la exclusión de usos futuros. Si la evaluación pone de manifiesto que no se dispone de información adecuada para determinar los posibles efectos de la opción de evacuación propuesta, incluidas las consecuencias en potencia peligrosas a largo plazo, ésta no se debería seguir examinando. Además, si la interpretación de la evaluación comparada indica que la opción de vertimiento constituye una solución menos preferible, no se debería conceder un permiso de vertimiento.

7.10 Toda evaluación debería concluir con una declaración a favor de la decisión de expedir o rechazar un permiso de vertimiento.

7.11 Cuando se precise vigilancia, los efectos y parámetros descritos en la hipótesis deberían contribuir a guiar la labor analítica y sobre el terreno de modo que pueda obtenerse la información pertinente de la manera más eficiente y rentable.

8 VIGILANCIA

8.1 La vigilancia se ejerce para verificar que se cumplen las condiciones del permiso (vigilancia del cumplimiento) y que las hipótesis formuladas durante los trámites de examen del permiso y de elección del lugar eran correctas y suficientes para proteger el medio marino y la salud del hombre (vigilancia del lugar). Es fundamental que tales programas de vigilancia tengan objetivos claramente establecidos.

8.2 La hipótesis de impacto constituye la base para definir la vigilancia en el terreno. El programa de medición debería ser concebido para verificar que los cambios en el medio ambiente receptor no excedan de los previstos. Habrá que responder a las siguientes preguntas:

- .1 ¿Qué hipótesis verificables se pueden deducir de la hipótesis de impacto?
- .2 ¿Qué mediciones (tipo, lugar, frecuencia, requisitos de calidad) se requieren para someter a prueba esas hipótesis?
- .3 ¿Cómo se deberán manejar e interpretar los datos?

8.3 Por lo general, cabe suponer que en la solicitud de vertimiento ya se especifican adecuadamente las condiciones existentes (pre-evacuación) en la zona receptora. Si la especificación de tales condiciones es insuficiente para permitir la formulación de una hipótesis de impacto, la autoridad que otorga los permisos requerirá información adicional antes de adoptar una decisión final sobre la solicitud de permiso.

8.4 Conviene que la autoridad que concede el permiso tenga en cuenta los datos de investigación pertinentes para la elaboración y modificación de los programas de vigilancia. Se pueden dividir las mediciones en dos tipos: aquellas que se efectúan dentro de la zona del impacto previsto y aquellas que se efectúan fuera de dicha zona.

8.5 Las mediciones deberían poder determinar si la zona de impacto y la magnitud del cambio fuera de la zona de impacto difieren de los pronosticados. Se puede responder a lo primero elaborando una secuencia de mediciones en el espacio y en el tiempo que garantice que la escala de cambio espacial prevista no se exceda. Cabe responder a lo segundo mediante mediciones que proporcionen información sobre la magnitud del cambio ocurrido fuera de la zona de impacto como resultado de la operación de vertimiento. Frecuentemente, estas mediciones estarán basadas en una hipótesis de impacto nulo, es decir, de que no se puede detectar un cambio significativo.

8.6 Los resultados de la vigilancia (u otra investigación afín) se deberían examinar de nuevo a intervalos regulares en relación con los objetivos y podrán proporcionar una base para:

- .1 modificar o terminar el programa de vigilancia en el terreno;
- .2 modificar o revocar el permiso;
- .3 redefinir o cerrar el vertedero; y
- .4 modificar la base sobre la que se evalúan las solicitudes de vertimiento de desechos.

9 EL PERMISO Y SUS CONDICIONES

9.1 La decisión de expedir un permiso sólo se debería tomar una vez que se hayan concluido todas las evaluaciones del impacto y determinado los requisitos de vigilancia. Las disposiciones del permiso garantizarán, en la medida de lo posible, que las perturbaciones y perjuicios causados al medio ambiente sean mínimos, y máximos los beneficios. Todo permiso expedido incluirá los datos e información siguientes:

- .1 una descripción de las mejores prácticas ecológicas (véase el párrafo 5.2) para la opción de hundimiento elegida, ya sea que la plataforma vaya a dejarse donde está, en pie o derribándola *in situ*, o que vaya a trasladarse a otro lugar de vertimiento en el mar;
- .2 el emplazamiento del (de los) vertedero(s);
- .3 el método de vertimiento; y
- .4 una notificación a la autoridad nacional competente de las coordenadas de la plataforma o construcción abandonada en el fondo del mar.

9.2 Si la opción seleccionada es el vertimiento en el mar, se deberá expedir un permiso previo que autorice la operación. Se recomienda prever la posibilidad de que el público pueda examinar el proceso de concesión del permiso y participar en el mismo. Al conceder un permiso, la autoridad que lo otorga acepta que el impacto hipotético ocurra dentro de los límites del vertedero, por ejemplo alteraciones de los compartimientos físicos, químicos y biológicos del medio ambiente local.

9.3 Los responsables de la reglamentación deberían esforzarse en todo momento por imponer procedimientos que resulten en cambios medioambientales tan inferiores como sea posible a los límites admisibles, teniendo en cuenta tanto las posibilidades tecnológicas como los intereses económicos, sociales y políticos.

9.4 Los permisos deberían reconsiderarse a intervalos regulares, teniendo en cuenta los resultados de la vigilancia y los objetivos de los programas de vigilancia. El examen de los resultados indicará si es necesario continuar, revisar o dar por terminados los programas de vigilancia del lugar, y contribuirá a fundamentar las decisiones de renovación, modificación o revocación de los permisos. De este modo, se contará con un importante mecanismo de información para proteger la salud del hombre y el medio marino.

Anexo 6

Directrices específicas revisadas para la evaluación de materiales geológicos inorgánicos inertes

1 INTRODUCCIÓN

1.1 Las Directrices para la evaluación de desechos u otras materias cuyo vertimiento podrá considerarse,¹ o “Directrices generales” en su denominación abreviada, y las Directrices específicas para la evaluación de materiales geológicos inorgánicos inertes a que se hace referencia en este documento, se han concebido para su utilización por las autoridades nacionales encargadas de reglamentar la evacuación de desechos en el mar y representan un mecanismo que guía a las autoridades nacionales a la hora de evaluar las solicitudes de vertimiento de conformidad con las disposiciones del Convenio de Londres 1972 (Convenio de Londres) o de su Protocolo de 1996 (Protocolo de Londres). El Anexo 2 del Protocolo de Londres hace hincapié en la reducción progresiva de la necesidad de utilizar el mar para el vertimiento de desechos. Además, reconoce que para evitar la contaminación se requiere un control riguroso de la emisión y dispersión de las sustancias contaminantes y el empleo de procedimientos científicamente fundados para seleccionar opciones apropiadas para la evacuación de desechos. Al aplicar las presentes directrices será necesario tener en cuenta la incertidumbre existente en relación con la evaluación del impacto en el medio marino, y al abordar esta incertidumbre será necesario adoptar un planteamiento preventivo. Las Directrices deberían aplicarse en el entendimiento de que la aceptación del vertimiento en el mar en determinados casos no exime de la obligación de proseguir los esfuerzos para reducir la necesidad de tales operaciones.

1.2 El Protocolo de Londres sigue un criterio según el cual se prohíbe el vertimiento de desechos y otras materias, excepto cuando se trate de los materiales expresamente enunciados en el Anexo 1, y en el contexto de dicho Protocolo, estas Directrices se aplicarían a los materiales indicados en dicho anexo. El Convenio de Londres prohíbe el vertimiento de ciertos desechos y otras materias que se indican en el mismo, y en el contexto de dicho Convenio, estas Directrices se ajustan a las prescripciones de los anexos respecto de los desechos cuyo vertimiento en el mar no está prohibido. Cuando se apliquen estas Directrices de conformidad con el Convenio de Londres, ellas no deberían considerarse un medio para volver a examinar el vertimiento de desechos u otras materias, en contravención del Anexo I del Convenio de Londres.

1.3 El esquema que se muestra en la figura 1 ofrece una clara indicación de las etapas de la aplicación de las Directrices en las que deberían adoptarse decisiones importantes, si bien no se ha concebido como un “árbol de decisiones” convencional. En general, las autoridades nacionales deberían aplicar el esquema de manera iterativa, cerciorándose de que se han seguido todas las pautas antes de tomar la decisión de expedir un permiso. La figura 1 ilustra la relación que existe entre los componentes operacionales del Anexo 2 del Protocolo de Londres y contiene los siguientes elementos:

- .1 caracterización del desecho (sección 4: Propiedades químicas, físicas y biológicas);
- .2 fiscalización de la producción de desechos y opciones de gestión de desechos (secciones 2 y 3);
- .3 lista de criterios de actuación (sección 5);

¹ La primera versión de estas Directrices se adoptó en 1997 y su revisión fue ultimada por los órganos rectores del Convenio y el Protocolo de Londres en 2008.

- .4 determinación y características del lugar de vertimiento (sección 6: Selección del lugar de vertimiento);
- .5 determinación de los posibles efectos y preparación de la(s) hipótesis de impacto (sección 7: Evaluación de los posibles efectos);
- .6 expedición del permiso (sección 9: El permiso y sus condiciones);
- .7 ejecución del Proyecto y verificación de su cumplimiento (sección 8: Vigilancia); y
- .8 vigilancia y evaluación en el terreno (sección 8: Vigilancia).

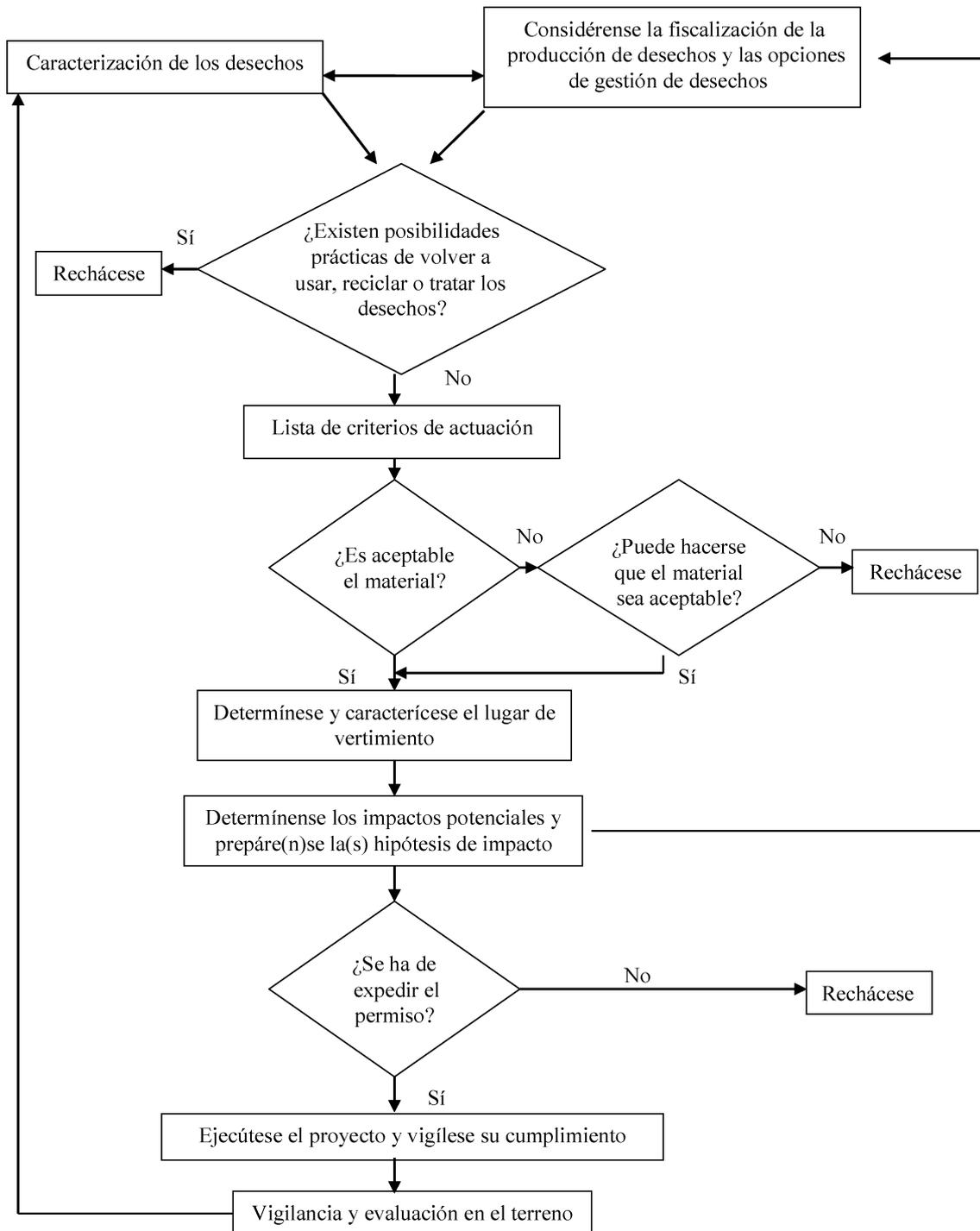


Figura 1

1.4 Estas Directrices se refieren específicamente a los materiales geológicos inorgánicos inertes,² es decir, desechos u otras materias para los que se ha determinado, mediante una caracterización cualitativa inicial, que cumplen los criterios de elegibilidad para los materiales geológicos inorgánicos inertes (apéndice). Seguir las Directrices específicas que figuran a continuación no supone aplicar un régimen ni más ni menos restrictivo que el de las Directrices generales de 1997.

2 FISCALIZACIÓN DE LA PRODUCCIÓN DE DESECHOS

2.1 Las etapas iniciales de la evaluación de alternativas al vertimiento deberían incluir, según proceda, una evaluación de los siguientes factores:

- .1 tipo, cantidad y peligro relativo de los desechos producidos. Como los materiales son inertes, los peligros relativos se limitan a los impactos físicos;
- .2 pormenores del proceso de producción y de las fuentes de desechos en dicho proceso; y
- .3 viabilidad de cada una de las siguientes técnicas para reducir o evitar la producción de desechos:
 - .1 tecnologías de producción limpias;
 - .2 modificación del proceso;
 - .3 sustitución de insumos; y
 - .4 reciclaje en ciclo cerrado *in situ*.

2.2 En términos generales, cuando la fiscalización exigida ponga de manifiesto que existen posibilidades de evitar en la fuente la producción de desechos, el solicitante debería formular e implantar una estrategia para evitar la producción de desechos (en colaboración con los organismos locales y nacionales competentes) que incluya determinados objetivos de reducción de desechos y fiscalizaciones ulteriores para garantizar que se van logrando dichos objetivos. Las decisiones relativas a la expedición o la renovación de los permisos deberían estar sujetas al cumplimiento de dicho requisito.

2.3 Por lo que respecta a esta categoría de materiales, la cuestión más importante es la reducción al mínimo de los desechos.

3 EXAMEN DE LAS OPCIONES DE GESTIÓN DE DESECHOS

3.1 Al presentar las solicitudes para el vertimiento de desechos u otras materias se debería demostrar que se ha prestado la debida atención a la siguiente jerarquía de opciones de gestión de desechos, la cual supone un impacto ambiental creciente:

- .1 reutilización, por ejemplo para relleno de minas;
- .2 reciclaje, por ejemplo para construcción de carreteras y materiales de construcción; y
- .3 evacuación en tierra y en el mar.

3.2 El permiso para el vertimiento de desechos u otras materias se denegará cuando la autoridad que expide el permiso determine que existen posibilidades adecuadas de reutilización, reciclaje o tratamiento de los desechos sin que ello entrañe riesgos indebidos para la salud de los seres humanos o el medio ambiente o costes desmesurados. La disponibilidad práctica de otros medios de evacuación se debería tener en cuenta en función de la evaluación comparada del riesgo que entrañen tanto el vertimiento como las otras alternativas.

4 PROPIEDADES QUÍMICAS, FÍSICAS Y BIOLÓGICAS

4.1 Se deberían especificar las características y la forma de los materiales, así como las razones por las cuales se caracterizan como materiales geológicos e inertes en el medio marino. Se ha de demostrar que la

² La vigésima segunda Reunión consultiva de las Partes Contratantes del Convenio de Londres 1972 aprobó estas Directrices en 2000.

naturaleza química de los materiales (incluida la absorción por la biota de cualquier elemento o sustancia procedente de los mismos) es tal que los únicos efectos resultantes de su vertimiento serían los debidos a sus propiedades físicas. Por tanto, la evaluación de su impacto ambiental se basará exclusivamente en su origen, incluida su composición mineral, y la cantidad total y naturaleza física de los materiales.

4.2 La caracterización de los materiales y sus componentes tendrá en cuenta los siguientes factores:

- .1 origen, incluida la composición mineral, cantidad total y la forma en que se prevé efectuar el vertimiento; y
- .2 persistencia física.

5 LISTA DE CRITERIOS DE ACTUACIÓN

5.1 La lista de criterios de actuación proporciona un mecanismo de selección para determinar si un material se considera aceptable para ser vertido. Constituye una parte esencial del Anexo 2 del Protocolo de Londres y los Grupos científicos examinarán continuamente todos sus aspectos para ayudar a las Partes Contratantes a aplicarla. Como no debería haber interacción entre los materiales inertes y los sistemas biológicos aparte de la que pueda producirse como consecuencia de los impactos físicos, las disposiciones de la lista de criterios de actuación no requieren por consiguiente un examen pormenorizado. No obstante, se debería utilizar el mecanismo de examen preliminar de la lista para demostrar que el material es inerte y no contaminado.

6 SELECCIÓN DEL LUGAR DE VERTIMIENTO

Consideraciones sobre la selección del lugar de vertimiento

6.1 La selección adecuada de un lugar de vertimiento en el mar para los desechos es sumamente importante.

6.2 La información necesaria para elegir un lugar de vertimiento incluirá:

- .1 las características físicas, químicas y biológicas de la columna de agua y del lecho marino;
- .2 la ubicación de los lugares de esparcimiento, valores y demás usos del mar en la zona de que se trate;
- .3 la evaluación de los flujos de componentes debidos al vertimiento en relación con los flujos existentes de sustancias en el medio marino; y
- .4 la viabilidad económica y operacional.

6.3 Puede hallarse orientación en cuanto a los procedimientos que deben seguirse para seleccionar el lugar del vertimiento en un informe del Grupo mixto de expertos sobre los aspectos científicos de la protección del medio marino (informes y estudios del GESAMP, N° 16 – *Scientific Criteria for the Selection of Waste Disposal Sites at Sea*), y también en el Manual de formación sobre las OED. Antes de elegir un lugar de vertimiento es esencial disponer de datos sobre las características oceanográficas de la zona general donde va a estar situado el lugar de vertimiento. La información pertinente puede incluir la naturaleza física, química y biológica del lecho del mar y de la columna de agua. Aunque dicha información puede obtenerse en publicaciones, convendría llevar a cabo un estudio sobre el terreno para completarla. Por lo que respecta a las características químicas y biológicas, sólo requieren un examen pormenorizado los aspectos que es probable que sean sensibles a los efectos físicos tales como el vapor o los cambios en la turbidez, las distribuciones de tamaños de partículas o el transporte de sedimentos.

6.4 Algunos de los principales lugares de esparcimiento, características biológicas y usos del mar que deben tenerse en cuenta al determinar la ubicación específica del lugar de vertimiento son los siguientes:

- .1 la costa y las playas de baño;
- .2 las zonas de gran belleza o de interés cultural o histórico;
- .3 las zonas de especial importancia científica o biológica, tales como los refugios naturales;
- .4 las zonas de pesca;

- .5 las zonas de desove, reproducción y repoblación;
- .6 las rutas migratorias;
- .7 los hábitats estacionales y críticos;
- .8 las vías de navegación;
- .9 las zonas militares de exclusión; y
- .10 los usos tecnológicos del fondo del mar, incluida la minería, los cables submarinos y las instalaciones de desalación o de conversión de energía.

Dimensiones del lugar de vertimiento

6.5 Las dimensiones del lugar de vertimiento constituyen un aspecto importante por las siguientes razones:

- .1 debería ser suficientemente grande, salvo que se trate de un lugar de dispersión aprobado, de modo que la mayor parte del material permanezca dentro de los límites del lugar o en una zona prevista de impacto tras el vertimiento;
- .2 debería ser suficientemente grande para recibir las cantidades previstas de desechos sólidos y líquidos y para que éstos se diluyan hasta alcanzar niveles similares a los de fondo antes de llegar o al llegar a los límites del lugar del vertimiento;
- .3 debería ser suficientemente grande en función de los volúmenes de evacuación previstos para que pueda utilizarse a ese fin durante muchos años; y
- .4 no debería ser excesivamente grande, de modo que su vigilancia no exija un tiempo y gastos excesivos.

Capacidad del lugar de vertimiento

6.6 Para evaluar la capacidad de un lugar de vertimiento, especialmente si se trata de desechos sólidos, deberían tenerse en cuenta los siguientes aspectos:

- .1 los regímenes de carga diarios, semanales, mensuales o anuales previstos;
- .2 si el lugar favorece o no la dispersión; y
- .3 la reducción admisible de la profundidad del agua en el lugar de vertimiento en razón de la acumulación del material.

Evaluación de los posibles efectos

6.7 Es necesario tener debidamente en cuenta la magnitud relativa de los flujos de sustancias resultantes del vertimiento, tanto en la zona del vertedero como en la región que lo rodea. En los casos en que quepa pronosticar que el vertimiento aumentará considerablemente los flujos existentes debidos a procesos naturales, habría que considerar que no es aconsejable efectuar vertimientos en el lugar de que se trate. Los únicos flujos que tienen relevancia con respecto a los materiales geológicos inorgánicos inertes son los que transportan sedimentos en la columna de agua y en la interfaz sedimentos-agua. Se ha de prestar especial atención al grado de deposición que puede tener repercusiones para el bentos marino (por ejemplo, sofocación, cambios en la diversidad del bentos, alteración del hábitat).

6.8 Se deberían considerar las características temporales para determinar periodos potencialmente críticos del año (por ejemplo, para la flora y la fauna marinas) en que no deben efectuarse operaciones de vertimiento. Ello significa que hay periodos en los que se espera que el impacto de las operaciones de vertimiento sea inferior al de otros momentos. Cuando tales restricciones resulten pesadas y costosas, convendría prever soluciones intermedias, en cuyo caso tal vez haya que establecer prioridades en cuanto a las especies que no se puedan perturbar en absoluto. He aquí algunos ejemplos de consideraciones biológicas:

- .1 periodos en que la biota marina migra de una parte del ecosistema a otra (por ejemplo, de un estuario a la mar abierta o viceversa), así como periodos de crecimiento y cría;
- .2 periodos en que los organismos marinos hibernan sobre los sedimentos o enterrados en ellos; y

- .3 periodos en que están expuestas especies particularmente sensibles y acaso especies en peligro.

Las consideraciones más importantes con respecto a estas disposiciones son los efectos físicos de los materiales geológicos inorgánicos inertes sobre la biota de la columna de agua y el bentos, incluidos los que se deben a las alteraciones del hábitat.

Movilidad de los contaminantes

6.9 La movilidad de los contaminantes depende de diversos factores, tales como:

- .1 el tipo de matriz;
- .2 la forma del contaminante;
- .3 el estado físico del sistema, por ejemplo, temperatura, flujo de agua, materias en suspensión; y
- .4 las actividades biológicas, por ejemplo, la bioturbidez.

Estas cuestiones no tienen relevancia con respecto a los materiales geológicos inorgánicos inertes que cumplen los Criterios de elegibilidad y por los motivos expuestos en los párrafos 4.1 y 5.1 anteriores.

7 EVALUACIÓN DE LOS POSIBLES EFECTOS

7.1 La evaluación de los posibles efectos debería conducir a una declaración concisa de las consecuencias previstas de las opciones de evacuación en el mar o en tierra (también llamada “hipótesis de impacto”). Constituirá una base para decidir si conviene aprobar o rechazar la opción de evacuación propuesta y para definir los requisitos de vigilancia ambiental. En la medida de lo posible, se deberían evitar los métodos de gestión de desechos que causan la dispersión y dilución de contaminantes en el medio ambiente, dando preferencia a las técnicas que evitan el aporte de contaminantes al medio ambiente.

7.2 La evaluación para el vertimiento debería incluir información sobre las características de los desechos, las condiciones del lugar o los lugares de vertimiento propuestos, los flujos y las técnicas de evacuación propuestas, y especificar los efectos posibles sobre la salud del hombre, los recursos vivos, las posibilidades de esparcimiento y otros usos legítimos del mar. Debería indicar la naturaleza, las escalas temporal y espacial y la duración de los impactos previstos, basándose en supuestos razonablemente moderados.

7.3 La evaluación debería ser lo más completa posible. Deberían identificarse las principales repercusiones potenciales durante el proceso de selección del lugar de vertimiento. Éstas son las que se estima que suponen el mayor riesgo para la salud de los seres humanos y el medio ambiente. Las alteraciones del medio físico son la principal fuente de preocupación en relación con los materiales geológicos inorgánicos inertes y, por consiguiente, el impacto en el hábitat y en la salud de los seres humanos, el deterioro de los recursos marinos y la interferencia con otros usos legítimos del mar constituyen las principales fuentes de preocupación.

7.4 Al elaborar una hipótesis de impacto convendría prestar particular atención, aunque no exclusivamente, a los efectos potenciales sobre las posibilidades de esparcimiento (por ejemplo, la presencia de elementos flotantes), las zonas sensibles (por ejemplo, zonas de desove, cría o alimentación), los hábitats (por ejemplo, las modificaciones biológicas, químicas y físicas), las rutas migratorias y el valor comercial de los recursos. También habría que considerar los efectos potenciales sobre otros usos del mar, incluida la pesca, la navegación, los usos tecnológicos, las zonas de especial valor e interés y los usos tradicionales del mar.

7.5 Incluso los desechos menos complejos y más inocuos pueden tener efectos físicos, químicos y biológicos diversos. Las hipótesis de impacto no pueden intentar reflejarlos todos. Es preciso aceptar que incluso las hipótesis de impacto más completas no pueden abarcar todas las situaciones posibles, por ejemplo los impactos imprevistos. Por consiguiente, es fundamental que el programa de vigilancia esté directamente vinculado a las hipótesis, y que sirva de mecanismo de retroinformación que permita verificar las predicciones y examinar la idoneidad de las medidas de gestión aplicadas a la operación y al lugar de vertimiento. Es importante determinar las fuentes y consecuencias de la incertidumbre. Las únicas

repercusiones que requieren un examen detallado en este contexto son el impacto físico en el hábitat y en los recursos marinos y la interferencia con otros usos legítimos del mar.

7.6 Las consecuencias previstas del vertimiento deberían describirse en términos de hábitats afectados, procesos, especies, comunidades y usos. Debería describirse la naturaleza exacta del efecto previsto (por ejemplo, cambio, reacción o interferencia), y cuantificar el efecto de manera suficientemente detallada para que no haya lugar a dudas en cuanto a qué variables deben medirse durante la vigilancia en el terreno. A este respecto sería fundamental determinar “dónde” y “cuándo” pueden esperarse los impactos.

7.7 Se debería hacer hincapié en los efectos biológicos y en la modificación del hábitat, así como en los cambios físicos y químicos, incluidos los siguientes factores:

- .1 cambios y efectos físicos en la biota; y
- .2 efectos en el transporte de sedimentos.

7.8 En el caso de que se trate de operaciones de evacuación repetidas o múltiples, las hipótesis de impacto deberían tener en cuenta los efectos acumulativos. También será importante tomar en consideración las posibles interacciones con otras prácticas de evacuación de desechos en la zona, tanto existentes como planeadas.

7.9 El análisis de cada una de las opciones de evacuación debe efectuarse teniendo en cuenta la evaluación comparada de los siguientes efectos: los riesgos para la salud de los seres humanos, los costos ambientales, los peligros (incluidos los accidentes), los aspectos económicos y la exclusión de usos futuros. Si la evaluación pone de manifiesto que no se dispone de información adecuada para determinar los posibles efectos de la opción de evacuación propuesta, incluidas las posibles consecuencias perjudiciales a largo plazo, ésta no se debería seguir examinando. Además, si la interpretación de la evaluación comparativa indica que la opción de vertimiento es una solución menos preferible, no se debería conceder un permiso de vertimiento.

7.10 Toda evaluación debería concluir con una declaración que apoye la decisión de expedir o denegar un permiso de vertimiento.

7.11 Cuando se requiera vigilancia, los efectos y variables potencialmente perjudiciales utilizadas en la hipótesis deberían ayudar a guiar la labor analítica y sobre el terreno de modo que pueda obtenerse la información pertinente de la manera más eficiente y eficaz en función de los costos.

8 VIGILANCIA

8.1 La vigilancia se ejerce para verificar que se cumplen las condiciones del permiso (vigilancia del cumplimiento), y que los supuestos formulados durante el examen del permiso y el proceso de selección del lugar eran correctos y suficientes para proteger el medio marino y la salud de los seres humanos (vigilancia en el terreno). Es fundamental que tales programas de vigilancia tengan objetivos claramente definidos.

8.2 La hipótesis de impacto constituye la base para definir la vigilancia en el terreno. El programa de medición debería idearse a fin de verificar que los cambios en el entorno receptor se encuentren dentro de las previsiones. Habrá que responder a las siguientes preguntas:

- .1 ¿Qué hipótesis verificables se pueden deducir de la hipótesis de impacto?
- .2 ¿Qué mediciones (tipo, lugar, frecuencia, requisitos de desempeño) se requieren para someter a prueba esas hipótesis?
- .3 ¿Cómo se deberían gestionar e interpretar los datos?

8.3 Por lo general, es posible suponer que en la solicitud de vertimiento ya se especifican adecuadamente las condiciones existentes (pre- evacuación) en la zona receptora. Si la especificación de tales condiciones es insuficiente para permitir la formulación de una hipótesis de impacto, la autoridad que otorga los permisos requerirá información adicional antes de adoptar una decisión final sobre la solicitud de permiso.

8.4 Se alienta a la autoridad que expide el permiso a que tenga en cuenta los datos de investigación pertinentes para la elaboración y modificación de los programas de vigilancia. Se pueden dividir las mediciones en dos tipos: aquellas que se efectúan dentro de la zona del impacto previsto y aquellas que se efectúan fuera de dicha zona.

8.5 Las mediciones deberían estar concebidas para determinar si la zona de impacto y la magnitud del cambio fuera de la zona de impacto difieren de los previstos. Se puede responder a lo primero elaborando una secuencia de mediciones en el espacio y en el tiempo que garantice que no se exceda la escala de cambio espacial proyectada. Cabe responder a lo segundo mediante mediciones que proporcionen información sobre la magnitud de las variaciones fuera de la zona de impacto como resultado de la operación de vertimiento. Frecuentemente, estas mediciones estarán basadas en una hipótesis de impacto nulo, es decir, de que no se pueden detectar cambios significativos.

8.6 Los resultados de la vigilancia (u otra investigación afin) se deberían examinar de nuevo a intervalos regulares en relación con los objetivos y podrán proporcionar una base para:

- .1 modificar o concluir el programa de vigilancia en el terreno;
- .2 modificar o revocar el permiso;
- .3 redefinir o clausurar el lugar de vertimiento o tomar otras medidas adecuadas de saneamiento o mitigación; y
- .4 modificar la base sobre la que se evalúan las solicitudes de vertimiento de desechos.

9 EL PERMISO Y SUS CONDICIONES

9.1 La decisión de expedir un permiso sólo se debería tomar una vez que se hayan concluido todas las evaluaciones del impacto y determinado los requisitos de vigilancia. Las disposiciones del permiso garantizarán, en la medida de lo posible, que las perturbaciones y perjuicios causados al medio ambiente sean mínimos, y máximos los beneficios. Todo permiso expedido incluirá los datos e información siguientes:

- .1 el tipo, cantidad y origen de los materiales que han de verterse;
- .2 el emplazamiento del lugar o los lugares de vertimiento;
- .3 el método de vertimiento; y
- .4 los requisitos de vigilancia y notificación.

9.2 Si la opción seleccionada es el vertimiento en el mar, se ha de expedir previamente un permiso que autorice la operación. Se recomienda dar oportunidades para que el público pueda examinar el proceso de concesión del permiso y participar en el mismo. Al conceder un permiso, la autoridad que lo otorga acepta el impacto hipotético que ocurra dentro de los límites del lugar de vertimiento, por ejemplo alteraciones de los compartimentos físicos, químicos y biológicos del medio ambiente local.

9.3 Los responsables de la reglamentación deberían esforzarse en todo momento por imponer procedimientos que resulten en variaciones medioambientales tan inferiores como sea posible a los límites admisibles, teniendo en cuenta tanto las posibilidades tecnológicas como los intereses económicos, sociales y políticos.

9.4 Los permisos deberían volver a considerarse a intervalos regulares, teniendo en cuenta los resultados de la vigilancia y los objetivos de los programas de vigilancia. El examen de los resultados indicará si es necesario continuar, revisar o dar por terminados los programas de vigilancia del lugar, y contribuirá a fundamentar las decisiones de continuación, modificación o cancelación de los permisos. De este modo, se contará con un importante mecanismo de retroinformación para proteger la salud de los seres humanos y el medio marino.

APÉNDICE

Criterios de elegibilidad para los materiales geológicos inorgánicos inertes

ANTECEDENTES Y OBJETIVOS

1 El Convenio de Londres 1972, enmendado en 1993, prohíbe el vertimiento de desechos industriales con posterioridad al 1 de enero de 1996. El Anexo I del Convenio dispone que “por “desechos industriales” se entienden los materiales de desecho resultantes de operaciones de fabricación o de elaboración” y que, entre otras cosas, “el término no incluye: [. . .] materiales geológicos inertes no contaminados, cuyos constituyentes químicos tienen pocas probabilidades de escapar al medio marino”.

2 El Protocolo de 1996 del Convenio de Londres 1972 sigue un planteamiento por el cual se prohíbe el vertimiento de todos los desechos u otras materias salvo los expresamente enumerados en el Anexo 1 del Protocolo de 1996. El Protocolo estipula que “los siguientes desechos u otras materias son aquellos cuyo vertimiento en el mar podrá considerarse teniendo presentes los objetivos y las obligaciones generales del presente Protocolo expuestos en los artículos 2 y 3”, e incluyen “materiales geológicos inorgánicos inertes”.

3 Tanto el Convenio de Londres como su Protocolo prohíben el vertimiento de desechos con niveles de radiactividad superiores a las concentraciones *de minimis*. Las “Directrices para la aplicación del concepto *de minimis* en el marco del Convenio de Londres 1972” contienen otra fuente de orientación sobre cómo determinar dichos niveles, los cuales no se tratarán en este documento.

4 La presente publicación contiene orientación para determinar si los materiales en cuestión pueden inicialmente considerarse material geológico inorgánico inerte a fines de que su vertimiento pueda ser considerado en el marco del Convenio de Londres o de su Protocolo. Si se encuentra que los materiales propuestos cumplen los requisitos para que se los considere en dicha categoría, ello no significa que debería expedirse automáticamente un permiso para su vertimiento en el mar. La decisión de expedir o no dicho permiso solamente puede tomarse tras haber tenido en cuenta de manera concienzuda las “Directrices específicas para la evaluación de materiales geológicos inorgánicos inertes”. Dichas Directrices permiten evaluar las solicitudes de vertimiento de los desechos que cumplen los requisitos para ser considerados en virtud del Convenio de Londres o de su Protocolo, e incluyen auditorías de prevención de desechos, un estudio de las alternativas al vertimiento, la caracterización del posible sitio de vertimiento, evaluaciones estrictas de repercusiones potenciales y seguimiento.

5 Los respectivos textos que tratan de materiales geológicos del Convenio de Londres y de su Protocolo varían ligeramente.³ La presente publicación contiene explicaciones de criterios que permiten determinar si los materiales son:

“materiales geológicos inertes no contaminados, cuyos constituyentes químicos tienen pocas probabilidades de escapar al medio marino” (terminología del Convenio de Londres); y

“materiales geológicos inorgánicos inertes” (terminología del Protocolo de Londres).

6 Si, tras aplicar estos criterios, se considera que el material no pertenece a la categoría pertinente, existen dos posibilidades: 1) el material no reúne los requisitos para considerar su vertimiento o 2) es

3 Por ejemplo, las “Directrices específicas para la evaluación de materiales geológicos inorgánicos inertes” se aplican al Convenio de Londres y al Protocolo de Londres dado que ésta ya ha entrado en vigor.

posible que el material pertenezca a otra categoría de desechos cuya elegibilidad podría examinarse en el marco de otra orientación específica por materiales.⁴

7 Para aplicar esta orientación será necesario llevar a cabo una caracterización cualitativa inicial de los desechos u otros materiales cuyo vertimiento se considera.

8 Para que un material se clasifique inicialmente como “material geológico inerte no contaminado” (Convenio de Londres) o “material geológico inorgánico inerte” (Protocolo de Londres) deberán satisfacerse los criterios aplicables de la orientación que se brinda a continuación.

ORIENTACIÓN

PASO 1: TIPO DE MATERIAL – “GEOLÓGICO”

Debate

9 En virtud del Convenio de Londres y de su Protocolo, los materiales propuestos deben ser de naturaleza geológica. Para ser geológico, un material debe estar compuesto exclusivamente de materiales de la capa sólida de la Tierra, es decir, rocas o minerales. Además, el material geológico no debe haber sufrido alteraciones con respecto a su estado original debido a procesos físicos o químicos, de modo que tenga un impacto diferente o adicional en el medio marino comparado con el impacto previsto de un material inalterado.

Criterios para la decisión

10 Preguntas para determinar si el material propuesto es geológico:

- 1 ¿está el material propuesto compuesto exclusivamente de materiales pertenecientes a la capa sólida de la Tierra; y
- 2 ¿ha sufrido alteraciones con respecto a su estado original debido a procesos físicos o químicos, de modo que tiene un impacto diferente o adicional en el medio marino comparado con el impacto previsto de un material inalterado?

11 Si la respuesta a la pregunta 10.1 es **SÍ** y la respuesta a la pregunta 10.2 es **NO**, el material es de naturaleza geológica.

12 Si la respuesta a la pregunta 10.1 es **NO** y la respuesta a la pregunta 10.2 es **SÍ**, el material no es geológico y no se puede considerar su vertimiento como material geológico inorgánico inerte.

PASO 2: TIPO DE MATERIAL – “INERTE”

Debate

13 En virtud del Convenio de Londres y de su Protocolo, para que se considere la posibilidad de verter un material geológico, éste deberá ser “inerte”.⁵ Para que sea inerte, el material propuesto y sus componentes deben, en esencia, no ser reactivos químicamente, y debe ser poco probable que los componentes químicos del material escapen al medio marino. El aspecto principal para determinar si un material es inerte a fines del Convenio es asegurarse de que las únicas repercusiones de importancia tras el vertimiento son los efectos físicos.⁶ Al determinarlo, se deberán tener en cuenta no solamente las características del material antes del vertimiento, sino también si éste podría sufrir transformaciones físicas, químicas o biológicas de importancia al depositarse en un sistema marino.

4 Otros documentos de orientación tratan los otros tipos de material que cumplen los requisitos para considerar su posible vertimiento (p. ej. materiales de dragado, fangos cloacales, desechos de pescado, buques y plataformas, material orgánico y de origen natural y algunos objetos voluminosos).

5 El Convenio de Londres también estipula que los componentes químicos deben tener pocas probabilidades de escapar al medio marino. Dicho aspecto del Convenio de Londres también quedará satisfecho si se determina que el material es “inerte” de conformidad con lo dispuesto en la presente orientación.

6 En el párrafo 5.1 de las Directrices específicas para la evaluación de materiales geológicos inorgánicos inertes, los materiales que cumplen los requisitos se describen como “materiales inertes que únicamente interaccionan con sistemas biológicos mediante procesos físicos”.

14 Para determinar si un material propuesto es inerte, es esencial disponer de datos sobre sus componentes, incluidos todos los agentes contaminantes potenciales, y qué reacciones podrían desencadenarse al exponer al material a procesos físicos, químicos o biológicos en el medio marino. No se deberá considerar inerte el material que pueda producir toxicidad aguda o crónica o la bioacumulación de cualquiera de sus componentes.

Criterios para la decisión

15 Teniendo en cuenta la naturaleza del material previa al vertimiento y todas las alteraciones de que pueda ser objeto como resultado de procesos físicos, químicos o biológicos en el mar, ¿son los efectos derivados de las propiedades físicas del material los únicos efectos de interés?

16 Si la respuesta a la pregunta anterior es **SÍ**, el material es inerte.

17 Si la respuesta es **NO**, el material no es inerte y no cumple los requisitos para considerar su posible vertimiento como material geológico inorgánico inerte.

PASO 3: TIPO DE MATERIAL – “INORGÁNICO” (SOLAMENTE PROTOCOLO DE LONDRES)⁷

Debate

18 El Protocolo de Londres estipula que los materiales geológicos propuestos deberán ser inorgánicos, materiales que suelen ser de origen mineral. Ejemplos de éstos son arena, sal, hierro, sales de calcio y otros minerales. También se consideran inorgánicos los materiales que sólo contienen cantidades fortuitas o despreciables de compuestos en los cuales existe carbono combinado con hidrógeno.

Criterios para la decisión

19 Los materiales inorgánicos suelen ser de origen mineral. Otros materiales podrán considerarse inorgánicos si contienen cantidades fortuitas o despreciables de compuestos en los cuales existe carbono combinado con hidrógeno. Las siguientes preguntas permiten determinar si los materiales geológicos propuestos son inorgánicos:

- .1 ¿son los materiales de origen mineral inorgánico? y
- .2 ¿contiene el material solamente cantidades fortuitas o despreciables de compuestos en los cuales existe carbono combinado con hidrógeno?

20 Si la respuesta a .1 y .2 es **SÍ**, el material es inorgánico.

21 Si la respuesta a .1 o .2 es **NO**, el material no es inorgánico y no es posible considerar su vertimiento como material geológico inorgánico inerte.

PASO 4: TIPO DE MATERIAL – “NO CONTAMINADO” (SOLAMENTE CONVENIO DE LONDRES)⁸

Debate

22 Como se estipula en el Anexo I del Convenio de Londres, los materiales geológicos propuestos no deberán estar contaminados.

23 Los contaminantes son constituyentes potencialmente perjudiciales para el medio marino y que:

- .1 se introducen en el material debido a las actividades antropogénicas; o que
- .2 están presentes en el material en una concentración superior a la normalmente encontrada en materiales de características geológicas similares.

⁷ El término “inorgánico” se utiliza en el Protocolo, pero no en el Convenio de Londres. A raíz de esto, dicho criterio solamente es pertinente en el contexto del Protocolo de Londres.

⁸ La expresión “no contaminado” solamente aparece en el Convenio de Londres. En consecuencia, dicho criterio solamente es pertinente en el contexto del Convenio de Londres.

24 El material que tan sólo esté expuesto a contaminación ambiente, muy dispersa (por ejemplo a través de la deposición o precipitación atmosférica) no se considerará “contaminado”.

Criterios para la decisión

25 Con las siguientes preguntas se puede determinar si los materiales geológicos propuestos no están contaminados:

- .1 ¿se han introducido los contaminantes en la fuente del material? (por ejemplo, ha estado el material expuesto a derrames u otras fuentes de contaminación o ha sido objeto de controles de contaminación inadecuados); y
- .2 ¿se han introducido o concentrado contaminantes más allá de una concentración superior a la natural de un material de características geológicas similares durante cualquier proceso o modificación ulterior del material?

26 Si la respuesta a ambas de las preguntas *supra* es **NO**, se considerará que el material no está contaminado.

27 Si la respuesta a cualquiera de las preguntas *supra* es **SÍ**, el material está contaminado y, en consecuencia, no cumple los requisitos para el vertimiento como material geológico inorgánico inerte no contaminado, a menos que se pueda verificar que se han seguido todos los pasos necesarios para extraer los contaminantes.

Anexo 7

Vigilancia

Los permisos expedidos para proyectos de arrecifes artificiales deben establecer la obligación de contar con programas de vigilancia, los cuales deben tener los siguientes objetivos:

- i) garantizar que el arrecife se construya y funcione de acuerdo con las condiciones indicadas en el permiso, es decir, **vigilancia del cumplimiento**;
- ii) evaluar hasta qué punto el arrecife cumple la finalidad para la que fue construido, es decir, si el proyecto, los materiales, la ubicación, etc., son los indicados para la función prevista. A esto se le denomina generalmente **vigilancia de la eficacia**; y
- iii) verificar los **impactos ambientales** positivos y negativos del arrecife.

La vigilancia debe comenzar con la colocación del arrecife y mantenerse a continuación durante toda la vida de este o al menos hasta que las autoridades consideren que ha dejado de ser necesaria. Los resultados de esta vigilancia constituirán la base para adoptar decisiones sobre las posibles modificaciones de la estructura o, en casos extremos, su retirada. En aquellos casos en que sea necesario un periodo prolongado (años) para terminar la colocación, la vigilancia deberá iniciarse al mismo tiempo que la construcción, de manera que las modificaciones que requiera el arrecife puedan realizarse antes de su terminación.

En este anexo se presentan orientaciones sobre las actividades de vigilancia destinadas a evaluar la eficacia del arrecife respecto a sus objetivos, así como sobre vigilancia ambiental.

1 VIGILANCIA DE LA EFICACIA: ¿FUNCIONA EL ARRECIFE?

La evaluación de la eficacia de un arrecife comprende dos aspectos: i) la evaluación de la estabilidad o integridad estructural del arrecife y ii) la evaluación de su funcionamiento.

El funcionamiento del arrecife debe evaluarse mediante indicadores relacionados con los objetivos originales del arrecife. Éstos deben definirse antes de su construcción y deben ser cuantificables. Por ejemplo, el éxito de un arrecife para mejorar la pesca puede medirse a través del número de peces capturados en la zona. De forma similar, un arrecife para submarinismo puede evaluarse en función del número de visitantes que alquilan equipos de submarinismo, o un arrecife de protección puede evaluarse por medio del aumento o disminución de los barcos de arrastre que pescan utilizando prácticas ilegales, etc.

1.1 Vigilancia de la estabilidad del arrecife (movimiento, hundimiento e integridad estructural)

Deben realizarse periódicamente estudios utilizando, por ejemplo, sonares laterales para determinar la posición del arrecife y su altura sobre el fondo marino. Su integridad estructural puede evaluarse mediante inspecciones visuales submarinas o bien utilizando películas submarinas a control remoto (con vehículos operados a control remoto). La frecuencia recomendada para estas tareas es una vez al año durante al menos los primeros cinco años tras la colocación del arrecife y una vez cada dos o tres años a continuación.

1.2 Vigilancia del funcionamiento del arrecife

A continuación se esbozan los posibles indicadores y el método recomendado para los distintos tipos de arrecife:

Arrecifes artificiales (de protección) contra la pesca de arrastre

La finalidad de estos arrecifes es proteger los recursos pesqueros contra determinadas actividades de pesca, generalmente con redes de arrastre.

Indicadores

- Puede acordarse una reducción en porcentaje del número de embarcaciones que utilizan técnicas ilegales. Sin embargo, resulta difícil vigilar estas actividades, ya que ello requiere un muestreo más o menos continuo para obtener una medida precisa de esta actividad.
- Una alternativa es una reducción del número de marcas de arrastre en la zona.

Método

Para obtener una estimación del número de embarcaciones que utilizan redes de arrastre ilegales se requiere la toma de muestras sobre el terreno durante periodos representativos en los momentos en que se supone que faenan las flotas pesqueras no autorizadas.

Las marcas de arrastre pueden tomarse utilizando técnicas geofísicas, por ejemplo, con sonares laterales.

En ambos casos, el nivel de eficacia se determina comparando los valores de la variable correspondiente antes y después de la instalación del arrecife.

Arrecifes artificiales para mejorar la pesca

Estos arrecifes pueden servir varios fines, como:

- atraer o concentrar especies seleccionadas (generalmente de peces), al ofrecerles refugio y alimento;
- ofrecer un sustrato para el cultivo de algas o moluscos;
- fomentar la productividad de la pesca en entornos adyacentes;
- mejorar la calidad del entorno por medio del aumento de su productividad;
- desarrollar comunidades que ocupen sustratos duros en lugar de sustratos suaves o de sedimentos.

Indicadores

- La diversidad, biomasa o porcentaje de cobertura de las especies existentes en el arrecife (como el parámetro del aumento de la productividad).
- El número y tamaño de los individuos pertenecientes a la especie que se desea atraer o concentrar por medio del arrecife.
- El aumento porcentual de las capturas de la flota pesquera en la zona.

Método

La cuantificación de la presencia de las especies seleccionadas debe llevarse a cabo por medio de un censo sobre el terreno de estas especies, registrando el número y tamaño de sus individuos.

Como es obvio, la vigilancia de la diversidad y de la estructura espacial de las poblaciones existentes en el arrecife debe incluir no solamente las especies seleccionadas, sino también los organismos asociadas a ellas. Estas variables pueden medirse mediante la toma directa de muestras de la biota bentónica, seguida de su identificación y cuantificación. Otros métodos son la vigilancia fotográfica, que es no destructiva, o la instalación de paneles desmontables.

Los cambios en las capturas de la flota pesquera deben medirse comparando las capturas anuales medias de las especies seleccionadas antes y después de la instalación.

Arrecifes artificiales utilizados para rehabilitar ecosistemas degradados

La finalidad de estos arrecifes es mejorar la calidad de los hábitats o ecosistemas degradados, para que sirvan de base para el establecimiento de las especies afectadas, por ejemplo, comunidades de corales.

Indicadores

- El nivel de cobertura del arrecife por parte de la especie principal tras un periodo determinado y en comparación con los valores previstos.
- El aumento porcentual de la diversidad, biomasa, cobertura, etc., de la comunidad biológica en su conjunto tras un periodo determinado.

Método

Se recomienda que se utilicen submarinistas para tomar muestras submarinas sobre el terreno y comprobar la flora y fauna presentes en el arrecife. La cobertura puede medirse mediante diversas técnicas de toma de imágenes o estudios cuadráticos y debe incluir un número suficiente de muestras para obtener una indicación representativa de la población en toda la superficie del arrecife.

La biomasa y la diversidad pueden medirse mediante la toma directa de muestras de la biota bentónica, seguida de su identificación y cuantificación. Otros métodos son la vigilancia fotográfica, que es no destructiva, o la instalación de paneles desmontables.

Arrecifes artificiales para actividades recreativas o de investigación

La finalidad de estos arrecifes es fomentar las actividades recreativas (por ejemplo, submarinismo) y científicas.

Indicadores

- Los indicadores dependerán del tipo de actividad, pero en general se basan en el número de visitas al arrecife durante un periodo determinado.

Método

La cuantificación precisa del número de visitantes al arrecife resulta compleja, ya que algunas de estas visitas las realizan individuos no relacionados con la organización que gestiona el arrecife. Por ejemplo, en algunos casos el acceso de los submarinistas a buques hundidos puede estar controlado por clubes locales. Por lo tanto, dicha evaluación generalmente sólo presenta una estimación aproximada del aumento de la actividad.

Los registros de los clubes de submarinismo pueden complementarse con encuestas personales.

2 VIGILANCIA DEL MEDIO AMBIENTE

Los objetivos de un programa de vigilancia del medio ambiente deben ser evaluar los impactos ambientales del arrecife y/o los conflictos del arrecife artificial con otros usos lícitos de la zona marítima o partes de ésta. La vigilancia debe tener como objetivo determinar:

- si la zona afectada difiere del área prevista en la evaluación ambiental; y
- si el alcance de los cambios que trascienden de la zona afectada prevista difiere del alcance previsto.

Si un arrecife artificial parece no cumplir sus objetivos, la vigilancia también puede abarcar las variables utilizadas en el proyecto original del arrecife y que pueden ser la causa de su inestabilidad y/o mal funcionamiento.

Los programas de vigilancia deben ser objeto de un control de calidad que comprenda los criterios de vigilancia, los métodos de muestreo, la selección del lugar, la frecuencia de los muestreos y los procedimientos para la presentación de informes. Entre los efectos que deben evaluarse se encuentran los que afectan al medio biótico y abiótico, y debe definirse la finalidad de medir cada variable, ya sea física, química o biológica.

Las variables físicas que deben medirse son las corrientes, características de los sedimentos (tamaño de grano), propiedades del agua (temperatura, salinidad, densidad, etc.) a todo lo largo de la columna de agua y en dirección horizontal hasta cubrir toda la región que pueda verse afectada por la colocación de materiales.

Por lo general, las observaciones químicas se referirán al tipo de material utilizado para construir el arrecife y otras posibles fuentes de contaminación.

El carácter y frecuencia de las observaciones biológicas deben reflejar la escala de la operación de colocación y el grado de riesgo para los recursos. Si se prevén efectos físicos sobre el fondo del mar, puede ser necesario realizar una evaluación de la biomasa y de la productividad del fitoplancton y el zooplancton antes de la colocación a fin de obtener una visión de conjunto de la zona. La vigilancia de la fauna y flora bentónicas y epibentónicas puede ofrecer mucha información, ya que esta fauna y flora están sometidas

directamente a la influencia de la columna de agua y a los cambios (incluida la lixiviación) de los materiales del arrecife.

Deben proporcionarse informes periódicos concisos sobre las actividades de vigilancia a las partes interesadas, cuya frecuencia dependerá de la escala de la operación de colocación. En caso necesario, sus resultados deben examinarse periódicamente con el fin de:

- modificar o poner fin al programa de vigilancia;
- modificar o revocar el permiso de colocación;
- redefinir o confirmar el lugar de colocación; y
- modificar la base para evaluar el permiso de colocación.

Anexo 8

Desmantelamiento

Si los estudios de vigilancia indican que un arrecife artificial no funciona como estaba previsto –o no lo hace en la medida prevista– o que se producen efectos negativos no señalados en la evaluación del impacto ambiental, deben estudiarse dos opciones: i) modificar el arrecife para corregir la situación, o ii) si no es posible modificarlo o si el arrecife no cumple su objetivo, las autoridades competentes pueden tomar la decisión de interés público de desmantelar o retirar la estructura del arrecife. En tal caso, el desmantelamiento y retirada de las estructuras pueden plantear una serie de dificultades similares a las de su colocación.

El proceso de desmantelamiento será más o menos complejo, dependiendo de las características batimétricas del fondo marino, la profundidad a la que se encuentren las estructuras y el tipo de arrecife. Requerirá la planificación de una serie de actividades que comprenden el desmontaje, elevación a bordo y transporte de la estructura al puerto más cercano. Entre estas actividades se encuentra establecer la actual ubicación exacta de los módulos o estructuras ancladas, así como su estado actual, es decir, si están intactos o no, y el método de extracción. Además, debe garantizarse la ausencia de interferencias con la navegación en la zona y que no se altera todavía más la calidad ambiental del ecosistema.

Aunque el desmantelamiento de arrecifes generalmente sigue un proceso parecido al utilizado para colocarlos, es posible que sea necesario realizar un estudio previo de los principales parámetros que pueden verse afectados durante el proceso de extracción, dependiendo de las condiciones locales. Entre estos estudios se encuentran:

- un estudio del estado actual del arrecife y del fondo marino (dependiendo del periodo transcurrido y de la dinámica del fondo marino, los bloques que pueden haberse desprendido, movido, hundido, fracturado, etc.), utilizando para ello un proceso basado en referencias geográficas. Para ello debe evaluarse el peso, número, tamaño y forma de la o las estructuras que deban retirarse, las características del fondo marino en el lugar, las corrientes mareales y la acción del viento o las olas;
- una evaluación de los recursos y sistemas disponibles para el desmantelamiento, que deben incluir el tipo de barcos capaces de transportar los módulos, la disponibilidad de grúas capaces de levantar los bloques y los recursos técnicos y humanos necesarios para este proceso (boyas, balizas, barcos auxiliares, etc.);
- un estudio en el que se indique la mejor manera de reducir el coste económico;
- un estudio sobre la optimización del transporte (sistema, procedimiento, método y herramientas) de los módulos del arrecife de la zona de recogida al muelle y su posterior descarga, limpieza, almacenamiento y gestión;
- propuestas para controlar la calidad de la operación de desmantelamiento;
- propuestas para restaurar y regenerar los ecosistemas que hayan resultado dañados durante la vida del arrecife.

Si se ha definido un procedimiento de desmantelamiento antes de la colocación, es posible que éste deba ajustarse teniendo en cuenta: i) si las condiciones han cambiado en el lugar; ii) si el arrecife se ha movido o si se considera que el estudio inicial es inexacto.

Si bien los detalles del desmantelamiento varían entre un arrecife y otro, en general los pasos para los arrecifes construidos intencionalmente son:

- la separación de los bloques o módulos;
- la elevación de cada uno de los bloques a la embarcación con una grúa;

- el afianzamiento de los bloques a la cubierta de la embarcación, de acuerdo con un plan establecido para mantener la estabilidad de la embarcación;
- el transporte a puerto;
- la descarga y traslado al lugar de almacenamiento;
- el reciclaje o reutilización, dependiendo de las características de los módulos.

Si se utilizan embarcaciones, muelles, plataformas marinas y otras estructuras que normalmente se degradan con el tiempo para crear un arrecife artificial, es necesario tener en cuenta que éstas serán permanentes, ya que resulta sumamente difícil retirarlas posteriormente. En caso de que sea necesario retirar dichas estructuras, se requieren embarcaciones y equipos especializados para que no se desmoronen al ser izadas desde el fondo del mar. Dichas operaciones únicamente deben realizarse cuando sea absolutamente necesario.