

Distr.  
RESTRINGIDA

LC/R.1714  
8 de abril de 1997

ORIGINAL: ESPAÑOL

---

**CEPAL**

**Comisión Económica para América Latina y el Caribe**

**EL CONVENIO SOBRE LA DIVERSIDAD BIOLÓGICA Y  
LA AGENDA MARINA INTERNACIONAL: TRES ESCENARIOS  
NEGOCIADORES PARA LA CONSERVACION Y USO SOSTENIBLE DE LA  
BIODIVERSIDAD COSTERA Y MARINA\*/**

\*/ Este documento ha sido elaborado por la Sra. Carmen Artigas, Oficial Jurídico y el Sr. Jairo Escobar , Consultor de la División de Medio Ambiente y Desarrollo. Las opiniones expresadas en este trabajo, que no ha sido sometido a revisión editorial, son de exclusiva responsabilidad de los autores y pueden no coincidir con las de la Organización.



## INDICE

	<b>Página</b>
RESUMEN .....	v
I. INTRODUCCION.....	1
II. LA PROTECCIÓN DE LA BIODIVERSIDAD COSTERA Y MARINA EN EL MARCO DEL PROGRAMA MUNDIAL DE ACCION PARA LA PROTECCION DEL MEDIO MARINO (PAM) FRENTE A LAS ACTIVIDADES REALIZADAS EN TIERRA.....	3
1. introducción .....	3
2. La biodiversidad costera y marina dentro del PAM.....	3
3. Los problemas para la protección de la biodiversidad costera y marina dentro del PAM.....	5
4. La dimensión de la biodiversidad costera y marina en los enfoques recomendados por categorías de fuentes de contaminación del PAM.....	8
5. Sobre los métodos para evaluar el efecto de la contaminación procedente de actividades en tierrasobre la biodiversidad costera y marina.....	27
6. Conclusiones .....	34
III. ACUERDO SOBRE LA APLICACION DE LAS DISPOSICIONES DE LA CONVENCION DE LAS NACIONES UNIDAS SOBRE EL DERECHO DEL MAR DEL 10 DE DICIEMBRE DE 1982 RELATIVAS A LA CONSERVACION Y ORDENACION DE LAS POBLACIONES DE PECES TRANSZONALES Y LAS POBLACIONES DE PECES ALTAMENTE MIGRATORIAS; ANOTACIONES CON RESPECTO A SU APLICACION PARA PROTEGER LA BIODIVERSIDAD MARINA.....	35
1. Introducción .....	35
2. El acuerdo sobre la pesca de altura .....	35
3. Los recursos vivos de la alta mar.....	37
4. El contexto internacional de la pesca en alta mar .....	39
5. El acuerdo y la biodiversidad marina.....	40
6. Algunos limitantes del acuerdo con relación a la protección de la biodiversidad .....	43

IV.	LA BIODIVERSIDAD MARINA EN EL MARCO DEL ACUERDO RELATIVO A LA APLICACION DE LA PARTE XI DE LA CONVENCION DE LAS NACIONES UNIDAS SOBRE EL DERECHO DEL MAR, DE 10 DE DICIEMBRE DE 1982: ALGUNAS REFLEXIONES .....	45
	1. Introducción .....	45
	2. La protección del medio marino en el marco del acuerdo .....	45
	3. Sobre la biodiversidad de los fondos marinos abisales.....	46
	4. Los aspectos ambientales de la minería de los recursos de los fondos marino profundos con énfasis en la biodiversidad de los fondos profundos oceánicos.....	48
	5. Limitantes para el conocimiento sobre el efecto de la minería de los fondos profundos oceánicos en la biodiversidad marina .....	49
	6. Conclusiones.....	51
V.	CONCLUSIONES FINALES.....	53
	Notas.....	55
	Bibliografía.....	61

## RESUMEN

Uno de los aspectos más complejos referidos al Convenio sobre la Diversidad Biológica es el de su aplicación a los espacios marinos.

Los ecosistemas costeros y marinos difieren en aspectos sustanciales de los terrestres y eso hace necesario un trabajo de desarrollo considerable de criterios para abordar las estrategias de conservación y uso sostenible de dicha biodiversidad.

Este esfuerzo coexiste además con una serie de foros negociadores vinculados a asuntos oceánicos, en donde es imprescindible reivindicar el papel de la biodiversidad como un objetivo primordial en la administración de ciertos recursos marinos o en la regulación de las actividades con impacto en el medio marino.

La conservación y uso sostenible de la biodiversidad costera y marina debe abordarse no solamente a partir de las acciones de aplicación del Convenio sobre la Diversidad Biológica sino en los contextos de negociación sobre asuntos marinos que, apuntando en primera instancia a otros objetivos, involucran posibles impactos en la biodiversidad costera y marina.

Este documento hace una revisión de tres escenarios internacionales de la agenda marina que dicen relación con el Programa Mundial de Acción para la Protección del Medio Marino frente a las Actividades Realizadas en Tierra adoptado en 1995, y con los acuerdos vinculados a la Convención de las Naciones Unidas sobre el Derecho del Mar referidos a los fondos marinos y la pesca en alta mar, firmados respectivamente en 1994 y 1995.

Se procura de esta manera facilitar una lectura lo más amplia posible de los distintos sectores con incidencia en las estrategias de conservación y uso sostenible de la biodiversidad costera y marina, a fin de que los desarrollos del Convenio sobre la Diversidad Biológica en esta área tengan en cuenta dichos marcos de acción.



## I. INTRODUCCION

Este documento, que constituye un producto del programa de trabajo 1996-1997 de la División de Medio Ambiente y Desarrollo, corresponde a un área de actividades desarrollada desde 1994 conjuntamente por la CEPAL y la Oficina Regional de la FAO para América Latina y el Caribe, que apunta a facilitar elementos a los países de la región para la aplicación del Convenio sobre la Diversidad Biológica a los ecosistemas costeros y marinos.

Una serie de documentos anteriores de la CEPAL <sup>1/</sup> conforman la secuencia lógica en la que se inserta el presente trabajo y proporcionan los antecedentes necesarios para situarlo en su debido contexto.

No corresponde desarrollarlo aquí, pero el papel que juegan los mares y océanos del mundo tanto en el equilibrio natural del planeta como en la economía es trascendental. Estos ecosistemas fueron los que desde los albores de la cooperación internacional a nivel del Sistema de Naciones Unidas motivaron las iniciativas más pioneras. El año 1998 ha sido declarado el Año Internacional del Océano por la Organización de las Naciones Unidas, como una forma de reafirmar su incidencia en el desarrollo sostenible mundial en el próximo siglo.

Los mares, océanos y sus recursos han dado origen a importantes desarrollos en el plano jurídico internacional cuyo exponente más paradigmático es, sin duda, la Convención de las Naciones Unidas sobre el Derecho del Mar, considerada como el hito más importante de la Organización desde la firma de su Carta. Junto a ese marco normativo fundacional, se han generado numerosos acuerdos internacionales, regionales o subregionales en áreas que cubren temas como el transporte marítimo, la pesca, la exploración y explotación de los fondos marinos, la contaminación por buques, la investigación científica marina, la contaminación radioactiva, el impacto de las actividades terrestres y los efectos del cambio climático, entre otros.

Por lo tanto, al plantearnos la necesidad de dar contenido a una remisión del Convenio sobre la Diversidad Biológica en el sentido de que "su aplicación al medio marino se hará de conformidad con los principios y obligaciones del nuevo Derecho del Mar" nos enfrentamos a un universo complejo condicionado por diversas variables negociadoras.

El desarrollo de este tema a nivel del Convenio de la Diversidad Biológica según se analiza en los documentos citados anterioremente, ha sido hasta el momento de carácter general, en torno a algunas prioridades que no contemplan la totalidad del espectro de amenazas a la biodiversidad costera y marina y que resumen la necesidad de interacción con otros escenarios de la agenda marítima internacional, en acciones de coordinación a nivel de Convenios o Secretarías.

Se consideró por lo tanto urgente llamar la atención sobre instancias actuales de la agenda marina internacional, en las que debería reivindicarse el papel de la diversidad biológica marina como un objetivo central de tales esfuerzos de cooperación.

En consecuencia se procedió a analizar tres instrumentos de distinta naturaleza (dos acuerdos vinculantes y un Programa de Acción) que representan instancias actuales de debate y desarrollo progresivo del derecho internacional con amplias repercusiones ambientales y económicas.

El Acuerdo sobre la pesca en alta mar es la culminación de una larga negociación referida al aprovechamiento de recursos pesqueros sobre los que hay intereses de los estados costeros y de aquéllos de flotas de altura y donde la cooperación es imprescindible. Sin embargo, luego de la firma del texto quedan aún cuestiones pendientes y subsiste la necesidad de negociaciones para su interpretación e implementación.

Por su parte, el Acuerdo sobre Fondos Marinos que representó una estrategia de atracción de países desarrollados a la Convención de las Naciones Unidas sobre el Derecho del Mar - por la vía de flexibilizar las disposiciones para la prospección, exploración y explotación de los minerales de la zona internacional de los fondos marinos contenidas en la Convención de las Naciones Unidas sobre el Derecho del Mar - presenta un doble campo de análisis con respecto a la biodiversidad.

Por un lado, el referido al impacto de las actividades sobre la misma para el que tanto la Convención como el Acuerdo ofrecen algunas pautas mínimas, y el que tiene que ver con las posibilidades de uso de dicha biodiversidad, especialmente en los desarrollos biotecnológicos cuyos problemas técnicos y jurídicos han sido ya esbozados en otro documento de la CEPAL 2/

El Programa de Acción Mundial para la Protección del Medio Marino frente a las Actividades realizadas en Tierra 3/ representa la consolidación de un proceso destinado a dar respuesta a las causas del 80% de la contaminación marina.

El programa contempla en espectro de actividades e impactos que trascienden claramente el área de influencia de la zona costera e involucran aspectos de gestión vinculados a los asentamientos humanos, el desarrollo industrial y el manejo de las cuencas hidrográficas, entre otros. En consecuencia, hay una necesidad de remisión a otros instrumentos y escenarios sin relación aparente interrelacionado que exige un enfoque integrado. Es en tal sentido que la reivindicación de la conservación y uso sostenible de la biodiversidad costera y marina como un objetivo del Programa de Acción facilita un instrumento de análisis imprescindible para evaluar la real naturaleza de dichos impactos

## **II. LA PROTECCIÓN DE LA BIODIVERSIDAD COSTERA Y MARINA EN EL MARCO DEL PROGRAMA MUNDIAL DE ACCIÓN PARA LA PROTECCIÓN DEL MEDIO MARINO FRENTE (PAM) A LAS ACTIVIDADES REALIZADAS EN TIERRA.**

### **1. Introducción**

La contaminación figura, en conjunto con el deterioro y la fragmentación del hábitat, la sobre-explotación de recursos vivos, la introducción de especies, el cambio climático, como una de las causas principales de la pérdida de la biodiversidad costera y marina. En este contexto, la Estrategia Global para la Biodiversidad (1992), ha señalado dentro de las reformas básicas de las actividades que provocan la degradación y el deterioro de la biodiversidad en los ecosistemas costeros y marinos, entre otras 4/; el «estudio de todas las actividades que se realizan dentro de la zona de jurisdicción y que afectan las zonas costeras y los océanos, incluidas las actividades realizadas en tierra y dentro de las cuencas fluviales, y controlar estrictamente las descargas de contaminantes al mar próximas a la costa o a través de los ríos que allí confluyen».

De hecho, de la contaminación total global que llega al océano un 70-80%, proviene de las fuentes terrestres situadas en la costa y también, indirectamente a través de los ríos impactando con diferente nivel e intensidad la biodiversidad costera y marina, así como los usos legítimos del mar y sus recursos. Sobre la base de éstos y otros fundamentos, el Programa 21 de la Conferencia de las Naciones Unidas sobre Medio Ambiente y Desarrollo, 1992, al considerar las actividades de gestión para la «prevención, reducción y control de la degradación del medio marino por las actividades en tierra», contempló la convocatoria de una reunión intergubernamental sobre la protección del medio marino por la contaminación procedente de fuentes terrestres considerando la conveniencia de un plan mundial para hacer frente a este tipo de contaminación. (Naciones Unidas, 1992) 5/.

En noviembre de 1995, después de un proceso preparatorio que tomó dos años y fundamentado en la decisión 17/20, de 1993, del Consejo de Administración del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, 6/ se adoptó en Washington en el marco de una Reunión Intergubernamental, el Programa Mundial de Acción para la Protección del Medio Marino Frente a las Actividades Realizadas en Tierra PAM, orientado, entre otros, a mantener y en lo posible restaurar la diversidad biológica, y fomentar su conservación. (PNUMA, 1995a). El presente capítulo proporciona algunos comentarios sobre el PAM con respecto a la conservación y protección de la biodiversidad costera y marina.

### **2. La biodiversidad costera y marina dentro del PAM**

Al presente sólo seis convenciones contienen provisiones para el control de la contaminación marina procedente de fuentes terrestres; de las cuales una, está actualmente en preparación. Ellas son: la Convención de París, de 1974, que cubre el Nordeste del Atlántico Europeo, La

Convención de Helsinki, de 1975 que cubre el área del Mar Báltico, el protocolo de Atenas, de la Convención de Barcelona, de 1980 que cubre el Mediterráneo, el Protocolo de Quito de 1983, de la Convención de Lima, que cubre el Pacífico Sudeste Americano y el Protocolo de la Convención de la Región de Kuwait para la Cooperación para la Protección del Medio Marino por Contaminación, que cubre el Golfo de Aden y el Mar Rojo. (IUCN, WWF, UNEP, 1991). El Protocolo –en preparación–, de la Convención de Cartagena, de 1983, que cubre el Área de la Región de Gran Caribe, 7/; (PNUMA, 1994; 1996a y 1996b). En la mayoría de dichos instrumentos, la protección de la biodiversidad costera y marina, está expresada, en términos generales, en las medidas para protección de los recursos vivos marinos y protección de hábitats, incluyendo su restauración.

El Programa de Acción Mundial (PAM), reconoce que las amenazas principales que atentan contra la diversidad biológica del medio marino tienen su origen principalmente en las actividades humanas que se realizan en las costas y trata de suplir los vacíos de las Convenciones vigentes en la protección de la biodiversidad. Con este reconocimiento el PAM, tiene entre sus objetivos prevenir la degradación del medio marino y, en consecuencia contribuir a mantener y, cuando sea aplicable, restaurar la diversidad biológica. El PAM está concebido como un programa de ayuda y asistencia a los gobiernos, en forma individual o conjunta, para cumplir con sus obligaciones relacionadas con la protección y preservación del medio marino y, es una fuente de orientación conceptual y práctica a la que pueden recurrir las autoridades nacionales y regionales al elaborar y aplicar medidas duraderas para prevenir, reducir, controlar y eliminar la degradación del medio marino derivada de actividades realizadas en tierra (PNUMA, 1995b). El PAM, se aplicará como un programa conjunto del PNUMA y sus organismos asociados, con arreglo a las pautas establecidas por los países participantes en el PAM. Estos arreglos incluyen, entre otros, la participación de los programas de mares regionales ya existentes, que proporcionan un marco programático, institucional y jurídico «ya preparado» para la aplicación del PAM y la colaboración del PNUMA con los organismos asociados y con las estructuras, programas y acuerdos mundiales y regionales pertinentes, entre ellos, OMS, FAO, COI, PNUD, HABITAT, UICN, CEPAL y otros (PNUMA, 1996c) 8/.

El Plan está enfocado principalmente hacia la aplicación de medidas, acciones de gestión y formulación y puesta en práctica de políticas relacionadas, por cada una de las categorías de fuentes de contaminación provenientes de actividades realizadas en tierra con arreglo a las capacidades nacionales, y regionales, en los niveles nacionales, regionales y mundiales. Esas medidas propuestas contribuyen a proteger la biodiversidad costera y marina y a rehabilitar áreas críticas degradadas. Las medidas específicas para la protección de la biodiversidad costera y marina, en términos de alteraciones físicas y destrucción de hábitats, están sugeridas dentro del contexto de programas de ordenación de la zona costera, con arreglo al área del programa A del capítulo 17 del Programa 21. (PNUMA, 1995b).

La 2a Reunión de las Altas Partes Contratantes del Convenio sobre La Diversidad Biológica (Jakarta, 6-17 de noviembre de 1995), señaló en su decisión II/10 sobre Conservación y uso Sostenible de la Diversidad Biológica Costera y Marina que el manejo integrado de la zona costera constituye un marco de trabajo apropiado para la consideración de los impactos humanos sobre la biodiversidad costera y marina y señaló además, que «la declaración de Washington y el

Programa Global de Acción para la Protección del Medio Marino por Actividades en Tierra son consistentes y conformes con los objetivos de la Convención sobre la Diversidad Biológica» (PNUMA, 1995c y e, BIONET, 1995). En efecto, el Órgano Subsidiario de Asesoramiento Científico, Técnico y Tecnológico de la Convención sobre la Diversidad Biológica (OSACTT), recomendó (recomendación I/8), a la Conferencia de las Partes, «procurar el manejo integrado de la zona costera como el marco para orientar el impacto de las actividades en tierra sobre la biodiversidad costera y marina por inter-alia minimizar o eliminar la entrada de contaminantes (incluyendo compuestos orgánicos persistentes, sustancias radioactivas, exceso de nutrientes y sedimentos, en especial aquellos que provienen de los desechos municipales, efluentes industriales, la deforestación, la degradación de humedales y prácticas no ambientales de agricultura y minería). También, recomendó llevar a cabo evaluaciones de impacto ambiental sobre todas las principales actividades en el medio marino y costero con atención especial sobre la biodiversidad costera y marina». El OSACTT, señaló en su informe de 1a Reunión a la Conferencia de las Partes, (PNUMA, 1995d), también dentro de su recomendación 1/8-Aspectos Científicos, Técnicos y Tecnológicos, con respecto a la Conservación y uso Sostenible de la biodiversidad costera y marina, específicamente en el manejo integrado de la zona costera y marina, «evaluar los impactos de las actividades basadas en tierra sobre la biodiversidad costera y marina e identificar metodologías e investigaciones para evaluar esos impactos, en estrecha colaboración con la implementación del Programa Global de Acción para la Protección del Medio Marino frente a las Actividades Realizadas en Tierra», 9,10/.

### **3. Los problemas para la protección de la biodiversidad costera y marina dentro del PAM**

La evaluación de los efectos de la contaminación marina procedente de las actividades en tierra sobre la biodiversidad costera y marina como foco principal de concentración de la evaluación, presenta a la fecha varios problemas, entre ellos se destacan los siguientes:

- La pérdida y los efectos sobre la biodiversidad costera y marina por actividades humanas no han constituido hasta el presente, un área de concentración especial en los estudios de investigación y vigilancia de la contaminación marina. (GESAMP, 1995a). A la fecha, la mayoría de los estudios con relación a la contaminación marina, están relacionados con las fuentes y distribución de los contaminantes y su efectos; estos últimos a nivel de especies y comunidades y muy pocos con relación con la biodiversidad; 11/ entendida en el contexto de la definición de la Convención sobre la Diversidad Biológica (PNUMA, 1992).
- Actualmente hay un conocimiento muy limitado sobre la distribución y abundancia de la biodiversidad costera y marina. Existen limitaciones de relativa inaccesibilidad a algunos ecosistemas marinos combinado con la naturaleza dispersiva de las larvas marinas y a la amplia distribución de sus organismos y hábitats (Laserre, 1995). En las áreas tropicales, la flora y la fauna marinas costeras no son bien conocidas y se ha aceptado que más de la mitad de las especies marinas descritas pertenecen a los arrecifes de coral, pero aún, gran parte de la flora y fauna de estos ecosistemas no están todavía bien documentados.(Heip, 1995). Los hábitats marinos profundos son los más extensos de la tierra y los menos conocidos y, los programas de muestreo cuantitativo para registrar su biodiversidad hasta ahora se inician (Grassle, 1995). Descubrimientos recientes, durante la década de los 80, han cambiado la

visión de «desiertos vacíos» de las regiones centrales de los océanos en ecosistemas más complejos que funcionan a la escala de micras. El Prochloroco, descubierto en 1988, es considerado como el organismo fotosintetizador más pequeño pero más abundante en el mundo (Vaulot, 1995). La magnitud del bentos del fondo duro y blando que comprende una gran variedad de organismos uni y pluricelulares, ha emergido como un área fundamental del funcionamiento de los ecosistemas marinos (Laserre op. cit.).

- La capa superficial del mar representa una interfase de alta productividad metabólica activa 12/, donde están representados los principales grupos de organismos vivos. Esta capa micros superficial es altamente vulnerable a la deposición atmosférica de compuestos químicos, muchos de ellos tóxicos y que son distribuidos globalmente en la atmósfera y depositados en la superficie del mar, aun en áreas remotas. El Neuston está impactado por cerca de 3.25 millones de toneladas métricas de productos del petróleo que entran al mar anualmente. (Mac Allister, 1995). Es también afectada por la depleción del ozono estratosférico y la radiación ultravioleta (UV-B). Los efectos de la contaminación y de otros cambios globales sobre las comunidades de la capa superficial aun no están bien conocidos, (GESAMP. 1995b)
- Las métodos y técnicas para el Manejo Integrado de la Zona Costera MIZC, están en su fase inicial y aun no existe ejemplos concretos de sus realizaciones con respecto a la biodiversidad. Por lo general los MIZC son altamente vulnerables a las políticas internas de cada país.
- Existe un gran número de sustancias químicas, como contaminantes, cuya nocividad no es conocida o está parcialmente subentendida. Hay otras, cuya identidad se conoce pero aún se carece de observación sobre su potencial tóxico o peligroso como contaminante del medio marino.
- Generalmente la contaminación es expresada en términos químicos más que biológicos. Sin embargo, los efectos deletéreos de la contaminación sólo pueden ser medidos en términos biológicos. Existe una amplia discusión sobre las respuestas biológicas más apropiadas para medir la contaminación y ellas hasta el presente no están focalizadas muy bien dentro del contexto de la biodiversidad.
- En los estudios de contaminación hay una práctica generalizada de evitar el uso de parámetros biológicos debido al alto nivel de variabilidad en las sistemas naturales y a la complejidad de las reacciones de los organismos a la contaminación; (GESAMP, 1980), Aun no existe consenso entre los científicos sobre las medidas para estimar el efecto de la contaminación sobre la biodiversidad costera y marina. Las respuestas biológicas van desde niveles moleculares, tejidos, organismos, poblaciones hasta ecosistemas, y comprenden respuestas tóxicas o letales y crónicas o subletales incluyendo efectos genéticos y se extienden desde una fase de desarrollo del organismo hasta todo un ciclo biológico.
- La evaluación de la contaminación sobre la biodiversidad, requiere de observaciones que relacionen los niveles de los contaminantes en el agua, sedimentos y tejidos orgánicos con los

efectos sobre los organismos y poblaciones, así como sobre la «buena condición» de los ecosistemas como un todo, incorporando las estimaciones socioeconómicas de dicha condiciones. En la actualidad existen muy pocos ejemplos de estudios que incluyen estas relaciones, especialmente en lo que concierne a la biodiversidad.

- La relevancia de los estudios de la contaminación con un enfoque netamente químico sin consideraciones biológicas presenta varios inconvenientes e imprecisiones. Existen muchos contaminantes en el medio marino, en concentraciones por debajo del límite de detección instrumental, donde ejercen efectos a diferente nivel sobre los organismos marinos y sus poblaciones. Estas concentraciones tienen muy poco significado desde el punto de vista químico pero dentro de un contexto biológico, los cambios insignificantes en esas concentraciones afectan marcadamente la calidad del agua impactando a los ecosistemas y sus componentes a diferentes niveles. Algunas sustancias contaminantes que por sí mismas son inocuas, pueden causar efectos adversos en el medio marino por interacciones por lo general en un medio contaminado. Estas propiedades limitan la generalización de los resultados.
- Existen controversias y desacuerdos sobre el grado de precisión de los métodos actuales disponibles para medir la diversidad biótica. En especial, sobre varias de sus expresiones matemáticas cuando son aplicadas en estudios del efecto de la contaminación sobre la biodiversidad (Stirn, 1981).
- Existe muy poca información sobre los procedimientos a seguir para el establecimiento de objetivos de calidad de agua en el medio marino y costero con respecto a preservación de flora y fauna y, por consiguiente para la protección de la biodiversidad costera y marina. En forma similar, son raros los estándares de calidad de sedimentos marinos en las costas, y por lo general son ignorados (Thorne-Miller y Catena, 1984), a pesar de que estos actúan como verdaderas trampas de contaminantes y subsecuentemente cuando son removidos como una fuente de suministro de contaminantes retenidos a la columna de agua y a los organismos 13/.
- Hasta la fecha es muy difícil establecer criterios de calidad para la protección de los ecosistemas debido a la escala física involucrada, «a los costos y complejidad de las dimensiones requeridas y a nuestra falta de experiencia en este campo» (GESAMP, 1984), lo que contrasta con el reconocimiento de que el establecimiento de las regulaciones de las fuentes de contaminación por actividades en la costa constituyen una de las más efectivas medidas para proteger la biodiversidad marina contra la contaminación. Los elementos clave de esas regulaciones son el establecimiento de estándares de calidad de agua, calidad de sedimentos, estándares de calidad de aire y estándares para la descarga de contaminantes, cuya efectividad requiere de validación biológica, especialmente utilizando la diversidad biológica como indicador. Para lo anterior, hay necesidad de establecer límites superiores a las descargas de contaminantes perjudiciales; estos límites se derivan de la consideración de criterios apropiados de calidad formulados a partir de datos de respuestas para los sistemas biológicos (FAO, 1981).
- Los análisis fisico-químicos en los estudios de la contaminación marina son altamente sensibles a las fluctuaciones temporales del medioambiente, contrario a lo que sucede en el

estudio de las comunidades ya que estas proporcionan información sobre las condiciones ambientales predominantes sobre largos períodos de tiempo. En este tipo de evaluaciones los estudios sobre la estructura de las comunidades y la diversidad son de gran importancia.

- Existe incertidumbre sobre la habilidad de las técnicas analíticas para discriminar o individualizar los efectos crónicos subletales de mezclas de contaminantes en exposiciones de larga duración sobre las comunidades de organismos marinos en la contaminación crónica por vertimientos pequeños. Los efectos a largo plazo, resultantes de la exposición de comunidades y poblaciones a la contaminación son muy difíciles de distinguir de los cambios naturales. Los efectos antropogénicos sobre la biodiversidad no pueden ser a menudo, claramente distinguidos de la variabilidad natural de especies, poblaciones y ecosistemas y al presente no se han recomendado técnicas de muestreo y parámetros para evaluar los efectos a largo plazo (índices de diversidad, modelos de distribución de especies, especies indicadoras etc) (COI; 1995).
- La identificación de las ESPECIES CLAVE, 14/ como indicadoras de «salud del ecosistema» experimenta un notable retraso con respecto a la investigación sobre la contaminación marina centrada en la evaluación química y su uso con relación a los efectos sobre la biodiversidad costera y marina en el contexto de la Convención no ha sido estimado.
- Las especies claves conocidas y otros grupos que puedan reflejar cambios fundamentales en el medioambiente no están globalmente distribuidas y variables como la latitud y la temperatura afectan el umbral de las respuestas biológicas por la contaminación.
- El uso de acumuladores biológicos en el monitoreo de la contaminación marina presenta dificultades debido a las variaciones que pueden ocurrir con respecto al tamaño, sexo, edad, condición corporal del indicador. El nivel más bajo de un contaminante que puede ser bioconcentrado por una especie en una área puede simplemente reflejar la eficiencia y habilidad del organismo para concentrarlo. (Portmann. 1976).
- Los eventos episódicos tanto predecibles como no, ejercen un problema muy particular en la medición de los efectos de la contaminación cada vez que cuando ellos ocurren, la magnitud y alcance de sus efectos hacen aparecer como mínimos otros efectos ambientales como son los de la contaminación.

#### **4. La dimensión de la biodiversidad costera y marina en los enfoques recomendados por categorías de fuentes de contaminación del PAM: una aproximación biológica**

Los efectos de la contaminación sobre la biodiversidad costera y marina es un tema bastante nuevo y ciertamente no figura, como objetivo central, en muchos de los trabajos tradicionales de monitoreo de la contaminación marina. Debido a ello, existen muy pocas referencias aptas para su uso, como criterio, en el ordenamiento de los espacios costero y marino. Pocos países cuentan con estándares de calidad de agua costera para la protección de flora y fauna marina.

Desde el punto de vista biológico, los contaminantes al llegar a los ecosistemas costeros y marinos pueden actuar como tóxicos e inhibitorios produciendo efectos letales o subletales sobre las funciones fisiológicas, comportamiento, nutrición, reproducción, desarrollo y ciclos de vida y, genética de la biota marina.

Las respuestas biológicas conocidas abarcan una amplia gama que va desde efectos a niveles celulares hasta cambios en la estructura y función de los ecosistemas. Todas o algunas especies de los ecosistemas contaminados pueden desaparecer, o pueden producirse modificaciones regresivas en los ecosistemas. Estos efectos pueden ser producidos en concentraciones variables de las sustancias contaminantes, solas o combinadas, presentes en las fuentes fijas y difusas de la contaminación marina o por complejos mecanismos naturales que gobiernan la toxicidad de las sustancias contaminantes en el medio y/o presencia de otras sustancias o condiciones que favorezcan la producción de efectos antagónicos, aditivos y sinérgicos sobre los contaminantes en relación con la biota marina.

Una vez en el medio marino, los contaminantes alcanzan los sistemas biológicos bien sea directamente o a través de la magnificación biológica, bioconcentración o la biotransformación y/o simplemente por contacto directo o por ingesta directa de los mismos o a través de bioconcentración vía cadena trófica, esta última referida como dispersión de la contaminación tóxica. Dependiendo de las especies, etapa de desarrollo de los organismos expuestos, susceptibilidad de los mismos a la contaminación, condiciones ambientales dominantes del área expuesta, tiempo de exposición de los organismos, cantidad y tipo de contaminantes presentes en el medio; los efectos pueden ser inmediatos, como respuestas letales agudas, generalmente la muerte, o respuestas crónicas o subletales, como pérdida en la velocidad de crecimiento y capacidad de reproducción, anormalidades, enfermedades, etc y pueden alcanzar a poblaciones y a otras especies no expuestas directamente a la contaminación. Como regla general, a medida que la contaminación crece, la fisiología, genética y salud de las poblaciones de organismos marinos decrece y, eventualmente el número de especies en los ecosistema se reduce. El cuadro No, 1 presenta un sumario generalizado de los principales contaminantes provenientes de actividades en tierra y sus principales impactos conocidos, incluyendo una evaluación del estado de conocimiento.(UNCED 1991).

Las categorías de fuentes de contaminación considerados en el PAM, sin que indiquen prioridad, son las siguientes: alcantarillado, contaminantes orgánicos persistentes COPs, radioactividad, metales pesados, nutrientes, aceites (hidrocarburos), movilización de sedimentos y basuras. (PNUMA, 1995b). Las alteraciones físicas y destrucción de hábitats, es una categoría especial, de notable connotación ecológica con respecto a la biodiversidad, cuyos objetivos son salvaguardar la función de los ecosistemas, manteniendo la integridad y diversidad biológica de sus hábitats, así como restaurar los hábitats marinos y costeros afectados por las actividades antropogénicas, a partir de los programas de manejo integrado de la zona costera. Dentro de estos programas, los Estados deben identificar hábitats de importancia socioeconómica y ecológica, como áreas de desove, reproducción y cría de recursos marinos, la aplicación de criterios participativos de base comunitarias en las evaluaciones de actividades que potencialmente entrañan peligro de degradación y destrucción de hábitats, incluyendo el establecimiento de zonas costeras y marinas protegidas para mantener la integridad y diversidad biológica de sus

Cuadro 1

**PRINCIPALES CONTAMINANTES MARINOS PROVENIENTES DE ACTIVIDADES EN TIERRA Y SU EFECTO PRINCIPAL CONOCIDO, CON UNA EVALUACION SOBRE EL STATUS DEL CONOCIMIENTO CIENTIFICO Y ADMINISTRATIVO**

CONTAMINANTES	STATUS CIENTIFICO Y DE ADMINISTRACION	EECTOS CONOCIDOS
Alcantarillado (Desechos cloanales)	Ciencia adecuada Inadecuada gestión	Salud Humana Patogeno Eutroficación
Nutrientes	Ciencia limitada Gestión posible Conservativa	Eutroficación Afloramientos de algas nocivas
Compuestos orgánicos persistentes	Ciencia limitada Gestión posible Conservativa	Salud Humana Salud Animal
Sedimentos	Ciencia limitada Gestión posible Conservativa	Destrucción de amenidades Hábitats/ organismos Disminución de la productividad
Sólidos	Ciencia adecuada Gestión deficiente	Salud humana Salud animal
Radionúclidos	Ciencia adecuada Gestión adecuada	Salud humana Salud animal
Aceites Hidrocarburos	Ciencia generalmente adecuada Gestión deficiente	Salud animal Destrucción de amenidades Reducción de productividad
PHAs (hidrocarburos aromáticos policíclicos)	Ciencia limitada Gestión deficiente	Salud humana Salud animal Impregnación de alimentos

**Fuente:** UNCED; Some reflections on Scientific Research on Marine Issues, United Nations Conference on Environment and Development, Research Paper 11, July 1991, 1991.

hábitats. Dentro de las medidas regionales, se señala el establecimiento de sistemas regionales de zonas marinas y costeras protegidas, programas de acción y protocolos regionales sobre especies y hábitats de importancia, criterios regionales para la ordenación de los recursos marinos vivos importantes, en especial los transfronterizos.

**ALCANTARILLADO (Aguas residuales domésticas, municipales y otras):** De acuerdo con GESAMP (1994), sobre esta categoría de fuente de contaminación existe un buen y adecuado conocimiento científico para respaldar las medidas de manejo en la protección del medio marino. Los efectos ambientales producidos por este tipo de descargas en el medio marino son causas de un deficiente o ausencia de tratamiento de estas, en la costa. En general se tratan de mezclas acuosas de las más variadas sustancias como residuos de las actividades humanas, en las que intervienen sustancias con alto contenido de materia orgánica, sustancias tóxicas, sólidos de difícil degradación, aceites y grasas, etc. En general, cuando ingresan a los sistemas de alcantarillado y son descargadas directamente al mar desde las costas, son un verdadero «cocktail» de contaminantes. El vertimiento al mar de los lodos resultantes del tratamiento de estas aguas residuales presenta una aparente controversia sobre sus efectos negativos en los sistemas biológicos, en los sitios de retención de estos lodos en el mar (Topping, 1987; MacIntyre, 1982).

Los efectos nocivos de los desechos cloacales están directamente relacionados con la capacidad de las aguas receptoras para aceptar, diluir y dispersar los efluentes introducidos directamente al mar o a través de ríos. En ellos, la introducción de nutrientes, con excepción de los sistemas oligotróficos pueden llevar a los sistemas a una eutroficación que permite el desarrollo de condiciones anóxicas, cuyo efecto en la biota marina es la destrucción del ecosistema y la desaparición completa de las especies intolerantes. (Stirn, 1971). Bajo condiciones de contaminación severa, la respuesta biológica más evidente es la drástica desaparición de las especies menos tolerantes y aun de grupos taxonómicos completos. 15/. Esta pérdida de especies es seguida por una dislocación de las cadenas tróficas llevando a los sistemas a condiciones de alto autotrofismo. El proceso está caracterizado por una alta hiperproductividad de productores primarios tolerantes y disminución de filtradores y, la supresión de la mayoría de las especies macrocarnívoras y herbíboras.

De acuerdo con Topping (1976), como respuesta de los ecosistemas marinos a la contaminación orgánica, los niveles de oxígeno disuelto, en especial cercanos al fondo disminuyen a valores muy bajos y peligrosos y, en algunos casos su disminución está acompañada de una producción de sulfuro de hidrógeno, que crea problemas en los ecosistemas. Estos ecosistemas son por lo general, evitados por especies de peces anádromas. Los efectos por enriquecimiento del medio marino costero con materia orgánica sobre las comunidades macrobentónicas se consignan entre otros, en la revisión de Pearson y Rosemberg (1978). En estuarios contaminados, la vida vegetal se restringe a escasamente a algunas especies de macroalgas verde y verdes-azules, y las poblaciones de fitoplancton marino presentan un número muy limitado de especies tolerantes a este tipo de contaminación. También ocurre una alta producción inicial como consecuencia del exceso de nutrientes, que lleva posteriormente a afloramientos masivos de algas, y a una disminución posterior de oxígeno llevando a los ecosistemas a condiciones de anoxia. El principal efecto de las bacterias contenidas en las aguas

cloacales, es la contaminación de los productos del mar por las bacterias patógenas capaces de producir varias enfermedades entéricas.

Dentro de las medidas sugeridas en el PAM, que ayudan también a proteger la biodiversidad costera y marina, dentro de esta categoría de contaminantes figuran, entre otras las siguientes:

**A nivel nacional:**

a) Establecimiento al año 2000 de criterios de calidad de agua, objetivos y normas referentes a la eliminación y tratamiento de desechos, (criterios de calidad de agua para protección de flora y fauna acuática marina, costera).

b) Vigilancia de los efectos de las contaminación debida a las descargas cloacales (programas de monitoreo biológico de la contaminación).

c) Identificación de zonas y fuentes principales de aguas residuales donde se planteen graves problemas para los ecosistemas, (evaluación de los efectos biológicos y ecológicos de la contaminación).

d) Incorporación de los problemas derivados de las aguas residuales en la formulación y revisión de los planes de desarrollo de las zonas costeras y la utilización de tierras (criterios basados en la protección de la biodiversidad costera y marina).

e) Ubicación de las descargas de emisarios submarinos, conforme a criterios de calidad ambiental y evitando la exposición de agentes patógenos a blancos vulnerables como los arrecifes de coral, lechos de zosteras, manglares, etc. (vigilancia de la contaminación).

**A nivel regional:**

a) Formulación y puesta en práctica de programas y medidas prioritarias respecto de las aguas residuales particularmente en caso de efectos transfronterizos (efectos biológicos en ecosistemas y recursos compartidos).

**CONTAMINANTES ORGANICOS PERSISTENTES, (COPs):** Constituyen compuestos de origen natural o antropogénico, resistentes a la degradación biológica y degradables en residuos persistentes. Biológicamente están definidos como compuestos susceptibles de una alta bioacumulación en los tejidos grasos de los organismos debido a su alta solubilidad en los lípidos y son propensos a trasladarse a largas distancias. De estos, los compuestos orgánicos artificiales, especialmente los organohalogenados, están considerados como los de mayor interés ambiental. (PBCs, dioxinas, andrín, dieldrín, endrín, DDT, clordano, furanos, hexaclorobenceno, mírex, toxafeno, y heptaclor), aldrín, dieldrín, heptacloro, endrín y DDT son neurotóxicos violentos. GESAMP (1990a), ha catalogado el conocimiento científico sobre el comportamiento ambiental de estos compuestos como limitado y sujeto a una gestión conservativa para la prevención de la contaminación marina. Están presentes como

contaminantes del medio marino en varias fuentes de descargas como constituyentes de residuos industriales, y municipales, escorrentía agrícola, etc. El PCBs, entran al medio marino vía descargas acuosas o por incineración, el DDT y el hexaclorobenceno y otros pesticidas, llegan al medio marino primariamente vía escorrentía agrícola o por acción de los vientos, las dioxinas, se encuentran comúnmente en las emisiones aéreas de incineradores y descargas líquidas de la industria de la pulpa del papel, etc. (Norse, 1993).

Varias acciones de diferente nivel han venido siendo llevadas por la comunidad internacional para proteger el medio ambiente y la salud humana contra los efectos de estas sustancias y son reflejadas en varios tratados, programas e iniciativas internacionales, entre ellas: la Estrategia para la Protección Ambiental del Artico, la resolución de Barcelona sobre Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible en la Cuenca del Mediterráneo, la Comisión Norteamericana para la Cooperación Medioambiental, la Convención sobre la Contaminación del Aire Transfronteriza de Amplio Rango (LRTAP), el Programa de Acción Mundial para la Protección del Medioambiente Marino frente a las Actividades Realizadas en Tierra 16/, el Código Internacional de Conducta para la Distribución y Utilización de Plaguicidas (FAO, 1986), y las decisiones del 18avo, Consejo de Administración del PNUMA, (IFCS, 1996) 17/.

Existen severas limitaciones en el conocimiento científico contemporáneo sobre la movilización, destino y efectos de los compuestos orgánicos sintéticos, en especial en sus efectos sobre los organismos marinos a niveles crónicos de exposición. La mayoría de la información disponible está concentrada en el DDT y sus metabolitos y en los PBCs 18/. El DDT, constituye el mejor ejemplo conocido de los compuestos orgánicos sintéticos. Éste y sus metabolitos (DDD y DDE), son relativamente estables, altamente lipofílicos y resistentes a una completa degradación. Su concentración en los organismos marinos resulta de la absorción del agua o por el filtrado de microorganismos o detritus previamente contaminados o por la concentración biológica vía cadena alimenticia. Los sucesos reproductivos en los peces son muy bajos cuando se presentan residuos de DDT en los huevos o en la fresa o, cuando las hembras desovadas tienen una dieta rica, alta en DDT. Los residuos de DDT ejercen efectos subletales que afectan el comportamiento y la capacidad de reacción a factores externos de stress como cambios en la temperatura. (GESAMP, 1982). También existe evidencia que los compuestos organoclorinados se acumulan en los mamíferos marinos ejerciendo efectos en su reproducción. El DDT también ha sido asociado con la disminución de las aves rapaces y predatoras de peces, (GESAMP, 1984), y su efecto más notorio sobre las aves marinas es el adelgazamiento del cascarón de los huevos por interferencia en el metabolismo del calcio. Los aspectos cancerígenos de algunos compuestos orgánicos persistentes (DDT, aldrín/endrín, clordano, etc.) han sido descritos en GESAMP (1991b).

Los PCBs, consisten en un gran número de isómeros y homólogos de bifenilos policlorinados. El número de átomos de cloro por molécula varía de 1 a 10. Las propiedades físico-químicas de sus mezclas así como su toxicidad a los organismos vivos varía ampliamente. Son transportados al océano abierto principalmente por el aire. Allí se les encuentran absorbidos por los sedimentos de fondo, y son liberados muy lentamente a la columna de agua y a los organismos marinos. Algunos microorganismos pueden transformarlos, pero su proceso es muy lento. (GESAMP, 1982).

La toxicidad aguda de estos compuestos hacia los peces y otros organismos marinos es alta en mezclas con bajo contenido de cloro y tienen un efecto acumulativo. La susceptibilidad de los peces varía con la edad; siendo más sensibles las etapas primarias de desarrollo. Los efectos incluyen la muerte, retardo en el crecimiento, obstáculos en la reproducción y, reducción de las reacciones naturales compensatorias a el stress y las enfermedades. La acumulación de los PBCs, está directamente relacionada con su solubilidad en los lípidos y la resistencia a la degradación enzimática. El principal proceso metabólico in vivo, es la hidroxilación que convierte los PBCs en compuestos fenólicos solubles en agua que son eventualmente excretados. La tasa de hidroxilación depende de la actividad enzimática, la que es muy baja en los peces y decrece con un incremento en la clorinización del contaminante. (GESAMP, 1990a). Dentro de las medidas sugeridas en el PAM, para esta categoría de contaminantes, que tienen relación con la biodiversidad costera y marina, están entre otras: establecimientos de programas de vigilancia ambiental para los COPs que incluyan, la elaboración de criterios de evaluación, procedimientos de control y garantías de calidad.

**RADIOACTIVIDAD:** en las principales fuentes de radionúclidos artificiales en el medio marino se incluyen productos de fisión, activación nuclear y fusión resultantes de pruebas nucleares. Otras fuentes importantes, con una distribución más limitada, corresponden a la producción de energía, la reelaboración de combustible gastado, operaciones militares, aplicaciones médicas y otras actividades relacionadas con el manejo y eliminación de desechos radioactivos, incluyendo desechos mineros 19/, (PNUMA, 1995b). Los gases radioactivos de bajo nivel de radioactividad se eliminan en el aire como descargas planificadas de antemano; los desechos radioactivos líquidos de bajo nivel se descargan en ríos, lagos o al mar y, a menudo, como sucede con los desechos de los usos médicos y de investigación de radionúclidos, en las redes de alcantarillado locales. Los desechos radioactivos sólidos de bajo nivel se entierran o se descargan al mar. El término de desechos radioactivos de alto nivel, se emplea casi exclusivamente para describir la alta actividad y la alta concentración de los diversos radionúclidos en combustible nuclear agotado. Los radionúclidos artificiales de cesio, stroncio, plutonio, carbono e hidrógeno entran al mar como resultado de descargas accidentales de plantas nucleares, pruebas nucleares, o vertimiento de residuos radioactivos.(Norse, 1993).

A excepción, de las pruebas nucleares y de aquellas actividades que no se realizan siguiendo las guías y orientaciones de los Estándares Básicos de Seguridad de la AIEA, los sistemas de manejo para la protección del medio marino es adecuado, así como, el conocimiento científico contemporáneo para el manejo conservativo con prácticas que involucran el vertimiento de radionúclidos en el medioambiente. (GESAMP, 1991a). Estos manejos, en su mayoría siguen el «Sistema de limitación de las dosis» (ICRP, 1990; GESAMP; 1982). Algunas contravenciones a la Convención de Londres, de 1972, han escapado a este mecanismo de protección.

Las acciones a nivel internacional para proteger el medio marino contra este tipo específico de contaminación se reflejan en varios tratados, programas y otros elementos de concertación internacional, entre ellos, La Convención de Viena sobre Responsabilidad Civil por Daño Nuclear, de 1963; el Tratado que prohíbe los Ensayos Nucleares en la Atmósfera, en el

Espacio Exterior y Bajo el Agua, de Moscú, 1963; Tratado sobre la Prohibición del Emplazamiento de Armas Nucleares y otras Armas de Destrucción Masiva, entre, dentro del Fondo Marino, Londres, Moscú y Washington, 1971; Convención Relativa a la Responsabilidad Civil en el Campo del Transporte Marítimo de Material Nuclear, Bruselas, 1971; Convención para la Prevención de la Contaminación Marina por el Vertimiento de Desechos y Otras Sustancias, 1972; Convención sobre la Pronta Notificación en Caso de Accidentes Nucleares, Viena, 1986; Tratado de Raratonga sobre una Zona Libre de Contaminación Nuclear en el Pacífico Sur, 1985; Convención para la Asistencia en Casos de Accidentes Nucleares o Emergencias Radiológicas, Viena 1986; Protocolo para la Protección del Pacífico Sudeste contra la Contaminación Radioactiva, Paipa, Col, 1989, y otras (PNUMA, 1989).

Las formas radioactivas de hidrógeno, carbono, potasio y uranio se encuentran naturalmente en el mar, pero la mayoría de la radioactividad natural en agua de mar proviene de un solo isótopo de potasio (Clark, 1989). La exposición potencial de la biota marina depende de un gran número de factores y, la radiotoxicidad de los radionúclidos artificiales varía ampliamente. El significado medioambiental también varía en función de las cantidades vertidas, del transporte y distribución de los radionúclidos individuales antes del vertimiento y, su reconcentración en el medioambiente, así como de la fuente y formas de introducción. Los factores medioambientales pueden variar geográfica y estacionalmente. El transporte biológico de los radionúclidos generalmente es realizado por los productores primarios, debido a su capacidad de bioconcentración, y a las migraciones verticales de algunos componentes del zooplacton y a la producción de detritus en forma de pelets fecales, los que precipitan al fondo siendo de esta forma disponibles para los organismos bentónicos. Los elementos que son fácilmente concentrados por los organismos marinos incluyen elementos pesados divalentes estructurales y catalíticos, halógenos pesados y elementos fácilmente hidrolizados por el pH del agua de mar 20/.

Los efectos de la radiación aguda difieren ampliamente entre los organismos marinos debido a las variaciones biológicas relacionadas tales como: edad, condición tamaño corporal, etc. las que son fuertemente influidas por factores ambientales tales como salinidad, temperatura, oxígeno disuelto, composición química etc. En general existe una relación entre la radioresistencia y la filogenia y ontogenia de las especies. Se señala, que las formas primitivas son más tolerantes que los vertebrados complejos y los organismos jóvenes son más vulnerables que los adultos viejos. La mayoría de la información actual disponible sobre los efectos en la biota por la radioactividad inducida, proviene de estudios en laboratorio. Estudios sobre el comportamiento indican que los organismos acuáticos aparentemente detectan la radiación ionizante, sin embargo no se han identificado sus receptores y, no existe información de cómo la radiación estimula las poblaciones, individuos o ecosistemas a partir de investigaciones in situ. (Tepleton, Nakatani y Held; 1971).

Las consideraciones relacionadas con la biomasa, rutas de alimentación, eficiencias de conversión, hábitos migratorios del zooplacton, sugieren que el mayor transporte hacia el fondo de los radionúclidos se afecta por la gravitación de los pelets fecales, cascarones, exoesqueletos quitinosos. En las aguas cerca de la costa y en los estuarios, los sedimentos de fondo están cerca de las áreas de activa fotosíntesis y de sitios de introducción de fallout y de adiciones terrestres

de radionúclidos. En estas áreas los sedimentos de fondo y su epifiton asociado, a menudo ejerce una influencia significativa sobre la distribución de los radionúclidos y en áreas donde existen altas poblaciones de organismos filtradores sésiles, éstos pueden ejercer un efecto marcado en las tasas de sedimentación de los elementos trazas y radionúclidos.(Lowman, Rice y Richards, 1971).

Las medidas sugeridas en el PAM que tienen relación con la biodiversidad costera y marina para esta categoría de contaminantes son entre otras: distribución mediante procedimientos de información regionales e internacionales acordados, información sobre las características de los vertederos terrestres situados en las costas, incluyendo información sobre la magnitud, tipo de materiales, características del almacenamiento y situación de los vertederos; establecimiento de programas de vigilancia regionales sobre la radioactividad y preparación de evaluaciones ambientales completas del impacto en el medio marino y costero de las descargas históricas y las actuales de sustancias radioactivas.

**NUTRIENTES:** Los desechos domésticos (cloacas y detergentes), escorrentía agrícola (a través de la aplicación de fertilizantes agrícolas, e incremento de erosión costera), desechos de prácticas agrícolas y silvoculturales (industrias agrícolas y pecuarias), efluentes industriales, descargas atmosféricas vía quema de combustibles y agricultura, corresponde, según GESAMP, (1990b) a las formas más comunes de introducción de nutrientes al mar por actividades en tierra. Todas estas fuentes proporcionan nitrógeno y fósforo en una amplia variedad de formas químicas, las cuales no todas están disponibles inmediatamente para ser tomadas por las plantas marinas y requieren de una remineralización previa a través de procesos heterotróficos. GESAMP; (1991a), califica los nutrientes como sustancias en las que no todos sus efectos y comportamientos están completamente bien entendidos pero indica que su manejo conservativo es posible para prevenir la contaminación del mar. GESAMP, (1990c) igualmente califica a los nutrientes como la clase de contaminantes más perjudicial al medio marino.

Existen seis nutrientes esenciales que son requeridos en relativas grandes cantidades: nitrógeno, fósforo, potasio, calcio, magnesio y azufre. Siete además, que se requieren en pequeñas cantidades: hierro, cobre, cloro, manganeso, zinc, molibdeno y boro y, pocos otros elementos como sílice. (Norse; 1993). Recientemente también se ha reconocido la importancia de ciertos compuestos orgánicos en el crecimiento de las plantas, estos compuestos incluyen vitaminas, formas orgánicas de nitrógeno, como úrea, varios ácidos aminados y azúcares simples como glucosa. La distribución de los nutrientes es irregular, con excepción de los afloramientos costeros y las zonas de surgencia. Las aguas costeras por lo general son más ricas que las aguas de mar abierto y menos pobres que los estuarios, deltas etc. Estas áreas ricas en nutrientes, son por lo general más productivas, tienen altas poblaciones de algas y pocas especies, que las áreas pobres en nutrientes. La magnitud del índice de insumo de nutrientes y la disminución de dicho insumo constituye el factor principal que causa las diferencias de organización funcional de las comunidades de arrecife de coral en distintas regiones geográficas. El afloramiento de comunidades de algas generalmente presenta cadenas alimenticias cortas y una mayor descomposición por bacterias y hongos. La eutroficación constituye el principal efecto medioambiental del exceso de nutrientes.

De acuerdo con GESAMP, (1990c), la eutroficación de las aguas está caracterizada por los siguientes procesos: i) incremento de la producción primaria, ii) cambios en la composición de especies vegetales, iii) afloramientos muy densos y a menudo tóxicos; iv) condiciones de hipoxia (bajo contenido de oxígeno), anoxia (no oxígeno), v) efectos adversos en los invertebrados y peces y vi) cambios en la estructura de las comunidades bentónicas.

La introducción de nutrientes al mar vía actividades en tierra, puede llevar a alterar las comunidades de organismos marinos. Los estuarios y otros ecosistemas costeros resultan altamente vulnerables a este tipo de contaminación, donde los nutrientes pueden ser reciclados y acumulados por períodos largos de tiempo. Debido a este reciclado, los efluentes costeros con bajo contenido de nutrientes, pueden, con el tiempo producir serios problemas. Si el incremento de nutrientes en un sistema, está bien balanceado, muchas especies tendrán grandes poblaciones, incrementado la presión de los predadores y la productividad de todo el sistema. Si el incremento de nutrientes tiene una composición no deseable para la mayoría de las formas de vida acuática, o están en proporciones no deseables, se producen afloramientos de algas y se desarrollan bajas presiones de predador. En estos procesos, otros parámetros medioambientales juegan papeles determinantes, como la temperatura, luz, estabilidad de las masas de agua. El efecto del incremento de nutrientes, puede resultar en un incremento en las poblaciones de especies existentes en el medio receptor y una disminución de especies menos tolerantes a esos incrementos. Un ejemplo de estas especies son las algas, *Enteromorpha*, *Ulva lactuca*, en la zona de mineralización de los efluentes, (U.S. Departamento de Interior; 1968). En otros casos, un enriquecimiento no balanceado de materia orgánica en conjunto con cambios en la temperatura y salinidad producen un completo cambio en la composición de especies de las comunidades de organismos marinos con un crecimiento excesivo de algunas especies.

Los nutrientes pueden tener efectos a largo plazo aun después de que el oxígeno ha sido reducido. Los arrecifes de coral llegan a ser muy vulnerables en presencia de crecimientos estimulados de algas bentónicas y de fitoplancton. Los afloramientos masivos de algas reducen la penetración lumínica, inhibiendo o desacelerando el crecimiento del coral y hacen su sobrevivencia imposible, (Norsen, 1993). Similarmente, el suministro de nutrientes favorece el crecimiento de algas bentónicas que compiten con el coral por espacio y luz. Durante el afloramiento de algas, las comunidades fitoplanctónicas están dominadas por muy pocas especies por la exclusión de otras, lo que da origen a las denominadas «mareas rojas y mareas pardas». Muchas especies fitoplactónicas exudan toxinas que inhiben el crecimiento de las especies competentes y pueden tener efectos tóxicos en algunos animales que ingieren las células o exudados o pueden producir irritación del tejido branquial o producir deficiencia de oxígeno, haciendo a los productos del mar tóxicos para el hombre debido a la acumulación de algas tóxicas. De acuerdo, con Anderson (1996), el número de algas que pueden presentarse en altas concentraciones y pueden producir decoloración del agua de mar es de 300 y, las que pueden producir potentes toxinas son 75 (afloramiento de algas nocivas HAB's). Las especies peligrosas están distribuidas entre los grupos taxonómicos principales: diatomeas, dinoflagelados, otros flagelados y cianobacterias (algas azul-verdes). El cuadro 2; adaptado de Hallegraeff, 1993 citado por Anderson, 1996, muestra la definición de los efectos peligrosos de los afloramientos de algas y ejemplos de las especies de algas responsables de dichos efectos.

## Cuadro 2

## EFECTOS DE AFLORAMIENTOS MASIVOS DE ALGAS PELIGROSAS

<p>1. Afloramiento de especies que producen decoloraciones peligrosas al agua de mar, dando como resultado que el valor recreativo del agua decrece por baja visibilidad del agua y eventualmente, bajo condiciones ambientales excepcionales en bahías protegidas, los afloramientos pueden llegar a ser tan densos que ellos causan reacciones de escape, mortandad de peces y muerte a los invertebrados bentónicos dada una disminución de oxígeno:</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ejemplo de algunas especies:</li> </ul>
<p>Dinoflagelados: <i>Noctiluca scintillans</i>, <i>Ceratium</i> spp, <i>Prorocentrum</i> spp, <i>Prorocentrum</i> <i>triquetra</i>  Diatomeas: <i>Skeletonema costatum</i>  Cianobacterias: <i>Trichodesmium erythraeum</i>  Otros flagelados: <i>Eutreptella</i> spp, <i>Phaeocystis pouchetii</i>, <i>Emiliania huxleyi</i>,  Ciliados: <i>Mesodinium rubrum</i>.</p>
<p>2. Afloramiento de especies que producen potentes toxinas que se acumulan en la cadena trófica y causan una variedad de enfermedades gastrointestinales y neurológicas en los humanos y en otros animales superiores, tales como:</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Envenenamiento Paralítico por Mariscos (PSP); ejemplo de especies: <i>Alexandrium tamarense</i>, <i>Gymnodinium catenatum</i>, <i>Pyrodinium bahamense</i> var <i>compressum</i>.</li> <li>• Enfermedad Diarreica por Mariscos (DSP); ejemplo de especies: <i>Dinophysis fortii</i>, <i>Dinophysis acuminata</i>, <i>Dinophysis norvegica</i>.</li> <li>• Enfermedad Amnésica por Mariscos (ASP); ejemplo de especies: <i>Pseudo-nitzschia multiseries</i>, <i>Pseudo-nitzschia pseudodelicatissima</i>, <i>Pseudo-nitzschia australis</i>.</li> <li>• Ciguatera (Ciguatera fish poisoning; CFP); ejemplo de especies: <i>Gambierdiscus toxicus</i>.</li> <li>• Enfermedad Neurotóxica por Mariscos (NSP); ejemplo de especies: <i>Gymnodinium breve</i> (= <i>Ptychodiscus brevis</i>).</li> <li>• Envenenamiento con toxinas Cianobactericas; ejemplo de especies: <i>Anabaena flos-aquae</i>, <i>Nodularia spumigena</i>.</li> </ul>
<p>3. Afloramientos de especies, las cuales en la mayoría de los casos no son tóxicas a los humanos pero ejercen efectos peligrosos sobre los peces e invertebrados especialmente en acuicultura intensiva, por ejemplo por daño mecánico sobre el tejido branquial u otros daños, ejemplos de especies: <i>Alexandrium tamarense</i>, <i>Gyrodinium aureolum</i>, <i>Chrysochromulina polylepis</i>, <i>Prymnesium parvum</i>, <i>Heterosigma akashiwo</i>, <i>Chantionella antiqua</i>, <i>Aureococcus anophagefferens</i>, <i>Phaeocystis piscimortuus</i>, <i>Nodularia spumigena</i>.</p>
<p>4. Afloramientos de especies que producen toxinas que son tóxicas a los humanos y que son transportadas por el aire en aerosoles desde el área de afloramiento a la costa. Ejemplos de especies: <i>Gymnodinium breve</i> (= <i>Ptychodiscus brevis</i>), <i>Phaeocystis piscimortuus</i> (?).</p>

**Fuente:** ANDERSEN P; Design and Implementation of some Harmful Algal Monitoring Systems, IOC Technical Series No. 44, UNESCO, 104 pp, un anexo. 1996.

- Dentro de las medidas nacionales sugeridas en el PAM que tienen relación con la biodiversidad costera y marina para esta categoría de contaminantes, están entre otras las siguientes:
- Determinación de zonas donde es probable que los aportes de nutrientes causen contaminación, incluyendo la identificación de las fuentes puntuales y difusas en estas zonas.
- Determinación de zonas donde es probable que los cambios en los aportes antropogénicos de nutrientes causen contaminación.
- El establecimiento o mejoramiento según proceda de medidas de vigilancia en todos los aspectos de la eutroficación, fomento de investigaciones científicas sobre la presunta relación entre la eutroficación y las floraciones de algas tóxicas.
- Elaboración de programas orientados a restaurar hábitats que son suministradores naturales de nutrientes, como las marismas.
- Establecimiento de criterios comunes, para la determinación de zonas en que se planteen o se puedan plantear problemas de eutroficación.
- Determinación de zonas donde sea probable que los aportes de nutrientes causen contaminación, indicado las zonas donde deben centrarse medidas prioritarias y establecimiento de metodologías comunes para el cálculo del aporte de nutrientes proveniente de la agricultura y otras fuentes.

**METALES PESADOS:** constituyen quizá, la mejor estudiada de las categorías de contaminantes antropogénicos vertidos al mar. Conforme a GESAMP (1991a), el actual conocimiento científico que se tiene de los metales es adecuado para la gestión de sus efectos en la biota marina. De acuerdo con Wood y Goldberg (1977), dentro de un contexto biológico los metales se clasifican en: a) metales ligeros, que son transportados como cationes móviles en soluciones acuosas, como sodio y potasio, b) metales de transición, ejemplo, hierro, cobre, cobalto y manganeso los que son esenciales en bajas concentraciones y pueden ser tóxicos en altas concentraciones y, c) metales pesados o metaloides, que pueden ser requeridos para procesos metabólicos en muy bajas concentraciones y en bajos niveles pueden ser peligrosos para las células; ejemplo, mercurio, selenio, plomo, estaño y arsénico. Los metales pesados, como contaminantes, son compuestos estables, no removidos realmente por la oxidación, la precipitación o cualquier otro proceso natural y su principal característica es su persistencia en el tiempo y en el espacio. Los metales traza como contaminantes son introducidos al medio marino, en forma orgánica como inorgánica en los efluentes industriales, domésticos, escorrentía minera, vía ríos etc.; y su interacción con otros desechos y con varios componentes del agua de mar alteran las formas físico-químicas originales de los metales traza, las que por lo general determinan su comportamiento medioambiental.

Las formas particuladas de los metales son más fácilmente acumuladas por los organismos filtradores que toman los metales traza disueltos directamente de la columna de agua. Los metales traza que forman complejos con los desechos orgánicos y detergentes, son más

difíciles de absorber que las formas iónicas de los metales. Las formas orgánicas de los metales, tales como las alkílicas y metílicas, son más rápidamente absorbidas por la biota que las formas inorgánicas. (GESAMP; 1982); Los metales no esenciales son por lo general más tóxicos que los esenciales, pero tantos unos como los otros, tienden a ser acumulados en los tejidos de los organismos marinos aun a concentraciones subletales 21/.

Una de las características de las células vivas es su habilidad para tomar elementos de una solución contra un gradiente de concentración, lo que es obvio en los organismos marinos. Esta habilidad para concentrar elementos encima del nivel que se encuentran en el medio marino ha sido reconocida desde hace mucho tiempo y ha recibido el nombre *BIOACUMULADORES* 19.

Los siguientes puntos deben ser considerados en la evaluación del efecto de los metales sobre los organismos marinos:

a) Todos los elementos son concentrados en algún grado, con excepción del cloro y el sodio que son eliminados. Los factores de concentración son de uno para el bromo, fluoro, magnesio, sodio y azufre y mayores para los otros elementos.

b) Entre los cationes (incluyendo los elementos metálicos como el hierro, que puede existir en el mar en forma coloidal) el orden de afinidad con la materia viviente es generalmente: elementos trivalente y tetravalentes > elementos divalentes de transición > metales divalentes del grupo II-A > metales univalentes del grupo I. El subgrupo trivalente y tetravalente tienen una afinidad para el plancton y las algas pardas así:

<b>Plancton:</b> Fe>Al>Ti>Cr>Si>Ga <b>Algas pardas:</b> Fe>La>Cr>Ga>Li>Al>Si
---

Los metales divalentes de transición tienen similares diferencias con respecto a estos grupos, así:

<b>Plancton:</b> Zn>Pb>Cu>Mn>Co>Ni>Cd <b>Algas pardas:</b> Pb>Mn>Zn>Cu, Cd>Co>Ni
---

c) El orden de afinidad de la materia viva con los aniones es: nitrato > aniones trivalentes > aniones divalentes > aniones univalentes.

Es muy probable que la mayoría de los elementos metálicos polivalentes sean más o menos quelados por la materia orgánica. 22/ (U.S. Departamento de Interior, 1969).

Los efectos de los metales en la biota marina, son muy difíciles de individualizar para cada metal en el medio marino, debido a que estos contaminantes son a menudo descargados con otros contaminantes, así como por la diferente habilidad que tienen los organismos para concentrar estos metales en períodos largo de exposición, y a la actual limitación de nuestro

conocimiento. En general se sabe, que su toxicidad es altamente dependiente de un amplio rango de variables químicas, biológicas y de factores medioambientales que alteran la tasa de absorción de los metales y en otros casos, las respuestas biológicas. La mayoría de los estudios de toxicidad se han realizado en formas de vida adulta, pero se sabe que los estados primarios de los ciclos de vida de muchas especies son probablemente menos resistentes en varias órdenes de magnitud que los estadios tardíos y formas adultas de muchos organismos marinos.

La exposición a niveles subletales producen una variedad de efectos observables. Es muy probable que la severidad de muchos de estos efectos esté gobernada por algunos factores que influyen en la toxicidad letal. La acción básica de los metales pesados es la inhibición de varios procesos enzimáticos y los efectos más obvios incluyen efectos morfológicos, inhibitorios y cambios en el comportamiento. Entre los efectos inhibitorios, se resalta la inhibición al crecimiento, a comparativamente bajas concentraciones. La depresión del crecimiento ha sido demostrada para casi todos los organismos desde peces y crustáceos, hasta el fitoplacton y bacterias. Similarmente la fijación de los organismos sésiles puede ser alterado por concentraciones muy bajas de algunos metales. También la reproducción es inhibida en algunos especies de peces; y se ha demostrado, a partir de estudios de laboratorio, que los metales pesados pueden alterar procesos como: alimentación, nadado y cambios en las reacciones a los estímulos. La exposición de los organismos marinos a incrementos en la concentración de ciertos metales traza induce respuestas en proteínas específicas como las metalotioninas (Beniano, 1994). Revisiones detalladas sobre los efectos de algunos metales en la biota marina, se proporcionan en varios estudios de GESAMP (1976; 1985; 1986; 1991b).

El cuadro 3 muestra los factores que afectan la toxicidad de los metales pesados en solución, hacia los organismos marinos.

Dentro de las medidas sugeridas en el PAM para esta categoría de contaminantes que tienen relación con la biodiversidad costera y marina, figuran entre otras, las siguientes:

- Elaboración, compilación y mantenimiento de inventarios de fuentes significativas, incluyendo las naturales de metales pesados además sus compuestos de interés prioritario y la subsiguiente evaluación de los aportes y evaluación cuando proceda, del aporte a larga distancia de estos contaminantes.
- Establecimiento de programas de vigilancia para los metales pesados, incluyendo criterios de evaluación y adopción de criterios de control y garantía de calidad y formulación y ejecución de programas sobre aportes, niveles y distribuciones de estos contaminantes.

**ACEITES (HIDROCARBUROS):** Las fuentes costeras de contaminación por hidrocarburos, incluyen vertimientos de efluentes de la industria costera, descargas accidentales en plataformas costa afuera, escorrentía costera de fuentes difusas, operaciones portuarias, efluentes de refinerías costeras etc, las que al parecer no han recibido mucha atención como fuentes marinas de contaminación al ser comparadas con las fuentes accidentales de contaminación marina que involucran grandes cantidades de petróleo, pero que a su vez pueden contaminar severamente las costas. Al respecto, el Comité Asesor sobre Contaminación Marina,

(ACPM), del Consejo Internacional para la Exploración del Mar (ICES) (1985), ha manifestado su preocupación por el relativo poco conocimiento que se tiene sobre el significado de los efectos a largo plazo de los vertimientos crónicos de aceite en bajas cantidades sobre las comunidades de organismos marinos. Se requiere mayor investigación sobre el efecto del aceite en la formación, permanencia, composición y papel de las películas de aceite en relación con la biota marina, incluyendo huevos y larvas, así como, en los posibles efectos deletéreos de la posibilidad de

Cuadro 3

### FACTORES QUE AFECTAN LA TOXICIDAD DE LOS METALES PESADOS EN SOLUCION HACIA LOS ORGANISMOS MARINOS

• Forma de metal en agua	<ul style="list-style-type: none"> <li>{ inorgánica</li> <li>{ orgánica</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>{ soluble</li> <li>{ particulado</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>{ iónica</li> <li>{ ión complejo</li> <li>{ ión quelado</li> <li>{ molécula</li> <li>{ coloidal</li> <li>{ precipitado</li> <li>{ absorbida</li> </ul>
• Presencia de otros metales/23	<ul style="list-style-type: none"> <li>{ interacción mutua</li> <li>{ no interacción</li> <li>{ antagonismo</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>{ más que aditivo</li> <li>{ aditivo</li> <li>{ menos que aditivo</li> </ul>	
• Factores que influyen en la fisiología del organismo y en la posible forma del metal en el agua		<ul style="list-style-type: none"> <li>{ temperatura</li> <li>{ ph</li> <li>{ oxígeno disuelto</li> <li>{ luz</li> <li>{ salinidad</li> </ul>	
• Condiciones del organismo		<ul style="list-style-type: none"> <li>{ estado de desarrollo</li> <li>{ cambios en el ciclo de vida</li> <li>{ edad y tamaño</li> <li>{ sexo</li> <li>{ inanición</li> <li>{ actividad</li> <li>{ adaptación a los metales</li> <li>{ comportamiento alterado</li> </ul>	
• Respuesta de comportamiento			

bioacumulación de los componentes persistentes del petróleo o de los productos de degradación del petróleo sobre los sedimentos. (GESAMP, 1993). El interés internacional se ha concentrado en las grandes descargas accidentales de petróleo. GESAMP (1991a), señala que existe un adecuado conocimiento científico para la gestión en la contaminación marina, pero es deficiente en las fuentes costeras relacionadas con la contaminación por petróleo y con sus efectos asociados en las áreas cercanas a la costa.

Los efectos biológicos del petróleo varían ampliamente dependiendo de sus propiedades físicas y de su composición química. Existe una vasta literatura científica sobre la toxicidad del petróleo y sus compuestos y en general ésta se incrementa entre las series parafínicas, naftalénicas y olefinicas hasta las aromáticas. Esta toxicidad está detalladamente explicada en GESAMP (1977). Entre cada serie de hidrocarburos, las moléculas más pequeñas son las más tóxicas. La toxicidad también está inversamente correlacionada con la solubilidad en agua. (Cowell, 1976). Cuando el petróleo entra en la superficie del mar ocurren cambios inmediatamente en su composición dada por la evaporación al aire de las fracciones aromáticas ligeras y por disolución de los compuestos más solubles en el agua, pasando posteriormente a una fase de foto-oxidación, en la que los componentes insolubles son transformados en óxidos. En el mar, el aceite tiende a formar emulsiones que con el tiempo adquieren densidad y precipitan al fondo donde tiene lugar una desintegración bacteriana. También se pueden formar conglomerados de alquitrán, (tar balls), los que por acción de las olas alcanzan las playas en donde se depositan. La proporción y rapidez en que se producen estos cambios dependen del tipo de aceite vertido, cantidad, espesor de la capa de aceite sobre la superficie del mar, condiciones ambientales predominantes, corrientes, mareas, vientos y temperatura.

Los efectos de una contaminación crónica continua con bajas cantidades de aceites están referidos a los observados principalmente en pruebas de laboratorio y hay muy pocas referencias a observaciones in situ a niveles subletales y a largo plazo en la contaminación crónica con emisiones bajas de petróleo y aceites. Su efecto sobre la vegetación acuática en especial en plantas con hojas y raíces que tienen superficies lipofílicas, resultan en un bloqueo en la transferencia de oxígeno por los tejidos vegetales. También se indica, que efluentes con un contenido bajo de aceites pueden producir un daño biológico en áreas con poca dispersión e influencia de oleaje. En aguas someras y estuarios, los vertimientos de aceites ligeros con alto contenido de aromáticos pueden ejercer efectos tóxicos marcados sobre las pesquerías locales. La impregnación de los tejidos de los peces ha sido señalado como un efecto crónico adicional de significación biológica incierta pero con un efecto negativo sobre el valor comercial de muchos productos marinos.

Se han detectado en los fondos de las aguas costeras, en el plancton y en algunas especies marinas, varias clases de hidrocarburos carcinogénicos, tales como el 3,4 benzopireno y algunos 1,2 benzoantraceno. (Hidrocarburos aromáticos Policíclicos, PAHs), los que han sido considerados como un aspecto especial de la contaminación por hidrocarburos debido a su importancia con la salud humana. (GESAMP, 1993).

Las fuentes probables de estas sustancias incluyen a aceites crudos, efluentes industriales específicos (industria del aluminio, desechos de refinería, en especial del craqueo catalítico del petróleo, productos de la combustión del carbón, escorrentía terrestre y actividad bacteriana y fotosintetizadora in situ. En general corresponden a un grupo de materiales que se forman por la combustión incompleta de la materia orgánica. Los peces que habitan aguas no contaminadas generalmente no contienen PHAs, pero los bivalvos y crustáceos pueden acumular PHAs en aguas contaminadas y, parece ser que son incapaces de metabolizar y excretar esos productos. Las ostras de áreas contaminadas tienen niveles altos de HPAs. (GESAMP, 1991b; Cowell, 1976).

El cuadro 4 modificado de GESAMP (1991b) señala la ocurrencia de lesiones neoplásicas en moluscos bivalvos y peces en Norte América y la Cuenca del Pacífico.

**Cuadro 4**

**OCURRENCIA DE LESIONES NEOPLÁSICAS EN MOLUSCOS BIVALVOS Y PECES DE NORTEAMÉRICA Y CUENCA DEL PACÍFICO**

ESPECIE	TIPO DE LESIÓN	LOCALIZACIÓN
<i>Cassostrea virginica</i>	Hemico Geminoma	Costa atlántica U.S.
<i>Cassostrea virginica</i>		Costa U.S.
<i>Cassostrea gigas</i>	Ganglioneuroma Eosinoma	Costa Pacífica U.S.
<i>Cassostrea gigas</i>	Hemico	Japón
<i>Saccostrea cucullata</i>	Epitelioma	Australia
<i>Ostrea chilensis</i>	Hemico	Chile
<i>Mytilus edulis</i>	Hemico	Costa pacífica
<i>Mya arenaria</i>	Hemico Geminoma	Costa atlántica U.S.
<i>Macoma balthica</i>	Carcinoma Branquial	Costa atlántica U.S.
<i>Macoma nasuta</i>	Hemico	Costa Pacífica U.S.
<i>Mercharia</i>	Geminoma	Costa atlántica U.S.
<i>Genyonemus lineatus</i>	Papillomas orales Papillomas epidérmicos Neoplasmas hepáticos	Sur de California
<i>Microstomus pacificus</i>	Papillomas epidérmicos	Sur de California
<i>Mugil cephalus</i>	Fibrosarcoma	Norte del Golfo de México
Pleuronetidos	Papillomas epidérmicos Lesiones de órganos internos Neoplasma hepático	Japón, Isla Hokaido
<i>Microgadus tomcoo</i>	Neoplasma hepático	Río Hudson (estuario)
<i>Nibea mitsukurii</i>	Cromatoforomas	Japón
<i>Leptocottus armatus</i>	Neoplasma hepático	Puget Sound
<i>Ludulus grandis</i>	Cromatoforoma	?

**Fuente:** GESAMP (1991b)

Dentro de las actividades sugeridas en el PAM, con relación a biodiversidad costera y marina, figuran entre otras la siguientes:

- Elaboración y mantenimiento de inventarios de fuentes importantes de aceites y establecimiento de la distribución geográfica de estas fuentes, incluyendo cuando proceda tener en cuenta la contribución del transporte a larga distancia de estos contaminantes.
- La elaboración de amplios programas nacionales de acción para reducir y eliminar las emisiones y descargas de interés prioritario de fuentes antropogénicas.
- A nivel regional, la adopción de programas y medidas sobre el desarrollo de criterios de evaluación y programas de vigilancia basados en procedimientos de control y garantía de calidad regional.
- Elaboración de planes y medidas regionales para prevenir los derrames accidentales de petróleo.

**SEDIMENTOS:** El mar y las costas en particular, han estado sometidas normalmente a un flujo natural de sedimentos terrígenos transportados en mayor cantidad por los ríos. Sin embargo, este flujo natural ha venido siendo afectado en ambas direcciones como consecuencia de la acción humana. Por un lado existen áreas de la costa que han experimentado una notable reducción en el aporte de nutrientes y también de sedimentos como consecuencia de la manipulación de los ciclos hidrológicos y, otras áreas, donde el flujo de sedimentos ha experimentado un notable incremento, mínimo en tres órdenes de magnitud. En ambos casos, la carga resultante de sedimentos producidos por la deforestación, prácticas agrícolas, sobrepastoreo y minería en conjunto con la minería marina, las actividades en la costa han contribuido significativamente a la alteración del flujo normal de sedimentos terrestres al medio marino y a la alteración de importantes ecosistemas. La carga de sedimentos y los nutrientes en particular constituyen las principales causas de la degradación de los arrecifes de coral en la América Tropical. La producción mundial de sedimentos que llega al mar por los ríos ha sido estimada ligeramente en 13.510 Mt y-1 (GESAMP, 1980).

Los impactos de cargas altas de sedimentos, varían ampliamente y son dependientes del tamaño de las partículas, flotabilidad, condiciones ambientales, corrientes, mareas etc. Los sedimentos en suspensión afectan los productores primarios y reducen la penetración lumínica por incremento en la turbidez y afectando la fotosíntesis. También producen alteración en los organismos de fondos, praderas marinas y otras comunidades bentónicas dependientes de la fotosíntesis. Altas concentraciones de sedimentos producen obstrucción mecánica en las branquias de los peces y en los organismos filtradores y posteriores cambios en la estructura de las comunidades bentónicas. Dichos efectos son más severos en las áreas tropicales; los corales resultan especialmente sensibles. Condiciones permanentes de turbidez llevan a situaciones de reducida productividad primaria con efectos importantes sobre las pesquerías. (GESAMP; 1994). Muchos contaminantes pueden adherirse a las partículas de los sedimentos incrementando la contaminación tóxica.

Existen también actividades industriales cuyos efluentes tienen un efecto significativo al incrementar la turbidez 24/, tales como los relaves mineros, la industria de la pulpa de papel, los aserríos, etc. GESAMP (1991a); cataloga el conocimiento científico del transporte de sedimentos y sus efectos como limitado, lo que implica una gestión conservativa para la prevención de la contaminación marina.

Dentro de las medidas sugeridas en el PAM, que tienen relación con la protección de la biodiversidad costera y marina, figuran, entre otras, las siguientes:

- Aplicación de prácticas ambientalmente racionales de uso de la tierra para controlar las descargas de sedimentos en los cursos de agua y estuarios.
- Establecimiento de medidas de control, reducción y prevención de la erosión y enlodamiento de las costas debido a factores antropogénicos.
- Facilitación de la creación de hábitats sedimentarios mediante la erosión natural.
- Prevención de la contaminación y degradación del medio marino por el vertido de material de dragado y las operaciones de dragado conexas.
- Establecimiento o mejoramiento de la vigilancia del transporte de sedimentos al medio marino y de las formas y tasas de sedimentación conexas, dentro de las medidas regionales, figuran entre otras: la promoción y establecimiento de programas a fin de controlar las modificaciones antropogénicas de la sedimentación/enlodamiento, etc.

**BASURAS (DESECHOS SÓLIDOS; MARINE DEBRIS):** Constituye un renglón muy heterogéneo de la contaminación antropogénica de las costas y mares, cuya importancia e interés como contaminantes viene aumentando en función del incremento de estos materiales en las costas y mares. Unos tienen su origen en las costas, donde son arrojados dentro de los sistemas de evacuación de desechos o son impropriadamente dispuestos en el mar o en las costas y otros son arrojados por los barcos. El U. S. National Research Council, (1975), citado por Norse (1993), proporciona un estimativo de 6.3 millones de toneladas métricas de basuras anuales arrojadas rutinariamente por los barcos, con un importante impacto estético. En general constan de una variada clase de residuos, que incluyen material plástico, vidrios, envases metálicos, papel, cauchos y espumas sintéticas, fibras etc. Dentro de este material, tienen principal significado ambiental, en la contaminación de las costas y mares, los materiales plásticos por su resistencia, flotabilidad y durabilidad y representan más de la mitad de todas las basuras sólidas que llegan al mar proveniente de efluentes antropogénicas. Su efecto sobre la biodiversidad, está relacionada con su efecto en los grupos superiores, Se reporta la muerte por asfixia e ingestión de estos materiales (Shomura y Yoshida, 1985 citados por Norse, 1993; Thorne-Miller y Catena; 1991).

Los mamíferos marinos, aves marinas, tortugas y mariscos (cangrejos), resultan afectados por restos de redes de nylon, anillos de empaques de contenedores de cervezas, etc. limitando su nadado y vuelo. GESAMP (1991b) señala que existe un adecuado conocimiento científico sobre esta categoría de contaminantes, pero un manejo deficiente de éstos. En general, estos

contaminantes constituyen el mejor ejemplo de las deficiencias de la gestión medioambiental contemporánea.

Dentro de las medidas recomendadas en el PAM, para esta categoría de contaminantes, figuran entre otras las siguientes relacionadas con la protección de la diversidad costera y marina:

- La formulación y aplicación de programas de gestión en pequeñas comunidades rurales para prevenir la fuga de basura a los ríos y al medio marino y costero.
- Establecimiento de servicios permanentes de recogida de desechos sólidos que contaminan las zonas costeras y marinas.
- Establecimiento y correcto funcionamiento en el litoral de servicios de manejo de desechos sólidos procedentes de todas las fuentes, incluidas buques y puertos, etc.

##### **5. Sobre los métodos para evaluar el efecto de la contaminación procedente de actividades en tierra sobre la biodiversidad costera y marina**

Hasta la fecha, la biodiversidad costera y marina no ha constituido el foco de atención principal de los estudios de los efectos de la contaminación marina proveniente de actividades terrestres. La mayoría de los estudios sobre las respuestas biológicas de la contaminación están centrados sobre especies individuales y sobre comunidades y varias especies y algunos biomarcadores han sido sugeridos para propósitos de monitoreo de la contaminación marina. También se han dado algunas guías para la elección de organismos indicadores de contaminación debido a su habilidad para concentrar contaminantes, (Portmann, 1976).

Las técnicas de medición biológica de la contaminación son numerosas y variadas. Ellas dependen de las respuesta biológicas a medir, tipo de organismo, edad o estado de desarrollo, tamaño, sexo, etc. y pueden ser: ex situ (en laboratorio) o in situ (mesocosmo, bioensayos). Generalmente incluyen mediciones de toxicidad aguda, crónica o subletal a partir de métodos toxicológicos, (ecotoxicología), bioquímicos, histológicos, clínicos, registros de comportamiento, o estudios a nivel de comunidades, en las que generalmente se aplican índices ecológicos, índices de diversidad de especies, análisis de ensamblajes, etc.

En general la experiencia y habilidad en la aplicación de las técnicas y métodos biológicos para estudios de los efectos de la contaminación marina y su aplicación y uso en los programas de vigilancia presentan una distribución geográfica no uniforme. Son muy pocos los países en desarrollo, donde estas técnicas y métodos están incorporados en sus programas nacionales y la mayoría de la información proviene de investigaciones en los países desarrollados. La estandarización de las técnicas de bioevaluación, para fines comparativos es muy difícil debido a los numerosos factores que intervienen y que comprometen los resultados. Sin embargo, para el caso de bioensayos, se ha llegado, en algunos países a protocolizar procedimientos y estandarizar algunos organismos de ensayo, así como a establecer el rango de condiciones mínimas de seguridad analítica durante las pruebas, por ejemplo, condiciones de

aclimatación de especies, rango de tamaño de los individuos a exponer, niveles de oxígeno, salinidad, pH, temperatura, número de especies por concentración ensayada etc. Existen muy pocos ejemplos de programas de monitoreo de la contaminación marina centrados en la evaluación del efecto de la contaminación sobre los organismos marinos. La mayoría de ellos investiga los niveles de contaminantes en tejidos orgánicos, (entre otras matrices ambientales) cuyos valores obtenidos son contrastados con niveles catalogados como «normales» para decidir sobre la severidad de los valores encontrados en dichos programas. La mayoría de los actuales programas de vigilancia de la contaminación son esencialmente programas de oceanografía química, más que de orientación biológica.

Algunas respuestas biológicas que podrían ser utilizadas en los estudios de los efectos de la contaminación proveniente de actividades en tierra con respecto a la biodiversidad costera y marina, han sido evaluadas por GESAMP (1980) para estudios de monitoreo de la contaminación 25/. La globalización del uso de dichas medidas no ha sido considerado especialmente en los análisis de dicho Grupo, y existe pues, cierta incertidumbre sobre la variación e intensidad de las respuestas biológicas en función de las distribuciones biogeográficas de las especies y de la contaminación. Por cierto, la investigación, en los países en desarrollo sobre respuestas biológicas tanto a nivel de laboratorio como en campo es crítica comparada con la capacidad de los países desarrollados en la investigación de este tipo de respuestas. El siguiente cuadro 5 construido sobre la base de la información de GESAMP (1980), muestra algunas de las medidas biológicas recomendadas para programas de monitoreo de los efectos biológicos de la contaminación marina.

La velocidad de crecimiento es una medida importante de un efecto biológico pero es a menudo difícil de medir en invertebrados. Los estimativos de la velocidad de crecimiento en términos de cambios en la longitud o en el peso a menudo ignoran la producción de gametos que forman una gran proporción de la producción total y en los estados adultos representa un componente de crecimiento que en la mayoría de los casos es afectado por la contaminación. La mayoría de los efectos en el comportamiento son a menudo diferentes en sus mediciones en el campo. Una medida recomendada en el Ensayo de Torque (torque test), es la evaluación de los efectos de la contaminación en los peces; sin embargo tiene una aplicación limitada en el campo del monitoreo. Los efectos en el comportamiento son más fácilmente observables que medibles.

Las técnicas y métodos son igualmente amplios; algunos tienen un mayor grado de resolución que otros. Con respecto a los métodos, GESAMP (1995c) proporciona algunos ejemplos de los utilizados para determinar la extensión del efecto de la contaminación sobre individuos y poblaciones en programas de monitoreo de calidad ambiental del medio marino. Los métodos son: i) bioensayos, ii) biomarcadores, iii) índices fisiológicos, iv) índices ecológicos.

i) **Bioensayos** : (ensayos de toxicidad), se utilizan para una gama muy variada de propósitos, tales como: establecimiento de la toxicidad de efluentes de las industrias y comparación con los efluentes de sus tratamientos; de la toxicidad de químicos y mezclas químicas como de comparación de la toxicidad de diferentes localidades; medidas indicativas de la tolerancia y sensibilidad de varias especies a una misma sustancia o efluente; establecimiento de rangos de toxicidad etc; desarrollo de criterios de calidad de agua. En general se trata de procedimientos

experimentales en los que los organismos son expuestos a diferentes sustancias o combinación de éstas con el objetivo de determinar las concentraciones que les son perjudiciales. Los períodos de exposición pueden ser cortos (en ensayos de toxicidad aguda) o de larga exposición (o ensayos de toxicidad crónica) y pueden ser estáticos (no hay recambio de soluciones) o de flujo continuo. Son estandarizables, de fácil conducción, tienen un bajo costo relativo y alta sensibilidad. Sus resultados constituyen valores pronósticos e indicativos. Dentro de estas técnicas se han recomendado muchas especies dentro de sus protocolos, (ASTM, 1993; EPA, 1976; EIFAC; 1974). El cuadro 6 adaptado de FAO (1981) muestra los principales procedimientos de bioevaluación (bioensayos), según el tipo de respuesta biológica medida y el propósito principal de la bioevaluación.

La aplicación de los procedimientos de bioevaluación del cuadro 6 con respecto a las fuentes de contaminación marina en función al régimen de descarga de efluentes o vertimientos, se aprecia en el cuadro 7 construido sobre la base de la información de FAO; (1981).

ii) **Biomarcadores:** Se refieren a respuestas biológicas que pueden ser específicas en términos de un evento molecular o celular, las que medidas con precisión pueden proporcionar información tanto sobre el grado de exposición a un contaminante y/o sobre sus efectos en los organismos o ambos. (GESAMP, 1995c). Constituyen una variedad de tejidos, células, moléculas (McCarthy y Shugart, 1990; citados por GESAMP, 1995c), que son influidos por la biodisponibilidad de contaminantes, rutas de exposición, nivel y tiempo de exposición. Muchas respuestas de los bioindicadores han sido propuestas como medidas de los efectos de la contaminación sobre todo el organismo, entre ellas: aducciones, como respuesta de exposiciones específicas a contaminantes mutagénicos y cancerígenos; proteínas (P-4501A), como biomarcadores a exposiciones de contaminantes que producen consecuencias eventuales inciertas, ejemplo hidrocarburos aromáticos policíclicos (PAHs); porfirinas como biomarcadores de efectos deletéreos, como plomo, PBC; colinesteraza, bioindicador de efectos deletéreos con mecanismos no conocidos, metalotioninas, bioindicador de efecto de los metales, etc.

iii) **Indices Fisiológicos:** Las respuestas fisiológicas de los organismos marinos expuestos a la contaminación dependen de la disponibilidad biológica, toma y distribución del contaminante dentro del cuerpo del organismo. Entre las técnicas utilizadas se encuentran entre otras, medidas de la velocidad metabólica, crecimiento y comportamiento reproductivo; especialmente la velocidad de crecimiento (SFG) basado en análisis simple de los principales componentes del balance energético entre organismos individuales, tales como medidas de ingestión, asimilación, respiración y excreción.

iv) **Indices Fisiológicos:** Las respuestas fisiológicas de los organismos marinos expuestos a la contaminación dependen de la disponibilidad biológica, toma y distribución del contaminante dentro del cuerpo del organismo. Entre las técnicas utilizadas se encuentran entre otras, medidas de la velocidad metabólica, crecimiento y comportamiento reproductivo; especialmente la velocidad de crecimiento (SFG) basado en análisis simple de los principales componentes del balance energético entre organismos individuales, tales como medidas de ingestión, asimilación, respiración y excreción. Son estandarizables, de fácil conducción, tienen un bajo costo relativo y alta sensibilidad. Sus resultados constituyen valores pronósticos e indicativos. Dentro de estas

técnicas se han recomendado muchas especies dentro de sus protocolos, (ASTM, 1993; EPA, 1976; EIFAC; 1974). El cuadro 6 adaptado de FAO (1981) muestra los principales procedimientos de bioevaluación (bioensayos), según el tipo de respuesta biológica medida y el propósito principal de la bioevaluación.

v) **Indices Ecológicos:** Quizá constituye el tema más documentado de las técnicas utilizadas en la medición del efecto de la contaminación sobre las comunidades de organismos marinos y sus poblaciones y se enmarcan, en la mayoría, en el análisis de los ensamblajes bentónicos con el apoyo de técnicas estadísticas. Se utilizan varios índices ecológicos para evaluar los cambios en las poblaciones, los que son analizados en detalle en Gray et al (1980), GESAMP. (1995c), Stirn, (1981). Entre los índices están: pérdida de especies; índices de diversidad (riqueza, índice de Simpson, Margalef-Gleason, Fishers, Shannon y Weaver; curvas de rarefacción de especies, curvas areas-especie, etc); cambios en el tipo o abundancia de especies dominantes; reducción en el tamaño de las especies cosechables y, promedios de abundancia.

**Cuadro 5**

**ALGUNAS MEDIDAS BIOLÓGICAS EVALUADAS POR GESAMP, (1980) PARA USO EN PROGRAMAS DE MONITOREO SOBRE LOS EFECTOS BIOLÓGICOS DE LA CONTAMINACION MARINA**

MEDIDAS/EFECTOS	COMENTARIOS
• <b>Bioquímicos</b> <b>Metalotioninas</b>	Induce respuestas específicas, recomendado altamente en programas de monitoreo por contaminación por metales pesados.
<b>Productividad primaria</b>	Medida en términos de fijación del C14; no muestra una relación cualitativa con la contaminación; altamente variable y es referida como una medida de efecto ecológico.
<b>Proporción taurina/glicina</b>	Proporción de dos aminoácidos libres en tejidos de bivalvos, está restringido solo para el uso en estos moluscos; recomendado para uso en programas de monitoreo.
<b>Química sanguínea</b>	Incluye un rango amplio de medidas y requiere investigación en peces e invertebrados antes de ser utilizados en programas de monitoreo. No muestra relaciones cuantitativas probables con la contaminación.
<b>Cambio de energía</b>	Es una medida de la energía metabólica disponible para el organismo. Este efecto bioquímico puede ser aplicado a todos los organismos altamente sensibles, requiere investigación.
<b>Cambio en el metabolismo hormonal de los esteroides</b>	Es muy sensitivo, puede ser un indicador ecológico significativo, existen muy pocos estudios, particularmente en peces.
<b>Alteraciones en la actividad lisosomática</b>	Efecto que puede ser incorporado a los programas de monitoreo de la contaminación, es cuantitativo no específico y proporciona una alta y clara

	respuesta. Su desventaja es su relativo alto costo y su bajo significado ecológico.
MEDIDAS/EFECTOS	COMENTARIOS
• Fisiológicos (efectos)	
Respiración	No es relevante como medida aislada, debido a que no muestra una relación cuantitativa con la contaminación, es insensible. Puede ser utilizada en el crecimiento de las especies
Velocidad de alimentación	Es cuantitativa, sensitiva y debe ser utilizada como una medida individual o como parte de la ecuación de balance de energía
Extensión del crecimiento o del potencial del crecimiento	Es derivado a partir de las mediciones de velocidad de la alimentación, respiración, excreción y eficiencia en la absorción de alimentos. Es recomendado para la inclusión en programas de monitoreo.
Condición corporal e índices de condición	Son utilizados para uso en programas de monitoreo debido a que el peso corporal es generalmente requerido para medir otros efectos (fisiológicos) son insensibles, variables y de baja resolución a cambios medioambientales.
Efectos genéticos	La evaluación de los daños cromosómicos son considerados como una medida poco usual. Son muy costosos y requieren alta capacitación.
Efectos morfológicos y patobiológicos	Muchos efectos morfológicos y patobiológicos pueden ser utilizados (daños vertebrales, erosión de las aletas, úlceras, asimetría) en población de peces, a bajos costos. Son considerados pertinentes en la identificación "hot spots" la alteración en el hígado/estructura de la glándula digestiva, gametogénesis, neoplasia/tumores, granulocitomas y anomalías en las etapas tempranas del desarrollo sin medida disponible para la inclusión en programas de monitoreo que requieren de entrenamiento científico. Las deformidades bronquiales en peces, crustáceos y moluscos no son aconsejable debido al alto grado de precisión que requiere sus mediciones.
Efectos ecológicos	La evaluación inicial de las condiciones ecológicas pueden ser medidas por medio de la biomasa abundancia, índices de diversidad y de las alteraciones en la distribución de especies seleccionadas. Son fáciles de obtener, se requiere posteriores análisis de la comunidad y estructura de la población, densidad de especies, etc.
Velocidad de crecimiento	Es una medida muy importante de un efecto biológico que es a menudo difícil medir en invertebrados. Los estimativos de la velocidad de crecimiento en términos de cambios en la longitud o en el peso, a menudo ignoran la producción de gametos que forman una gran proporción de la producción total y en los estadios adultos representa un componente de crecimiento, lo que en la mayoría de los casos son afectados por la contaminación.
Comportamiento	Son a menudo diferentes en sus mediciones en el campo, una de las mediciones recomendadas es el ensayo de TORQUE (Torque Test) en la evaluación de los efectos de la contaminación en los peces. Tiene una aplicación limitada en el campo del monitoreo. Los efectos en el comportamiento son más fácilmente observables que demostrables.

**Fuente:** IMO/FAO/UNESCO/WMO/WHO/IAEA/UN/UNEP Joint Group of Experts on Scientific Aspects of Marine Pollution, GESAMP; Monitoring Biological Variables Related to Marine Pollution Reports and Studies (12):22, 1980.

Cuadro 6

### DESCRIPCION GENERAL DE LAS CLASES PRINCIPALES DE PROCEDIMIENTOS DE BIOEVALUACION

RESPUESTA MEDIDA	TIPO DE PROCEDIMIENTO	FINALIDAD PRINCIPAL
Efecto letal en individuos	1. Bioensayo como muestra única, estático o en flujo continuo, de corta duración. (a) Para obtener una CL50 26/o tiempo de supervivencia media. (b) Dilución simple, resultado positivo-negativo	(a) Ensayo de clasificación. (b) Ensayo de regulación
	2. Bioensayo con muestra única, estático o en flujo continuo de larga duración	Preparar criterios de calidad de agua.
	3. Bioensayo directo de la toxicidad de los efluentes.	Preparar criterios de calidad de agua
	4. Ensayo directo de alarma de la toxicidad	Vigilancia de la calidad de los efluentes*
	5. Ensayo de la toxicidad in situ	Vigilancia de la calidad de los efluentes y del medio ambiente.*
Efecto subletal en individuos	6. Bioensayos con muestra única con vertebrados e invertebrados. (a) Comportamiento, actividad, respiración, desarrollo; de corta duración para obtener una CES0, u otra medida de toxicidad. (b) Estudios de la bioacumulación y pérdida de reproducción; de larga duración.	Ensayos de clasificados  Preparar criterios de calidad de agua.*
	7. Bioensayos con muestra única con algas y bacterias: estudios del desarrollo, la reproducción, la respiración y la bioestimulación. (a) De corta duración (b) De larga duración.	Ensayo de clasificación para preparar criterios de calidad de agua.*
	8. Ensayo directo, o in situ, de la toxicidad de los efluentes: respiración, actividad.	Preparar criterios de calidad de agua.
	9. Ensayo directo de alarma, o in situ, de la toxicidad: respiración, actividad.	Vigilancia de la calidad de los efluentes y del medio ambiente.*
	10. Bioensayo con muestra única: efectos bioquímicos, fisiológicos, histopatológicos	Preparar criterios de calidad de agua.
Efectos letales o subletales en células, tejidos u órganos	11. Ensayo directo de alarma de la toxicidad.	Vigilancia de la calidad de los efluentes y del medio ambiente
Cambios en la estructura de la población.	12. Reconocimientos ecológicos.	Evaluar los efectos de los contaminantes en los ecosistemas (vigilancia/inspección).
Cambios en la estructura de la población.	13. Reconocimientos ecológicos.	Evaluar los efectos de los contaminantes en los ecosistemas (vigilancia/inspección).
Efectos de los depredadores (incluido el hombre)	14. Ensayos de la bioacumulación.	Protección de los niveles tróficos superiores.
	15. Ensayos organolépticos.	Aceptación para alimento humano.

\*Puede modificarse también para finalidades de regulación

**Fuentes:** FAO; Manual de métodos de Investigación del medio ambiente acuático, parte 4 Bases para la elección de ensayos biológicos para evaluar la Contaminación marina, FAO. Doc. Tec de Pesca, (164);34 p. 1981.

Cuadro 7

**PROCEDIMIENTOS BIOLÓGICOS BÁSICOS NECESARIOS PARA CALCULAR LOS RIESGOS POTENCIALES SOBRE LA BIODEVERSIDAD COSTERA Y MARINA POR FUENTES DE CONTAMINACIÓN (\*)**

PROPOSITO	TIPO DE BIOEVALUACIÓN PERTINENTE
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Descargas continuas fijas de efluentes.</b></li> </ul>	
a. Investigación antes de efectuar la descarga o investigar las descargas ya existentes.	<ul style="list-style-type: none"> <li>i) Ensayo de clasificación (1a, 6a, 7a).</li> <li>ii) Ensayo para preparar criterios de calidad de agua (2,3,6b,8b,89), en caso necesario según proceda.</li> </ul>
b. Investigación durante el período de descarga	<ul style="list-style-type: none"> <li>iii) Efectos indirectos (14,15).</li> <li>i) Vigilancia de la calidad del efluente (4,5,9,11)</li> <li>ii) Reconocimientos ecológicos (12,13)</li> <li>iii) Ensayo de regulación (1b,1a,4,5,6b,7a,9 y 11)</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Descargas intermitentes de efluentes.</b></li> </ul>	
a. Investigación antes de hacer la descarga o investigar la ya existente	<ul style="list-style-type: none"> <li>i) Ensayos de clasificación (1a,6a,7a)</li> <li>ii) Preparar criterios de calidad de agua (2,6b,7b,10) cuando sea necesario y según sea procedente.</li> <li>iii) Efectos indirectos (14,15)</li> </ul>
b. Durante el período de descarga	<ul style="list-style-type: none"> <li>i) Vigilancia de la calidad del efluente y desague (4,5,9,11).</li> <li>ii) Reconocimientos ecológicos (12,13).</li> <li>iii) Ensayos de regulación (1a,4,5,6a,7,9,11).</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Descarga de ubicación variable y aleatoria.</b></li> </ul>	
1. Continua	
a. Investigación antes de hacer la descarga o investigar la descarga ya existente.	<ul style="list-style-type: none"> <li>i) Ensayos de clasificación (1a,6a,7a)</li> <li>ii) Ensayos para preparar criterios de calidad de agua (2,6b,7b,10), en caso necesario y según proceda.</li> <li>iii) Efectos indirectos (14,15)</li> </ul>
b. Investigación después de haber ejecutado la descarga.	<ul style="list-style-type: none"> <li>i) Vigilancia de la calidad del efluente (4,5,9,11).</li> <li>ii) Reconocimientos ecológicos (12,13)</li> </ul>
2. Intermitente	
a. Investigación antes de hacer la descarga o investigar la descarga y existente.	<ul style="list-style-type: none"> <li>i) Ensayo de clasificación (1a,6a,7a).</li> <li>ii) Preparar criterios de calidad de agua (1,6b,7b,10) en caso necesario y según proceda.</li> <li>iii) Efectos indirectos (14,15)</li> </ul>
b. Investigación después de haber ejecutado la descarga	<ul style="list-style-type: none"> <li>i) Reconocimientos ecológicos (12,13)</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Contaminación difusa</b></li> </ul>	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>i) Reconocimientos ecológicos (12,13)</li> <li>ii) Identificación de los contaminantes mediante los ensayos (1a,2,6,7,10), según proceda</li> </ul>

(\*) Este cuadro ha sido confeccionado con referencia a la información del cuadro 6 (sobre la base de la FAO, 1981).

**Fuente:** FAO; Manual de métodos de Investigación del medio ambiente acuático, parte 4 Bases para la elección de ensayos biológicos para evaluar la Contaminación marina, FAO. Doc. Tec de Pesca, (164);34 p. 1981.

## **6. Conclusiones**

1. La evaluación del efecto de la contaminación procedente de fuentes terrestres sobre la biodiversidad costera y marina, presenta algunas dificultades basadas principalmente, en el limitado conocimiento que se tiene de éstas, a la dificultad de acceso a algunos ecosistemas marinos y a las dimensiones y variables involucradas en dichas evaluaciones, así como, a la incapacidad de las técnicas y métodos analíticos actuales para identificar e individualizar los efectos crónicos subletales de mezclas de contaminantes sobre la biota marina.
2. Existe tecnología y métodos actuales para la evaluación de la contaminación marina en organismos, poblaciones y comunidades, provenientes de actividades en tierra que pueden ser aplicadas en la adopción de medidas para la protección de la biodiversidad costera y marina, en especial, dentro de un marco del manejo integrado de la zona costera y específicamente para el desarrollo de un criterio de calidad de agua costera orientado a la preservación de flora y fauna acuática. Muchas de las limitaciones han sido señaladas en el texto de este documento.
3. Dentro de un contexto regional, es necesario llegar a acuerdos para un sistema estandarizado de clasificación de los ecosistemas costeros y marinos, consistente con probables sistemas globales, a fin de facilitar la aplicación de las medidas de ordenamiento y protección de la biodiversidad de dichos ecosistemas, entre ellas la contaminación,
4. El principio de precaución, dentro de las medidas de protección de la biodiversidad costera y marina, se fundamenta en parte, debido a que la mayoría de las respuestas biológicas a niveles crónicos y subletales de la contaminación marina proveniente de actividades en tierra, por vertimientos a bajo volumen de contaminantes, se traducen en efectos deletéreos difíciles de evaluar e individualizar, para lo cual es necesario, incorporar en dichas descargas o actividades evaluaciones de impacto ambiental previa.
5. Existen muy pocas sustancias cuya toxicidad es letal e inmediata y ampliamente conocida, por lo que el esfuerzo en la investigación de la contaminación deberá centrarse especialmente en la evaluación de los efectos a niveles crónicos o subletales.
6. Los criterios de calidad de agua para proteger flora y fauna acuática, dada las extensiones de las áreas involucradas, los ecosistemas cubiertos y los recursos a proteger, resultan más relevantes y apropiados en una escala regional más que local. Dichos criterios deben estar basados en resultados de las relaciones dosis-respuesta, costo-beneficio, y deberán estar fundamentadas en las especies clave de los ecosistemas; para lo cual es importante el desarrollo adecuado de protocolos de bioensayos apropiados para cada región.
7. La evaluación y vigilancia de la contaminación con relación a la biodiversidad costera y marina requiere de información accesoria y complementaria de oceanografía y química.
8. El PAM constituye un marco apropiado para direccionar acciones a nivel nacional y regional para la protección de la biodiversidad costera y marina por la contaminación marina proveniente de actividades en tierra y apoya la implementación de la Convención sobre la Diversidad Biológica a la vez que va en favor de los protocolos y acuerdos regionales sobre la contaminación marina proveniente de fuentes terrestres.

### **III. ACUERDO SOBRE LA APLICACIÓN DE LAS DISPOSICIONES DE LA CONVENCION DE LAS NACIONES UNIDAS SOBRE EL DERECHO DEL MAR DEL 10 DE DICIEMBRE DE 1982 RELATIVAS A LA CONSERVACION Y ORDENACION DE LAS POBLACIONES DE PECES TRANZONALES Y LAS POBLACIONES DE PECES ALTAMENTE MIGRATORIAS; ANOTACIONES CON RESPECTO A SU APLICACION PARA PROTEGER LA BIODIVERSIDAD MARINA.**

#### **1. Introducción**

La conservación de los recursos vivos de la alta mar constituyó uno de los aspectos más importantes de litigio de la Conferencia de las Naciones Unidas sobre Medio Ambiente y Desarrollo. Los debates se iniciaron durante su proceso preparatorio y transcurrieron, desde 1993, en el marco de la negociación de una Convención Internacional específica que culminó en 1995, con la adopción en Nueva York del Acuerdo sobre la Aplicación de las Disposiciones de la Convención de las Naciones Unidas sobre el Derecho del Mar del 10 de diciembre de 1982 relativas a la conservación y ordenación de las poblaciones de peces transzonales y las poblaciones de peces altamente migratorios, (FAO, 1995a y b; Naciones Unidas, 1995a, 1993; Artigas, 1993), citado en este documento como el Acuerdo.

En dicho instrumento internacional los Estados Partes, acuerdan dar solución, mediante la adopción de medidas comunes, a los problemas planteados en el área "D" Utilización Sostenible y Conservación de los Recursos Vivos de la Alta Mar, del capítulo 17 del Programa 21 de la Conferencia de las Naciones Unidas sobre Medio Ambiente y Desarrollo (Naciones Unidas, 1992; FAO; 1993). Dichas medidas están basadas, entre otros, "en la necesidad de evitar que se produzcan efectos negativos en el medio marino; de **PRESERVAR LA BIODIVERSIDAD**, de mantener la integridad de los ecosistemas marinos y de minimizar el riesgo de que las actividades pesqueras causen efectos perjudiciales a largo plazo o irreversibles.

El presente documento expone algunas reflexiones sobre el Acuerdo de la Pesca de Altura con respecto a la preservación de la biodiversidad marina, dentro del contexto de los evidentes vacíos actuales de nuestro conocimiento sobre las comunidades de organismos marinos de la alta mar, y sobre la biología y relaciones ecológicas de muchas de las especies objeto de la pesca de altura.

#### **2. El acuerdo sobre la pesca de altura**

El acuerdo configura un nuevo régimen pesquero para la alta mar y contiene básicamente disposiciones para la conservación y ordenación de la pesca en las principales categorías mayores de recursos vivos, señaladas por la Convención de 1982: las poblaciones de peces transzonales y las poblaciones de peces altamente migratorias y excluye las especies bentónicas sedentarias señaladas en el artículo 77 de la Convención de 1982. En este sentido, el Acuerdo amplía y complementa la Convención y tiene un carácter jurídicamente vinculante (Naciones Unidas, 1995

b). En otros términos, el Acuerdo constituye una continuación de la agenda pesquera no finalizada en la III Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Derecho del Mar (Papayoyo, s. f.) y llena los principales vacíos que la redacción final del texto de la convención de 1982 dejó, en la solución de los problemas referidos fundamentalmente a las categorías de las poblaciones de peces referidas (Artigas, 1993). Muchos de sus artículos y de sus anexos son más específicos que los de la Convención. Básicamente fue acordado, a fin de solucionar los múltiples problemas que crea la vigencia de prácticas pesqueras de libre acceso que no observan un adecuado ordenamiento.

Entre otros de los problemas se destacan: la falta de regulación de la pesca; el incremento excesivo del esfuerzo pesquero; la sobre-explotación de algunos recursos; el uso de artes y redes pesqueras de limitada selectividad; pesca incidental (by-Catch); limitado y poco registro y estadísticas de capturas, grandes vacíos en el conocimiento científico; cambios en el pabellón de embarcaciones pesqueras y limitado y pocas acciones de control.(OLDEPESCA; 1993a). Desde el punto de vista de la biodiversidad, la pesca intensiva no sólo afecta la abundancia de los recursos, sino que modifica la abundancia relativa de las especies asociadas, altera el equilibrio presa/predador y la estructura de las poblaciones así como el funcionamiento trófico de los ecosistemas y los patrones de migración. Puede afectar, también las estrategias de reproducción y las interacciones intra e interespecíficas. El Acuerdo, se aplica y se interpreta en el contexto de la Convención y de manera acorde con ella, aunque no están en situación de mutua dependencia.

Consta de un preámbulo, 50 artículos comprendidos en trece partes y dos anexos y tiene como objetivo asegurar la conservación a largo plazo y el uso sostenible de las poblaciones de peces transzonales y las poblaciones de peces altamente migratorios, mediante la aplicación efectiva de las disposiciones de la Convención de las Naciones Unidas sobre el Derecho del Mar de 1982, (art,2); Es aplicado, a las poblaciones de peces altamente migratorias y transzonales en la alta mar, con excepción de los artículos, 6 y 7; sobre el enfoque precautorio y la compatibilidad de las medidas de conservación y manejo respectivamente, que se aplicarán también en las zonas bajo jurisdicción nacional, considerando los distintos regímenes jurídicos contemplados en la Convención de 1982. Todas las facultades se aplicarán con arreglo a los principios de conservación generales que se desglosan en 12 puntos específicos señalados en el art.5o. que van desde la obligación de tomar medidas de conservación basadas en la mejor información científica disponible; evaluación de los efectos de la pesca; ampliar las medidas de conservación y ordenación a las poblaciones que comparten un mismo ecosistema con las poblaciones objeto de la pesca o que son dependientes o asociadas a ellas; reducir la captura incidental por pesca y los descartes pesqueros, proteger la biodiversidad, tomar medidas para reducir el exceso de pesca y la capacidad extractiva, tener en cuenta los intereses de los pescadores artesanales, fomentar la investigación científica y poner en práctica medidas de seguimiento, control y vigilancia.

La parte II del Acuerdo, que cubre los artículos 5o. Principios Generales, 6o. Sobre el Enfoque Precautorio y el 7o. sobre la Compatibilidad de las Medidas de Conservación y Ordenamiento, complementados con los Anexos I y II referidos a la obtención e intercambio de información y a las directrices para aplicar puntos de referencia, cubren los aspectos técnicos esenciales del Acuerdo. (CPPS, 1995). El art.6o. proporciona cuatro orientaciones básicas a los Estados para la aplicación del enfoque de precaución, conforme las directrices del Anexo II,

relativos a los niveles de referencia (relación de siete directrices). El art. 7o, introduce el concepto de "unidad biológica de la población" para ser considerado en la toma de medidas.

El resto de las disposiciones del Acuerdo, hacen referencia a las situaciones de las distintas áreas de pesca en alta mar, en términos de mares cerrados, semi-cerrados, etc., a la cooperación internacional, a las disposiciones para los Estados no miembros de una organización y no participantes en arreglos. Se refiere también a los deberes y cumplimiento por el Estado de pabellón, normas para compartir información, cooperación internacional para fines de ejecución, procedimientos para visita e inspección a barcos, adopción de medidas por el Estado de puerto, necesidades de los Estados en desarrollo; solución de controversias, Estados no partes del Acuerdo, etc. El art. 3o. del Anexo 1, sobre datos de pesca, en su numeral 2, literales b y c., indica otra información para la evaluación de las poblaciones, la que es a su vez, importante para documentar la biodiversidad, entre ellas: datos de abundancia, biomasa, información ecológica, distribución e identidad de las poblaciones, (Naciones Unidas; 1995a y 1995b).

### **3. Los recursos vivos de la alta mar**

El alta mar cubre un área aproximada de 138 millones de kilómetros cuadrados que representan el 36% de la superficie de la tierra, donde los sistemas pelágicos, están físicamente definidos por grandes patrones estables de circulación como son los giros permanentes del Pacífico y el Atlántico (Thorne-Miller y Catena,1991). Estos giros definen áreas horizontalmente y los sistemas a su vez están estratificados verticalmente por gradientes físicos con diversidades de organismos marinos específicos (McGowan,1986). La composición y propiedades de las comunidades de organismos marinos de estos sistemas con sus ecosistemas vecinos son interdependientes como resultado de un intercambio dinámico. Los rendimientos, en términos pesqueros están entre los 9-10 millones de toneladas/año lo que significa una producción pesquera muy baja cerca de 0.05 ton/km<sup>2</sup> (FAO, 1993). El estado de los recursos marinos de alta mar en términos de recursos pesqueros están sumariados en Garcia y Majkowski 1992, citados por Caddy y Griffiths,1995 y FAO,(1993).

En términos pesqueros constituye un hábitat de especies de vida más larga, crecimiento más lento y baja fecundidad. Los recursos están constituidos por unas 400 especies potenciales comerciales cuyos ciclos de vida o parte de éste, transcurre fuera del límite de las 200 millas y de los que generalmente se tiene muy poca información biológica, excepto algunos atunes y mamíferos de gran tamaño. Los atunes, salmones, tiburones, calamares y los peces de pico, son los principales objetivos de la pesca en conjunto con algunos recursos demersales y otros pequeños pelágicos ubicados por fuera de las 200 millas (Caddy y Griffiths, 1995; FAO, 1993). La mayoría de estas especies son predadores terminales. Estos incluyen algunos mamíferos marinos así como algunas especies de delfines, ballenas y grandes predadores como tiburones, atunes que juegan un papel importante en controlar las poblaciones de sus presas, pero que también son los primeros en ser reducidos en número por la pesca comercial. Algunas poblaciones de atunes están altamente explotadas, la mayoría de las tortugas marinas y algunas poblaciones de aves marinas, así como varias especies de delfines están bajo presión directa o

indirecta de la pesca. Pocos recursos de tiburón han sido explotados localmente y en el pasado muchas especies de ballenas han sido sobrepescadas. A la fecha existen pocos recursos no explotados para el desarrollo de nuevas pesquerías, éstos corresponden a calamares oceánicos, peces mesopelágicos y el krill de la Antártida. (FAO; 1994).

Los recursos incluyen parte de las poblaciones de peces de las Zonas Económicas Exclusivas (ZEE), que cruzan el límite de las 200 millas (poblaciones transzonales) y la alta mar o cruzan numerosas zonas económicas exclusivas de dos o más estados costeros. Conforme a FAO (1994), éstos pueden ser con respecto a su relación con el fondo del mar: neríticos u oceánicos. Los neríticos de alta mar tienen zonas de distribución limitadas y circunscritas a la plataforma continental y al talud superior. Estos recursos pueden ser demersales, o sea que tienen una fuerte dependencia con el fondo e incluyen fundamentalmente poblaciones transzonales y algunas poblaciones estrictas de alta mar en las cercanías de los montes submarinos. Los pelágicos viven en las capas superiores del océano independientes del fondo. Los recursos oceánicos de alta mar se encuentran más allá del borde exterior de la plataforma continental y recorren grandes distancias en sus migraciones a través de los océanos pero pueden pasar períodos de su ciclo vital dentro de las ZEE cerca de las áreas costeras. Son en general, recursos muy dispersos, difíciles de capturar y de evaluar con precisión. Son recursos esencialmente pelágicos en la mayor parte de sus ciclos de vida y generalmente explotados por países que pescan en aguas distantes en las zonas donde las especies se concentran con fines de reproducción y alimentación.

La lista de especies altamente migratorias que contiene la Convención de 1982, incluye especies con una alta distribución geográfica, tanto dentro como fuera de la zona de las 200 millas y dentro de la cual efectúan migraciones considerables. Se trata de especies pelágicas, algunas tienen fases neríticas y oceánicas dentro de su ciclo vital. En esa lista se incluyen once túnidos, 12 especies de peces pico, las japutas, 4 especies de papardas, dorados, tiburones oceánicos, cetáceos grandes y pequeños. Según FAO, 1994 (Op. Cit.) otras especies afines a los túnidos y clasificadas como oceánicas en la base de datos de ese organismo no están incluidas en dicha lista, similarmente otras especies que recorren grandes distancias pero sin alejarse del continente, también pueden ser consideradas como altamente migratorias o transzonales.

La Consulta Técnica de la FAO sobre la Pesca en Alta Mar, de 1992 (FAO,1993), estableció en las cuestiones relativas a la ordenación de la pesca en alta mar la actual inaccesibilidad a la información y la dudosa calidad de la misma. Indicó además, la necesidad de orientar investigaciones hacia el ordenamiento del ecosistema, sobre su funcionamiento, las relaciones inter-específicas, el conocimiento de las estructuras de las poblaciones, migraciones, índices de abundancia, patrones de reproducción ciclos biológicos, trazado de mapas y delineación de las zonas de distribución de las poblaciones por temporadas y áreas, intensificación de áreas de crecimiento, reproducción y desove etc. Dicha información además es necesaria para registrar adecuadamente la biodiversidad. Según FAO.(1991) la pesca puede modificar las poblaciones de peces objeto de la pesca y las poblaciones resultantes de las capturas incidentales, por cambios tanto en la estructura, composición y en su reproducción. Los niveles moderados de explotación eliminan los individuos de más edad y lento crecimiento, reduciendo la abundancia de grandes predadores e incrementando la productividad de las

poblaciones resultantes y los rendimientos sostenibles. Altos niveles de explotación reducen las especies grandes y de lento crecimiento, a un nivel en que la pesca no sea económicamente viable.

#### 4. El contexto internacional de la pesca en alta mar

Independientemente de la Convención de las Naciones Unidas sobre el Derecho del Mar, de 1982 y del Acuerdo, hay varios tratados que cautelan los derechos de los nacionales a la pesca en alta mar, aunque todos son tratados orientados hacia la pesca, sus disposiciones pueden contribuir a proteger la biodiversidad, dentro del contexto de biodiversidad pesquera. La extensión de dicho contexto dentro de lo estrictamente relacionado con la protección de la biodiversidad en un sentido ecosistémico es materia aun de debate. Entre estos tratados, están entre otros, los siguientes tomados del registro del PNUMA (1991):

**La Convención para el Establecimiento de la Comisión Interamericana del Atún Tropical** (mayo 5 de 1950), investiga la abundancia, biología y ecología del atún, recoge y analiza información además de otros aspectos.

**Convenio para el Establecimiento del Consejo General de Pesca del Mediterráneo** (diciembre 6 de 1949. Fomenta y coordina la investigación, técnicas y nomenclatura relacionada con el desarrollo y la utilización apropiada de los recursos acuáticos. **Convención Internacional para la Pesca de Gran Altura en el Pacífico Norte**, (mayo 9 de 1952). Estudia las poblaciones de peces y decide sobre medidas conjuntas de conservación; en su anexo figuran medidas relativas a la conservación del hipogloso, arenque y el salmón.

**Convención sobre Pesca y Conservación de los Vivos de la Alta Mar** (abril 29 de 1958), **Convenio sobre las Pesquerías del Atlántico Nordeste** (enero 24 de 1959) se incluyen todos los peces y mariscos, examinando medidas para la conservación de poblaciones de peces, tales como tamaño de la malla, tamaño de los peces a capturar, temporadas de pesca y reglamentación de aparejos; **Convenio relativo a la Pesca en el Mar Negro** (julio 7 de 1959), su objetivo es promover el desarrollo de la pesca marina en el Mar Negro, se establecen tamaños mínimos los peces que se pueden capturar e intercambio de información sobre migraciones, investigación científica y técnicas de pesca. **Convención para la Conservación de Poblaciones de Peces Anádromos del Norte del Océano Pacífico** (febrero 11 de 1992), **Convención para la Conservación del Atún del Atlántico** (mayo 14 de 1996 1982), tiene por objeto mantener las poblaciones de atunes y especies afines que se encuentran en el Atlántico a niveles que permitan capturas máximas continuas, estudia la abundancia, biometría y ecología de peces, oceanografía de su medio ambiente, etc.

**Convenio sobre la Conservación de los Recursos Vivos del Atlántico Sudoriental** (octubre 23 de 1969) tiene por objeto la conservación y explotación racional de los recursos vivos del Atlántico sudoriental, investiga la ecología, biometría, abundancia y medio ambiente de los recursos vivos en el área de aplicación, reglamenta el tamaño de las redes, establece límites de tallas y zonas de pesca, etc.; **Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres** (marzo 3 de 1973; enmiendas en 1979 y e 1983)

apunta a proteger especies en peligro de extinción de la explotación excesiva mediante un sistema de permisos a su comercialización, **Convención para la Conservación de los Recursos Marinos Vivos del Antártico** (mayo 20 de 1980), tiene por objeto proteger el medio ambiente y la integridad de los ecosistemas de los mares que rodean la Antártida y conservar sus recursos vivos, a través de su comisión; reúne información sobre abundancia, producción y distribución de las especies que se explotan y de las especies dependientes o conexas. **Convenio para la Conservación del Salmón del Atlántico** (marzo 2 de 1982), promueve la conservación, rehabilitación, mejoramiento y ordenación de las poblaciones de salmón del Atlántico Norte y se aplica a poblaciones concretas de salmón. **Convención para la Prohibición de la Pesca con Redes de Enmalle a la Deriva en el Pacífico Sur** (noviembre 24 de 1989), **Convención Internacional para la Regulación de la Pesca de la Ballena** (diciembre 12 de 1946), establece normas sobre la conservación y explotación de las poblaciones de ballenas tanto en especies protegidas y no protegidas, zonas permitidas y no permitidas, etc.; tiene una moratoria; **Acuerdo para promover el Cumplimiento de las Medidas Internacionales para la Conservación y Manejo de la Pesca por Barcos Pesqueros que Pescan en Altamar, etc.**

## 5. El Acuerdo y la biodiversidad marina

Las Partes tanto, en el Preámbulo del Acuerdo, son consientes, entre otros, de PRESERVAR LA BIODIVERSIDAD, de mantener la integridad de los ecosistemas y de minimizar el riesgo de que las actividades pesqueras causen efectos perjudiciales a largo plazo e irreversibles, como en el art.5o (principio g), de PROTEGER LA BIODIVERSIDAD dentro de las medidas de conservación y ordenamiento de las poblaciones de peces transzonales y las poblaciones de peces altamente migratorias. Algunas de las provisiones del Acuerdo están orientadas a proteger otras especies diferentes de las de la orientación principal del instrumento, y por lo tanto pueden resultar aplicables en la protección de la biodiversidad por ejemplo el principio (5d), requiere de las evaluaciones de los impactos de la pesca sobre las poblaciones objeto de la pesquería y sobre otras especies que pertenecen al mismo ecosistema o asociado a él o dependiente de las especies objeto de la pesca.

El principio (5e), requiere la adopción de medidas de conservación para especies que pertenecen al mismo ecosistema o son asociadas o dependientes de las especies objeto de la pesquería a fin de mantener o restaurar poblaciones por encima de los niveles en los que su reproducción puede verse gravemente amenazada. Este principio es un claro reconocimiento de los efectos de la pesca en las relaciones presa/predador, cuya alteración afecta el rendimiento máximo sostenible, pues la extracción de los grandes predadores terminales puede llevar a altos rendimientos de otras poblaciones diferentes de las de objeto de la pesquería, lo que altera la estructura de las comunidades y por lo tanto la composición de la biodiversidad (Glasser ,1978). El principio 5(f) constituye otro principio de interés para la biodiversidad pesquera en lo que se refiere a la captura accidental de especies no objeto de la pesca, tanto de peces como de otras especies (by-Catch), en especial los efectos sobre las especies asociadas o dependientes y las especies que están en peligro de extinción mediante el uso de artes y métodos selectivos. Obviamente la reducción de la captura incidental contribuye a proteger la biodiversidad pero el simple mejoramiento del poder selectivo de las artes por si solo no es suficiente para proteger la

biodiversidad. Altas selectividades por debajo de tallas mínimas de reproducción afectan los reclutamientos y disminuye las posibilidades de auto-renovación de los recursos; se requiere mayor investigación al respecto

El principio (5g), es un principio específico sobre la protección de la biodiversidad, entonces se entiende que las medidas para la conservación y ordenación de la pesca en alta mar están orientadas a minimizar también el riesgo de que las actividades pesqueras causen efectos a largo plazo e irreversibles no sólo sobre las poblaciones objeto de la pesca sino también sobre la biodiversidad. Ecosistémicamente las especies objeto del Acuerdo constituyen una fracción muy importante de la biodiversidad. El significado y extensión de cómo las medidas de conservación y ordenamiento de la pesca de altura puedan contribuir a la protección de la biodiversidad, es un tema insuficientemente evaluado y conocido. El Acuerdo con arreglo al principio 5g. no señala ninguna medida específica para proteger la biodiversidad, y la Convención sobre la Diversidad Biológica, remite en aplicación de su artículo 22 a la Convención de las Naciones Unidas sobre el Derecho del Mar, lo pertinente para la biodiversidad marina. (Kimball,1994; Glowka, et.al. 1994, PNUMA, 1992)

Es probable que con arreglo al reconocimiento del principio "5g" del Acuerdo pueda desarrollarse una normativa específica para la protección de la biodiversidad de alta mar. Una sugerencia en ese mismo sentido ha sido señalada para la biodiversidad de los recursos genéticos de los fondos marinos (Glowka et al, 1994). El alcance de esta sugerencia debería examinarse en relación con la pertinencia o no de la aplicación del Acuerdo Relativo a la Preservación del Carácter Confidencial de los Datos sobre las Zonas de Fondos Marinos Profundos (Moscú, 5 de diciembre de 1.986). El tema de la biodiversidad costera y marina ha sido introducido en la agenda de trabajo del Órgano Subsidiario de Asesoramiento Científico y Tecnológico de la Conferencia de las Partes de la Convención de la Diversidad Biológica (Decisión II/10 de la 2a. Conferencia de las Partes, Jakarta, 1995) que ha reconocido la pertinencia que tiene para la Convención de la Diversidad Biológica la Convención del Mar de 1982 y el Acuerdo, así como el Código de Conducta sobre Pesca Responsable de la FAO y las Directrices de la OMI para impedir la introducción de organismos y agentes patógenos que pueden haber en las aguas de lastres de los barcos (Naciones Unidas, 1995c, UNEP,1995a y b).

El criterio para la ordenación y conservación de la pesca en alta mar (art.119 de la Convención) constituye la "LA MEJOR EVIDENCIA CIENTÍFICA DISPONIBLE" (similar criterio es aplicado en la pesca en la ZEE. art. 61.2 de la Convención, Naciones Unidas, 1984), y es reproducido en el Acuerdo en el artículo 5(b), que señala que las medidas de ordenamiento y conservación para las poblaciones de peces transzonales y altamente migratorias están basadas en datos científicos más fidedignos que se disponga y que tenga por finalidad preservar o restablecer las poblaciones a niveles que puedan producir el máximo rendimiento sostenible, teniendo en cuenta, entre otros, la "interdependencia de especies" que constituye un criterio condicionante para el mantenimiento de la biodiversidad. Otros dos conceptos básicos del Acuerdo, de consideración especial en lo que hace referencia a su contribución para la protección de la biodiversidad a expensas de la pesca en alta mar, son los conceptos de "Unidad Biológica", y el "enfoque de precaución". La forma como dichos conceptos contribuyen a minimizar el efecto de pesca sobre la biodiversidad están por determinarse. Los enfoques preventivos de la ordenación

pesquera para el alta mar son difíciles de aplicar debido a nuestro limitado conocimiento de los sistemas a lo que contribuye que la actividad pesquera no es totalmente predecible y siempre hay posibilidades de error, (García, 1994). Sin embargo dicho enfoque es más apto para el manejo pesquero de los sistemas ya que implícitamente reconoce la existencia de una diversidad de situaciones ecológicas que requieren diferentes estrategias (FAO, 1995b y 1995c).

Un complemento importante del Acuerdo, lo constituye el Código de Conducta sobre Pesca Responsable de la FAO, el que debe ser aplicado de conformidad con los Resultados de la Conferencia de las Naciones Unidas sobre las Poblaciones de Peces cuyos territorios se encuentran dentro y fuera de las Zonas Económicas Exclusivas y las Poblaciones de Peces Altamente Migratorias, esto es el Acuerdo (Naciones Unidas, 1995), y puede ayudar en la práctica de la Convención de las Naciones Unidas sobre el Derecho del Mar, de 1982 y del Programa de Acción de la Conferencia de las Naciones Unidas sobre Medio Ambiente y Desarrollo, de 1992.(FAO, 1995a y d, OLDEPESCA, 1993b). El Acuerdo prácticamente reproduce, por la vía jurídica la mayor parte de las medidas voluntarias de conservación del Código. Sus principios generales son en esencia los mismos principios del Acuerdo. En este Código voluntario de aplicación mundial, se establecen los principios y normas internacionales para la pesca responsable con miras a asegurar la conservación de la pesca **CON EL DEBIDO RESPETO DEL ECOSISTEMA Y DE LA DIVERSIDAD BIOLÓGICA.**

El artículo "5g" del Acuerdo reproduce la manifestación señalada dentro de sus principios generales; similarmente, un reconocimiento con la misma orientación fue expresado en la Declaración de Kyoto y su Plan de Acción sobre la Contribución Sostenible de la Pesca a la Seguridad Alimentaria (Kyoto, Japón, 4-9 de diciembre de 1995), en el sentido de la aplicación del enfoque precautorio de la pesca bajo los términos del Código de Conducta y del Acuerdo (punto 11 de la Declaración) y la "conservación y uso sostenible de la **DIVERSIDAD BIOLÓGICA** y de sus componentes en el medio acuático y en particular, prevenir prácticas que produzcan cambios irreversibles, tales como la extinción de genes y especies, erosión genética y/o a largo plazo destrucción de hábitats" (punto 12 de la Declaración). Naciones Unidas (1996)

En el Código, se indica que las medidas de ordenamiento pesquero deben, entre otros, fomentar el mantenimiento de la **DIVERSIDAD PESQUERA** y asegurar no sólo la conservación de las especies objeto de la pesca, sino también otras especies pertenecientes al mismo ecosistema, que dependa de ellos o estén asociadas a ellas. El Código, señala que los Estados deberían evitar la sobrexplotación y aplicar medidas de ordenación con objeto de asegurar que el esfuerzo de pesca sea proporcional a la capacidad de producción de los recursos. También se sugiere el perfeccionamiento de las artes y métodos de pesca selectivos para **MANTENER LA BIODIVERSIDAD** y conservar la estructura de las poblaciones y se reconoce la necesidad de proteger las zonas de cría y alimentación y otros hábitats críticos. Se sugiere el uso de la "unidad de población". En alta mar, el Código señala que las medidas de ordenación deberán armonizarse para toda la extensión de la población.

El Código, también indica la necesidad del enfoque de precaución teniendo en cuenta la incertidumbre respecto al tamaño, la productividad y el estado de la población, los puntos de referencia para la ordenación, los niveles y la distribución de la mortalidad por pesca, así como

las repercusiones de las actividades pesqueras en especies asociadas o dependientes, incluida la mortalidad por descartes.

Expresa la necesidad de utilizar artes suficientemente selectivos para reducir al mínimo las capturas de especies que no sean objeto de la pesca, los descartes y las amenazas para las especies en peligro.

## **6. Algunas limitantes del Acuerdo con relación a la protección de la biodiversidad**

La principal limitante para establecer el efecto de la pesca en alta mar con respecto a la biodiversidad en el contexto del Acuerdo, corresponde a los vacíos existentes en el conocimiento que hay sobre la biodiversidad de los ecosistemas incluidos en la alta mar y, en las incertidumbres que encierran los actuales sistemas de evaluación de la pesca en alta mar. El impacto en el ecosistema de alta mar figura entre las principales críticas a la pesca, (WRI/UICN/PNUMA, 1992), pero con el conocimiento actual resulta muy difícil de evaluar el significado a largo plazo de dicha crítica. Las relaciones funcionales entre los diferentes componentes del ecosistema, incluyendo la biodiversidad del océano abierto, están ligeramente conocidas por lo que la elaboración de modelos para regular los efectos de cualquier pesquería en alta mar son todavía inviables.

El significado ecológico de la Unidad Biológica propuesta en el Acuerdo para el ordenamiento, es algo que aún no ha sido probado y probablemente no sea suficiente para proteger la biodiversidad, así resulte aplicable a la pesca, dado su carácter práctico y ponderable.

En los modelos actuales de gestión pesquera no se consideran las variables ambientales y ecológicas que constituyen elementos claves para documentar la biodiversidad. (Norse, 1993; Andrade, 1993, FAO, 1993). Mucha información biológica clave para la elaboración de modelos de poblaciones, que también es básica para documentar la biodiversidad está actualmente ausente o es muy limitada en la documentación científica actual de la pesca en alta mar (FAO, 1993). En los modelos de pesca para alta mar los reclutamientos son muy difíciles de determinar y la mortalidad natural es altamente controvertida y difícil de evaluar (Shepherd, 1988). En general existen actualmente diferentes niveles de incertidumbre en las evaluaciones para que permitan garantizar el mantenimiento de la biodiversidad y de las poblaciones. El Anexo II del Acuerdo ofrece la oportunidad para considerar la posibilidad de utilizar la biodiversidad como un posible "punto de referencia" en la gestión de la pesca en alta mar. Sin embargo, este criterio podría entrar en fuerte oposición con el significado social y económico de la pesca y en la seguridad alimentaria a corto plazo.

Hasta la fecha los problemas de la pesca en alta mar se centran en las capturas incidentales de mamíferos marinos, tortugas, aves marinas y otras especies de alta mar, con muy limitado registro de información sobre las capturas incidentales y de los descartes. La extensión de dichos problemas hacia la biodiversidad no ha constituido hasta la fecha, un punto de especial atención y no se conoce su efecto real sobre ella. El reconocimiento de los principios "d" y "e" del artículo 5 del Acuerdo y su correspondiente implementación ofrecen la oportunidad para

adoptar medidas que limiten el efecto de la pesca, incrementando el uso de redes con mayores coeficientes de selectividad. La pesca es esencialmente una actividad de extracción de recursos y tiene repercusiones inevitables en los recursos con inclusión de especies no orientadas a la capturas, por lo tanto siempre hay que aceptar un nivel mínimo de impacto. No se sabe en condiciones prolongadas de extracción cómo afecta ese nivel mínimo de impacto a la biodiversidad y a la misma pesquería. Los efectos de sobreexplotación de la pesca en términos de biodiversidad no cuenta con suficientes registros para soportar conclusiones consistentes.

Las relaciones fundamentales entre los diversos componentes de los ecosistemas del océano abierto son ligeramente conocidas y resulta difícil evaluar el impacto a largo plazo sobre estos ecosistemas y la biodiversidad por la actividad pesquera. Las poblaciones de peces de alta mar son menos diversas y por lo tanto quizás, menos estables y contienen especies o grupos de especies más vulnerables a métodos de pesca no específicos. Esto hace que la pesca tenga un especial significado desde el punto de vista de biodiversidad en el alta mar. Desde el ángulo de manejo de la pesquería por aproximación al ecosistema este enfoque es muy difícil de aplicar dada la incapacidad actual para ordenar los ecosistemas.

Dada la alta dependencia y el alto carácter de transzonalidad de la mayoría de los recursos vivos de la alta mar, éstos están expuestos a diferentes riesgos durante sus migraciones en cualquiera de sus fases en los ciclos de vida, (incluye especies anádromas y catádromas) por lo tanto la desagregación de los factores que pueden afectar estos recursos es prácticamente imposible. Muchas poblaciones pueden verse disminuidas en sus fases larvales durante sus desarrollo y migraciones ya sea hacia la costa o hacia alta mar y viceversa.

Los datos básicos de captura y esfuerzo por arte y métodos de pesca son esenciales para la investigación y ordenamiento de la pesca pero no para la biodiversidad, El Acuerdo se orienta más hacia la necesidad de captar la información básica paramétrica dentro del contexto de la dinámica poblacional, que la requerida para la biodiversidad.

Dada la interdependencia de las especies objeto de la pesca en alta mar con los ecosistemas adyacentes, las medidas de protección de la biodiversidad, que con arreglo al Acuerdo sean propuestas, deben ser igualmente consistentes con las medidas de protección de la biodiversidad que se adopten para las zonas de jurisdicción nacional, las que a su vez, deben ser armonizadas dentro del contexto de Recursos Naturales Compartidos, cuando dichos recursos sean eminentemente transzonales, por lo que estas medidas deberán tener necesariamente un desarrollo y enfoque regional.

#### **IV.LA BIODIVERSIDAD MARINA EN EL MARCO DEL ACUERDO RELATIVO A LA APLICACIÓN DE LA PARTE XI DE LA CONVENCIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS SOBRE EL DERECHO DEL MAR, DE 10 DE DICIEMBRE DE 1982: ALGUNAS REFLEXIONES.**

##### **1. Introducción**

En julio de 1994, fue adoptado por la Asamblea General de las Naciones Unidas el Acuerdo Relativo a la Aplicación de la parte XI de la Convención de las Naciones Unidas sobre el Derecho del Mar, del 10 de Diciembre de 1982; el que en conjunto con la Convención, según la resolución 48/623 de la Asamblea General, son interpretadas y aplicadas como un solo instrumento. El presente documento contiene algunas reflexiones respecto a la protección de la biodiversidad marina en el marco del mencionado instrumento.

Aunque el tema de la biodiversidad costera y marina está presente con diferentes propósitos, en la mayoría de las agendas de las actividades internacionales relacionadas con el mar y sus recursos, el componente de la biodiversidad de los fondos abisales oceánicos cuenta con muy limitados registros y son escasas sus documentaciones. Similarmente, los programas orientados a evaluar los efectos de las actividades de la minería de los fondos marinos sobre la biota marina es muy limitada, contando con muy pocos ejemplos. La aplicación del Acuerdo, relacionado con la parte XI de la Convención sobre el Derecho del Mar, de 1982; constituye un marco apropiado para incrementar dicho conocimiento, antes de que tenga lugar cualquier actividad comercial sobre dicha zona. El presente documento contiene algunas reflexiones sobre la biodiversidad de los fondos marinos con respecto a la minería de los fondos marinos fundadas sobre la base de la información disponible.

En el contexto del Acuerdo, antes de cualquier actividad comercial relacionada con la explotación de los fondos marinos, los aspectos relativos a la protección de la biodiversidad marina por las actividades de minería de los fondos marinos resultarán de la adopción de reglas, regulaciones, procedimientos y de la incorporación de estándares aplicables para la protección y preservación del medio marino. Dichos estándares, reglas y procedimientos, requerirán de una base científica que será generada en las investigaciones relacionadas con las evaluaciones de los efectos ambientales producidos por las actividades mineras y del desarrollo de tecnologías vinculadas con la protección del medio marino.

##### **2. La protección del medio marino en el marco del acuerdo**

Las medidas para la protección de la biodiversidad de los fondos marinos resultarán de la aplicación de las medidas para la protección del medio marino, señaladas tanto en la Convención como en el Acuerdo. En el marco del Convenio, (Parte XI), se señalan acciones específicas orientadas a la protección de la biodiversidad en un contexto amplio, específicamente en la adopción de medidas contra los efectos producidos por las actividades en la zona sobre los recursos naturales de la zona y prevención de los daños a la flora y fauna (artículo 154, literal c), También, la Comisión Jurídico-

Técnica, (creada según lo dispuesto por el artículo 163), tendrá dentro de sus funciones, entre otras: preparar evaluaciones de las consecuencias ecológicas de las actividades en la zona; emitir recomendaciones acerca de la protección del medio marino, elaborar propuestas de normas, reglamentos y procedimientos, para la prospección, exploración y explotación de los recursos de la zona incluyendo las consideraciones ambientales dentro de esas actividades; preparar propuestas de programas de vigilancia sostenida de los riesgos y consecuencias de las actividades en la zona; identificar áreas de exclusión dentro de la zona debido al riesgo ambiental, (Artículo 165; literales d, e, f, h, k. l.) (Naciones Unidas, 1984).

La Sección 1 del anexo del Acuerdo, entre otras cosas, se refiere a la adopción de reglas, regulaciones y procedimientos y a la incorporación de estándares aplicables por la Autoridad, para la protección y preservación del medio marino, así como, la promoción de la investigación marina con énfasis especial en los estudios relacionados con las evaluaciones de impacto ambiental producidos por actividades mineras y, al seguimiento de las tecnologías para la protección del medio marino. (Artículo 5, literales g,h,i,k). En la misma sección, se señala además la necesidad de presentación por parte de los contratistas de los estudios de evaluación del impacto ambiental potencial y una descripción de un programa oceanográfico y estudios de referencia sobre el medio ambiente conforme a normas, reglamentos y procedimientos aprobados por la Autoridad. (DOALOS, 1994; IUCN, 1995).

Sobre la base de la Sección 2, artículo 1 (literales b y d), del anexo del Acuerdo, a través de la Secretaría de la Autoridad, cuando proceda, tendrá entre sus funciones, entre otras, las evaluaciones de los resultados de las investigaciones científicas respecto a las actividades llevadas a cabo en la zona, especialmente las relacionadas con el impacto ambiental de las actividades efectuadas en la zona y, la evaluación de los adelantos tecnológicos de importancia para dichas actividades, en particular la tecnología relativa a la protección y preservación del medio marino. También el anexo del Acuerdo, en su sección 5- Transferencia de Tecnología, Artículo 1, (literal c), señala que los Estados promoverán la cooperación internacional científica y técnica incluyendo la capacitación y asistencia técnica en materia de ciencia y tecnología marina y, de protección del medio marino.

### **3. Sobre la biodiversidad de los fondos marinos abisales**

El conocimiento de la biodiversidad de los fondos profundos oceánicos es en la actualidad muy limitado. Su investigación, de por sí, impone un reto científico debido a la relativa inaccesibilidad a los ecosistemas profundos, a la poca experiencia en este campo, a los altos costos que encierra su investigación y a la exigencia de expertos altamente especializados en su identificación y registro. Hay importantes adelantos tecnológicos actuales para recibir información del océano, tales como el microscopio in situ, los sistemas de imágenes acústicas de alta resolución, la tecnología láser, etc. En general, se sabe que por debajo de la plataforma continental, la diversidad de un gran número de especies faunísticas se incrementa con la profundidad hasta un máximo encontrado a una profundidad intermedia de la pendiente continental. De ahí en adelante, la diversidad decrece a medida que se incrementa en distancia hacia los planos abisales.

Los ecosistemas marinos profundos son los más extensos de la tierra y en contraste son los menos conocidos. Los programas de muestreos cuantitativos para registrar y documentar su biodiversidad recientemente se han iniciado. Según Grassle, (1995), el área total del fondo oceánico que se ha muestreado no supera los 100 metros cuadrados. A parte de ello, el número actual de expertos taxónomos para la identificación adecuada de los diferentes taxones más importantes de los fondos marinos, es muy reducido. Las investigaciones efectuadas a partir de la década de los sesenta, han cambiando la percepción sobre la biodiversidad de los fondos marinos, pero aún prevalecen teorías sin comprobar para explicar la alta biodiversidad de los fondos marinos abisales, lo que contrasta con las condiciones ambientales adversas, tales como altas presiones, bajo suministro de alimentos, oscuridad, temperaturas extremas etc. que limitarían su biodiversidad. Hoy se sabe de la existencia de una alta, muy especializada y ampliamente distribuida biodiversidad, que está asociada con una baja productividad, producto de las condiciones extremas, y de la estabilidad, en escala geológica, de los fondos oceánicos. También se conoce, de la existencia de comunidades y ecosistemas peculiares asociados con emanaciones hidrotérmicas. Estas comunidades forman parte de una única cadena alimenticia dependiente de la quimosíntesis a profundidades medias alrededor de 7.300 pies, con temperaturas que alcanzan los 750 grados F. y que constituyen el hábitat de las profundidades más extremas de los fondos marinos hasta hoy conocido. Otras comunidades únicas especializadas corresponden a las ubicadas en los cánones y trincheras marinas.

Muestras recientes obtenidas de los fondos marinos abisales del Atlántico Norte sugieren una extraordinaria riqueza de especies. Según Thorne-Miller y Catena (1991), de un área aproximada de 21 metros cuadrados, se encontraron 898 especies identificadas que representaron más de 100 familias y una docena de phyla. De ellas 460 especies fueron nuevas para la ciencia. Sobre el fondo marino del Giro del Pacífico Medio, prácticamente uno de cada dos individuos pertenece a una especie distinta (Grassle, 1995). La extrapolación de estas datos sugieren que en los fondos marinos la diversidad tiene una magnitud similar a la de los bosques tropicales (Thorne-Miller y Catena, 1991).

Algunas teorías de base biológica y otras de fundamento en espacio y tiempo, han sido sugeridas para explicar la alta diversidad biológica de los fondos marinos, pero ninguna ha llegado al presente a comprobarse (Grassle; 1989). Se ha sugerido que la alta diversidad está controlada por la interacción entre la productividad, la competencia y la predación. (Rex; 1981). Otras teorías incluyen comportamientos alimenticios relacionados con el cambio de las condiciones de los fondos oceánicos como respuesta. Muchas de las especies de los fondos profundos oceánicos parecen ser "raras" con una distribución en parches (Grassle, 1989) y una alta diversidad específica atribuida a una dinámica biológica a pequeña escala. Las variaciones a pequeña escala inducidas biológicamente en el medioambiente de los fondos oceánicos profundos ha permitido a las especies especializarse y por lo tanto diversificarse. Otra variación de las teorías de base biológica, sugiere que los hábitos alimenticios de los organismos bentónicos de los fondos profundos oceánicos son la clave de la alta biodiversidad.

#### **4. Los aspectos ambientales de la minería de los recursos de los fondos marinos profundos, con énfasis en la biodiversidad de los fondos profundos oceánicos**

De acuerdo con GESAMP (1977) los efectos ambientales de la minería de los fondos marinos, dependen en gran medida de las técnicas y métodos utilizados tanto en las fase de exploración como explotación minera; tipo y forma de ocurrencia de los recursos minerales en los fondos marinos, ubicación geográfica y profundidad de los sitios mineros, condiciones presentes en los sitios mineros, tales como condiciones oceanográficas, condiciones geológicas y condiciones biológicas. Los efectos reportados van desde efectos físicos, como incremento en la turbidez, disminución de la penetración lumínica, decoloración, cambio en la topografía del fondo, resuspensión de material tóxico presente en los sedimentos; efectos biológicos, como destrucción de comunidades de organismos marinos presentes en los fondos marinos, alteraciones en el comportamiento, desbalances en las cadenas alimenticias, daños mecánicos por obstrucción de las branquias, incremento de la bioconcentración de material tóxico y redistribución de la contaminación.

En general los estudios y programas orientados a conocer y evaluar los efectos ambientales atribuidos a la exploración y explotación de los recursos minerales de los fondos marinos son muy escasos y limitados para proporcionar una idea de su magnitud y extensión de dichos efectos sobre la biodiversidad de los fondos profundos oceánicos. Nuestros conocimientos provienen, por lo general de estudios de escala muy reducida y generalmente relacionados con la oceanografía o de estudios de minería marina en aguas someras, dragados de canales y ubicación de sitios de vertimiento de residuos tóxicos y/o radioactivos en el océano. Para que un aprovechamiento de los fondos marinos sea económico, requiere de una actividad minera a gran escala y por lo tanto es de esperar efectos ambientales, también a gran escala.(Thiel; 1994). Los resultados obtenidos de algunos programas y de observaciones de casos aislados de minería oceánica, podrían, con algunas reservas, servir para identificar algunos efectos de la minería de los fondos marinos de profundidad, pero ellos, arrojan dudas sobre su utilidad para estimar la magnitud e importancia de los efectos potenciales de la minería oceánica a gran escala, en especial sobre los efectos a largo plazo. Los principales blancos biológicos de estos potenciales efectos son sin duda las raras comunidades biológicas de los fondos profundos oceánicos y las comunidades planctónicas de la columna de agua sobre el área minera.

Las acciones a gran escala y las perturbaciones ambientales constituyen las principales características de los usos de los fondos profundos oceánicos. Thiel (1994), señala que es necesario llevar a la superficie 100.000 toneladas métricas de lodos por día para que la minería de lodos metalíferos resulte económica, de los que se concentran, en barco o en tierra, entre un 2% a 3% y, un 97% debe ser regresado al mar. Los nódulos polimetálicos deben ser extraídos entre 5.000 a 15.000 toneladas métricas por día, regresando al mar entre un 75% a 98% después de su concentración. Los impactos potenciales estimados en minería de lodos metalíferos sobre la biota marina han sido investigados en proyectos a escala pequeña, entre ellos el Atlantis -II en el Mar Rojo (MESEDA) (Metalliferous Sediment Atlantis II), para la minería de lodos metalíferos (Blissenbach y Nawab, 1982), y el U.S. DOMES (Deep Ocean Mining Environmental Study) (Thiel, 1992a), en el Pacífico para minería de nódulos polimetálicos. Los impactos ambientales estimados en estos dos proyectos son obvios y ellos incluyen: Efectos directos por los sistemas

colectores sobre las comunidades de organismos de fondo, creación de plumas de sedimentación bentónicas y posterior cubrimiento de fauna de fondo en áreas de resedimentación de la pluma de turbidez e impactos sobre especies demersales y pelágicas y resuspensión de metales tóxicos presentes en los sedimentos del fondo. Se estima efectos mecánicos sobre las branquias por obstrucción, y otros órganos de producción de mucos, debido a la sedimentación. Se conoce muy poco sobre los efectos de la pluma de turbidez formada durante los procesos mineros. Una gran cantidad de partículas y agregados se sedimentarán fuera del área de la pluma cubriendo el fondo, sin embargo el material fino suspendido puede ser trasladado a grandes distancias por las corrientes y posteriormente depositarse y no se conoce sobre sus efectos e influencia en la biota. Estos efectos por lo general siguen el patrón de los efectos producidos por el dragado (ACOPS, 1988) y pueden ser localizados, inmediatos, o de largo alcance de diferente ubicación.

En general, la principal área de interés ambiental se concentra en el efecto de la deposición de residuos de la minería sobre los fondos marinos, que implica un importante debate sobre la altura de la descarga de los residuos de minería- en la columna de agua- y, su efecto sobre el fitoplancton, productividad primaria y la fauna del fondo. Los impactos directos sobre el fondo, incluyen la alteración de los fondos blandos por compresión de los colectores con destrucción de las comunidades que en ellos habitan, bloqueo de las cadenas alimenticias, en especial para la epifauna bentónica. El resultado neto es una fuerte alteración de las comunidades bentónicas cuyo establecimiento balanceado puede tomar varias décadas según las observaciones realizadas durante DISCOL (Disturbance and Recolonization Experiment in a Manganese Nodule Area of the South Pacific)(Thiel, 1992b). El cuadro 8 presenta los posibles recursos que pueden ser afectados por la minería oceánica, en el Pacífico Asiático, según tipo de minerales de fondo.

##### **5. Limitantes para el conocimiento sobre el efecto de la minería de los fondos profundos oceánicos en la biodiversidad marina**

Además de la limitante por la citada falta de nuestro conocimiento sobre la biodiversidad y su distribución en los fondos profundos oceánicos, se agregan otras limitaciones que contribuyen a subentender los posibles efectos de la minería oceánica sobre los organismos marinos, entre otros se citan los siguientes:

- a) limitación de nuestro conocimiento en los procesos oceánicos que interfieren en la dilución y dispersión de contaminantes. De acuerdo con GESAMP (1983), se identifican las siguientes limitantes con respecto al transporte de contaminantes desde el fondo marino:
  - la mayoría de los procesos físicos oceánicos conocidos están referidos a las capas de agua superficiales y existe muy poca información sobre el transporte de contaminantes desde los fondos marinos,

Cuadro 8

**TIPO DE DEPÓSITOS, RECURSOS MINERALES PRESENTES, LOCALIZACIÓN Y ASPECTOS AMBIENTALES AFECTADOS POR LA MINERÍA OCEÁNICA EN EL PACIFICO ASIÁTICO**

DEPOSITO	MINERALES PRESENTES	LOCALIZACION	ASPECTOS AMBIENTALES AFECTADOS
PLACERES	Au, Ag, Pt, Cr, tierras raras	PLATAFORMAS	Peces Pelágicos demersales. Moluscos
SULFUROS POLIMETALICOS	Pt, Cu, Cd, Pb, Va, Ba, Sr.	VOLCANES SUBMARINOS AISLADOS	Áreas de interés científico
LODOS METALIFEROS	Sulfuros de Fe, Zn, Pb, Cd, Ag.	FONDOS DEL MAR ROJO ESPARCIDOS	Peces bentónicos y Pelágicos, corales, corredores, etc.
NÓDULOS POLIMETALICOS	Ni, Co, Cu, Mn.	FONDOS PROFUNDOS DEL PACIFICO COLOMBIANO	Áreas con recursos científicos, etc.
COSTAS DE Mn RICAS EN Co.	Co, Ni, Mn, Ti, Pt, Ce.	MONTAÑAS SUBMARINAS VIEJAS.	Pesquerías costeras, lechos de coral.

**Fuente:** Maragos, 1985; J. Environmental Assessment Procedures for Marine Mineral Resources Development. paper presented at Pacific Mineral Resources Training Course- East-West Center, Honolulu, Hawaii, en Pacific Mineral Resources, physical, economic and legal issues Charles J. Jhonsson (Ed), 435-47p.

- Las fluctuaciones en la estructura entre el límite de la masa de aguas con el fondo oceánico y la dinámica y eficiencia de la mezcla entre ellas no está bien entendida en la actualidad. Se sabe que esta capa varía entre varios metros de ancho en los planos abisales a varios cientos de metros en las áreas con presencia de alta energía cinética ubicada en los bordes de la plataforma continental,

- Limitado conocimiento de ciertas condiciones oceánicas que influyen en la distribución y concentración de contaminantes, tales como tiempo de residencia, condiciones de frontera etc.,
  - b) Actualmente casi toda la actividad minera oceánica (explotación) tiene lugar en aguas poco profundas, cerca de las costas, con muy pocos ejemplos verdaderos de explotación minera oceánica.
  - c) Varios efectos producidos en la minería de superficie y en la minería de aguas someras pueden ser extendidos a la minería oceánica, pero la significancia de esta extensión tiene un valor comparativo hipotético, pues no hay casos concretos de minería oceánica propiamente dicha, para verificar dichas comparaciones.
  - d) Existe una marcada ausencia de información básica tanto biológica como oceanográfica para estimar las repercusiones a largo plazo sobre el medioambiente marino por la minería oceánica.
  - e) Desconocimiento de los mecanismos y respuestas biológicas de los organismos de los fondos marinos a perturbaciones producidas por las actividades de la minería de los fondos marinos sobre sus comunidades en especial a niveles prolongados de perturbación.

## **6. Conclusiones**

1. La naturaleza ha modelado formas únicas de vida en los fondos marinos con un altísimo potencial para su aplicación económica que, investigada adecuadamente, podría sobrepasar los rendimientos económicos que se esperan de la minería marina.
2. Los pronósticos sobre una utilización práctica de recursos minerales de los fondos marinos para fines comerciales, han demostrado no ser atinados en cuanto los lapsos indicados para su iniciación, pero todos ellos tienen en común, que las fechas probables de ocurrencia son cada vez más cercanas, lo que implica una situación apremiante para reforzar las campañas de investigación sobre el registro de la biodiversidad de los fondos marinos y sus condiciones oceanográficas.
3. Las actividades relacionadas con los tópicos ambientales de la minería oceánica, dentro de las que se incluye el registro de la biodiversidad de los fondos profundos oceánicos deben ir separados, en el contexto del Acuerdo, de los desarrollos y acuerdos comerciales, pero deben formar parte de una cooperación general amplia a gran escala, debido a los altos costos que implica su documentación.
4. El efecto sobre la biodiversidad de la minería de los fondos marinos oceánicos, debe constituir un aspecto de especial análisis y consideración dentro de los estudios de evaluación de impacto ambiental que dentro del marco del acuerdo le corresponde atender a la Autoridad.

5. Dado nuestro conocimiento actual sobre la biodiversidad de los fondos marinos y los riesgos que acarrea sobre ella la minería de los fondos marinos, la consideración de áreas especiales de protección de carácter internacional en la zona surge como una necesidad a fin de proteger los muy especializados bancos genéticos de los fondos marinos profundos. La minería ejercerá inevitablemente efectos sobre los recursos biológicos de los fondos marinos, al tratarse también de bienes comunes, ellos deberían estar sujetos a algún tipo de compensación.
6. La biotecnología y los beneficios derivados de su aplicación con base en los recursos genéticos de los fondos marinos -al tratarse de "recursos comunes"- deberá estar sujeta a un manejo especial.

## V. CONCLUSIONES FINALES

El análisis de los tres capítulos sectoriales permite reconocer la complejidad de aplicación del Convenio sobre la Diversidad Biológica a los ecosistemas costeros y marinos, especialmente en aquellos ámbitos sujetos a negociaciones internacionales con incidencia en la sostenibilidad del medio marino.

Desde el punto de vista de las demandas inmediatas, aún siendo un instrumento no vinculante, parecería que el Programa Global de Acción para la Protección del Medio Marino frente a las actividades realizadas en Tierra, es el que exigirá atención en el más corto plazo debido al nutrido movimiento institucional a nivel del Sistema de las Naciones Unidas para acelerar y monitorear su aplicación.

Las actividades de este Programa constituyen la primera área definida de cooperación entre los componentes del Sistema de las Naciones Unidas integrantes del Subcomité de Océanos y Zonas Costeras del Comité Administrativo y de Coordinación, referida a las áreas de programa A y B del Programa 21. 27/

Dichas áreas se refieren respectivamente a la ordenación integrada y el desarrollo sostenible de las zonas costeras y las zonas marinas, entre ellas las zonas económicas exclusivas; y la protección del medio marino.

El área de programa A señala en ese sentido que los estados ribereños, con el apoyo de las organizaciones internacionales en su caso, deberían tomar medidas para mantener la **diversidad biológica y la productividad de las especies marinas y los hábitats sujetos a su jurisdicción nacional**. Se indica que tales medidas podrían incluir estudios de la diversidad biológica marina, inventarios de las especies en peligro y de los hábitats costeros y marinos críticos, establecimiento y ordenación de zonas protegidas y apoyo a las investigaciones científicas y a la difusión de sus resultados.

Por su parte, en el área de programa B, en lo relativo a la destrucción física de las zonas costeras y marinas que causa la degradación del medio marino, se incluyen entre las medidas prioritarias, el control y prevención de la erosión y sedimentación costeras debido a factores antropogénicos relacionados con las técnicas y prácticas de uso de la tierra y de construcción. Se recomienda también promover las prácticas de ordenación de las cuencas hidrográficas a fin de prevenir, controlar y reducir la degradación del medio marino.

Estas consideraciones dicen relación con estrategias de protección de la diversidad biológica más bien orientadas a las zonas de jurisdicción nacional cercanas a la costa, pero se hace necesario proyectar ese ámbito de análisis a impactos que involucran zonas más alejadas de alta mar, susceptibles de verse afectadas por las alteraciones de los contaminantes.

En tal sentido se hace necesario incorporar al análisis otras áreas de programa del capítulo 17, como las referidas a los recursos vivos y a las incertidumbre que se plantean respecto a la

ordenación del medio marino y el cambio climático a efectos de situar los enfoques en escenarios más globales.

Desde su firma, en diciembre de 1995, el Acuerdo sobre Pesca en Alta Mar ha sido objeto de un lento proceso de ratificaciones, que al 31 de agosto de 1996 correspondían a los Estados Unidos de Norteamérica, Santa Lucía y Tonga 28/ y miradas escrutadoras desde diferentes ángulos. Los países de América Latina han asumido una actitud cautelosa manifestando ciertas reservas sobre la pertinencia o eficacia de sus disposiciones y por lo tanto un parámetro referido a su impacto sobre la conservación y uso sostenible de la biodiversidad marina parece especialmente necesario.

Finalmente, el Acuerdo sobre Fondos Marinos, que entró en vigor el 28 de julio de 1996, presenta una característica de singular interés en la perspectiva de la biodiversidad. Adoptado como un contrapeso a una posible regulación excesiva en materia de exploración y explotación de los fondos marinos y siendo un marco factible de análisis para los impactos sobre la biodiversidad, ofrece ahora una faceta novedosa y quizás de más inmediata importancia que lo referido a la minería de los fondos marinos y es la relativa a las posibilidades biotecnológica de las formas de vida presentes en las grandes profundidades y, en esa línea, la posibilidad de establecer un nuevo escenario negociador en los órganos de la Autoridad de los Fondos Marinos.

La reflexión final luego del análisis de estos escenarios es que los desarrollos a nivel del Convenio sobre la Diversidad Biológica han sido muy lentos en lo referido a su aplicación al medio marino y que la forma en que se ha venido llevando la negociación hace prever que no habría una aceleración sustancial en el nivel global.

Esto hace imperioso continuar estimulando el trabajo regional sobre estos aspectos y concientizando además de la importancia del objetivo biodiversidad en los foros vinculados a los instrumentos analizados en este documento.

Como lo señalaron los expertos latinoamericanos en la segunda reunión de Tamandaré en 1996, 29/ ante las previsibles dificultades que afrontará el grupo de expertos en biodiversidad costera y marina a constituirse en el seno del Convenio -el dilatado proceso de convocatoria es un anticipo significativo - es imprescindible institucionalizar los grupos regionales de apoyo, estableciendo un mecanismo regional de consulta que alimente al grupo global y por otro lado permita a los representantes de América Latina y el Caribe en dicha instancia mundial, interactuar con sus colegas de la región.

Estas estrategias revisten cierta urgencia ya que como se ha visto al lento proceso de definición de medidas referidas a la conservación y uso sostenible de la biodiversidad costera y marina en el contexto del Convenio sobre la Diversidad Biológica, se contraponen un rápido desenvolvimiento de distintas instancias negociadoras en la agenda marina internacional que exigen respuestas a nivel regional.

### Notas

1/ CEPAL, Informe de la Reunión Subregional sobre Manejo Costero en Areas Marinas y Costeras de Alta Biodiversidad en el Atlántico, (LC/G.1856), 15 de febrero de 1995. El papel del estado en la conservación y uso sostenible de la biodiversidad costera y marina (LC/R.1595) 31 de diciembre de 1995.

2/ CEPAL El convenio sobre la Diversidad Biológica y los principios del Derecho del Mar: hacia un marco jurídico para la biodiversidad de los mares y océanos (LC/R.1598), 31 de diciembre de 1995.

3/ PNUMA, Programa de Acción para la Protección del Medio Marino frente a las Actividades realizadas en Tierra, (UNEP/OCA/LBA/IG.2.7).

4/ La Estrategia Global para Biodiversidad, en su capítulo IV. Establecimiento de un Marco de Política Nacional de Conservación de la Biodiversidad, medida 7, señala que los Estados deben reformar las medidas que provocan la degradación y el deterioro de la biodiversidad en los ecosistemas marinos y costeros y dentro de las causas del deterioro experimentado en las últimas décadas señala entre las más importantes: la destrucción directa del hábitat, la gestión deficiente de los pesqueros; la explotación sin control de corales y moluscos, la captura «accesoria» de gran número de especies no tomadas como objetivos de la pesca, la introducción de especies exóticas y la inexistencia de un enfoque integrado sobre gestión de la zona costera, (WRI, UICN, PNUMA, 1992, pp. 39-50). Muchas de estas causas varían entre las regiones. A nivel global quizá, la contaminación, el limitado enfoque integrado en la gestión costera, la captura accesoria y sobrepesca, pueden tener una cobertura global. -nota del autor.

5/ El párrafo 17.27 del capítulo 17; Protección de los Océanos y todos los Tipos de Mares, Incluidos los Mares Cerrados y Semicerrados, y de las Zonas Costeras, y Protección, Utilización Racional y Desarrollo de sus Recursos Vivos –área B– Protección del medio Marino, del Programa 21, dice: «Se invita al Consejo de Administración del PNUMA, a que convoque, tan pronto como sea posible, una reunión intergubernamental sobre la protección del medio marino de la contaminación procedente de fuentes terrestres». Naciones Unidas, 1992, Adopción de Acuerdos sobre el Medio Ambiente y Desarrollo, Doc. A/CONF. 151/4 (Part II), Mayo 10. de 1992;

6/ Las reuniones preparatorias fueron las siguientes:

- Reunión de expertos para Evaluar la Efectividad de los Acuerdos Regionales promovidos por el Programa de Los Océanos y Areas Costeras del PNUMA, Nairobi, 1993.

- Reunión de Expertos Gubernamentales para el Examen de las Guías de Montreal sobre la Contaminación Marina proveniente de Fuentes Terrestres. Montreal, Canadá, 1994.

- Reunión Final preparatoria de Expertos Designados por los Gobiernos para Revisar el Proyecto de Programa Mundial de Acción, Reykjavik-Islandia, 1995.

Además existieron otras reuniones vinculadas con el proceso preparatorio entre ellas: la Reunión de Londres, de 1995.

- Taller de Trabajo sobre Ciencia Medioambiental, Comprensión y Consistencia con las Decisiones Globales sobre los Océanos (Londres 30 de noviembre-2 de diciembre, 1995) y la Conferencia Internacional ACOPS sobre los Aspectos Institucionales y Financieros del Programa de Acción, Río de Janeiro, 1995 y otras reuniones de tipo regional, como las convocadas para el Pacífico Sudeste por la Comisión Permanente del Pacífico Sur-CPPS. -nota del autor.

7/ Dentro de los instrumentos internacionales relacionados con la protección del medio marino contra la contaminación procedente de fuentes terrestres, el protocolo para la Región del Gran Caribe, –actualmente en preparación– es quizá, el instrumento más relacionado con el Programa Mundial de Acción, PAM. Dicho proyecto de instrumento, dentro su alcance sustantivo cubre todas las fuentes de contaminación desde la tierra, incluyendo las fuentes puntuales y las difusas y la contaminación procedentes de actividades desde la tierra. En el se incluyen las aguas que se encuentran desde la línea base y el litoral y las cuencas hidrográficas que drenan al mar. Igualmente refleja los principios expresados en Río/92 tales como el principio de precaución, el uso de tecnologías limpias etc., los que también están incorporados al PAN. – nota del autor.

8/ Dentro de los grandes programas mundiales de interés para el PAM, figuran entre otros los siguientes:

Programa de Producción Limpia (PNUMA/ONUDI/Banco Mundial/OCDE); actividades de los grupos de GESAMP sobre los aspectos científicos de la protección del medio ambiente marino (anteriormente Grupo de Expertos sobre los Aspectos Científicos de la Contaminación del Mar); Vigilancia de la atmósfera global OMM, Sistema Mundial de Vigilancia del Medio Ambiente GEMS, PNUMA/OMS/UNESCO/OMM. Investigación Global de la Contaminación del Medio Marino GIPME, COI/PNUMA/OMI/OIEA, Sistema Mundial de Observación de los Océanos GOOS, Programa Internacional Geósfera-Biosfera-Cambio Global POGB; Iniciativa Internacional sobre los Arrecifes de Coral; ICRI y Red Mundial de Vigilancia de los Arrecifes de Coral; COI/PNUMA. Dentro de los Programas Regionales pertinentes a la aplicación del PAM, figuran entre otros: El Plan de Acción para la Protección del Medio Ambiente del Mediterráneo y el Desarrollo Sostenible de las Zonas Costeras del Mediterráneo (PAM), El Plan de Acción del Programa Ambiental del Caribe, CEP; El Plan de Acción para la Protección y Desarrollo del Medio Marino y las Zonas Costeras de la Región de Africa Occidental y Central, WACAF, El Plan de Acción para La Protección, Gestión y Desarrollo del Medio Ambiente Marino y Costera de la Región de Africa Central, EAF; El Plan de Acción para la Protección y el Desarrollo del Medio Marino y las Zonas Costeras de la Región de Asia Oriental EAS, el Plan de Acción del Pacífico Noroccidental NOWPAC, El Plan de Acción del Mar Rojo, Golfo de Aden, Plan de Acción del Atlántico Sudoccidental, Plan de Acción para la Protección del Medio Marino y Areas Costeras del Pacífico Sudeste, SEPFCF, Programa Regional del Pacífico Sur para el Medio Ambiente SPREP, Programa Ambiental del Mar Negro, BSEP, Plan de Acción para la Protección y Ordenación de la Región de los Mares de Asia Meridional, SAS, Programa de las Comisiones de Oslo y París para la Prevención de la Contaminación del Mar, etc.; PNUMA (1996b).

9/ El borrador del programa de trabajo futuro del OSCTT sobre la biodiversidad costera y marina (anexo II a la decisión II/10 de la 2a Conferencia de las Partes, Jakarta, noviembre de 1995), incluyó como tema la «identificación de las necesidades particulares para la conservación y uso sostenible de la biodiversidad costera y marina en el contexto de las actividades que puedan producir un impacto sobre los recursos marinos».

10/ El Organismo Subsidiario de Asesoramiento Científico, Técnico y Tecnológico de la Convención sobre la Diversidad Biológica, en su primera reunión (París, 4-8 de septiembre e 1995), al considerar el tema sobre los aspectos científicos, técnicos y tecnológicos sobre la conservación y uso sostenible de la biodiversidad costera y marina acordó incluir dentro de los temas de este grupo también, la biosprospección sobre los fondos marinos profundos y en su

recomendación 1/8 a la 2a Conferencia de las Partes (Jakarta, noviembre de 1995), resaltó en el aspecto pertinente al manejo integrado del área costera, las siguientes causas principales de amenaza a la biodiversidad costera y marina: alteración y pérdidas de hábitats, contaminación química, la eutroficación incluyendo las actividades basadas en tierra, el cambio climático global, la invasión de especies exóticas y la sobreexplotación de los organismos vivos, los que no pueden ser tratados separadamente resaltando que estos aspectos solos o combinados pueden llevar a danos en las estructuras y funcionamiento de los ecosistemas. (PNUMA, 1995d).

11/ La 25 Sesión de GESAMP (Roma, abril de 1995), acordó la creación de un nuevo grupo relacionado con los efectos de las actividades humanas sobre la biodiversidad y sus funciones. Este nuevo grupo incluye dentro de sus términos de referencia entre otros: la revisión de las amenazas hacia la biodiversidad sobre las bases globales y regionales, y hacer recomendaciones relacionadas con las acciones que deben ser tomadas para proteger mejor y conservar la diversidad biológica. Ver *Threats to Marine Biological Diversity and their Consequences*, Doc. GESAMP, 25 session, Roma, 24-28 April, 1995. – nota del autor.

12/ La capa superficial del mar ha sido definida operativamente como la capa ligeramente comprendida entre 1 a 1000 micrómetros de espesor y concentra muchas sustancias activas particularmente tenso-activas y en la que muchos organismos viven o encuentran su alimento. En esta capa microsuficial penetran todas las partículas y gases de intercambio entre el mar y la atmósfera y juega un papel muy importante en el intercambio de varias formas de energía entre los dos medios. Debajo de la interfase, existe una capa límite de 50-500 micrómetros donde se reduce la turbulencia atmosférica. Debajo de esta interfase agua/atmósfera, la capa acuática contiene varias subcapas. Estas capas son: una, muy delgada nano-capas, menor de un ( $\ll$ -lum), enriquecida en compuestos de superficie activa, seguida de una microcapa superficial ( $\ll$ -1000um), con altas densidades de microorganismos y partículas y la milicapa superficial ( $\ll$ -lmm) habitada principalmente por pequeños huevos y larvas de peces e invertebrados. (GESAMP; 1995b).

13/ Existe un amplio debate sobre los pro y contra del uso de los criterios de calidad de agua y dentro de sus argumentos en contra se señalan de sus exigencias para su evaluación y vigilancia. Pero quizá, el argumento mas importante es la poca investigación que se ha realizado para establecer patrones de calidad en agua marina. Se ha sugerido como medida alterna y transitoria, la fijación de patrones de emisión, generalmente basados en las tecnologías, pero estos también presentan dificultades, especialmente en el plano económico y se desconoce su relevancia para proteger la biodiversidad costera y marina. El grupo GESAMP (1984) ha indicado que los criterios de calidad de agua, para cualquier fin que se usen, deben estar basados en las relaciones entre causa-efecto, en especial se ha resaltado lo difícil que es diseñar criterios de calidad para la protección de ecosistemas debido a la escala física involucrada, a los costos y complejidad de las dimensiones requeridas y a la falta de experiencia en esos casos. –nota del autor.

14/ En las comunidades bentónicas, ciertas especies tienen papeles funcionales muy importantes que explican su abundancia o biomasa. Ellas son conocidas especies clave o especies dominantes y las fluctuaciones en sus poblaciones tiene un impacto significativo sobre la comunidad entera en la que dichas especies viven. Ellas por lo general son utilizadas en ecología cuantitativa para indicar la «salud» de los ecosistemas (Thorne-Miller, y Catena; 1984, Stirn, 1981).

15/ Stirn, 1981, señala que en condiciones prolongadas de contaminación orgánica, desaparecen inevitablemente espongiarios, la mayoría de nidarios, los gastrorrinchios, knorrinchios, echiuroideos, sirpuncúlidos, stomatópodos, cumaceos, scafópodos, y la mayoría de los equinodermos y ascidiaceos.

16/ De acuerdo con el PAM, existe un acuerdo para adoptar medidas internacionales para elaborar un instrumento mundial, jurídicamente vinculante, que complemente otras medidas internacionales para reducir, eliminar las emisiones y descargas al medio ambiente así como la fabricación y uso, cuando proceda, incluyendo el tráfico de contaminantes orgánicos persistentes.

17/ La decisión 18/32 del 18avo Consejo de Administración del PNUMA (mayo de 1995), sobre Contaminantes Orgánicos Persistentes invitó al Programa Inter-Organizacional sobre el Manejo Ambiental de Químicos IOMC, al Programa Internacional de Seguridad Química IPCS y al al Foro Intergubernamental sobre Seguridad Química IFCS, a fin de consolidar la información existente sobre la química y la toxicología de los COPs, incluyendo el análisis sobre el origen, rutas y deposición de los COPs a escala global, así como el análisis de los riesgos, costos, beneficios y otros aspectos relevantes a su producción y uso incluyendo la evaluación de estrategias reales de respuesta, políticas y mecanismos para eliminar las descargas, pérdidas y emisiones de estos compuestos.

18/ Actualmente están fuera de producción: aldrín, dieldrín, endrín y toxafeno. Los HCB y mirex aparentemente no están siendo fabricados; el DDT está siendo producido para el control de la malaria; el clordane y heptacloro se producen para el control de termitas y hormigas. Los PCBs y HCN no se producen normalmente.. – notas del ICFES, 1996.

19/ Los desechos radioactivos se pueden presentar en forma sólida, líquida o gases. En la práctica los desechos se clasifican en dos categorías: desechos radioactivos de bajo nivel y desechos radioactivos de alto nivel. Otros incluyen además una tercera categoría, como de nivel intermedio. Sin embargo, aun no se dispone de una sustentación científica que haga una distinción precisa de estas tres categorías de desechos. La mayoría de los desechos radioactivos de productos tecnológicos son desechos de bajo nivel. Los desechos radioactivos de alto nivel, los cuales la mayoría de las veces son pequeños en volumen, contienen una alta actividad de radionúclidos a altas concentraciones. En la clasificación de desechos radioactivos hecha con el propósito de adoptar una determinada acción de manejo de desechos lo usual, es considerar los radionúclidos particulares presentes en los desechos y su período de semidesintegración radioactiva así como, las actividades y concentraciones de los radionúclidos presentes (SPC, et al, 1984).

20/ En general los elementos que pueden ser concentrados efectivamente por los organismos, pueden ser clasificados en una de las siguientes cinco categorías: Elementos estructurales: carbono, nitrógeno, fósforo (en algunos casos sílice, calcio, estroncio); elementos catalíticos: hierro, cobre, zinc, manganeso y cobalto (el níquel, cromo, cadmio y plata pueden seguir a estos elementos); elementos fácilmente hidrolizables en pH de agua de mar: aluminio, galio, scandio, tritio, cerio, plutonio, titanio y zirconio; halógenos pesados: bromo e iodo; iones divalentes pesados: bario, radio y plomo. El grado por el cual los radionúclidos pueden ser incorporados en la cadena alimenticia marina depende de la disponibilidad del correspondiente elemento estable y de los elementos metabólicos similares así como de las características fisiológicas y de comportamiento de los organismos en las cadenas alimenticias. Los radionúclidos que han sido fácilmente detectados en los organismos marinos incluyen productos

de fisión 95, Zn, 99Mo, 106Ru, 131O, 140Ba, 141Ce, y radionúclidos inducidos: 32P, 54Mc, 55Fe, 51Cr, 57Co, 60Co, 65Zn, 110Ag, 181W, 185W y 187W y el 40K natural. (Lowman, Rice, Richards, 1971).

21/ Dentro de los mecanismos sugeridos para la absorción y excreción de los metales traza por los organismos marinos, se señalan: la absorción de iones en la interfase membrana-agua; la adsorción por la actividad pasiva o activa de los iones metálicos desde el agua de mar a través de las membranas semi-permeables dentro de los líquidos corporales; la ingestión de iones metálicos vía alimentos o en combinación con la materia particulada y la absorción a través de la pared intestinal. Dentro de los mecanismos de excreción, está la excreción a través de la superficie corporal o por las branquias o a través del intestino y la orina.

22/ Las algas marinas toman los metales disueltos en agua de mar directamente por simple difusión. Los invertebrados más complejos presentan integumentos permeables que permiten una rápida difusión de los iones metálicos al interior. Se trata en realidad de un intercambio osmótico. Entre ellos, se encuentran los celenterados, los anélidos, moluscos e equinodermos. En esta situación los líquidos orgánicos tienen una composición similar al agua de mar. Las branquias de los moluscos están recubiertas de una fina película de un complejo de carbohidratos sulfatados que funciona como un intercambiador iónico. Las branquias de los crustáceos marinos, con un exoesqueleto duro, son permeables al agua y sales. El mecanismo más importante de la acción tóxica de los metales es su bloqueo del sistema enzimático. Donde intervienen entre otros la electronegatividad de los metales, la estabilidad de sus sulfuros, y la capacidad de formar compuestos quelados con las moléculas orgánicas.

23/ Con objeto de clasificar la interacción de un metal A con otro metal B, en una mezcla para medir su toxicidad en organismos, Sprague (1969) introdujo los términos: aditivo, más que, menos que, antagónicos, y no acción. – nota del autor.

24/ Las observaciones de la turbidez en estudios de la contaminación tienen por objetivo la determinación de la profundidad de la zona eufótica como un factor que afecta la productividad del mar. – nota del autor.

25/ GESAMP,(1980); recomienda altamente entre otros las siguientes mediciones biológicas como indicativas del efecto de la contaminación en organismos marinos: estabilidad lisosomática, relación taurina/glicina, velocidad de alimentación, índice de condición corporal, velocidad de crecimiento, relación oxígeno/nitrógeno, hígado como porcentaje del peso corporal, úlceras, erosión de las aletas, daños vertebrales, asimetría, biomasa de la comunidad, abundancia, diversidad, alteraciones en la distribución, densidad de especies, gónada como porcentaje del peso corporal, estructura de la población y bioensayos.

26/ LC50= concentración letal media; concentración de una sustancia a la cual el 50% de la población muere en un período corto de exposición. Por lo general 96 horas, 24, o 48 horas (ensayos de toxicidad aguda, prueba de corta exposición); la respuesta es por lo general la muerte; T1m50= tiempo medio de sobrevivencia, o período de tiempo en el cual el 50% de la población expuesta a una concentración dada de un tóxico sobrevive. – nota del autor.

27/ Administrative Committee on Coordination, Inter-Agency Committee on Sustainable Development, Draft reports of the ACC Subcommittee on Oceans and Coastal Areas on its fifth session, (ACC/1997/3), 3 de febrero de 1997

28/ Asamblea General, Informe del Secretario General sobre el Derecho del Mar (A/51/645), 3 de febrero de 1997.

29/ Taller Regional sobre Conservación y Uso Sostenible de la Biodiversidad Costera y marina, Elementos para una reflexión técnica latinoamericana sobre biodiversidad costera y marina frente a la Tercera Conferencia de las Partes en el Convenio sobre la Diversidad Biológica, (preparada en ocasión del Taller). Tamandaré, Estado des Pernambuco, Brasil, 6 al 11 de octubre de 1996.

## BIBLIOGRAFIA

- ACOPS, A 1998; Note on Pollution Resulting from exploration and Exploitation of offshore Undersea Resources in the Caribbean; Advisory Committee on Pollution on the Sea  
ACOPS, Nota para Meeting of Experts on the Caribbean Environment Programme Ciudad de México, 7 al 9 de septiembre de 1988 documento UNEP(OCA)/CAR/WG.1/INF.6.
- American Society for Testing and Materials, (ASTM), ASTM standards on aquatic toxicology and hazard evaluation, Filadelfia, PA, 538 p.E. 1993.
- ANDERSEN P., Design and Implementation of some Harmful Algal Monitoring Systems, IOC Technical Series No, 44, UNESCO, 104 pp, un anexo. 1996.
- ARTIGAS C., 1993. La Pesca en Alta Mar y los Intereses de los Estados ribereños de la región: Un Análisis de la Negociación Futura a la Luz de la Equidad. Parte I de la Convención de las Naciones Unidas Sobre el Derecho del Mar a la Convocatoria de la Conferencia de las Naciones Unidas sobre las Poblaciones de Peces Transzonales y las Poblaciones de Peces Altamente Migratorios. Comisión Económica para América Latina y el Caribe, (CEPAL); documento: LC/R 1314, 31 de octubre, 40p.
- BALTON D A, 1996. Strengthening the Law of the Sea: The New Agreement on Straddling Fish Stocks and Highly Migratory Fish Stocks, in: Ocean Development and International Law 27:125-151 (19) Norse E (Ed), Global Marine Biological Diversity . A 1993 Strategy for Building Conservation into Decision Making - Center for Marine Conservation, World Conservation Union (IUCN) World Wildlife Fund, UNEP, Island Press, Washington D C, Covelo Ca. 383p.
- BEBIANO MA, J., "Biochemical Biomarkers of Metal Pollution: Metallothioneins a Monitoring Tools", en: II International Conference on Oceanography: Towards Sustainable Use of Oceans and Coastal Zones, Lisboa, 14 al 19 de noviembre de 1994 Doc: IOC/OCEANS/WD/12(cc), 31 de octubre de 1994.
- BIONET; Informe de Bionet sobre Resultados/recomendaciones de la Segunda Conferencia de las Partes del Convenio sobre la Diversidad Biológica (Jakarta, Indonesia, noviembre de 1995) 4 pp.
- BLISSEMBACH E. y Z Nawab 1982; "Metalliferous sediments of the seabed: The Atlantis-II Deep deposits of the Red Sea"; en: E. Mann Borguese y E N Ginsburg (Eds) Ocean Yearbook 3, The University of Chicago Press, Chicago, Londres: 77-104.
- BRYAN C, W., "Heavy Metal Contamination in the sea"; en: Marine Pollution, R, Johnston Ed) Academic Press (3):186-302 p. 1976.
- CADDY J F y R C Griffiths; 1995. "Living Marine Resources and their Sustainable Development", FAO, Fisheries Technical Paper 335:167p.
- CLARK L., Marine Pollution; Claredon Press, Oxford, Reino Unido 1989.
- Comisión Oceanográfica Intergubernamental, COI, Final; Draft on IOC/NOAA Ad hoc Consultation on Marine Biodiversity, Paris 3-5 May 1995, s.p. Consúltese también: IOC-NOAA Ad-hoc Consultation on Marine Biodiversity: The IOC Marine Biodiversity Strategy, UNESCO, documento :IOC-NOAA/MBDC-1/3, 10 p, VII anexos. 1995.
- Comisión Permanente del Pacífico Sur, (CPPS); 1995. Informe Final de la Reunión Preparatoria del Grupo de Trabajo sobre Evaluación y Administración Pesquera en el Pacífico Sudeste y de Especies Transzonales y Altamente Migratorias, Bogotá, Colombia, 24-27 de

- Octubre 7pp, 4 anexos.
- Consejo Internacional para la Exploración del Mar, (ICES), Effects on long term, low releases of oil. Report of ICES Advisory Committee on Marine Pollution, 1985; Cooperative Research Report, No. 142; International Council for the Exploration of the Sea, Copenhagen, 106-113. 1985.
- COWELL E. B., Oil Pollution of the Sea. en: Marine Pollution, R Johnston (Ed), Academic Press (5):353-401. 1976.
- DE ANDRADE R, 1993. Los Conceptos básicos utilizados en la Conservación y Ordenación de los Recursos Pesqueros: Una invitación a la reflexión, Comisión Económica para América Latina y el Caribe, (CEPAL), LC/R 1339, 31 de diciembre, 19pp.
- División de Asuntos Oceánicos y del Derecho del Mar, DOALOS-Oficina de Asuntos Legales, 1994, Acuerdo Relativo a la Aplicación de la Parte XI de la Convención de las Naciones Unidas sobre el Derecho del Mar de 1982; Boletín del Derecho del Mar, Número Extraordinario IV, 16 de noviembre, 50p.
- Environmental Protection Agency,; Bioassay procedures for the ocean disposal permit program, United States of America, USEPA Office of Research and Development, Gulf Breeze-Narragansett, Corvallis EPA, 600/9-76-010:96 p. 1976.
- European Inland Fisheries Advisory Commission; Report on Fish Toxicity Testing Procedures, EIFAC Working Party on Toxicity Testing Procedures, FAO Rome, EIFAC Technical Paper. (24):25 p. 1974.
- FAO; Manual de Métodos de Investigación del Medio Ambiente Acuático, Parte 4 Bases para la elección de ensayos biológicos para evaluar la Contaminación Marina, FAO. Documento técnico. de Pesca, (164):34 p. 1981.
- GARCIA S M; 1994. "El enfoque precautorio para la pesca de poblaciones de peces que se encuentran dentro y fuera de las zonas económicas exclusivas y poblaciones de peces altamente migratorias", FAO. Fish Circular (871):76p.
- GLOWKA, L et al; 1994. A guide to the Convention on Biological Diversity, IUCN, Gland and Cambridge, xii+161pp.
- GLASSER, J W; 1978. The Effect of Predation on Prey Resources 1 Utilization, In: Ecology (59(54):724-32.
- GLASSLE J. F. 1989, Species diversity in deep-sea communities En: Trends in Ecology and Evolution (4):12-5.
- 1955. La biodiversidad del Océano Profundo, en: Panorama BICM, UNESCO, Bol. Int. de Cien. del Mar, No. 75/76, 2o semestre, p.9.
- La Biodiversidad en el Océano Profundo, en: La Biodiversidad en Primera Línea, Panorama BICM, Unesco, Boletín Inter. de Ciencias del Mar No, 75/76., 2o Semestre de 1995, 9 p. 1995.
- GRAY J. (Chairman), D BOESCH, C HEIP, A M JONES, J LASSING, R VANDERHORST. y E. WOLFE., The Role of Ecology on Marine Pollution Monitoring, Ecology Panel Report, Rapp. Paeco. Reun. Cons. Int. Explo. Mer. 179:237-252. 1980.
- HEIP C., Biodiversidad en la Zona Costera, en: La Biodiversidad en primera línea, Panorama BICM, Unesco, Boll. Int. de Ciencias del Mar No, 75/76, 2o Semestre de 1995, 8 p. 1995.
- ICRP; Recommendations of the International Commissions on Radiological Protection, ICRP, Pub, 60, Pergamon Press, Oxford, 1990.

- IMO/FAO/UNESCO-COI/WMO/WHO/OAEA/UN/UNEP, Joint Group of a Experts on the Scientific Aspects on Marine Environmental Protection (GESAMP); Report of the twentieth-fifth session of GESAMP, Roma 24 al 28 de abril de 1995 GESAMP. Reports and Studies (56):54 p. 1995.
- Joint Group of Experts on the Scientific Aspects of Marine Environment Protection, GESAMP; The Sea-Surface Microlayer and its Role in Global Change, Reports and Studies (65):76 p. 1995.
  - Joint Group of Experts on the Scientific Aspects on Marine Environment Protection, GESAMP; Biological Indicators and their Use in the Measurement of the Condition of the Marine Environment, Report and Studies (55):56 p. 1995.
  - Joint Group of Experts on the Scientific Aspects on Marine Environment Protection, GESAMP; Anthropogenic influences on sediment discharge to the coastal zone and environmental consequences; Reports and Studies (52):67 p. 1994.
  - Joint Group of Experts on the Scientific Aspects of Marine Environment Protection, GESAMP; 1993; Impact of Oil, Individual Hydrocarbons and Related Chemicals on the Marine Environment, including Used Lubricant Oils, Oil Spill Control Agents and Chemicals used Offshore, Reports and Studies. (50):178 p. 1993. "Can there be a common framework for managing radioactive and non-radioactive substances to protect the marine environment?" GESAMP, Reports and Studios (45), Addendum 1, 13 pp. 1992.
  - Joint Group of Experts on Marine Environmental Protection GESAMP; Global Strategies for Marine Environmental Protection GESAMP, Report and Studies (45):34 pp. 1991.  
Review of potentially harmful substances: Carcinogens, Reports and Studies (46):56 p. 1991.
  - Joint Group of Experts on Scientific Aspects of Marine Pollution, GESAMP; Review of potential harmful substances: Choosing priority organochlorines for marine hazard assesment GESAMP, Reports and Studies (42):10 pp. 1990.
  - Joint Group of Experts in the Scientific Aspects of Marine Pollution, GESAMP; Review of Potentially Harmful Substances: Nutrients, Reports and Studies, (34):40 pp. 1990.
  - Joint Group of Experts in the Scientific Aspects of Marine Pollution, GESAMP; The State of the Marine Environment, Blackwell Scientific Pub. Oxford, Reino Unido 1990.
  - Joint Group of Experts on the Scientific Aspects on Marine Pollution GESAMP; Review of Potentially Harmful Substances: Arsenic Mercury and Selenium, Reports and Studies, (28):172 p. 1986.  
Review of Potentially Harmfull Substances: Cadmiun, Lead and Tin, Reports and Studies, (22):114 p. 1985.
  - Joint Group of Experts on the Scientific Aspects of Marine Pollution GESAMP; Principles for Developing Coastal Water Quality Criteria, UNEP Regional Seas, Report and Studies (42):65 p. 1984.
  - Joint Group of Experts on the Scientific Aspects of Marine Pollution GESAMP; The Review of the Health of the Oceans, Reports and Studies (15):108 p. 1982.
  - Joint Group of Experts on Scientific Aspects of Marime Polluton, GESAMP; Monitoring Biological Variables Related to Marine Pollution. Reports and Studies (12):22. 1980.

- Joint Group of Experts on Scientific Aspects of Marine Pollution GESAMP; Impact of oil on the Marine Environment; Reports and Studies (6):250 p. 1977.  
Review of Harmful substances, Reports and Studies (2):80 p. 1976.
- 1983, Joint Group of Experts on the Scientific Aspects of Marine Pollution, GESAMP; An Oceanographic Model for the Dispersion of Wastes Disposed in the Deep-sea, Reports and Studies (19):182p.
- Joint Group of Experts on Scientific Aspects of Marine Pollution, GESAMP; 1977, Scientific Aspects of Pollution Arising from the Exploration and Exploitation of Sea-bed; Reports and Studies (7):37p.
- IUCN, 1995, The Law of the Sea: Priorities and Responsibilities in Implementing the Convention, Part II D M Johnston; P M Saunders y P Payayo; Conservation and Management of the Marine Environment A Marine Conservation and Development Report. IUCN, Gland Suiza, vi + 55pp.
- Instituto de Recursos Mundiales, (WRI), Unión Mundial para la Naturaleza (UICN) y Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA); Estrategia Global para la Biodiversidad, Pautas de Acción para Salvar, Estudiar y Usar en forma Sostenible y Equitativa la Riqueza Biótica de la Tierra, documento en consulta con la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y Alimentación FAO y la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO), capítulo IV. Establecimiento de un marco de Política Nacional para la Conservación de la Biodiversidad-medida 7: Reformar las medidas que provocan la degradación y el deterioro de la biodiversidad en los ecosistemas costeros y marinos, 244 pp. 1992.
- Intergovernmental Forum on Chemical Safety, (IFCES), Final Report on Persistent Organic Pollutants: Considerations for Global Action ICFES Experts Meeting on POPs, Manila, Filipinas, 17-19 de junio, Doc. IFCS/EXP.POPs/Report. 1 Junio 20, 15 pp. 1996.
- KIMBALL A L, 1995. The Law of the Sea: Priorities and Responsibilities in Implementing the Convention, Part I: The United Nations Convention on the Law of the Sea, A framework for marine Conservation The World Conservation Union IUCN. A Marine Conservation and Development Report, Gland Suiza, vi+155p.
- LASSERRE P., Biodiversidad Costera y Marina En: La biodiversidad en primer Línea, Panorama BICM, Unesco Boll. Int. de Ciencias del Mar No. 75/76, 2o semestre de 1995 pp. 5-6. 1995.
- LOWMAN F. G., RICE T., R. y F. A. RICHARDS, Accumulation and Redistribution of Radionuclides by Marine Organisms, En: Radioactivity in The Marine Environment, - pub. National Academy of Sciences (7):161-199. 1971.
- MARAGOS, 1985; J. Environmental Assessment Procedures for Marine Mineral Resources Development. Paper presented at Pacific Mineral Resources Training Course- East-West Center, Honolulu, Hawaii, en Pacific Mineral Resources, physical, economic and legal issues Charles J.Jhonsson (Ed), 435-47p.
- MC ALLISTER D. E., Coastal and Marine Biodiversity: Conservation of Biological Diversity, Sustainable Use of its Components, Fair and Equitable Sharing of Benefits from Utilization of Genetic Resources, documento prepared to SBSTTA in Regard yto Advice for the Second Meeting of the COP on Priority Actions for the Medium Term Programme of Work. Ontario, Canada, 33 p. 1995.

- McGOWAN J. A 1986; biogeography of Pelagic Ecosystems In: Pelagic Biogeography: Proceedings of an International Conference, Países Bajos, mayo 29 al 5 de junio de 1985 UNESCO. Technical Paper. in Marine Science (49):191-200.
- MCINTYRE A. D., Effects on the ecosystem of sewage sludge disposal by dumping from ships, Water Science and Technology (14):137-43. 1982.
- Naciones Unidas; 1996; Review of Sectorial Clusters: Chapter, 9 (Atmosphere) and Chapter 17 (Oceans and All Kinds of Seas)- Note verbale dated 29 february 1966 from Permanent Representative of Japan to the United Nations addressed to the Secretary General- Kyoto Declaration and Plan of Action on the Sustainable Contribution of Fisheries to Food Security (Kyoto, Japan 4-9 december, 1995, Economic and Social Council, doc: E/CN.17,1996/29 6 marzo, 1996. fourth session; 18 de abril al 3 de mayo de 1966 item 6(a) of the provisional agenda.
- 1995a; Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible: Aprovechamiento Sostenible y Conservación de los Recursos Vivos de Alta Mar-Asamblea General, Informe del Secretario General en el Quincuagésimo período de Sesiones, Tema 93 c) del Programa: Conferencia de las Naciones Unidas sobre las Poblaciones de Peces que se encuentran dentro y fuera de las zonas económicas exclusivas (poblaciones de peces tranzonales) y las poblaciones de peces altamente migratorias. Doc: A/50/550, Octubre 12; 1995; 54p.
  - 1995b; Acuerdo sobre la Pesca de Altura, Conferencia de las Naciones Unidas sobre las Poblaciones de Peces Tranzonales y las Poblaciones de Peces Altamente Migratorias, Cumbre para la Tierra, 37p.
  - 1995c; Derecho del Mar, Informe del Secretario General, Quincuagésimo período de sesiones, Tema 39 del programa, Asamblea General, Doc A/50/713, 10 de noviembre, 79p.
  - 1993; Resolución aprobada por la Asamblea General (sobre la base del informe de la 2a. comisión). Conferencia de las Naciones sobre las Poblaciones de Peces cuyos territorios se encuentran dentro y fuera de las zonas económicas exclusivas y las poblaciones de peces altamente migratorios Doc: A/RES/47/192, Asamblea General, 4p.
  - Adopción de Acuerdos sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo, Programa 21, Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo, Río de Janeiro, 3-14 de junio, doc. A/CONF. 151/4 (Part II); 295 pp. 1992.
  - 1992; Adopción de Acuerdos sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo, Programa 21. Conferencia de las Naciones Unidas sobre Medio Ambiente y Desarrollo, Río de Janeiro 3-14 de junio de 1992 Doc: A/CONF 151/4 (Part III), Mayo 1 de 1992; 296p.
  - 1984; El Derecho del Mar, Texto Oficial de la Convención de las Naciones Unidas sobre el Derecho del Mar, con anexos e índice temático y Acta Final de la Tercera Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Derecho del Mar, Naciones Unidas, Nueva York , 268p.
- NORSE E., A. (Ed); Global Marine Biological Diversity, A Strategy for Building Conservation into Decision Making, Center for Marine Conservation, World Conservation Union, IUNC, World Wildlife Fund. United Nations Environment Programme, World Bank, Island Press, Washington D,C, 383 pp. 1993.
- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y Alimentación (FAO), 1995a; Informe sobre la Conferencia de las Naciones Unidas sobre las Poblaciones de Peces cuyos territorios se encuentran dentro y fuera de las Zonas Económicas Exclusivas y las Poblaciones de Peces Altamente Migratorios Comité de Pesca, 21 período de sesiones,

- Roma 10-15 de Marzo de 1995 Doc COFI/95/INF 7, 9p.
- 1995b; Structure and Process of the 1993-1995 United Nations Conference on the Straddling Fish Stocks and Highly Fish Stocks, FAO Fisheries Circular No, 898 FID/898, 8lp.
  - 1995c; Review of the State of the World Fisheries Resources: Marine Fisheries, FAO Fisheries Circular No, 884 FAO, Rome, 105p.
  - 1994; Examen de la Situación Mundial de las Especies Altamente Migratorias y las Poblaciones Transzonales, FAO. Documento Técnico de Pesca 337: 75p.
  - 1995d; Código de Conducta para la Pesca Responsable- Versión Revisada 1080 período de sesiones del Consejo, Roma 5-16 de junio de 1995 doc: CL/108/20.
  - 1993; Informe de la Consulta Técnica sobre la Pesca en Alta Mar, Roma 7-15 de septiembre de 1992. FAO Informe de Pesca No.484 FIPL/R-484, 85p.
  - 1991; Medio Ambiente y Sostenibilidad en la Pesca, Comité de Pesca, 19avo, período de sesiones Roma, 8-12 de abril de 1991, Tema 4.2 del programa provisional, Doc COFI/91/3 marzo, 2lp.
  - Código Internacional de Conducta para la Distribución y Utilización de Plaguicidas, FAO, Roma, 31 p. 1986.
- Organización Latinoamericana de Desarrollo Pesquero, OLDEPESCA, 1993a; La Pesca en Alta Mar: Un enfoque Latinoamericano, Lima, Perú, julio, 15p.
- OLDEPESCA, 1993b; Código Internacional de Conducta de Pesca Responsable: Una Reflexión Regional, Lima, Perú, julio, 8p.
- PAPAYOYO, P, B, s.f. Fishing for the Commun Heritage in Straddling and Highly Migratory Fish Stocks: a Case Study. Archivo Anaurio Latinoamericano del Mar, Comisión Colombiana de Oceanografía - Secretaría General Santafé de Bogotá.
- PEARSON T. H. y R. ROSENBERG, Macrobenthic Sucesion in Relation to Organic Enrichment and Pollution of the Marine Environment en: *Oceanogr. Mar. Biol. Ann. Rev.* (16): 229-311. 1978.
- PORTMAN J. E., (Ed); Manual of Methods in Aquatic Environment Research , Part 2, Guidelines for the use of Biological Accumulators in Marine Pollution Monitoring, FAO Fisheries. Technical. Paper. (150):76 p. 1976.
- Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, (PNUMA); Informe de la la. Reunión de Expertos Legales/ Técnicos y Políticos para el Desarrollo de un Protocolo Relativo a la Contaminación Procedente de Actividades Terrestres del Convenio para la Protección y Desarrollo del Medio Marino en la Región del Gran Caribe, Kingston, Jamaica 4-7 de junio de 1996 doc: UNEP(OCA)/CAR WG.20/4 11p. IV anexos; 1996.
- Arreglos Institucionales y Aplicación del Programa de Acción Mundial para la Protección del Medio Marino Frente a las Actividades Realizadas en Tierra; propuesta presentada por el PNUMA al 4o. período de sesiones de la Comisión Sobre el Desarrollo Sostenible, Nueva York, abril 18 al 3 de mayo de 1996, 98 p. 1996.
  - Comentarios Explicativos a la Primera Propuesta del Borrador sobre el Protocolo Relativo a la Contaminación Procedente de Actividades Terrestres del Convenio para la Protección y Desarrollo del Medio Marino en la Región del Gran Caribe, documento informativo de la 1a. Reunión de expertos Legales/Técnicos y Políticos para el Desarrollo de un Protocolo Relativo a la Contaminación Procedente de Actividades Terrestres del Convenio para la Protección y Desarrollo del Medio Marino en la Región del Gran Caribe,

- Kingsnton Jamaica, 4-a 17 de junio, Doc UNEP(OCA) CAR WG.20 INF 3, abril 18 de 1996, 12 pp. 1996.
- Informe de la Conferencia Intergubernamental para la Adopción de un Programa de Acción Mundial para la Protección del Medio Marino Frente a las Actividades en Tierra, Documento de la Conferencia Intergubernamental para la Adopción de un Programa de Acción Mundial para la Protección del Medio Marino Frente a las Actividades Realizadas en Tierra, Washington D.C, 23 de Octubre a 3 de noviembre de 1995, Doc: UNEP(OCA)/LBA/IG.2/6 3 de noviembre 94 pp. 1995.
- Programa de Acción Mundial para la Protección del Medio Marino Frente a las Actividades Realizadas en Tierra; documento Conferencia Intergubernamental para la Adopción de un Programa de Acción Mundial para la Protección del Medio Marino Frente a las Actividades Realizadas en Tierra, Washington D. C. 23 de octubre al 3 de noviembre de 1995, doc: UNEP/OCA/LBA/OG.2/7 5 de diciembre de 1995; 60 pp. 1995.
- Report of the Second Meeting of the Conference of the Parties to the Convention on Biological Diversity-Decision II/10: Conservation and Sustainable Use of Marine and Coastal Biological Diversity, Conference of the Parties to the Convention on Biological Diversity, Second Meeting, Jakarta. 6-17 noviembre, 1995 doc: UNEP/CBD/COP/2/19, 30 noviembre, 7 pp. 1995.
- Report of the first Meeting of the Subsidiary Body on Scientific, Technical and Technological Advice, Conference of the Parties to the Convention on Biological Diversity, Second Meeting, Jakarta, 6-17 noviembre 1995 doc: UNEP/CBD/COP/2/5 21 septiembre, 44 p. 1995.
- A Call to Action, Decisions and Ministerial Statement from the Second Meeting on the Conference of the Parties to the Convention on Biological Diversity, Jakarta, Indonesia 6-17 noviembre; 1995; Secretariat on the Convention on Biological Diversity, Suiza, 68 p. 1995.
- Enfoques Apropriados para el Desarrollo de un Protocolo sobre Fuentes Terrestres de Contaminación Marina para la Región del Gran Caribe, documento a la 2a Reunión de Expertos sobre Fuentes de Contaminación Marina en la Región del Gran Caribe, San Juan Pto. Rico, 21 al 25 de marzo de 1994, Doc: UNEP(OCA)/CAR, WG.14/3; 27 de octubre de 1993, 129 pp. V apéndices. 1994.
- Convenio sobre la Diversidad Biológica, Junio de 1992, Pub. Centro de Actividad del Programa para el Derecho e Instituciones Ambientales, 53 pp. 1992.
- 1992; Convenio sobre la Diversidad Biológica pub, Centro de Actividades del Programa para el Derecho e Instituciones Ambientales, junio, 1992; 53p.,
- 1991; Registro de Tratados y Otros Acuerdos Internacionales Relativos al Medio Ambiente, Nairobi, mayo de 1991 UNEP/GC,16/Inf, 277p.
- REX, M.A. 1981, Community structure in deep-sea benthos, En: Annual Review of Ecology and Sytematics (12):331-53.
- SPC/SPEC/ESCAP/UNEP; Radioactivity in the South Pacific, UNEP Regional Seas, Reports and Studies (40):190 pp.1984.
- SHEPHERD J G; Fish Stock Assesment and their data Requirements, 1986; Chapter 2 in: Gulland J A (Ed) Fish Population Dynamics 2a Ed. Jhon Wiley and Sons, New York, N.Y. USA.

- STIRN, J., Manual of Methods on Aquatic Environment Research, Part 8. Ecological Assessment of Pollution Effects (Guidelines for the FAO(GFCM/UNEP Joint Coordinated Project on Pollution in the Mediterranean) FAO. Fisheries Technical Paper (209):70 p. 1981.
- J., Ecological Consequences of Marine Pollution; Rev. Inte. Oceanogra. Med, (24):13-46. 1971.
- TEMPLETON W. L., NAKATANI R. E. y E. E. HELD, Radiation Effects; En: Radioactivity in the Marine Environment, pub. National Academy of Sciences (9):223-39. 1971.
- The World Conservation Union-IUCN; United Nations Environment Programme, UNEP; World Wide Fund for Nature, WWF, 1991; Caring for the Earth. A Strategy for Sustainable Living-Place high priority on preventing marine pollution from land-based sources; Gland, Suiza, octubre, 228 pp. 1991.
- THIEL, 1994; H. Mineral Mining in the Deep Sea: Environmental Consequences and Precautionary Research, Lecture in: II International Conference on Oceanography, Lisboa 14-18 noviembre, Doc IOc/OCEAN/WD/41(cc), 14p.
- 1992a; Deep-sea mining - a challenge for marine scientists, in: Manama R (Ed) The Mining Outlook Vol 2, XV Congreso Mundial de Minería, Madrid, España 25-29 de mayo, 1992 TIASSA Madrid: 1321-30.
- 1992b; From MESEDA to DISCOL; a new approach to deep-sea mining risk assessment, en: Marine Mining (10):369-86.
- THORNE-MILLER B. y J. CATENA; The Living Ocean: understanding and protecting marine biodiversity, The Oceanic Society of Friends of the Earth, U.S. Washington D C, Island Press critical issues series No. 4; 180 pp. 1984.
- The Living Ocean; 1991 Understanding and Protecting Marine Biodiversity, The Oceanic Society of Friends of the Earth, U.S. Island Press, Washington D C. Covello Ca.; 180p.
- 1991, The Living Ocean. Understanding and Protecting Marine Biodiversity pub The Oceanic Society of Friends of the Earths U.S, Island Press, Washington, 180p.
- TOPPING G; Sewage sludge dumping in Scottish Waters: Current Practices and Future Outlook; Official Journal of the Institute of Public Health Engineering; Vol, 14 (6), 49-51. 1984.
- G., Sewage and the Sea, En: Marine Pollution, Johnston R (ed), Academic Press, London, (4):304-50. 1976.
- PNUMA 1995a; A Call to Action: Decisions and Ministerial Statement from the Second Meeting of the Conference of the Parties on the Convention on Biological Diversity, Jakarta Indonesia 6-17 de noviembre de 1995 UNEP, 68p.
- 1995b; Report of the First Meeting of the Subsidiary Body on Scientific, Technical and Technological Advice, Conference of the Parties to the Convention on Biological Diversity, 2nd., Meeting Jakarta 6-17 november Doc. UNEP/CBD/COP/2/5, 21 de septiembre, 44p.
- Register of International Treaties and other Agreements in the field of the Environment, UNEP/GC.15 Inf 2, Nairobi, mayo de 1989; 250 pp. 1989.
- UNCED; Some reflections on Scientific Research on Marine Issues, United Nations Conference on Environment and Development, Research Paper 11, julio de 1991, 1991.

- U.S. Department of Interior, Federal Water Pollution Control Administration, 1968; Facsimile of Section III, Fish, other aquatic Life and Wildlife of Report of the Committee on Water Quality Criteria, FAO, Fish. Tech. Pap, (94):83 p. 1968.
- VAULOT D., La biodiversidad marina a escala de micras, En: La Biodiversidad ven Primer Línea, Panorama BICM Unesco, Boll. Inter. de Ciencias del Mar, No, 75/76, 2o Semestre de 1995, 10p. 1995.
- WRI/UICN/PNUMA, 1992; Estrategia Global para la Biodiversidad - Pautas de Acción para Salvar, Estudiar y Usar en Forma Sostenible y Equitativa la Riqueza Biótica de la Tierra.
- WOOD J. M. y E. D. GOLDBERG, Impact of Metal on the Biosphere, En: Stum W. (ed): Global Chemical Cycle and their Alteration by Man, Dahlem Konferenzen, Physical and Chemical Sciences Research Report 21, Berlin; 347 pp. 1977.

