

NACIONES UNIDAS
NUEVA YORK

ORGANIZACION DE
LAS NACIONES UNIDAS
PARA LA AGRICULTURA
Y LA ALIMENTACION
ROMA

ORGANIZACION DE
LAS NACIONES UNIDAS
PARA LA EDUCACION,
LA CIENCIA Y LA CULTURA
PARIS

ORGANIZACION MUNDIAL
DE LA SALUD
GINEBRA

ORGANIZACION
METEOROLOGICA
MUNDIAL
GINEBRA

ORGANIZACION
CONSULTIVA MARITIMA
INTERGUBERNAMENTAL
LONDRES

ORGANISMO
INTERNACIONAL
DE ENERGIA ATOMICA
VIENA



**GRUPO MIXTO DE EXPERTOS OCMI/FAO/UNESCO/OMM/OMS/OIEA/
NACIONES UNIDAS SOBRE LOS ASPECTOS CIENTIFICOS DE LA
CONTAMINACION DE LAS AGUAS DEL MAR
- GESAMP -**

INFORMES Y ESTUDIOS

No.1

1975

INFORME DEL SEPTIMO PERIODO DE SESIONES

LONDRES, 24 AL 30 DE ABRIL DE 1975

El presente informe, publicado por las Naciones Unidas, es una traducción directa de la versión inglesa publicada por la OCMI.

GESAMP VII/9
21 julio 1975
ESPAÑOL
ORIGINAL: INGLES

GRUPO MIXTO DE EXPERTOS OCMI/FAO/UNESCO/OMM/OMS/OIEA/NACIONES UNIDAS SOBRE
LOS ASPECTOS CIENTIFICOS DE LA CONTAMINACION DE LAS AGUAS DEL MAR (GESAMP)

INFORME DE LA SEPTIMA REUNION

Celebrada en la sede de la OCMI, Londres,
del 24 al 30 de abril de 1975

NOTAS

1. El GESAMP es un órgano asesor compuesto de expertos especializados designados por los organismos patrocinadores (OCMI, FAO, UNESCO, OMM, OMS, OIEA, Naciones Unidas). Su principal tarea consiste en proporcionar asesoramiento científico sobre los problemas de la contaminación de las aguas del mar a los organismos patrocinadores y a la Comisión Oceanográfica Intergubernamental (COI).
2. Este informe puede obtenerse en español, francés, inglés y ruso de cualquiera de los organismos patrocinadores.
3. El informe contiene opiniones expresadas por expertos a título personal, que pueden no coincidir con los puntos de vista de los organismos patrocinadores.
4. Cualquiera de los organismos patrocinadores podrá conceder autorización para la reproducción total o parcial del presente informe en otras publicaciones, a condición de que se indique la fuente del pasaje y la circunstancia mencionada en el párrafo 3 precedente.

Cita bibliográfica

Grupo Mixto de Expertos OCMI/FAO/UNESCO/OMM/OMS/OIEA/Naciones Unidas sobre los Aspectos Científicos de la Contaminación de las Aguas del Mar (GESAMP) - Informe de la séptima reunión, Londres, 24 a 30 de abril de 1975.

INDICE

	<u>Página</u>
APERTURA DE LA REUNION	1
SUSTANCIAS PERJUDICIALES EN EL MEDIO MARINO.	1
BASES CIENTIFICAS PARA LA ELIMINACION DE DESECHOS EN EL MAR POR VERTIMIENTO.	6
EFFECTOS DEL PETROLEO SOBRE EL MEDIO MARINO	6
BASES CIENTIFICAS PARA LA DETERMINACION DE CONCENTRACIONES Y EFECTOS DE LOS CONTAMINANTES MARINOS	7
INTERCAMBIO DE CONTAMINANTES ENTRE LA ATMOSFERA Y LOS OCEANOS.	9
PRINCIPIOS PARA ELABORAR CRITERIOS DE CALIDAD PARA LAS AGUAS COSTERAS.	10
ASPECTOS CIENTIFICOS DE LA CONTAMINACION CAUSADA POR LA EXPLORACION Y EXPLORACION DE LOS FONDOS MARINOS.	10
OTROS ASUNTOS	12
Apoyo del PNUMA	12
Registro mundial de los ríos que desembocan en los océanos.	12
Proyecto experimental del SGIEO para la vigilancia (petróleo)	13
FUTURO PROGRAMA DE TRABAJO	13
FECHA Y LUGAR DE LA PROXIMA REUNION.	14
ELECCION DE PRESIDENTE Y VICEPRESIDENTE PARA EL PROXIMO PERIODO ENTRE REUNIONES Y PARA LA OCTAVA REUNION	14
EXAMEN Y APROBACION DEL INFORME.	14
ANEXOS	
ANEXO I - Programa	15
ANEXO II - Lista de documentos	16
ANEXO III - Lista de participantes	18
ANEXO IV - Evaluación de la peligrosidad de las sustancias perjudiciales en el medio marino	24

INDICE (continuación)

	<u>Página</u>
ANEXO V - Informe sobre la segunda reunión del Grupo de Trabajo del GESAMP encargado de estudiar las bases científicas para la eliminación de desechos en el mar	29
ANEXO VI - Efectos del petróleo sobre el medio marino	64
ANEXO VII - Informe del Grupo de Trabajo del GESAMP encargado de estudiar las bases científicas para la determinación de concentraciones y efectos de los contaminantes marinos	70
ANEXO VIII - Informe del Grupo de Trabajo del GESAMP sobre los principios para elaborar criterios de calidad para las aguas costeras	90
ANEXO IX - Primer informe del Grupo de Trabajo del GESAMP encargado de estudiar los aspectos científicos de la contaminación causada por la exploración y explotación de los fondos marinos	116

ABREVIATURAS

AAPG	Asociación de Geólogos del Patrónleo de los Estados Unidos
ACOMR (OMM)	Comité Asesor sobre Investigaciones Meteorológicas Oceánicas
AICFO (UIGG)	Asociación Internacional de Ciencias Físicas del Océano
ASFIS	Sistema de Información sobre Ciencias Acuáticas y Pesca
CAEPC (FAO)	Comisión Asesora Europea sobre Pesca Continental
CAIRM (FAO)	Comité Asesor sobre Investigaciones de los Recursos Marinos
CARPAS	Comisión Asesora Regional de Pesca del Atlántico Suroeste
CCIA (CIUC)	Comité Científico de Investigaciones Antárticas
CCIO (CIUC)	Comité Científico de Investigaciones Oceánicas
CCOP (EA)	Comité de Coordinación de la Prospección Conjunta de Recursos Minerales frente a las Costas de Asia
CCOP-SOPAC	Comité de Coordinación de la Prospección Conjunta de Recursos Minerales frente a las Costas del Pacífico Sur
CGM (UICG)	Comisión de Geología Marina
CGPM (FAO)	Consejo General de Pesca del Mediterráneo
CICAR	Investigaciones Cooperativas en el Mar Caribe y Regiones Adyacentes
CIEM	Consejo Internacional para la Exploración del Mar
CIEMM	Comisión Internacional para la Exploración Científica del Mar Mediterráneo
CIM	Investigaciones Cooperativas en el Mediterráneo
CINCWIO	Investigación Cooperativa en las Zonas Norte y Central del Océano Indico Occidental
CIPNA	Comisión Internacional de Pesca del Noroeste del Atlántico
CIUC	Consejo Internacional de Uniones Científicas
CMM (OMM)	Comisión de Meteorología Marina
COFI (FAO)	Comité de Pesca

COI	Comisión Oceanográfica Intergubernamental
CPMM (OCMI)	Comité de Protección del Medio Marino
CSK	Estudio Cooperativo del Kurosivo y Regiones Adyacentes
ECOR	Comité de Ingeniería de los Recursos Oceánicos
EPA	Dirección Federal de Protección del Medio (EE.UU.)
FAO	Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación
GEBCO	Mapa Batimétrico General de los Océanos
GELTSPAP	Grupo de Expertos en Política Científica y Planeamiento a Largo Plazo de la COI
GEMS	Sistema Mundial de Vigilancia del Medio
GIC	Grupos Internacionales de Coordinación
GIPME	Investigación Global de la Contaminación en el Medio Marino
IABO (UICB)	Asociación Internacional de Oceanografía Biológica
IAWPR	Asociación Internacional de Investigación sobre la Contaminación del Agua
ICITA	Investigación Internacional Cooperativa del Atlántico Tropical
ICSPRO	Comité Interinstitucional de Programas Científicos relacionados con la Oceanografía
IDOE	Decenio Internacional de Exploración Oceánica
IIOE	Expedición Internacional al Océano Indico
IODE	Grupo de Trabajo de la COI sobre Intercambio Internacional de Datos Oceanográficos
IOFC	Comisión de Pesca del Océano Indico (de la FAO)
IPFC	Consejo de Pesca del Indo-Pacífico (de la FAO)
IPLAN	Grupo Mixto de Planeamiento (COI-OMM) del SGIEO
IRES	Grupo de Expertos de la COI en Investigaciones Oceanográficas relacionadas con el SGIEO
ITECH (COI-OMM)	Grupo Mixto de Expertos en Diseño y Desarrollo de Sistemas Técnicos y Necesidades de Servicios del SGIEO

MAOA	Grupo del Comité Ejecutivo de la OMM sobre los Aspectos Meteorológicos de los Asuntos Oceánicos
MEDI	Sistema de Datos e Informaciones del Medio Marítimo
NAT	Grupo Mixto de Coordinación COI-CIEM-CIPNA para el Atlántico Norte
NOAA	Administración Nacional del Océano y la Atmósfera (EE.UU.)
NU	Naciones Unidas
OCDE	Organización de Cooperación y Desarrollo Económicos
OCMI	Organización Consultiva Marítima Intergubernamental
OHI	Organización Hidrográfica Internacional
OIEA	Organismo Internacional de Energía Atómica
OMM	Organización Meteorológica Mundial
OMS	Organización Mundial de la Salud
PBI	Programa Biológico Internacional
PNUMA	Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente
POOL	Grupo Especial de Expertos sobre Contaminación Oceánica de Origen Continental
SADO	Sistema de Adquisición de Datos Oceanográficos
SGIEO	Sistema Global Integrado de Estaciones Oceánicas
SOC	Grupo Internacional de Coordinación para los Océanos Australes
UGI	Unión Geográfica Internacional
UICB (CIUC)	Unión Internacional de Ciencias Biológicas
UIGG (CIUC)	Unión Internacional de Geodesia y Geofísica
UICG (CIUC)	Unión Internacional de Ciencias Geológicas
UNESCO	Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura

GRUPO MIXTO DE EXPERTOS OCMI/FAO/UNESCO/OMM/OMS/OIEA/NACIONES UNIDAS SOBRE
LOS ASPECTOS CIENTIFICOS DE LA CONTAMINACION DE LAS AGUAS DEL MAR

Informe de la séptima reunión

(Sede de la OCMI, Londres, 24 a 30 de abril de 1975)

APERTURA DE LA REUNION

1. El Grupo Mixto de Expertos sobre los Aspectos Científicos de la Contaminación de las Aguas del Mar (GESAMP) celebró su séptima reunión en la sede de la OCMI, en Londres, del 24 al 30 de abril de 1975. El Presidente del Grupo, Dr. G. Berge, declaró abierta la reunión.
2. El Sr. Y. Sasamura, Director de la División del Medio Marino de la OCMI y Secretario Administrativo del GESAMP, dio la bienvenida, en nombre del Secretario General de la OCMI, a los expertos, a los representantes de los organismos patrocinadores y a los observadores de otras organizaciones que asistían a la reunión.
3. En el anexo I del presente documento figura el programa de la séptima reunión, tal como fue aprobado por el Grupo. El anexo II contiene una lista de los documentos examinados por el Grupo en relación con los temas del programa. Este anexo también incluye una lista de monografías de información en las que se resumen las actividades recientes de los organismos patrocinadores relacionadas con la contaminación de las aguas del mar o con las cuestiones que se examinaron.
4. En el anexo III figura una lista de los participantes, que incluye a los expertos, a los representantes de los organismos patrocinadores y a los observadores de otras organizaciones. Debido a circunstancias imprevistas, el Sr. R. Gerard se vio obligado a retirarse de la reunión el 25 de abril de 1975 y fue reemplazado por el Sr. M.J. Cruikshank.

SUSTANCIAS PERJUDICIALES EN EL MEDIO MARINO

a) Estudio de las sustancias perjudiciales

5. El Grupo fue informado de los acontecimientos ocurridos luego de la última reunión sobre el Estudio de las sustancias perjudiciales (GESAMP VI/10/Supp.1), lo cual dio lugar a que se reanudaran las deliberaciones sobre ciertos aspectos del documento. El Presidente dijo que era de lamentar que una decisión convenida por los expertos del GESAMP hubiera sido rechazada más tarde por un organismo, con lo que se había producido un largo retraso en la publicación del informe del GESAMP y una demora continuada en la publicación del Estudio de las sustancias perjudiciales, que ya había sido aprobado.

6. Durante el período transcurrido entre las reuniones se había convenido en que, aunque el Estudio había sido aprobado por el GESAMP en su sexta reunión, a fin de resolver determinadas cuestiones concretas relativas al efecto de los metales en la salud humana esta sección particular del Estudio se volvería a examinar en la actual reunión. La OMS presentó un documento de trabajo como base para este nuevo examen, y se organizó un grupo de trabajo especial para que examinara el nuevo material presentado y emendara los pasajes sobre aspectos de la salud humana que los consultores de la OMS habían considerado inexactos o equívocos durante el período transcurrido entre las reuniones.

7. El grupo de trabajo especial presentó los resultados de sus deliberaciones, que incluían una serie de enmiendas al documento GESAMP VI/10/Supp.1. El Grupo expresó su agradecimiento al grupo de trabajo por haber llegado a una transacción satisfactoria. Se expusieron y estudiaron otros comentarios de carácter detallado y general. Algunas de estas observaciones se incluyeron en las enmiendas y las demás, que eran de carácter más general, se transmitieron al Presidente del Grupo de Trabajo encargado de la evaluación de la peligrosidad de las sustancias perjudiciales en el medio marino para que las volviera a examinar al proseguir la actualización del Estudio. El Grupo aprobó enmiendas al documento GESAMP VI/10/Supp.1 según se indica en el anexo IV, y convino en que el Estudio debía ser publicado por las Naciones Unidas como Estudio del GESAMP lo antes posible, de conformidad con la decisión tomada en la sexta reunión (GESAMP VI/10, párrafo 7).

b) Evaluación de la peligrosidad de las sustancias perjudiciales

8. El Grupo tomó nota de las decisiones adoptadas por el Comité de Protección del Medio Marino (CPMM) de la OCMI en su segunda reunión (18 a 22 de noviembre de 1974) con respecto a los arreglos para proseguir la tarea de evaluar la peligrosidad de las sustancias perjudiciales transportadas por vía marítima. En especial, tras tomar nota de la creación y del mandato del Grupo de Trabajo encargado de la evaluación de la peligrosidad de las sustancias perjudiciales en el medio marino, el Comité convino en que la principal función del Grupo debía ser la de evaluar la información recibida de distintas fuentes e informar a la OCMI acerca de los datos concretos con los que sería conveniente contar para evaluar las sustancias de conformidad con los criterios establecidos (GESAMP IV/19/Supp.1).

9. El Grupo tomó nota del informe, presentado por el Presidente (Dr. Jeffery), de la primera reunión del Grupo de Trabajo encargado de la evaluación de la peligrosidad de las sustancias perjudiciales en el medio marino (GESAMP VII/2/1), que se celebró en la sede de la OCMI el 14 y 15 de noviembre de 1974, y lo aprobó. Como una de sus principales tareas, el grupo de trabajo había preparado información para la OCMI acerca de la evaluación de la peligrosidad de las sustancias que se había pensado incluir en el Anexo al Protocolo referente a la intervención en alta mar en casos de contaminación de las aguas del mar por sustancias distintas del petróleo. El Grupo Mixto aprobó las medidas tomadas por el grupo de trabajo, incluidas ciertas opiniones expresadas por éste con respecto al método de determinar las sustancias que habían de incluirse en el Anexo al Protocolo. Se observó que toda esta información había sido tenida en cuenta por el CPMM, que había expresado su agradecimiento a todos los interesados por haber completado la lista en el plazo previsto (hasta el 30 de noviembre de 1974).

/...

10. Se informó también al Grupo de la labor que estaba realizando el Subcomité de Transporte de Mercancías Peligrosas de la OCMI con miras a elaborar medidas para la prevención de la contaminación por sustancias peligrosas transportadas por vía marítima en forma embalada o en contenedores de carga, tanques portátiles o vagones tanque para el transporte por carretera y ferrocarril. El Grupo observó que, en su 23º período de sesiones (del 17 al 21 de junio de 1974), el Subcomité había pedido asesoramiento al GESAMP con respecto a la viabilidad de determinar ciertas cantidades de contaminantes por debajo de las cuales se consideraría innecesario aplicar medidas de prevención de contaminación, y los criterios básicos u otros factores limitativos que deberían examinarse, si se optase por ese proceder.

11. El Grupo convino en que esta investigación entraba dentro del mandato del Grupo de Trabajo encargado de la evaluación de la peligrosidad de las sustancias perjudiciales en el medio marino, que en su primera reunión había sugerido un posible criterio para abordar el problema. El Subcomité de la OCMI había tomado nota de esta información en su 24º período de sesiones (28 de enero a 4 de febrero de 1975), oportunidad en que había pedido al GESAMP que siguiera estudiando el problema y que calculara las cantidades críticas correspondientes a las sustancias enumeradas en el documento GESAMP IV/19/Suppl.1 con respecto a las cuales se podían obtener fácilmente los datos pertinentes. El Grupo convino en que el grupo de trabajo debía seguir desarrollando este criterio para enfocar el problema, incluido el cálculo de las cantidades críticas de varias sustancias, a fin de ilustrar la utilización de dicho criterio. Esta tarea debe emprenderse en contacto con el Subcomité de la OCMI o el CPMM, o ambos, de manera que se puedan tener en cuenta, según proceda, las opiniones expresadas por esos órganos.

12. En su sexta reunión, el GESAMP había observado que, en lo referente a muchas sustancias, se requerían tiempo y recursos considerables para producir los datos fidedignos necesarios para evaluar la peligrosidad de las sustancias de conformidad con los criterios establecidos (GESAMP IV/19/Suppl.1). Esta dificultad era particularmente evidente cuando se precisaban trabajos de laboratorio para evaluar factores tales como los efectos de la toxicidad sobre los organismos marinos. En esa ocasión, el GESAMP había observado también que en la Conferencia de 1973 se había invitado a los gobiernos a proseguir los estudios sobre la peligrosidad de las sustancias perjudiciales para el medio ambiente y a proporcionar a la OCMI la información de que dispusieran, y había sugerido que era muy posible que el procedimiento más eficaz para obtener los datos necesarios fuera utilizar a expertos o consultores gubernamentales.

13. Se indicó que el CPMM había invitado expresamente a los gobiernos a proporcionar datos con respecto a las sustancias transportadas por vía marítima y había señalado a su atención la resolución 14 de la Conferencia de 1973. No obstante, se señaló también que incluso a la fecha de la séptima reunión del GESAMP, ningún gobierno miembro había proporcionado a la OCMI datos que le permitieran proseguir estos trabajos.

14. El Grupo expresó su preocupación porque la labor de evaluación de la peligrosidad de las sustancias perjudiciales transportadas por vía marítima avanzaba con tanta lentitud, y se tiene entendido que algunos gobiernos miembros de la OCMI han expresado la misma preocupación. El Grupo consideró que estas críticas se derivaban de la falta de datos, y que ni el grupo de trabajo del GESAMP ni ningún otro órgano que estudiara la peligrosidad de las sustancias transportadas por vía marítima podía progresar - ni cabía esperar que lo hiciera - hasta que se hubieran obtenido los datos necesarios de los archivos gubernamentales o emprendido los necesarios trabajos experimentales adicionales.

15. El Grupo siguió examinando el problema de la forma en que se podrían emprender esos trabajos experimentales y llegó a la conclusión de que había dos procedimientos posibles para hacerlo, a saber, que un órgano internacional como la OCMI encargara directamente tales trabajos a un laboratorio o laboratorios marinos, o que los gobiernos miembros de la OCMI los encargaran directamente a un laboratorio o laboratorios marinos capaces de realizar el trabajo de conformidad con las prácticas científicas aceptadas en esta esfera.

16. Se consideró que antes de que se encargara ese trabajo, el grupo de trabajo debía examinar la lista de sustancias con respecto a las cuales se necesitaban datos, a fin de determinar si se podrían asignar prioridades a determinadas sustancias o grupos de sustancias. El grupo de trabajo también debía tratar de agrupar las sustancias con respecto a las cuales se precisan datos para facilitar los trabajos experimentales necesarios.

17. Se señaló también que se estaba tropezando con dificultades para identificar químicamente varias sustancias que se sabe se transportan a granel por vía marítima y que sólo se conocen por sus nombres comerciales. Se convino en que la lista de estas sustancias debía transmitirse a la OCMI, con miras a recabar la asistencia de los gobiernos miembros para resolver esta dificultad. El grupo de trabajo también debía proseguir sus esfuerzos por identificar estas sustancias.

18. El Grupo Mixto sugirió que la OCMI enviara una circular a los gobiernos en que se solicitara:

a) La identificación de los materiales comerciales incluidos en una lista que proporcionaría el grupo de trabajo;

b) Datos relativos a la toxicidad de sustancias cuya peligrosidad el grupo de trabajo ha tratado de determinar, sin que le haya sido posible obtener datos sobre su toxicidad y otros;

c) Cualquier dato nuevo de que se dispusiera con respecto a los materiales que ya han sido evaluados, a fin de que se puedan hacer revisiones en caso necesario.

19. El Grupo observó que uno de los motivos por los cuales las anteriores solicitudes de datos relativos a la toxicidad habían quedado sin respuesta podía ser que las circulares enviadas por la OCMI no habían llegado a los departamentos

pertinentes de los gobiernos interesados. Recalcó la importancia de que en el futuro se procurara que esas solicitudes se transmitieran a las autoridades que más probabilidades tuvieran de disponer de la información necesaria, es decir, las autoridades sanitarias, los departamentos de pesca, etc.

20. Además, el Grupo señaló que la mejor fuente de información en lo relativo a la identificación de materiales comerciales probablemente serían los fabricantes de las sustancias de que se trataba. Por consiguiente, el Grupo recomendó que la OCMI estudiara posibles medios de obtener la información necesaria de esas fuentes.

21. Se propuso que se fijara un plazo para el recibo de esta información, y se sugirió que éste fuera el intervalo de 3 a 4 meses entre los períodos de sesiones tercero y cuarto del CPMM. Al cabo de este plazo, el grupo de trabajo del GESAMP pediría que se enviara a los gobiernos miembros otra circular en que se les solicitara que encargaran la realización de trabajos fundamentales en relación con aquellas sustancias con respecto a las cuales no se habían podido obtener datos. En términos ideales, el grupo de trabajo debía realizar esta labor y completar las evaluaciones para la primavera de 1976, antes del quinto período de sesiones del CPMM y de la celebración del Simposio Técnico de la OCMI en México. De ser preciso, el grupo de trabajo estaría preparado para dar asesoramiento con respecto a la forma en que se podrían obtener estos datos fundamentales.

22. En el pasado y en la actualidad, el GESAMP ha tratado no sólo de evaluar sino también de obtener datos apropiados para determinar perfiles de peligrosidad. La OCMI o los gobiernos, o ambos deben ahora reforzar estas actividades a medida que los datos se hacen más escasos y, en muchos casos, inexistentes. Si se van a utilizar con la máxima eficacia los limitados recursos del GESAMP, es preciso que la OCMI, los gobiernos y el GESAMP cooperen para lograr que se satisfagan las necesidades de la OCMI en lo tocante a determinar de manera adecuada y amplia los perfiles de peligrosidad de las sustancias nocivas transportadas por vía marítima.

23. Con respecto a su función a largo plazo en la evaluación de los perfiles de peligrosidad de las sustancias perjudiciales, el Grupo reafirmó que la principal función del grupo de trabajo consistía en evaluar la información recibida de la OCMI y de fuentes gubernamentales y de otra índole y asesorar a la OCMI en cuanto a los datos concretos de que convendría disponer para evaluar la peligrosidad ambiental de cada una de las sustancias de conformidad con los criterios establecidos del GESAMP.

24. A fin de acelerar las medidas para obtener los datos requeridos, se acordó pedir a la OCMI que hiciera los arreglos necesarios para la pronta distribución a los gobiernos miembros de estos comentarios del Grupo, a fin de señalar a la atención de los gobiernos miembros la urgencia con que el Grupo veía este problema, y notificarles antes del tercer período de sesiones del CPMM sobre la necesidad de que se emprendan trabajos experimentales.

BASES CIENTIFICAS PARA LA ELIMINACION DE DESECHOS EN EL MAR POR VERTIMIENTO

25. El Grupo de Trabajo encargado de estudiar las bases científicas para la eliminación de desechos en el mar presentó su informe definitivo, que fue preparado en su segunda reunión, celebrada del 5 al 11 de octubre de 1974 en la Oficina Regional de la OMS para Europa, en Copenhague.

26. El Presidente del grupo de trabajo, Dr. Kullenberg, hizo la presentación del documento e informó al Grupo Mixto que tanto las deliberaciones sobre el informe preliminar del grupo de trabajo, que se celebraron en la sexta reunión del GESAMP, como las observaciones escritas recibidas de un número selecto de científicos de diversas disciplinas, fueron consideradas por el grupo de trabajo para la preparación del informe definitivo.

27. El Presidente señaló asimismo que el grupo de trabajo había reexaminado el título de su informe a la luz de las deliberaciones de la sexta reunión del GESAMP y había convenido en que debía ser "Criterios científicos para la selección de lugares para el vertimiento de desechos en el mar". Se opinó que esto indicaría con mayor claridad que el título actual del grupo de trabajo que su tarea principal era examinar los factores que deben considerarse en la selección de lugares antes de expedir un permiso para la eliminación de desechos en el mar.

28. El Grupo Mixto felicitó al Dr. Kullenberg y al grupo de trabajo por su esmerado y útil informe, especialmente con referencia a la aplicación de los Convenios de Londres y de Oslo sobre el vertimiento en el mar. Después de aprobar varias enmiendas, el Grupo convino en que, además de ser incluido como anexo en el informe de la presente reunión (anexo V), el informe del grupo de trabajo también debía ser publicado separadamente por la FAO como un estudio del GESAMP. El Grupo pidió al Secretario Administrativo que pusiese ejemplares del informe a disposición de los depositarios de los Convenios de Londres, Oslo y el Báltico.

EFFECTOS DEL PETROLEO SOBRE EL MEDIO MARINO

29. El Grupo de Trabajo encargado de estudiar los efectos del petróleo sobre el medio marino celebró su primera reunión del 28 de octubre al 1.º de noviembre de 1974 en la sede de la FAO en Roma, y su informe fue presentado por su Presidente, Dr. Thompson. Como parte de su programa de trabajo, aprobado en la sexta reunión del GESAMP (GESAMP VI/10, anexo IV), y como base para el examen de temas de interés concreto, se presentaron al grupo de trabajo varios documentos de trabajo (véase el anexo VI).

30. Se informó al Grupo Mixto que, después de un examen detallado de los documentos de trabajo, el grupo de trabajo había convenido en general con su contenido sustantivo y había decidido preparar un formato común para su presentación en el informe definitivo. En el anexo VI figura un resumen del informe del grupo de trabajo.

31. El Grupo Mixto consideró el contenido propuesto del informe y los esquemas detallados de los diversos capítulos presentados por el grupo de trabajo en el documento GESAMP VII/4. Se hicieron varias propuestas de enmiendas o cambios que el grupo de trabajo tendrá en cuenta en su segunda reunión, que ha de celebrarse en Roma en septiembre de 1975.

32. Algunos miembros del Grupo Mixto expresaron preocupación por el amplio alcance del documento y, en particular, por la importancia relativa de los diversos temas. Sin embargo, el Grupo opinó, especialmente habida cuenta de la necesidad de prestar asesoramiento a los gobiernos de países en desarrollo, que el programa de trabajo del grupo de trabajo no debía necesariamente modificarse. El Presidente del grupo de trabajo tomó nota de los demás comentarios formulados por los miembros, para que se tuviesen en cuenta en los nuevos trabajos que han de realizarse sobre este tema. Respecto de la producción de petróleo frente a las costas y su distribución, debía prestarse atención especial a los documentos preparados por el Grupo de Trabajo encargado de estudiar los aspectos científicos de la contaminación causada por la exploración y explotación de los fondos marinos. El grupo de trabajo debía volver a examinar la lista de temas en su próxima reunión.

33. Se informó al Grupo Mixto que, debido a otras obligaciones, dos de los miembros del grupo de trabajo (el Profesor Johannes y el Dr. Erhardt) se habían visto obligados a renunciar. Además, el Dr. Okubo, que había sido propuesto como miembro del grupo de trabajo, no había podido aceptar esta invitación. El Grupo Mixto sugirió con insistencia que, al reemplazar a estos miembros del grupo de trabajo, se incluyese entre sus integrantes a un biólogo marino (ecólogo).

BASES CIENTIFICAS PARA LA DETERMINACION DE CONCENTRACIONES Y EFECTOS DE LOS CONTAMINANTES MARINOS

34. El informe del Grupo de Trabajo encargado de estudiar las bases científicas para la determinación de concentraciones y efectos de los contaminantes marinos, que se reunió en Dubrovnik, Yugoslavia (del 14 al 18 de octubre de 1974), fue presentado al Grupo Mixto por el Presidente (Dr. Goldberg) para su examen y aprobación. El Grupo Mixto opinó que el informe debía incluir un preámbulo en que se expusiesen los antecedentes y el propósito. Estos fueron indicados al plenario por el Secretario Técnico del GESAMP por la UNESCO: el informe está destinado a suministrar orientación a la COI y a la OMM para el desarrollo del Proyecto experimental conjunto COI/OMM/SGIEO sobre vigilancia de la contaminación marina, y al Grupo Internacional de Coordinación (GIC) de la COI para la Investigación Global de la Contaminación en el Medio Marino (GIPME) a fin de permitirle establecer las necesidades de investigación para incluirlas en su plan amplio. Se mencionó asimismo que el Sistema Mundial de Vigilancia del Medio (GEMS) podría beneficiarse del informe.

35. El Grupo consideró que el título del informe no reflejaba el contenido con exactitud, y que había cierta falta de coherencia entre las dos secciones principales sobre los niveles y los efectos de la introducción. El informe se limitaba a definir un sistema de vigilancia de la contaminación marina en el océano abierto global.

36. El Grupo destacó la necesidad de establecer claramente por qué se precisaba un sistema global. Algunas razones mencionadas durante el debate fueron: la necesidad de conocer los niveles de base y cualquier acumulación de posibles contaminantes; las consecuencias de daños no detectados pero irreversibles al océano abierto; la función del océano abierto para comprender la dinámica de la contaminación marina en cualquier parte del mar.

37. Se señaló que un sistema mundial de vigilancia tenía dos aspectos:

- i) científico
- ii) organizacional

y que el informe que el Grupo tenía ante sí en realidad se ocupaba solamente del aspecto i). El aspecto organizacional consistía en la conexión que había de establecerse entre un sistema en el océano abierto y los sistemas nacionales y regionales.

38. El Grupo opinó que en el informe se daba una amplia gama de significados a la palabra vigilancia: desde mediciones relacionadas con la evaluación de un riesgo concreto hasta mediciones simplemente repetitivas. Se opinó que la propuesta de que el sistema midiese los niveles actuales y las tendencias temporales requería un examen adicional, desde los puntos de vista tanto organizacional como económico.

39. La elección de los contaminantes que habían de ser vigilados se basaba en una amenaza clara y definible; se expresaron algunas dudas en cuanto a si estos criterios habían sido firmemente establecidos para cada uno de los grupos de contaminantes elegidos, especialmente los desperdicios. El informe indicaba algunas dificultades para medir la contaminación por algunos de los contaminantes propuestos, los desperdicios y el petróleo, por ejemplo; se señaló que eran necesarias mediciones adecuadas para definir la amenaza, de manera que el informe en cierta medida se contradecía a sí mismo. Sin embargo, el Presidente del grupo de trabajo mencionó varios ejemplos de estas amenazas.

40. El Grupo creía que los modelos de balance de masas en los que se basaba el sistema de vigilancia propuesto debían estar relacionados con las escalas cronológicas correspondientes en las diversas zonas del océano (por ejemplo, capa mezclada superior, aguas profundas).

41. Se formularon varias otras objeciones o preguntas técnicas y científicas, y éstas, así como los comentarios esbozados anteriormente, se tomaron en cuenta en la revisión del informe que realizó un grupo de redacción especial designado durante la reunión. Algunos miembros del Grupo opinaron que el informe se beneficiaría con la inclusión de referencias clave, pero se destacó que a este respecto no debía establecerse ninguna norma rígida para los informes de los grupos de trabajo del GESAMP. El Grupo examinó el informe revisado y lo aprobó en la forma en que aparece en el anexo VI.

INTERCAMBIO DE CONTAMINANTES ENTRE LA ATMOSFERA Y LOS OCEANOS

42. Se informó al Grupo que el Comité Ejecutivo de la OMM, en su 26^o período de sesiones, había hecho suya la propuesta del GESAMP, formulada en su sexta reunión, sobre la creación de un grupo ad hoc encargado de estudiar el intercambio de contaminantes entre la atmósfera y los océanos. Este grupo ad hoc estaba compuesto de dos expertos meteorológicos y dos oceanógrafos designados por la OMM y la COI, respectivamente. Se consideró que esa composición era satisfactoria en esta etapa. Cuando el GESAMP estableciese un grupo de trabajo sobre la materia, sería conveniente disponer una representación de expertos más amplia.

43. Se han examinado los siguientes temas que el grupo ad hoc podría considerar al determinar el alcance de sus estudios:

- 1) Selección de contaminantes del aire que pueden entrar en los océanos en cantidades importantes en escala regional y global;
- 2) Evaluación preliminar del presupuesto de contaminantes seleccionados;
- 3) Selección de contaminantes de origen oceánico que pueden entrar en la atmósfera en cantidades importantes en escala regional y global;
- 4) Ciclo vital en la atmósfera de contaminantes de origen oceánico. Se debe prestar especial atención al destino de la contaminación expuesta a efectos tales como radiaciones ultravioletas;
- 5) Selección de contaminantes oceánicos que podrían afectar directa o indirectamente a los procesos atmosféricos sobre los océanos;
- 6) Estudio de los métodos de medición de que se dispone actualmente y los adelantos proyectados en relación con la medición de determinados contaminantes en la atmósfera y en los océanos en escala global;
- 7) Factores meteorológicos y oceanográficos que rigen el transporte de contaminantes de la tierra al mar; arrastre y precipitación de contaminantes;
- 8) Mecanismo que rigen el intercambio de contaminantes entre la atmósfera y los océanos en la interfaz y su posible descripción matemática;
- 9) Mecanismos que rigen el transporte atmosférico de contaminantes marinos en escala regional y global y su posible descripción matemática;
- 10) Elaboración de directrices para un programa de vigilancia del transporte atmosférico de contaminantes de la tierra al mar.

44. El Grupo opinó que, pese a las restricciones impuestas por el estado actual de la metodología, el futuro grupo de trabajo debía considerar la descomposición de materiales orgánicos en la atmósfera sobre el océano.

45. Al examinar esta cuestión, el Grupo señaló la importancia del problema del intercambio de contaminantes, así como su complejidad y las dificultades conexas. Se consideró que era esencial una cuidadosa identificación de los contaminantes de origen terrestre que entraban en el océano a través de la atmósfera. La atmósfera es también una vía principal para los contaminantes que entran en el mar en escala regional y local.

46. Se convino en que debía pedirse a la OMM que mantuviese el actual grupo de trabajo ad hoc encargado de estudiar el intercambio de contaminantes durante el próximo período entre reuniones. La tarea principal del grupo, en esta etapa, sería establecer el alcance de los estudios y preparar un documento de trabajo en el que se esbozase y resumiese el contenido de los estudios. Este documento de trabajo debe ser presentado en la próxima reunión del GESAMP.

PRINCIPIOS PARA ELABORAR CRITERIOS DE CALIDAD PARA LAS AGUAS COSTERAS

47. El Grupo de Trabajo sobre los principios para elaborar criterios de calidad para las aguas costeras, que fue creado en la quinta reunión del GESAMP, celebró su primera reunión del 25 al 29 de noviembre de 1974 en la sede de la FAO, en Roma. Se presentó un informe a esta reunión del Grupo Mixto para su examen (GESAMP VII/7).

48. El Presidente del Grupo de Trabajo, Dr. Waldichuk, hizo la presentación del documento y señaló que el informe se basaba en las deliberaciones de un grupo de trabajo ad hoc en la quinta reunión del Grupo Mixto (GESAMP V/10, anexo VI) y los debates celebrados en la sexta reunión (GESAMP VI/10, párrafos 50 a 52). Destacó que este informe de la primera reunión era de carácter preliminar (véase el anexo VIII).

49. El grupo examinó extensamente el informe, tomando nota de su carácter preliminar, e hizo varias observaciones que fueron agradecidas por el Presidente del grupo de trabajo. El Presidente aseguró al Grupo Mixto que estos comentarios se tendrían debidamente en cuenta cuando el grupo de trabajo se reuniese para su segunda reunión en octubre de 1975 con miras a finalizar su informe para la aprobación en la octava reunión del GESAMP.

50. El Secretario Técnico por la OMS, a solicitud del Secretario Especial para el Medio Ambiente (Ministerio del Interior del Estado de Guanabara, Brasil), señaló a la atención de los participantes la nueva legislación promulgada en el Estado de Guanabara en relación con la calidad del agua requerida para baños de mar en ese Estado.

ASPECTOS CIENTIFICOS DE LA CONTAMINACION CAUSADA POR LA EXPLORACION Y EXPLOTACION DE LOS FONDOS MARINOS

51. El Grupo de Trabajo encargado de estudiar los aspectos científicos de la contaminación causada por la exploración y explotación de los fondos marinos, que había sido constituido en la sexta reunión del Grupo, fue presidido por el Dr. Cole, quien

presentó los resultados de dos reuniones celebradas en el período entre las reuniones del GESAMP en forma de un informe con tres apéndices. Se examinaron las atribuciones y se recordó al grupo que éste era un primer informe y todavía quedaba mucho trabajo por hacer.

52. Los temas prioritarios en las atribuciones: petróleo, nódulos de manganeso, dragado y construcción frente a la costa, habían sido seleccionados en parte con la intención de presentar un informe aprobado a la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Derecho del Mar. Al cambiarse las fechas de esta Conferencia, buena parte de la presión para aprobar un informe sobre determinados temas prioritarios había desaparecido.

53. Los aspectos de la tarea del grupo de trabajo relacionados con el petróleo habían conducido a alguna duplicación de competencia con el grupo de trabajo encargado de estudiar los efectos del petróleo sobre el medio marino. Se adoptaron medidas durante el período entre reuniones para evitar una innecesaria duplicación de esfuerzos y limitar estrictamente las tareas de este grupo de trabajo en relación con el petróleo a una evaluación de los peligros de contaminación derivados directamente de la exploración y explotación frente a la costa.

54. Como consecuencia del cambio en la necesidad de enviar el informe a la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Derecho del Mar, y habida cuenta de que el grupo de trabajo encargado de estudiar los efectos del petróleo sobre el medio marino presentaría un informe definitivo en la próxima reunión del GESAMP, el Presidente del grupo de trabajo sugirió, y el Grupo Mixto convino en ello, que ni las conclusiones ni el apéndice sobre el petróleo se examinasen en la actual reunión. El Grupo convino asimismo en que las conclusiones sobre las consecuencias de la contaminación causada por la exploración y explotación de petróleo en los fondos marinos presentadas por el grupo de trabajo, junto con el apéndice, se remitiesen al grupo de trabajo encargado de estudiar los efectos del petróleo sobre el medio marino para que las sometiera a un examen detenido durante el período entre reuniones y se examinasen exhaustivamente en la próxima reunión del GESAMP.

55. Se decidió, sin embargo, que algunas cuestiones relacionadas con la explotación del petróleo, pero no incluidas en las atribuciones del otro grupo de trabajo (tales como las medidas de prevención y vigilancia y los efectos de los materiales de producción, como, por ejemplo, lodos de perforación y materiales de intercambio térmico), serían extraídas del documento sobre el petróleo y consideradas en futuros trabajos con referencia a actividades de perforación en general (véase también el párrafo 32 supra).

56. Varios temas que se plantearon en las deliberaciones plenarios y que requerían atención adicional del grupo de trabajo fueron aceptados en nombre de éste por su Presidente. Esos temas se agregarán al programa de trabajo y se informará sobre ellos en la próxima reunión del GESAMP.

57. El primer informe del grupo de trabajo, que contiene secciones principales sobre la extracción de nódulos de manganeso y la dispersión de materiales de grano fino fue examinado y aceptado por el grupo como figura en el anexo IX. Se celebraron prolongadas deliberaciones sobre los medios de incorporar los documentos más extensos sobre estos temas que el grupo de trabajo había comentado y enmendado, pero que no habían sido examinados por el Grupo Mixto en sesiones plenarias. Se convino en agregar el informe (anexo IX) y adjuntar estos dos documentos como apéndices a reserva de que se incluyese el nombre del autor original junto con una declaración en el sentido de que no habían sido examinados por el grupo. Se destacó la importancia de no crear un precedente para la inclusión constante de documentos de trabajo.

58. El Grupo Mixto convino en que el grupo de trabajo continuara sus trabajos en el período entre reuniones y aceptó la opinión del Presidente del grupo de trabajo de que se podría presentar a la octava reunión del GESAMP un informe completo basado en las atribuciones actuales. En este informe se incluiría la consideración de los temas adicionales mencionados en el párrafo 56 supra. Además, el Secretario Técnico por las Naciones Unidas había solicitado al grupo de trabajo que tomase nota de la resolución 1802 (LV) del Consejo Económico y Social, relativa al desarrollo de las zonas costeras. Como consecuencia, el grupo de trabajo había prestado especial atención a la contaminación causada por actividades en las zonas costeras e incluirá este tema en su informe definitivo.

OTROS ASUNTOS

Apoyo del PNUMA

59. El grupo expresó su agradecimiento por el apoyo financiero recibido del PNUMA durante el período entre sus reuniones para las reuniones de los grupos de trabajo del GESAMP sobre las siguientes materias:

- 1) Principios para elaborar criterios de calidad para las aguas costeras;
- 2) Bases científicas para la determinación de concentraciones y efectos de los contaminantes marinos;
- 3) Bases científicas para la eliminación de desechos en el mar;
- 4) Efectos del petróleo sobre el medio marino;
- 5) Aspectos científicos de la contaminación causada por la exploración y explotación de los fondos marinos.

Registro mundial de los ríos que desembocan en los océanos

60. Se informó al grupo sobre los progresos logrados por el Grupo de Expertos de la UNESCO sobre el registro mundial de los ríos que desembocan en los océanos. Se explicó que, aun cuando los parámetros estaban limitados al río por encima del

límite de la marea, y aun cuando se sabía que muchos procesos importantes, que posiblemente alteraban la carga contaminante derivada del río que se descargaba en el mar, se producían en el estuario el proyecto interesaba al GESAMP por cuanto se había propuesto que se midieran varios posibles contaminantes marinos en los ríos que se habían de incluir en el Registro.

Proyecto experimental del SGIEO para la vigilancia (petróleo)

61. El Secretario Técnico por la OMM informó al Grupo que el desarrollo del proyecto experimental del SGIEO se había examinado en el cuarto período de sesiones conjunto del Comité de Trabajo de la COI para el SGIEO y el Grupo de Expertos del Comité Ejecutivo de la OMM sobre los aspectos meteorológicos de las cuestiones oceánicas, celebrado del 4 al 12 de febrero de 1975 en París. Considerando la ampliación del proyecto experimental, esa reunión había invitado al GIC para la GIPME, en consulta con el Grupo de Expertos del Comité Ejecutivo de la OMM sobre contaminación del medio ambiente y el GESAMP, a examinar la necesidad de incluir en el proyecto experimental, en una etapa posterior, contaminantes distintos del petróleo.

62. Se informó también al Grupo Mixto de que el Grupo de Expertos del Comité Ejecutivo de la OMM sobre la contaminación del medio ambiente, en su primer período de sesiones, celebrado en Ginebra del 1º al 5 de abril, había convenido en que, si se ampliaba el proyecto experimental, debía prestarse consideración a la inclusión de:

- a) Metales pesados (por ejemplo, plomo, mercurio)
- b) hidrocarburos halogenados (por ejemplo, bifenilos policlorados (BPC) y DDT)
- c) detergentes
- d) CO₂

FUTURO PROGRAMA DE TRABAJO

63. Al finalizar la reunión, el Grupo expresó su agradecimiento a todos los Presidentes y miembros de sus grupos de trabajo, tanto dentro del GESAMP como fuera de él, que habían contribuido a las tareas preparatorias durante el período entre reuniones. Esto había facilitado considerablemente la terminación del examen de temas importantes durante la reunión.

64. El Grupo tomó nota de que los Grupos de Trabajo encargados de estudiar las bases científicas para la eliminación de desechos en el mar y las bases científicas para la determinación de concentraciones y efectos de contaminantes marinos habían terminado sus actuales tareas. Por lo tanto, se convino en que esos dos grupos de trabajo quedasen disueltos al finalizar la séptima reunión.

65. En cuanto a su futura labor, el Grupo Mixto pidió a los siguientes grupos de trabajo que continuasen ocupándose de las tareas que se les habían asignado según lo establecido en el anexo VI al informe de la sexta reunión (GESAMP VI/10):

- 1) Evaluación de la peligrosidad de las sustancias perjudiciales para el medio marino;
- 2) Principios para elaborar criterios de calidad para las aguas costeras;
- 3) Efectos del petróleo sobre el medio marino;
- 4) Aspectos científicos de la contaminación causada por la exploración y explotación de los fondos marinos.

66. El Grupo convino en examinar en su próxima reunión la necesidad de establecer un nuevo Grupo de Trabajo encargado de estudiar el intercambio de contaminantes entre la atmósfera y los océanos (véase el párrafo 42 supra).

FECHA Y LUGAR DE LA PROXIMA REUNION

67. Se informó al Grupo que las Naciones Unidas servirían de organismo huésped para la octava reunión del GESAMP, que ya estaba prevista provisionalmente para celebrarse en Nueva York del 22 al 26 de marzo de 1976. Como la fecha coincidiría con la del Simposio de la OCMI sobre la contaminación de las aguas marinas por los buques (Acapulco, 22 a 31 de marzo de 1976), se pidió al Secretario Técnico por las Naciones Unidas que consultase a su Organización con miras a cambiar la fecha de la reunión, o estudiar la posibilidad de evitar por otros medios este conflicto.

ELECCION DE PRESIDENTE Y VICEPRESIDENTE PARA EL PROXIMO PERIODO ENTRE REUNIONES Y PARA LA OCTAVA REUNION

68. Por unanimidad, el Grupo eligió Presidente al Dr. G. Kullenberg y Vicepresidente al Dr. C.H. Thompson para el próximo período entre reuniones y para la octava reunión del GESAMP. Al adoptar esta decisión, el Grupo expresó su sincero agradecimiento al Presidente saliente, Dr. G. Berge, y al Vicepresidente saliente, Profesor A.I. Simonov, por la eficaz forma en que habían desempeñado sus funciones durante el período de su mandato.

EXAMEN Y APROBACION DEL INFORME

69. El último día de la reunión, el Grupo examinó y aprobó el presente informe sobre su séptima reunión (GESAMP VII/9).

Anexo I

PROGRAMA

Apertura de la reunión

1. Aprobación del programa
2. Evaluación de la peligrosidad de las sustancias perjudiciales en el medio marino
3. Bases científicas para la eliminación de desechos en el mar por vertimiento
4. Efectos del petróleo sobre el medio marino
5. Bases científicas para la determinación de concentraciones y efectos de los contaminantes marinos
6. Intercambio de contaminantes entre la atmósfera y los océanos
7. Principios para elaborar criterios de calidad para las aguas costeras
8. Aspectos científicos de la contaminación causada por la exploración y explotación de los fondos marinos
9. Fecha y lugar del próximo período de sesiones
10. Otros asuntos
11. Elección de Presidente y Vicepresidente para el próximo período entre reuniones y para la octava reunión
12. Examen y aprobación del informe de la reunión

Anexo II

LISTA DE DOCUMENTOS

No.	Tema del programa	Autor	Título
GESAMP VII/1	1	-	Programa provisional
GESAMP VII/2	2	OCMI	Evaluación de la peligrosidad de las sustancias perjudiciales en el medio marino
GESAMP VII/2/1	2	Grupo de Trabajo	Informe del Grupo de Trabajo <u>ad hoc</u> encargado de la evaluación de la peligrosidad de las sustancias perjudiciales en el medio marino
GESAMP VII/2/2	2	Consultores de la OMS	Observaciones de los consultores respecto del suplemento al informe de la sexta reunión
GESAMP VII/3	3	Grupo de Trabajo	Informe del Grupo de Trabajo encargado de estudiar las bases científicas para la eliminación de desechos en el mar
GESAMP VII/4	4	Grupo de Trabajo	Informe del Grupo de Trabajo encargado de estudiar los efectos del petróleo sobre el medio marino
GESAMP VII/5/Rev.1	5	Grupo de trabajo	Informe del Grupo de Trabajo encargado de estudiar las bases científicas para la determinación de concentraciones y efectos de los contaminantes marinos
GESAMP VII/6	6	OMM	Intercambio de contaminantes entre la atmósfera y los océanos
GESAMP VII/7	7	Grupo de Trabajo	Informe del Grupo de Trabajo sobre los principios para elaborar criterios de calidad para las aguas costeras
GESAMP VII/8	8	Grupo de Trabajo	Informe del Grupo de Trabajo encargado de estudiar los aspectos científicos de la contaminación causada por la exploración y explotación de los fondos marinos
GESAMP VII/9	12	-	Informe de la séptima reunión del GESAMP

No.	Tema del programa	Autor	Título
GESAMP VII/INF.1		OCMI	Actividades recientes de la OCMI en la esfera de la contaminación de las aguas del mar
GESAMP VII/INF.2		FAO	Informe resumido sobre las actividades de la FAO en la esfera de la contaminación de las aguas del mar
GESAMP VII/INF.3		UNESCO	Informe sobre la labor de la UNESCO en relación con la contaminación de las aguas del mar desde la sexta reunión del GESAMP
GESAMP VII/INF.4		OMM	Actividades recientes de la OMM en la esfera de la contaminación de las aguas del mar
GESAMP VII/INF.5		OMS	Actividades recientes de la OMS en la esfera de la contaminación de las aguas del mar
GESAMP VII/INF.6		OIEA	Actividades relacionadas con medios acuáticos
GESAMP VII/INF.7		NU	Actividades recientes de las Naciones Unidas en relación con las cuestiones marinas
GESAMP VII/INF.8		OIEA	Convenio sobre la prevención de la contaminación del mar por vertidos de desechos y otras materias
GESAMP VII/WP.1	2	Grupo de Trabajo	Informe del Grupo de Trabajo <u>ad hoc</u>
GESAMP VII/WP.2	3	Grupo de Redacción	Informe del Grupo de Redacción
GESAMP VII/WP.3	2	Grupo de Trabajo	Informe del Grupo de Trabajo <u>ad hoc</u>
GESAMP VII/WP.4	5	Grupo de Redacción	Informe del Grupo de Redacción
GESAMP VII/WP.5	12		Proyecto de informe de la séptima reunión del GESAMP

Anexo III

LISTA DE PARTICIPANTES

Miembros del GESAMP

Dr. G. Berge (Presidente)
Instituto de Investigaciones Marinas
Nordnesparken 2
Bergen, Noruega

Dr. H.A. Cole
Foorde House
Moor Lane
Hardington Mandeville
Yeovil BA22 9NW
Somerset, Reino Unido

Sr. M.J. Cruickshank
U.S. Geological Survey
Conservation Division
345 Middle Field Road
Menlo Park, California 94025
EE.UU.

Dr. A.L. Downing
Binnie and Partners
Artillery House
Artillery Row
Londres SW1P 1RX, Reino Unido

Dr. H.L. Falk
Associate Director for Programs
National Institute of Environmental Health Sciences
Research Triangle Park
N.C. 27709, EE.UU.

Dr. R. Fukai
Laboratorio Internacional de Radiactividad Marítima
Musée Océanographique
Mónaco, Principado de Mónaco

Sr. R.D. Gerard
Senior Research Associate
Lamont-Doherty Geological Observatory
Columbia University
9 West Palisades
Nueva York, EE.UU.

Profesor E.D. Goldberg
Scripps Institute of Oceanography
P.O. Box 1529
University of California
La Jolla, California 92037, EE.UU.

Dr. P.G. Jeffery
Deputy Director (Resources)
Department of Industry
Warren Spring Laboratory
Gunnels Wood Road
Stevenage, Herts, Reino Unido

Dr. G. Kullenberg
Instituto de Oceanografía Física
Universidad de Copenhague
Haraldsgede 6
2200 Copenhague N., Dinamarca

Dr. S. Kečkeš
Centro de Investigaciones Marinas
Instituto "Rudjer Boskovic"
Rovinj, Yugoslavia

Profesor A. La Fontaine
Instituto de Higiene y Epidemiología
14 rue Juliette Wytsman
1050 Bruselas, Bélgica

Profesor L. Mendia
Director
Instituto de Suministro de Agua y Eliminación de Desechos
Facultad de Ingeniería
Universidad de Nápoles
Piazzale Tecchio
80125 Nápoles, Italia

Dr. E.A. Mosaev
Laboratorio de Control de la Contaminación de las Aguas
Instituto "Tsitsin" de Higiene General y Comunal
Academia de Ciencias Médicas de la URSS
Pogodinskaya ul. 10
Moscú G-117, URSS

Dr. L. Otto
Sección de Oceanografía
Instituto Meteorológico de los Países Bajos
De Bilt, Países Bajos

Dr. J.E. Portmann
Fisheries Laboratory
Ministry of Agriculture, Fisheries and Food
Burnham-on-Crouch
Essex, Reino Unido

Profesor A.I. Simonov (Vicepresidente)
Instituto Oceanográfico Estatal
6 Kropotkinsky Pereulok
Moscú G-34, URSS

Dr. J.B. Sprague
Associate Professor
Department of Zoology
College of Biological Science
University of Guelph
Guelph, Ontario, Canadá

Dr. C.H. Thompson
Chief, Hazardous Substance Branch, WH 595
US Environmental Protection Agency
Washington, D.C. 20460, EE.UU.

Profesor F. Valdez-Zamudio
Consultor sobre Contaminación del Mar
Proyecto Bayovar
Casilla Postal 1029
Lima-100, Perú

Dr. M. Waldichuk
Program Head
Department of the Environment
Fisheries and Marine Service
Pacific Environment Institute
4160 Marine Drive
West Vancouver, B.C., Canadá

Dr. G.F. Weichart
Jefe de la Sección de Química Marina
Deutsches Hydrographisches Institute
Bernhard-Nocht-Str. 78
2000 Hamburgo 4, República Federal de Alemania

Dr. T. Yoshida
Departamento de Tecnología del Medio Marino
Universidad de Pesca de Tokio
Tokio, Japón

SECRETARIA Y REPRESENTANTES DE LAS NACIONES UNIDAS Y DE LOS ORGANISMOS ESPECIALIZADOS

Organización Consultiva Marítima Intergubernamental (OCMI)

Sr. Y. Sasamura (Secretario Administrativo del GESAMP)
Director
División del Medio Marino
Organización Consultiva Marítima Intergubernamental
101-104 Piccadilly
Londres W1V OAE, Reino Unido

Sr. S.L.D. Young (Secretario Técnico del GESAMP)
Director Adjunto
División del Medio Marino
Organización Consultiva Marítima Intergubernamental
101-104 Piccadilly
Londres W1V OAE, Reino Unido

Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO)

Dr. G. Tomczak (Secretario Técnico del GESAMP)
Dirección de Ambiente y Recursos Pesqueros
Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación
Via delle Terme de Caracalla
00100 Roma, Italia

Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO/COI)

Dr. R.C. Griffiths (Secretario Técnico del GESAMP)
Comisión Oceanográfica Intergubernamental
Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura
Place de Fontenoy
París 75700, Francia

Organización Meteorológica Mundial (OMM)

Dr. I. Zrajevskij (Secretario Técnico del GESAMP)
Organización Meteorológica Mundial
Case Postale No. 5
1211 Ginebra 27, Suiza

Organización Mundial de la Salud (OMS)

Dr. R. Pavanello (Secretario Técnico del GESAMP)
Ingeniero Sanitario Jefe
Dirección de Higiene del Medio Ambiente
Organización Mundial de la Salud
Avenue Appia
1211 Ginebra 27, Suiza

Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA)

Profesor Y. Nishiwaki (Secretario Técnico del GESAMP)
Director Adjunto
División de Seguridad Nuclear y de Protección del Medio Ambiente
Organismo Internacional de Energía Atómica
P.O. Box 590
A-1011 Viena, Austria

Naciones Unidas (NU)

Dr. L. Neuman (Secretario Técnico del GESAMP)
Oficina de Economía y Tecnología Oceánicas
Naciones Unidas
Nueva York, N.Y. 10017, EE.UU.

OBSERVADORES DE ORGANIZACIONES INTERNACIONALES

Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA)

Srta. S. Kuwabara
Secretaría del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente
Palais des Nations
1211 Ginebra 27, Suiza

Asociación Internacional de Investigación sobre la Contaminación del Agua (IAWPR)

Dr. S.H. Jenkins
C/o Severn Trent Water Authority
Tame Division
156-170 Newhall Street
Birmingham B3 1SE, Reino Unido

Consejo Internacional para la Exploración del MAR (CIEM)

Dr. J. Portmann
Fisheries Laboratory
Ministry of Agriculture, Fisheries and Food
Burnham-on-Crouch
Essex, Reino Unido

Comisión Internacional para la Exploración Científica del Mar Mediterráneo (CIEMM)

Dr. R. Fukai
Laboratorio Internacional de Radiactividad Marítima
Musée Océanographique
Mónaco, Principado de Mónaco

Comisión Asesora Europea sobre Pesca Continental (CAEPC)

Sr. J.S. Alabaster
Water Pollution Research Laboratory
Stevenage
Herts, Reino Unido

Anexo IV

EVALUACION DE LA PELIGROSIDAD DE LAS SUSTANCIAS PERJUDICIALES EN EL MEDIO MARINO

Enmiendas al Examen de las Sustancias Perjudiciales (GESAMP VI/10/Supp.1)

Como consecuencia de haberse planteado ciertas cuestiones relativas a los efectos de los metales en la salud humana, en el período entre reuniones el Grupo convino en reexaminar en su reunión la sección pertinente. Sobre la base de un documento preparado por el Dr. Falk (GESAMP VII/2/2), se han introducido adiciones y cambios, que se consignan a continuación, en el informe contenido en el documento GESAMP VI/10/Supp.1.

1. Página 2

En el sexto párrafo, después de la última línea, se agrega la siguiente nueva frase: "Asimismo pueden obtenerse del OIEA exámenes más amplios y detallados de los peligros vinculados con la radiactividad."

2. Página 2

Después de la Introducción y antes de la parte en que se tratan los metales, se agrega una nueva sección como sigue: "Notas generales sobre el Examen"

Un problema general que se presenta en relación con la toxicidad de ciertos metales es el de la falta de conocimientos suficientes sobre la interacción entre ellos, aunque se ha demostrado claramente que en presencia de un elemento los efectos tóxicos previstos de otro pueden no observarse plenamente. El cadmio y el zinc, y el plomo y el calcio pueden reaccionar de esta manera. La interacción del mercurio y el selenio se trata más adelante.

Cabe notar que la bioacumulación de algunos metales pesados es un proceso reversible y que, en el caso de muchos organismos, los niveles más elevados de metales que se registran después de una aguda exposición disminuyen una vez que desaparece la fuente de la contaminación.

Se subraya que los efectos de toxicidad de los metales pueden considerarse solamente en relación con el estado o los estados de la valencia, con la solubilidad, con la estabilidad de los compuestos y con muchos otros factores. Esto se aplica en especial a los efectos a corto plazo. En el examen de los efectos a más largo plazo se deben tomar en consideración las formas en que se convierten los metales y otros materiales en el medio marino.

El examen terminado refleja el estado de los conocimientos a disposición de los expertos en el momento de su compilación. El conocimiento científico cambia y evoluciona continuamente y a medida que lo siga haciendo, se requerirán cambios en

ese examen. Por esta razón, este documento se actualizará periódicamente. Se recomienda encarecidamente que, siempre que sea posible, se utilice la versión más reciente."

3. Página 3

Quinto párrafo, segunda oración: se modifica de manera que diga: "Tiene ciertas semejanzas con el arsénico, pero, a diferencia de éste, no muestra tendencia a acumularse en los tejidos, y su toxicidad es también diferente."

4. Página 4

Cuarto párrafo, primera línea: se modifica de manera que diga "Se sabe que algunos compuestos inorgánicos son carcinógenos y sumamente tóxicos para el hombre en administración fuerte o prolongada, ...".

5. Página 5

Sexto párrafo, después de la última línea se agrega la siguiente nueva frase: "Sin embargo, la información es limitada y hay que proceder con cautela."

6. Página 8

Cuarto párrafo, tercera línea: se sustituyen las palabras "pudieran hallarse" por las palabras "se han encontrado".

7. Página 9

Cuarto párrafo, primera y segunda líneas: se sustituyen las palabras "hombre, siendo uno de los componentes" por "hombre: es también un componente"; y se suprime la parte de la oración que sigue al punto y coma: "la cantidad ... semana". En la tercera línea, se sustituyen las palabras "La posibilidad de ..." por "Parece poco probable ..."; y se suprimen las tres últimas palabras del párrafo: "es extremadamente pequeña".

8. Página 10

Octavo párrafo, quinta línea: se suprimen las palabras "es decir, casi el doble ... diarios."

9. Página 11

Cuarto párrafo, sexta y séptima líneas: se sustituyen las palabras "su empleo con este fin está disminuyendo" por "puede esperarse que su empleo con este fin disminuya".

10. Página 14

Cuarto párrafo, quinta y sexta líneas: se suprimen las palabras "el cual requiere de 3 a 9 mg. al día."

Cuarto párrafo, última línea: se agrega la palabra "actualmente" después de "no ofrecen".

Ultimo párrafo, segunda oración: se modifica de manera que diga "La función de la lixiviación del metal en el mar es incierta, ya que se ha ... sedimentos."

Ultimo párrafo, última línea: se agrega al final la siguiente nueva frase: "En estas condiciones puede ocurrir alguna medida de conversión a mercurio alkílico."

11. Página 17

Octavo párrafo, quinta línea: se modifica la última oración de manera que diga "Y al presente con los niveles de níquel que actualmente se registran en el medio marino, el consumo de productos marinos no parece probable que sea dañino."

Octavo párrafo, última línea: se agrega al final la siguiente nueva frase: "Podría presentarse un peligro si se descargaran en el mar cantidades cada vez mayores."

12. Página 19

Primer párrafo, sexta línea: se suprimen las palabras "provenientes de zonas contaminadas".

Primer párrafo, última línea: se agrega la siguiente nueva frase: "Sin embargo, la descarga de compuestos de selenio puede suscitar preocupación."

13. Página 22

Tercer párrafo, última línea: se agregan al final las palabras "que en los animales de agua dulce".

Séptimo párrafo, tercera línea: se suprime la palabra "muy" antes de "contaminadas".

Séptimo párrafo, cuarta línea: se intercala "ya que" después de "de vanadio".

Séptimo párrafo, quinta línea: se intercala "actualmente" antes de "el consumo".

14. Página 23

Después del tercer párrafo, se agrega a la sección Radiactividad un nuevo párrafo como sigue: "Hay tres diferentes tipos de sustancias radiactivas, a saber, las que dan origen a emisiones α (alpha), β (beta) o γ (gama) (o mezclas de las mismas). Cada una de estas actividades tiene una energía característica. Diferentes isótopos tienen diferentes semividas y trayectorias en el medio marino y éstas, junto con los diversos tipos de emisiones, producen diversos grados de peligrosidad. Para información más completa y detallada, véase, por ejemplo, OIEA, Information Circular 205/Add.1, 10 de enero de 1975. (Convenio sobre la Prevención de la Contaminación del Mar por Vertimiento de Desechos y otras Materias)."

15. Página 25

En el quinto párrafo de la sección sobre "DIBROMURO DE ETILENO", se agregan al final de las siguientes palabras ", y se sabe que el material es carcinógeno y mutagénico", después de "poco tiempo".

16. Página 26

Primer párrafo, tercera línea: se intercala "(20-30 mg/litro)" antes de "los daños por contacto".

17. Página 27

Cuadro 1: se modifica el título de manera que diga: "Grado de importancia como contaminantes según las principales categorías de contaminación marina reconocidas por el GESAMP".

Debajo de este título se agrega la siguiente nota: "Las clasificaciones de este cuadro se refieren al conocimiento del estado de la contaminación marina en el momento actual. Con tal carácter, puede considerarse que proporcionan orientación respecto de los niveles futuros de contaminación, siempre que los actuales controles se mantengan o refuercen."

Como nota al pie del cuadro, se agrega lo siguiente: "Debe observarse que, especialmente en relación con muchos de los metales, la OMS tiene información mucho más detallada sobre el peligro que éstos representan para el ser humano en un gran número de situaciones de exposición ambiental y de otra índole. Esta documentación de la OMS debe consultarse siempre que se requiera una apreciación más completa de estos peligros."

Cuadro 1

En la columna 2, "Riesgos para la salud humana":

Frente a Plomo, se sustituye "(+)" por "+"

Frente a Arsénico, se sustituye "?" por "(+)"

Frente a Selenio, se sustituye "-" por "(+)"

Frente a Berilio, se sustituye "-" por "(+)"

Frente a Alcohol alílico, se sustituye "+" por "-"

18. Página 28

Cuadro 2

Se agrega la misma nota añadida bajo el título del cuadro 1:

"Las clasificaciones ... refuercen".

Se agrega la misma nota al pie añadida en el cuadro 1: "Debe observarse ... peligros".

Anexo V

INFORME SOBRE LA SEGUNDA REUNION DEL GRUPO DE TRABAJO DEL GESAMP ENCARGADO DE ESTUDIAR LAS BASES CIENTIFICAS PARA LA ELIMINACION DE DESECHOS EN EL MAR

Segunda reunión

(Copenhague, 5 a 11 de octubre de 1974)

En su quinta reunión (Viena, 18 a 23 de junio de 1973), el GESAMP decidió crear un grupo de trabajo encargado de estudiar las bases científicas para la eliminación de desechos en el mar con el siguiente mandato:

"En relación con el anexo III del Convenio de Londres sobre la prevención de la contaminación del mar por vertimiento de desechos y otras materias:

1) Realizar un examen crítico de los conocimientos actuales en cuanto a los aspectos de la dispersión y los procesos físicos, químicos y biológicos de importancia para la selección de lugares para la descarga continua de desechos en el medio marino, tanto en aguas profundas como en aguas poco profundas;

2) Identificar lagunas en esos conocimientos, concentrar la atención en las necesidades urgentes de investigación y sugerir prioridades a este respecto."

El grupo de trabajo celebró su primera reunión en la sede de la FAO, en Roma, del 4 al 8 de febrero de 1974, y preparó un informe preliminar para que fuera examinado en la sexta reunión del GESAMP (Ginebra, 22 a 28 de marzo de 1974). Del 5 al 11 de octubre de 1974 se realizó una segunda reunión del grupo de trabajo en la Oficina Regional de Europa de la OMS, en Copenhague.

Los miembros del grupo de trabajo que participaron en esas reuniones fueron: el Dr. G. Kullenberg (Presidente), el Dr. E.K. Duursma, el Dr. B. Ketchum (solamente en la segunda reunión), el Dr. S.A. Malmberg, el Dr. J.E. Portmann, el Dr. M. Waldichuk, y el Dr. G.F. Weichart. Desgraciadamente, el Profesor A.I. Simonov, que había sido nombrado miembro del grupo de trabajo, no pudo asistir a las reuniones. El Dr. G. Tomczak (FAO) proporcionó asistencia de secretaría (véase el apéndice I).

En la segunda reunión, dio la bienvenida al grupo de trabajo, en nombre del organismo huésped, el Dr. M.J. Suess, quien participó también, junto con el Dr. A.H. Wahba, de la Oficina Regional de Europa, en parte de las deliberaciones y la redacción de este informe.

El grupo de trabajo tomó nota del examen del informe resumido sobre su primera reunión realizado durante la sexta reunión del GESAMP, y de las observaciones escritas sobre ese informe enviadas al Presidente por varios lectores

interesados, y consideró las enmiendas que debían introducirse en el informe para tener en cuenta esas observaciones.

Se convino en que, aunque no se indicaba específicamente en el nombre del grupo de trabajo, su tarea principal consistía en examinar los factores que debían tenerse presentes en la selección de lugares para la eliminación de desechos en el mar, y que esto debía indicarse claramente en el título de su informe final.

Por lo tanto, en las secciones que siguen se ha cambiado consecuentemente el título, y el grupo de trabajo sugiere que, en el futuro, cuando se haga referencia a su trabajo se emplee el título "Criterios científicos para la selección de lugares para el vertimiento de desechos en el mar".

CRITERIOS CIENTIFICOS PARA LA SELECCION DE LUGARES PARA EL
VERTIMIENTO DE DESECHOS EN EL MAR

Anexo V

INDICE

	<u>Página</u>
RESUMEN	
1. INTRODUCCION	33
2. CARACTERISTICAS Y POSIBLES EFECTOS DE LOS DESECHOS	36
2.1 Características y efectos biológicos	36
2.2 Características y efectos químicos	38
2.3 Características físicas y efectos	40
2.4 Materias orgánicas	40
2.5 Fangos de alcantarilla y productos del dragado	41
2.6 Desechos voluminosos y en contenedores	42
3. METODO DE ELIMINACION	44
3.1 Desechos contenerizados	44
3.2 Desechos en carga a granel: técnica de descarga	45
3.3 Desechos en carga a granel: dispersión	45
4. OTROS USOS	47
5. SELECCION DE LUGARES	48
5.1 Características biológicas	48
5.2 Características de los sedimentos	50
5.3 Características de la dispersión	50
6. OBSERVACIONES EN EL LUGAR	54
6.1 Observaciones biológicas	54
6.2 Observaciones químicas	55
6.3 Observaciones físicas	56
7. TEMAS QUE REQUIEREN MAS INVESTIGACIONES	57
7.1 Aspectos biológicos y químicos	57
7.2 Aspectos físicos	58
8. REFERENCIAS	59
APENDICE I: Grupo de Trabajo del GESAMP encargado de estudiar las bases científicas para la eliminación de desechos en el mar: Composición	62
APENDICE II: Grupo de Trabajo del GESAMP encargado de estudiar las bases científicas para la eliminación de desechos en el mar: Mandato	63

CRITERIOS CIENTIFICOS PARA LA SELECCION DE LUGARES PARA EL VERTIMIENTO DE DESECHOS EN EL MAR

RESUMEN

Las principales preocupaciones en relación con el vertimiento de desechos en el mar son sus posibles efectos adversos sobre los recursos vivos. Los efectos sobre la utilización por el hombre se vinculan principalmente con la bioacumulación de sustancias en los organismos marinos, la contaminación de los alimentos de origen marino y la reducción de los atractivos naturales a consecuencia de la decoloración, la turbidez o las materias flotantes. Los desechos que más preocupación causan son aquellos que son tóxicos para los organismos marinos o se acumulan en ellos en concentraciones sustancialmente mayores que las que alcanzan en el medio ambiente, y que llegan al mar en grandes cantidades o permanecen en él durante largo tiempo. En lo que respecta a la eliminación de desechos líquidos, un objetivo principal es su dispersión rápida y en una zona amplia.

El vertimiento de las materias permitidas por el Convenio de Londres debería efectuarse de modo que se evitaran o minimizaran los efectos indeseables de las siguientes maneras: 1) logrando la mayor dilución inicial mediante procedimientos adecuados de eliminación; 2) seleccionando las zonas donde los procesos de dispersión (transporte y mezcla) son activos; y 3) evitando las zonas especialmente delicadas.

Los fangos de aguas cloacales y los residuos de las operaciones de dragado constituyen alrededor del 90% del total de las materias que se vierten actualmente en el mar para su eliminación. Ambos pueden contener metales pesados, hidrocarburos de petróleo, grasas y aceites animales y vegetales e hidrocarburos clorados. También pueden introducir en el mar microorganismos que requieren atención especial, particularmente bacterias y virus patógenos.

En ciertos casos, los desechos son contenerizados. Se recomienda una densidad total de por lo menos 1,2 gr por cm^3 para que los contenedores de desechos se hundan hasta el fondo y permanezcan allí. Dado que los materiales contenerizados y los sólidos voluminosos entorpecen la pesca de arrastre en profundidad, deberían arrojarse sólo en zonas seleccionadas en aguas profundas.

Las observaciones biológicas tal vez deberían incluir: los recursos pesqueros, la productividad primaria, las poblaciones bentónica y de zooplancton, así como la turbidez, el oxígeno disuelto y el tipo de sedimentos. Las mediciones químicas del agua, el bentos y los sedimentos podrían incluir los compuestos orgánicos de cloro, los hidrocarburos de petróleo, las sustancias nutritivas y metales como el mercurio y el cadmio. Las observaciones físicas deberían tener como objetivo principal la evaluación de los procesos de dispersión. Sería conveniente conocer las características del viento y del oleaje, la distribución vertical de la densidad, incluida la profundidad de la capa termoclina, y algunos datos sobre las corrientes y las condiciones de los fondos.

Se han identificado varias esferas en las que convendría realizar investigaciones con carácter prioritario, ya que, de llevarse a cabo, tales investigaciones aumentarían muchísimo nuestra capacidad de predicción.

1. INTRODUCCION

El vertimiento* de desechos en el mar es sólo uno de los métodos de eliminación de materiales, y debería efectuarse sólo después de que se hubieran considerado exhaustivamente todos los otros posibles métodos de evacuación del desecho. Idealmente, el único método definitivo para eliminar la evacuación como desechos de sustancias conservativas es la recuperación y reutilización de los materiales que actualmente se consideran desechos; las otras operaciones de evacuación se limitan a trasladar materias de una parte a otra de nuestro medio ambiente. La decisión de considerar que una sustancia es un "desecho" en lugar de un "recurso natural" en potencia se basa en principios económicos y no científicos, ya sea porque no se dispone de la tecnología necesaria para recuperar el material en forma útil o porque el costo de la recuperación es mayor que el valor del producto recuperado.

Para ciertos desechos, y en circunstancias particulares, el costo de la eliminación en el mar puede ser menor que el del reciclaje o el de la eliminación en tierra, pero ese costo debe ser evaluado en relación con el riesgo y el costo de dañar los recursos marinos. Por consiguiente, es posible que haya que confrontar los bajos costos de operación con los costos del daño causado al medio ambiente, que pueden ser muy altos. Cabe reconocer, sin embargo, que el medio ambiente no puede dividirse en compartimientos definidos y que deben examinarse el costo y el riesgo de los efectos de la eliminación de desechos mediante diversos métodos. Llegado el caso, puede ser necesario elegir un método, aunque se cause algún daño, simplemente porque es la solución a largo plazo más segura; las consideraciones financieras pueden o no ayudar a justificar tal medida.

Sin embargo, el Grupo de Trabajo del GESAMP encargado de estudiar las bases científicas para la eliminación de desechos en el mar no ha tomado en consideración el análisis de costos-beneficios, que es uno de los elementos que intervienen en la eliminación de desechos tal como se la practica actualmente, ni tampoco examinó otros posibles métodos de eliminación; pero convino en que siempre habrá que tenerlos en cuenta al elegir el mejor procedimiento. El objetivo de este informe, de acuerdo con el mandato del grupo de trabajo (véase apéndice II), es considerar de qué manera pueden evaluarse y reducirse al mínimo los efectos de la eliminación de desechos y, particularmente, qué principios científicos deben intervenir en la selección de los lugares para la evacuación de desechos.

El grupo de trabajo convino en que la eliminación de desechos en el mar puede ser examinada en forma científica sin tener en cuenta la justificación de la eliminación de desechos. El mar tiene capacidad para recibir una cantidad limitada de desechos. Con frecuencia, ésta se relaciona principalmente con su enorme volumen. La capacidad de autopurificación y de amortiguación de las aguas es limitada, en tanto que el fondo del mar como vertedero no siempre es eficaz para todo tipo de material.

* La definición de vertimiento usada por el grupo de trabajo es la del Convenio de Londres sobre el vertimiento de desechos en el mar (Naciones Unidas, 1972).

El grupo de trabajo no examinó la eliminación de desechos radiactivos en el mar, ya que este aspecto es objeto de estudio en un grupo de trabajo especializado (OIEA, 1974, 1975). En la cuarta reunión del GESAMP, un Grupo de Trabajo Especial sobre las consecuencias de la perturbación de los fondos marinos por la acción del hombre examinó el problema del vertimiento en relación con ciertas características geológicas marinas determinadas (GESAMP IV/19, anexo VII).

Al preparar este informe, el grupo de trabajo tuvo presente que había un volumen considerable de experiencia al que se podía recurrir en relación con los efectos del vertimiento en el mar. Se han citado algunos ejemplos de la propia experiencia de los miembros; no debe suponerse que dichos ejemplos signifiquen que el vertimiento de esos desechos determinados sea seguro en cualesquier condiciones. Por lo tanto, el lector debería prestar la atención necesaria a las condiciones particulares de toda zona propuesta para el vertimiento antes de tomar una decisión respecto de una situación nueva.

En la evaluación de los probables efectos del vertimiento de desechos en el mar intervienen varias disciplinas, a saber, la oceanografía física, la química, la sedimentología y la biología marina, todas las cuales son interdependientes y no pueden ser consideradas en forma aislada. En un informe de esta magnitud ha sido necesario concentrar la atención en la identificación de los asuntos de importancia primordial para predecir el comportamiento y los efectos de los materiales tras su vertimiento en el mar. Habiendo hecho esto, se ha intentado identificar aquellas esferas en que los conocimientos son razonablemente precisos y también aquéllas en que son insuficientes.

Los efectos perjudiciales de la contaminación del mar incluyen los daños causados a los organismos marinos, los peligros para la salud humana, el entorpecimiento de las actividades marítimas y la reducción de los atractivos naturales. De los diversos usos del mar que pueden ser afectados por la eliminación de desechos por vertimiento, el grupo de trabajo consideró que debía prestarse atención especialmente a los recursos vivos del mar y su explotación. Se entendió que éstos incluían las especies que son o pueden ser explotadas comercialmente y los organismos que le sirven de alimento y de los que dependen directa o indirectamente, más la necesidad de evitar el entorpecimiento de la actividad pesquera. Cabe señalar que, en muchos casos, los organismos más jóvenes son especialmente vulnerables. Algunas zonas del medio marino que actualmente no contienen recursos comerciales tienen, sin embargo, un valor potencial en este sentido y deben ser protegidas. El grupo de trabajo comprendió también que debían considerarse los aspectos relacionados con la salud humana, especialmente en lo que respecta a la posible contaminación de los recursos alimentarios.

Algunos posibles campos de interés que pueden ser importantes en ciertas circunstancias incluyen la acuicultura, el esparcimiento, la preservación de las especies en peligro de extinción y la explotación de los recursos minerales en los fondos marinos o bajo ellos.

Al evaluar las especies o los usos más delicados que deben ser protegidos, cabe señalar las ventajas del enfoque de la trayectoria crítica, que se ha utilizado con éxito en la esfera de la eliminación de desechos radiactivos. Los problemas que entraña la adaptación de este enfoque a la eliminación de desechos no radiactivos son complejos, debido a la mayor variabilidad de las especies delicadas o de los usos que han de tenerse presentes, además de los diferentes tipos de desechos y las distintas modalidades de acción. Sin embargo, debería ser posible aplicar ese sistema, que tiene considerables ventajas, ya que una vez que se ha tomado la decisión sobre lo que se ha de proteger, todos los demás intereses quedan subordinados (Preston, 1974).

En este informe se tratan las diversas propiedades de la materia de desecho que es necesario conocer para comprender cómo se comportará en el medio marino, y se examinan las formas en que estas propiedades pueden ser afectadas según el método de eliminación utilizado. Los métodos de eliminación examinados incluyen la descarga desde barcasas de tolva, las descargas en la estela de los buques y el vertimiento de desechos contenerizados u otros desechos voluminosos. Debe señalarse especialmente la necesidad de lograr que se respeten las condiciones de las licencias, especialmente en relación con el lugar y el método de la eliminación.

El grupo de trabajo desea hacer hincapié en que este informe no tiene por objeto reemplazar al anexo III de ninguno de los Convenios sobre vertimiento (Noruega, 1972; Naciones Unidas, 1972), que siempre es necesario tener en cuenta; más bien, se espera que este informe sirva para ampliar y clarificar la lista de temas del anexo III de ambos Convenios. A los fines de cumplir con su mandato, el grupo de trabajo ha preparado su informe con arreglo al siguiente orden:

- i) ¿Cuáles son las características biológicas, físicas y químicas de los desechos y sus posibles efectos en el medio marino?
- ii) ¿Cómo pueden minimizarse esos efectos mediante una elección adecuada del método de eliminación?
- iii) ¿Cómo pueden minimizarse esos efectos mediante la elección adecuada del lugar del vertimiento?

En vez de examinar las diversas zonas de los océanos, tales como las aguas costeras poco profundas, los fiordos y la alta mar, el grupo de trabajo prefirió trabajar sobre una base más general, dando ejemplos concretos como ilustración. Finalmente, de conformidad con su mandato, el grupo de trabajo preparó una sección sobre las necesidades de investigación, en la que se ha intentado identificar las que requieren atención con más urgencia.

2. CARACTERÍSTICAS Y POSIBLES EFECTOS DE LOS DESECHOS

Las características de los desechos pueden agruparse en tres categorías de propiedades: físicas, químicas y biológicas. Las tres categorías influyen en los efectos de los desechos sobre el medio marino. Podrían aplicarse criterios distintos para las sustancias degradables y para las no degradables, por ejemplo; también el grado de toxicidad de las sustancias y su turbidez podrían influir en la selección de los sitios de vertimiento.

2.1 Características y efectos biológicos

Entre los desechos que más preocupan en relación con la vida marina se incluyen: las materias tóxicas para los organismos marinos; las que se acumulan en los organismos hasta un grado de concentración bastante mayor que en el medio; las que llegan al medio en grandes cantidades y las que persisten en el medio durante plazos prolongados. En general, se reconoce que existen algunas sustancias de naturaleza especialmente peligrosa para el medio marino o para sus recursos. Esas sustancias se enumeran en el anexo I de los Convenios sobre vertimientos y su eliminación deliberada mediante vertimientos no está permitida.

Otros desechos que plantean menos riesgos, como el fango de alcantarillas y los productos de dragado contaminados, también pueden introducir microorganismos en el mar y, en consecuencia, requerir una atención especial. Causan preocupación principalmente las bacterias y los virus patógenos. También pueden encontrarse amebas, parásitos, fermentos y hongos capaces de causar enfermedades en el hombre. Lo que sobre todo interesa al verter esos desechos contaminados es evitar la posibilidad de que avancen hacia las playas o regresen al hombre por conducto de sus alimentos, especialmente en los mariscos que se pueden consumir crudos o sin esterilización mediante cocción adecuada. A fin de proteger la salud humana, tal vez deban prohibirse la pesca y la comercialización de mariscos en las cercanías de las zonas de vertimiento de fango de alcantarilla y de productos de dragado, o por lo menos someterlas a un control higiénico sistemático. Esto no implica, sin embargo, que el desarrollo o la reproducción de mariscos esté necesariamente afectado.

Para causar enfermedades en el ser humano, los agentes patógenos deben ser ingeridos en ciertos niveles mínimos de dosis infecciosa. Para los riesgos microquímicos también se requieren determinados niveles nocivos. Algunos microorganismos enteropatógenos ofrecen considerable resistencia a los diversos efectos del agua de mar. Es claro que deben realizarse investigaciones microbiológicas sobre los problemas vinculados con los fangos de alcantarilla.

Debe evaluarse la toxicidad aguda de los desechos para los organismos marinos, a fin de precisar el grado de dilución y de dispersión necesario para que esas materias se vuelvan inocuas. El método tradicional consiste en realizar bioensayos, generalmente de 96 horas, para determinar el grado de concentración que produce la muerte en la mitad de la población de los organismos de prueba durante ese plazo.

Lo ideal es que el organismo de prueba sea el más sensible y el más importante localmente en la zona de vertimiento prevista, o un organismo que sea decisivo para el mantenimiento del sistema ecológico de esa zona. Esto no siempre es posible ya que puede ser difícil que el primer tipo de organismo se mantenga vivo hasta en las mejores condiciones de laboratorio, con frecuencia tampoco es posible mantener las etapas de vida más sensibles y, por último, pueden desconocerse los organismos decisivos. Los resultados de los bioensayos se aplican, pues, con factores de aplicación de uno a tres órdenes de magnitud.

Otra dificultad en la aplicación de los resultados de ensayos biológicos al vertimiento de desechos, cuando el objetivo es la dispersión y la dilución, radica en que los organismos no están expuestos en el mar a una concentración fija sino, por el contrario, a una concentración que va en constante disminución, ya que la mezcla y la dilución naturales con el agua de mar no contaminada siguen al vertimiento. Serían útiles los bioensayos que simularan esa dilución natural en el laboratorio, pero de momento parece muy improbable que puedan realizarse y controlarse esos ensayos. Por lo tanto, se sugiere que por regla general se estipule que la concentración considerada tóxica en un bioensayo de 96 horas sea la concentración máxima admisible en el sitio de vertimiento una hora después de la descarga. Cabe esperar que la mezcla y dilución ulteriores durante los cuatro días siguientes ofrezcan factores adicionales de seguridad. Podrían ser necesarios otros factores de seguridad para los desechos que se acumulasen, ya sea biológica o físicamente, o cuando la descarga se hiciese en condiciones de calma.

También debe evaluarse la posibilidad de efectos tóxicos crónicos, subletales. Esos efectos a más largo plazo pueden perturbar ciertas actividades de los organismos marinos como la alimentación, la reproducción y las migraciones. También es posible que la exposición a concentraciones subletales de algunas materias contaminantes haga que el organismo sea más vulnerable a las enfermedades o a otras sobrecargas (stress) del medio. Sin embargo, si los desechos se dispersan en una zona de circulación rápida, es posible que esos efectos subletales no revistan demasiada importancia. Algunas actividades de eliminación de desperdicios pueden crear concentraciones locales de materias contaminantes en el fondo marino, tales como la eliminación de fango de alcantarilla o de productos del dragado. En esos casos deben evaluarse los efectos crónicos.

Los organismos vivos pueden acumular en sus tejidos algunas materias contaminantes en un grado de concentración mayor que el del medio. Por ejemplo, los metales pesados pueden combinarse con las proteínas, y el petróleo y los hidrocarburos clorados se concentran en los lípidos. Esa bioacumulación es resultado de un desequilibrio entre la tasa de asimilación y la tasa de excreción. El factor de concentración, es decir, la relación entre la concentración en el organismo y la concentración en el agua, puede alcanzar varios órdenes de magnitud. Cuando esos organismos son consumidos, el agente que los consume ingiere a su vez cantidades mayores de materias contaminantes que aquellas a las que de otro modo estaría expuesto. Si bien se reconoce que las sustancias como el mercurio y el DDT y los productos de su descomposición son potencialmente perjudiciales a los organismos marinos y al hombre, no debe suponerse que la bioacumulación en sí sea nociva, puesto que la bioacumulación puede representar también un mecanismo mediante el cual el organismo reacciona contra el efecto tóxico.

Otro efecto indirecto del vertimiento puede ser el cambio de las características del hábitat. Esto puede adquirir importancia crítica cuando los desechos se acumulan en el fondo. Los organismos bentónicos sésiles pueden sofocarse si los desechos se acumulan en una capa de unos pocos centímetros y las características del fondo podrían cambiar, de forma que ya no fueran adecuadas para el estilo de vida del bentos natural y de los organismos que se alimentan de él. Por lo general, esas profundidades modificadas serán invadidas por especies oportunistas (tales como el gusano *Capitella*) que se reproducen rápidamente y son resistentes a condiciones contaminadas. Aunque en algunas circunstancias pueden sustituirse por otras especies explotables, tal vez sean excluidas de esas profundidades modificadas algunas especies que anteriormente servían al hombre, tales como los mariscos, las langostas y los cangrejos. Como se ha dicho antes, si también hay contaminación microbiana, tal vez deba prohibirse la pesca, incluso en las zonas adyacentes donde sobrevivan los organismos, a fin de evitar el riesgo del regreso de los gérmenes patógenos a los seres humanos.

2.2 Características y efectos químicos

Es posible obtener algunas indicaciones importantes - aunque no una caracterización química completa - de un desecho, partiendo del conocimiento de las materias primas y del método de producción utilizado. No es necesario el análisis normal en escala completa para obtener la lista general de elementos o de compuestos químicos; por el contrario, el análisis debe responder a las necesidades que plantea cada clase de desechos. Con todo, se pueden ofrecer algunas directrices generales. Por ejemplo, normalmente será aplicable el análisis de sólidos totales, de partículas totales, de materia orgánica y de densidad relativa. El análisis de algunos oligometales, compuestos de plaguicidas y bifenilos policlorados ofrecerá una información útil sobre las sustancias persistentes. Es probable que estos elementos se hallen presentes en muchos desechos.

El agua de mar tiene una capacidad considerable para amortiguar los ácidos y los álcalis. Por ejemplo, el desecho de ácido y hierro procedente de la producción de dióxido de titanio mediante el método del ácido sulfúrico se neutraliza rápidamente al liberarse en el mar. Después de la neutralización, el sulfato de hierro original se oxida a férrico, ejerciendo así una demanda química de oxígeno, y se precipita como hidróxido férrico.

En condiciones de estancamiento, los desechos con demanda química de oxígeno (DQO) o con demanda bioquímica de oxígeno (DBO) elevadas, pueden conducir a la desoxigenación del agua o del sedimento (son ejemplos de estos casos los fangos de alcantarilla, los desechos de la fabricación de pulpa y los de la elaboración de alimentos). Esa descomposición de materia orgánica puede conducir a la liberación de grandes cantidades de nutrientes tales como fosfato y nitrógeno disponible, que, si no se dispersan adecuadamente, pueden ocasionar enriquecimiento local del agua y cambios en la composición de las especies. En tales circunstancias, puede ocurrir un gran desarrollo de algas, incluso los relacionados con las purgas de mar y, en definitiva, tras la muerte y la descomposición, producirse desoxigenación y hedores.

Algunas sustancias químicas, de las que probablemente las más conocidas sean los clorofenoles, pueden causar, aun en concentraciones muy bajas, la contaminación de peces y mariscos, lo que los hace inaceptables para el consumo humano. Por lo tanto, es importante evitar la eliminación de tales desechos en el mar.

Otras sustancias químicas (por ejemplo, el cianuro, el cloro libre y los compuestos de organofósforo) son agudamente tóxicos para la vida marina. En muchos casos, se vuelven inocuos en forma más o menos rápida mediante procesos químicos o biológicos. Los cianuros, que se hallan presentes en algunas sales de tratamiento térmico utilizadas para templar aceros, producen por hidrólisis ácido fórmico y amoníaco. El bario, que también puede estar presente en algunas mezclas de sal de tratamiento térmico, se precipita mediante el sulfato del agua de mar como sulfato de bario insoluble. El cloro se reduce a cloruro, que es uno de los componentes principales del agua de mar. Los compuestos de organofósforo sumamente tóxicos se hidrolizan en el agua de mar, con una semivida que fluctúa entre algunos días y varios meses. Sin embargo, el fósforo elemental coloidal se oxida sólo en forma muy lenta en el agua de mar y se conocen casos en que ha dañado los recursos marinos (Jangaard, 1972).

Muchos metales pesados se acumulan en los organismos marinos. Los riesgos especiales que plantean el mercurio y el cadmio para la salud humana se reconocen en los dos Convenios sobre vertimientos, en que se prohíbe totalmente su eliminación (excepto como oligocontaminantes). Las investigaciones han demostrado que en el medio acuático el mercurio se transforma en compuestos orgánicos de mercurio - por ejemplo, el metilmercurio - que son mucho más tóxicos que el mercurio inorgánico o metálico (Jernelöv, 1969).

Es posible verter desechos que contengan otros metales o elementos, como plomo, zinc, cobre y arsénico, pero ello requiere una atención especial. Es probable que no sea conveniente ninguna acumulación local de cualquiera de esos compuestos o elementos. El estado químico es importante: en su forma insoluble y en algunos casos también como compuestos, la toxicidad aguda del plomo, el zinc y el cobre es bastante reducida. En las zonas anóxicas del mar, donde hay ácido sulfhídrico, muchos metales pesados pueden eliminarse del agua de mar mediante la formación de sulfuros metálicos muy insolubles. Una excepción es el hierro, que como sulfuro ferroso es más soluble en el agua de mar que como hidróxido férrico, que es la forma normal en condiciones de oxigenación. En algunos casos, se puede evitar la precipitación de metales pesados como sulfuros mediante sustancias presentes en el agua de mar, capaces de formar compuestos metálicos solubles. Cabe hacer notar que, en condiciones de anoxia, se ha descubierto que el sulfuro de mercurio es más soluble en el agua de mar de lo que podría esperarse de su producto de solubilidad (OIEA, 1971).

Cabe señalar que determinados metales y sustancias orgánicas se absorben fácil y firmemente sobre o en las materias corpusculares, tales como la arcilla o los hidróxidos de metal. Existen algunas pruebas de que en esa forma son mucho menos accesibles para los organismos marinos, es decir, disminuye el riesgo de bioacumulación o de efectos tóxicos. Efectos análogos pueden crearse también mediante la

formación de compuestos orgánicos, pero ello dependería considerablemente de la estabilidad del compuesto. Cabe advertir que el estado de valencia de un elemento reviste importancia cuando se trata de predecir sus efectos en los organismos marinos; por ejemplo, el arsénico es menos tóxico en su forma pentavalente que en su forma trivalente, pero el cromo hexavalente es más tóxico que el cromo trivalente.

La incineración en el mar de hidrocarburos clorados da por resultado la formación de grandes cantidades de ácido clorhídrico gaseoso y vapor de agua. Estas sustancias se combinan y condensan para formar gotas pequeñas que caen habitualmente a una distancia relativamente corta del buque de incineración. El ácido es neutralizado rápidamente por el agua de mar.

2.3 Características físicas y efectos

Es necesario determinar si el desecho es líquido o sólido, o sólido en suspensión, y la densidad del desecho en su conjunto y de cualesquier sólidos que pueda contener, puesto que estas propiedades influirán sobre la dilución inicial y sobre la dispersión y sedimentación ulteriores. La velocidad de sedimentación recibirá la influencia de la forma, el tamaño y la densidad de las partículas, y la materia conglomerada se sedimentará más rápidamente que cada una de las partículas de la misma densidad. En condiciones de estratificación, puede suceder que la materia corpuscular quede retenida o que se elimine su dispersión vertical en una capa de gran densidad.

La materia corpuscular puede influir sobre el medio marino de distintas formas. Si se sedimenta en grandes cantidades en un sector limitado, la fauna y flora bentónicas sufrirán probablemente los efectos negativos. Si los sólidos fueran orgánicos, podrían establecerse condiciones anóxicas. Aunque en algunas zonas la carga de partículas naturales en suspensión es elevada, la adición de materia suspendida aumentará la turbidez y podrá causar cambio de coloración del agua con posibles efectos nocivos en la pesca y en las actividades recreativas. Algunas formas de desecho corpuscular pueden obstruir las agallas de los peces marinos, crustáceos y moluscos bivalvos. Si un desecho es prácticamente insoluble y de menor densidad que el agua, flotará y ello podrá afectar negativamente al transporte o a las actividades de esparcimiento.

2.4 Materias orgánicas

A pesar de que las sustancias orgánicas naturales disueltas se descomponen en condiciones favorables (Duursma, 1965), tienen un tiempo de residencia de varios miles de años en las aguas profundas del mar abierto (Williams, 1969). Esto significa que la introducción de compuestos orgánicos artificiales más estables en las profundidades oceánicas podría conducir a un tiempo de residencia incluso más prolongado. Las condiciones existentes cerca de las costas son más favorables para la descomposición puesto que, debido a la presencia de materias sólidas, de la presión más baja y de temperaturas por lo general más altas, la actividad

bacteriana es mucho más intensa; como resultado, se observa comúnmente una modificación rápida de materias orgánicas disueltas (Jannasch, 1969; Jannasch y otros, 1971). Cabe advertir que las tasas de tales procesos disminuyen considerablemente a temperaturas bajas, por ejemplo, en latitudes elevadas.

Esto no implica que las materias orgánicas disueltas deban verse de preferencia en las zonas costeras. Es claro que son importantes otros aspectos distintos de la degradación. En especial, algunos compuestos tóxicos son resistentes a la degradación. Para determinadas materias, tal vez sea preferible la eliminación en zonas situadas lejos de las costas a la dilución y degradación en las aguas cercanas a las costas. Para los desechos orgánicos artificiales habitualmente es más seguro descartar la degradación (que puede ser muy lenta), y basar la evaluación de los límites en la concentración resultante de la dispersión física.

2.5 Fangos de alcantarilla y productos del dragado

Según cifras correspondientes a los Estados Unidos y Europa, el grueso de materias vertidas en el mar está constituido por productos de dragado (alrededor del 80%) y fangos de alcantarilla (alrededor del 10%). Por ese motivo, se presta especial atención a esos desechos. Ambas clases pueden estar contaminadas con metales, bacterias y virus, hidrocarburos aromáticos polinucleares, hidrocarburos derivados del petróleo y compuestos órgano-halogenados.

Los productos del dragado consisten en un conglomerado heterogéneo de materias, con mucha frecuencia anóxicas, en una amplia gama de tamaños que varía desde las partículas de arcilla submicroscópicas hasta piedras de varios centímetros de diámetro, a menudo con una gran proporción de material orgánico. Los fangos de alcantarilla son una mezcla más uniforme de sustancias orgánicas e inorgánicas más finas.

Los principales problemas ecológicos que surgen de la eliminación de productos del dragado y fangos de alcantarilla son la gran demanda de oxígeno y la sedimentación en el fondo en capas de un espesor considerable. Ambos problemas pueden vincularse también con consecuencias para la salud humana. La descomposición del contenido orgánico de los productos del dragado o de los fangos de alcantarilla, especialmente de fango no digerido, puede desoxigenar tanto los sedimentos como las aguas que los cubren y conducir a la formación de ácido sulfhídrico, que es sumamente tóxico.

El peligro para la salud que plantean las bacterias patógenas en los fangos de alcantarilla puede disminuir mediante la digestión. Sólo la dilución podrá decrecer los peligros residuales de los virus. Para causar enfermedades en el hombre, los agentes patógenos deben ser ingeridos en determinadas dosis infecciosas mínimas. Por esas razones, el vertimiento de aguas servidas debe realizarse siempre con cuidado según las condiciones oceanográficas locales.

2.6 Desechos voluminosos y en contenedores

La colocación deliberada en el fondo marino de objetos voluminosos tales como automóviles y neumáticos viejos, ha sido propugnada por muchas partes interesadas y realizada a título experimental en algunos países. Los escollos artificiales así formados ofrecen habitualmente, según se dice, buenas superficies de asentamiento para una variedad de organismos y refugios para seres como langostas; al parecer atraen también a una variedad de especies de interés para la pesca deportiva. Los desechos municipales en balas pueden proporcionar refugios análogos, pero las materias flotantes, por ejemplo, los materiales plásticos, deben ser embaladas a fin de que no regresen a la superficie, o ser tratadas previamente de alguna otra manera adecuada. En muchas zonas de la plataforma continental, la pesca de arrastre es tan intensa que se debe tener mucho cuidado para evitar entorpecer las actividades pesqueras.

Se requiere especial cuidado en relación con las zonas de actividad pesquera cuando se vierten desechos en contenedores. La reflotación de esos contenedores durante las operaciones de pesca podría ser peligrosa para la tripulación del buque pesquero, especialmente si hay probabilidades de que el contenedor esté gravemente debilitado por la corrosión. Según los términos del Convenio de Oslo, está prohibida la eliminación de desechos voluminosos y en contenedores salvo que esa eliminación se haga en aguas profundas.

Se considera necesario, en el vertimiento de desechos en contenedores en el mar, asegurar que la eliminación no afecte a cables submarinos de emplazamiento conocido, a fin de evitar que sufran deterioros por el impacto de un contenedor. En algunos casos, se utilizan contenedores para evitar la liberación de los desechos en las capas superiores o intermedias del océano. Ocasionalmente, los desechos se eliminan en contenedores sólo porque ofrecen un medio conveniente de transporte. Sin embargo, la mayoría de los desechos eliminados en contenedores son tóxicos para el hombre. De los ejemplos conocidos por los miembros del Grupo de Trabajo, la mayoría de los desechos vertidos en contenedores son sólidos y también tóxicos para los organismos marinos. Sin embargo, puesto que son sólidos en la mayoría de los casos, se disolverán sólo lentamente en las capas de aguas profundas y la zona probablemente afectada por los efectos tóxicos será relativamente pequeña. (Academia Nacional de Ciencias - Consejo Nacional de Investigaciones, 1962.) En determinados casos, los desechos vertidos en contenedores se mezclan con hormigón armado o se coloca el contenedor en una cápsula de hormigón; en ambos casos, la tasa de liberación de los desechos en el agua será probablemente mucho más reducida. Sin embargo, podrá correr peligro cualquier organismo marino que esté en la zona inmediata de un contenedor de desechos en el fondo de las profundidades oceánicas.

Las zonas de interés desde el punto de vista de la pesca comercial se extienden actualmente hasta un mínimo de 1.000 metros de profundidad en las regiones del talud continental. Por consiguiente, si esos desechos se han de eliminar en aguas profundas, deben vertirse considerablemente lejos de los taludes continentales. De un modo análogo, han de evitarse las regiones superiores de las crestas del mar

profundo. Cabe advertir que aunque no se ofrece una definición en el Convenio de Londres, para los propósitos del Convenio de Oslo se entiende que las zonas de vertimiento en aguas profundas se sitúan por lo menos a 2.000 metros de profundidad y a 150 millas náuticas de tierra firme; además, se ha convenido en que no se harán vertimientos a menos de 20 millas náuticas de cualquier cable de emplazamiento conocido. Sin embargo, esos criterios por sí solos no son suficientes y se debe tener cuidado en evitar zonas ecológicamente sensibles.

3. METODO DE ELIMINACION

En el Convenio de Londres sobre la Prevención de la Contaminación del Mar por Vertimiento de Desechos y otras Materias, se define el vertimiento como una introducción intermitente de materiales de desecho en el mar, y a este respecto procede distinguir entre el vertimiento de:

- i) desechos encerrados en contenedores, o en forma de balas compactadas, y/o materiales de desecho voluminosos; y
- ii) desechos no contenerizados en carga a granel.

3.1 Desechos contenerizados

Los desechos de carácter heterogéneo pueden ser manejados mucho más fácilmente en forma contenerizada que en estado suelto, a granel. Los desechos sólidos de las ciudades pueden transformarse, mediante la compactación a presión elevada, en balas estables adecuadas para el transporte.

Las condiciones principales de los contenedores y las balas es que cumplan los requisitos establecidos en los reglamentos de transporte correspondientes y retengan su contenido durante el descenso hasta el fondo del mar, o hasta una profundidad intermedia predeterminada. Cuando la situación requiera que los desechos permanezcan encerrados durante un período prolongado, los contenedores no deberán romperse debido al aumento de la presión. Su densidad total deberá ser superior a 1,2 gr. por cm³.

Según la forma, el tamaño, la integridad y el peso de los contenedores de desechos y el carácter del fondo marino en que se dejen caer, los contenedores pueden comportarse de varias formas distintas, a saber:

- i) hundirse intactos en el lógamo del fondo sin desintegrarse;
- ii) hundirse en el lógamo del fondo y desintegrarse;
- iii) permanecer intactos y sellados indefinidamente en el fondo sin que se produzca una penetración significativa;
- iv) romperse al chocar contra el fondo, accidentalmente o en forma deliberada merced a un dispositivo a tal efecto, derramando su contenido en el fondo marino y en el agua suprayacente;
- v) implosionar debido a la elevada presión, o desintegrarse gradualmente en el fondo, descargando su contenido en los alrededores.

Si el contenedor y su contenido se hunden en el lógamo del fondo sin desintegrarse, quedarán permanentemente enterrados en los sedimentos del fondo. Siempre que el fondo no sea perturbado posteriormente por actividades de minería o de dragado profundo, sus efectos en las aguas y sedimentos del fondo serán mínimos.

La desintegración tras la penetración de los sedimentos llevaría a la contaminación local de los sedimentos. Si el contenedor explota o implosiona, por efecto de la presión, golpe o explosivo, su contenido se descargará súbitamente en el agua y en los sedimentos.

3.2 Desechos en carga a granel: técnica de descarga

En este caso, los desechos a granel se descargan a granel desde gabarras. Habitualmente, se utilizan dos tipos de gabarras, a saber: autopropulsadas o remolcadas, que descargan su contenido por bombeo o por gravitación. En las operaciones de dragado pequeñas puede utilizarse la eliminación en el fondo (vertimiento en el fondo), en tanto que para los residuos cloacales y para los cienos y líquidos industriales se utilizan gabarras cisterna automáticas.

El tamaño de las gabarras varía de 300 a 8.000 toneladas, y la descarga se efectúa habitualmente a cinco metros bajo la superficie mediante tubos que pueden tener diámetros de 10 a 60 cm. Usualmente la descarga se realiza a velocidades de 6 a 10 nudos, y a una tasa de descarga de 4 a 250 toneladas por minuto. Los cienos cloacales habitualmente se descargan desde una gabarra de compuertas a un ritmo de 100 a 200 toneladas por minuto, utilizando la gravedad sola o en combinación con baja presión de aire (EPA, 1971).

La incineración en el mar de materiales de desecho combustibles puede dar origen a la formación de grandes cantidades de gases. En la mayoría de los casos, éstos volverán al mar con las precipitaciones. Puede esperarse que el subsiguiente esparcimiento de los restos, principalmente en la capa superficial, se produzca con bastante rapidez en la mayoría de los casos.

3.3 Desechos en carga a granel: dispersión

La técnica de descarga influye considerablemente en la dilución inicial y, consiguientemente, en la dispersión física a largo plazo en el medio marino.

La dispersión física se define como la acción combinada a) de la mezcla en el momento de la descarga seguida de la mezcla turbulenta en el mar, y b) del transporte por las corrientes. Para que la dispersión sea efectiva se requieren buenas condiciones de mezcla y una elevada tasa de intercambio entre la zona del vertimiento y el mar circundante, de forma que los desechos se diluyan en un gran volumen de agua. Los efectos de los desechos en el medio marino pueden controlarse principalmente mediante la dispersión física. Ahora bien, como se indicó anteriormente, hay varios otros procesos que actúan en el mismo sentido y que contribuyen a reducir los efectos.

En la fase de dispersión se distinguen dos etapas, a saber: la etapa inicial, que corresponde a la dilución inicial, y la dispersión subsiguiente.

- i) La mezcla producida en el momento de la descarga dependerá de las características de los desechos y de la técnica de descarga. A este respecto, las características físicas de los desechos que importan son la densidad

de distribución, el contenido de sólidos y la distribución de su tamaño. La dilución inicial está controlada principalmente por el ritmo de descarga y por la velocidad de la embarcación durante la misma.

En las zonas en que hay cierto grado de estratificación de densidades, el material de desecho puede dispersarse de forma que se mantenga temporalmente en la capa superficial descargándolo en la estela del buque en marcha. Con una dilución inicial del orden de 1:1.000 de los desechos poco después de la descarga, se reducirá la densidad de la mezcla a un nivel aceptable en la mayoría de las condiciones marinas de estratificación. Esta dilución habitualmente se produce aproximadamente a 500 metros a popa del buque, en su estela, a velocidades de 6 a 8 nudos (Abraham *et al*, 1972). Si la columna de agua es homogénea, el agua contaminada se hundirá o permanecerá en la superficie según que la densidad de los desechos sea superior, inferior o igual a la del agua del mar. Los desechos con una densidad media superior a la del agua del mar, vertidos desde una embarcación casi estacionaria, o vertidos en grandes cantidades en un período breve (del orden de una hora), se hundirán debido a su superior densidad e impulso iniciales. Pueden definirse dos fases de la dispersión inicial como sigue (EPA, 1971):

- a) descenso convectivo: debido a la superior densidad e impulso iniciales;
- b) colapso en una capa pycnoclina en la que puede quedar atrapada la nube de desechos descendente.

En este caso la dilución inicial parece ser del orden de 1:100 a 1:500, pero esto se basa en un número relativamente pequeño de observaciones (Crickmore, 1972, Kullenberg, 1974). Se han construido modelos para predecir la profundidad de penetración (esto es, profundidad máxima) de los desechos y la distribución vertical de la concentración en la columna de agua contaminada, pero adolecen de muchos supuestos y aproximaciones simplificadoras (EPA, 1971).

- ii) La dispersión ambiental subsiguiente se debe a la mezcla turbulenta y al transporte por las corrientes en el agua. La tasa de dispersión puede ser muy baja, y dependerá principalmente de varios factores ambientales físicos que se examinarán en la sección 5, al hablar de la elección del lugar de la eliminación. Sin embargo, en la dispersión puede influir considerablemente la distribución inicial de la concentración de los desechos inmediatamente después de terminar el vertimiento. Esto dependerá del método de descarga, de las características de los desechos y de la estratificación de densidades en la zona de descarga. El esparcimiento de los desechos a lo largo de una gran distancia vertical facilitará una rápida dispersión prácticamente en todos los casos. La acumulación de desechos en las interfaces de densidades reducirá siempre la tasa de la dispersión subsiguiente. Tal acumulación puede producirse por el

atrapamiento de la nube descendente de desechos en la capa pycnoclina o por el bloqueo del material de desecho flotante en la superficie. Waldichuk (1964) ha demostrado el atrapamiento del efluente de un molino para pasta kraft descargado mediante un dispersador submarino.

Cabe concluir que en todos los casos en que se requiere una dilución rápida, la descarga debe efectuarse en la estela de un buque en marcha. En general, debe asegurarse una dilución inicial lo más elevada posible; en condiciones normales, los valores razonables que pueden lograrse oscilan entre 1:200 y 1:2.000 (Weichart, 1972; Crickmore, 1972; Abraham et al, 1972; EPA, 1971).

Dado que pueden ajustarse, al menos en cierta medida, tanto la técnica de descarga como las características de los desechos, habitualmente puede lograrse una dilución inicial que cumpla los requisitos necesarios para producir un efecto mínimo en el medio ambiente. En general, debe evitarse el atrapamiento o colapso en capas pycnoclinas.

La frecuencia de vertimiento debe ajustarse según la capacidad y las características de dispersión de la zona de descarga. En las zonas de mezcla y transporte rápidos, la frecuencia de la descarga puede ser superior que en las zonas con una dispersión menos vigorosa. Debe evitarse una acumulación de materiales de desecho en la columna de agua. Como norma general útil, los lugares de vertimiento y la frecuencia del mismo deben ajustarse de forma que no se superpongan distintas nubes de desechos. Esto puede resultar relativamente fácil en el mar abierto, pero puede ser imposible en un estuario. Puede efectuarse una evaluación preliminar sobre la base de las características de las corrientes de la zona, tales como las corrientes de marea, las corrientes impulsadas por el viento, y las corrientes residuales.

4. OTROS USOS

Aparte el vertimiento de desechos, los usos a que puede destinarse el medio marino son múltiples; entre ellos figuran la pesca, el transporte, el esparcimiento (incluida la pesca deportiva), la minería (en particular la extracción de productos químicos) y la acuicultura. Además, las aguas del mar se usan como aguas residuales, y el fondo marino se utiliza para el tendido de cables. Muchos de estos usos pueden resultar afectados de forma adversa por la contaminación marina, pero a los efectos del presente informe, sólo se tienen en cuenta las relaciones entre los otros usos y el vertimiento de desechos.

Pesca: La pesca es una de las principales actividades del hombre en el medio marino. Las capturas mundiales (incluidos todos los organismos marinos) fueron superiores a 65×10^6 toneladas métricas en 1973 (FAO, 1974). Se ha calculado que el rendimiento máximo sostenible de las pesquerías mundiales puede ser aproximadamente dos veces esa cifra.

Transportes: El transporte marítimo es otro de los principales usos del mar, y está aumentando continuamente. Las operaciones de vertimiento en el mar pueden obstaculizar el transporte marítimo, bien directamente entorpeciendo la navegación o bien por efectos tales como el bloqueo de los sistemas de enfriamiento o el entramamiento de las hélices.

Esparcimiento: El esparcimiento al aire libre aumenta constantemente y el recreo en la costa del mar figura como una de sus formas más importantes, tanto económica como socialmente; en consecuencia, es importante evitar que lleguen a la costa materiales estéticamente indeseables tales como grasas, plásticos y otras materias orgánicas de lenta degradación.

Minería: La minería oceánica en el fondo del mar y la extracción de productos químicos de las aguas del mar pueden verse afectadas por impurezas u obstrucciones físicas introducidas en el medio marino por el vertimiento de desechos.

Acuicultura: La práctica de la acuicultura en agua marina y dulce aporta actualmente un total de cinco a seis millones de toneladas métricas al suministro mundial de alimentos, del cual el 85% es producido en Asia y en la región del Lejano Oriente (Rabanal, 1974). El potencial en esta esfera es grande, pero los factores económicos limitan actualmente la práctica de la acuicultura a peces de alta calidad, invertebrados y algas marinas.

Cables y tuberías submarinos: Los cables y las tuberías submarinos pueden resultar afectados tanto química como físicamente por el vertimiento de desechos en el océano. Aparte de este posible efecto directo del vertimiento de desechos en los cables y tuberías submarinos, los desplazamientos submarinos causados por el vertimiento pueden ser una amenaza potencial para ellos.

Investigación científica: Las actividades de vertimiento de desechos pueden obstaculizar o perturbar la exploración geofísica, las mediciones meteorológicas-oceanográficas, por medio de boyas amarradas, por ejemplo, o incluso los estudios sobre las variaciones en las poblaciones de peces debidas a causas naturales.

5. SELECCION DE LUGARES

La selección de lugares para el vertimiento de desechos se debe realizar de manera que se minimice su influencia en los usos actuales y otras utilizaciones posibles del mar.

5.1 Características biológicas

Siempre se debe realizar una evaluación de las características biológicas de cualquier posible zona de vertimiento de desechos. Evidentemente, en la selección de los lugares de descarga se deben evitar las zonas de elevada productividad biológica, los lugares de intensa actividad pesquera, las zonas de cría y las rutas de migración de importantes recursos pesqueros. Algunas de estas actividades, como la cría y la migración, pueden ser estacionales, de manera que el vertimiento de desechos en otras épocas del año puede resultar aceptable, siempre que no se produzca una sustancial movilización de materias tóxicas después de la descarga. El vertimiento de desechos en zonas de actividad pesquera puede no sólo afectar los recursos biológicos del mar sino también dificultar las tareas de los barcos de pesca, y algunos tipos de desechos pueden dañar o entorpecer las redes o los aparejos de pesca. El medio marino y sus recursos biológicos son sensibles a los cambios naturales, y es preciso protegerlos cuidadosamente de cambios artificiales.

La producción de alimentos es uno de los principales usos del mar. Muchas zonas ya están sometidas a una explotación excesiva, mientras que otras están prácticamente intactas (FAO, 1972). En la actualidad, la pesca se desarrolla principalmente en las zonas costeras y los taludes continentales, donde la descarga de contaminantes procedentes de todas las fuentes tiene más probabilidades de ser mayor. En los últimos años, la pesca de nuevas especies se ha extendido a zonas de los taludes continentales mucho más profundas que las explotadas anteriormente. También se debe señalar que se realiza pesca pelágica en considerable escala en algunas zonas del océano abierto, por ejemplo, las zonas ecuatoriales.

En relación con la eliminación de desechos en el mar, se debe señalar que el medio físico de las zonas de gran productividad de los océanos a menudo se caracteriza por fenómenos tales como giros ciclónicos, ascensión de aguas, corrientes limítrofes laterales, frentes oceánicos, etc., es decir, se trata en todos los casos de zonas de divergencia. Estas condiciones facilitan en mayor o menor grado la existencia de considerables suministros de nutrientes, la producción primaria de alimentos y la concentración de zooplancton, factores de los cuales dependen las poblaciones de peces y otras formas de vida marina.

En cambio, la circulación oceánica da lugar a convergencias tales como el mar de los Sargazos, las convergencias ecuatoriales y las convergencias costeras. Aunque en esas zonas la productividad suele ser baja, los desechos pueden acumularse allí, en especial si son resistentes a la degradación.

Las tensiones naturales a que están sometidos los organismos varían en magnitud y frecuencia. Por ejemplo, las variaciones estacionales de temperatura son extremas en las altitudes altas en comparación con los trópicos. También puede darse un alto grado de variabilidad en los frentes oceánicos. En las profundidades del océano abierto reinan siempre el frío y la oscuridad, mientras que la salinidad, la luz y la temperatura pueden cambiar rápidamente en los estuarios, según las mareas, los días o las estaciones. Los organismos que viven en medios sometidos a fuertes tensiones han evolucionado de manera de poder soportar esos cambios, pero pueden no estar en condiciones de soportar tensiones artificiales. Del mismo modo, la contaminación puede influir en su capacidad para adaptarse a los cambios naturales.

Debe prestarse especial atención a las migraciones animales. Las especies migratorias se sirven de su agudo sentido de la orientación para retornar a sus regiones de origen. Cualquier alteración de las características naturales de esas aguas por la introducción de sustancias extrañas puede perturbar los procesos de detección de los peces. Las sustancias vertidas podrían desvirtuar las características naturales del agua del mar o de las corrientes afluentes. Ello podría confundir a los peces migratorios, quizás hasta el punto de hacerlos perderse y no desovar o de impedirles hallar alimentos.

Los procesos de desove, de cría y de alimentación de los organismos marinos están estrechamente relacionados con los mencionados aspectos. También se deben tener en cuenta las especies que se encuentran en situación crítica, los procesos de transporte biológico vertical y horizontal, la bioacumulación, la biotransformación y la contaminación.

Al planificar las operaciones de vertimiento de desechos, se deben observar ciertas precauciones generales conformes con las características de los materiales de desecho. Si los desechos contienen sustancias tóxicas, se debe asegurar, mediante la dilución en el momento de la descarga y la subsiguiente mezcla de los desechos con el agua del mar, que no se produzcan concentraciones que puedan dañar la biota marina. Para las sustancias que se asientan en el fondo marino, se deben elegir zonas de escasa o ninguna productividad bentónica; si esto no es posible, se debe computar el sacrificio parcial de la población bentónica como parte del "costo" de la eliminación de desechos.

5.2 Características de los sedimentos

Los sedimentos del fondo del mar en las principales cuencas oceánicas tienen una capacidad potencial de absorción para todo tipo de metales y sustancias orgánicas. Sin embargo, puede ocurrir que las materias originadas del vertimiento de desechos se dispersen en la columna de agua y no sean absorbidas hasta la interfaz agua/fondo marino. En condiciones de gran turbidez se produce un efecto de atrapamiento de las sustancias en solución por los materiales sólidos.

Cuando los materiales llegan al fondo marino, una gran afinidad de los desechos con los sedimentos conduce a una elevada absorción total por dicho fondo. Sin embargo, esta absorción se verifica primordialmente en una delgada capa superficial del sedimento, y es lenta la penetración más profunda en el fondo marino. Por lo tanto, si se produce una resuspensión o si hay erosión, el material puede ser reciclado al agua y a la epiflora y epifauna bentónicas. De este modo, el fondo marino no siempre será el sumidero final de los desechos vertidos.

En principio, los desechos sumergidos en el fondo del mar quedarían eliminados del sistema acuático. La migración a las aguas suprayacentes es muy lenta cuando los desechos están enterrados bajo varios centímetros de sedimentos. Sin embargo, técnicamente resulta difícil enterrar los desechos en el fondo marino.

Por lo que se refiere a los desechos líquidos o disueltos, a menos que los sedimentos sean agitados será escaso el material que quede ligado en el fondo marino. En un lugar de vertimiento, la mayor parte de las sustancias disueltas se dispersarán dentro del sistema acuático en tan alto grado que la absorción por el fondo marino será extremadamente limitada. Sin embargo, si se repiten las descargas, especialmente de materiales que no sean rápidamente degradables, la zona acumulará cada vez más material en los sedimentos. Esto ocurrirá especialmente con ciertos metales pesados con los que ocurre un fenómeno de inmovilización a través de su absorción dentro de los retículos cristalinos de las partículas sedimentarias (Ros-Vicent et al., en prensa).

5.3 Características de la dispersión

Se deben estudiar tanto la mezcla por turbulencia en la zona como la tasa de intercambio con el mar circundante a fin de determinar las características de dispersión de un posible lugar de vertimiento de desechos. Al estudiar las características físicas de dispersión de una zona, se deben tener en cuenta las siguientes generalizaciones.

A. Tasa de mezcla

La mezcla por turbulencia en el mar está determinada por factores físicos como el viento, las olas, el espesor de la capa mezclada, la estratificación por densidad y las corrientes, incluso sus variaciones temporales y espaciales (Okubo, 1971; Weidemann y Sendner, 1972). En muchas zonas de aguas poco profundas, las corrientes de marea son los principales agentes de mezcla. En condiciones de estratificación estable la mezcla se reduce, en especial en las capas pycnoclinas. En ellas, la tasa de dilución es baja y varía mucho con el tiempo, es decir, la mezcla es intermitente. Respecto de contaminantes que no influyen en el flujo, se ha observado en zonas encerradas tasas de dilución inferiores a 1:10 en 24 horas (Kullenberg, 1972a). Asimismo, es probable que el proceso de mezcla también sea lento en zonas de alta mar muy estratificadas. En esas condiciones, el material en partículas se asienta por efecto de la gravedad, aunque las partículas de flotabilidad casi neutral pueden permanecer en suspensión. La velocidad de asentamiento de las partículas de desechos variará, aunque parece que una milla por hora es una velocidad representativa para el estado flocooso (Crickmore, 1972). En las capas pycnoclinas pueden quedar retenidas las partículas de flotabilidad casi neutral.

En la capa mezclada por acción del viento, la tasa de dilución es mucho mayor; en condiciones de viento suave, se puede prever una dilución que dé entre 1:10 y 1:50 en un período de 1 a 5 horas. En condiciones de viento fuerte, la tasa de dilución aumenta con el cuadrado de la velocidad del viento, aproximadamente (Bowden *et al.*, 1974; Kullenberg, 1971).

Es frecuente que en las proximidades del fondo marino haya una capa de contacto turbulenta cuyo espesor dependerá de la rugosidad del fondo y la velocidad de la corriente. Con frecuencia, del tipo de sedimentos de la interfaz se pueden obtener indicaciones de las condiciones de transporte sobre el fondo marino. La presencia de material de grano fino suele indicar un transporte débil y un medio favorable para la sedimentación, mientras que la presencia de partículas gruesas es indicativa de resuspensión y de erosión. Sin embargo, estos conceptos se deben aplicar con prudencia, y hay que tener en cuenta que las condiciones suelen variar con las estaciones.

En los estuarios y las desembocaduras de los ríos, la corriente de compensación transporta el material sobre el fondo hacia el litoral. Esto también puede producirse en aguas poco profundas en las que existen diferencias horizontales de densidad, remolinos o afloramiento costero producido por el viento. En muchas zonas, las corrientes oscilantes (producidas por las mareas) causarán resuspensión y fraccionamiento debido a las diferencias en la sedimentación. Esto supone que la parte finamente granulada de los desechos, que puede servir de medio de transporte de organismos patógenos y otros contaminantes, puede ser transportada de manera selectiva a la zona costera.

La información de que se dispone acerca de las corrientes próximas al fondo en aguas profundas sugiere que no se producirá la resuspensión, excepto en ciertas zonas, localizadas sobre todo en los límites de los bordes continentales y relacionadas, en parte, con accidentes topográficos como los declives, cañones y dorsales.

B. Mecanismos de mezcla

En la capa mezclada por acción del viento, es bastante rápida la mezcla vertical hasta la interfaz primaria. Por lo tanto, el espesor de la capa mezclada por acción del viento es un indicador de importancia para determinar las características de la mezcla. Un importante mecanismo de dispersión para escalas de 1 a 10 km es el efecto vertical de cizallamiento, es decir, el efecto combinado de la mezcla vertical y el cizallamiento vertical por acción de la corriente como causa de dispersión horizontal. Para un volumen contaminado inicialmente espeso, el alargamiento debido al cizallamiento vertical es también importante. A este respecto, los componentes cronológicos y, en especial, los componentes oscilatorios de la corriente son importantes para determinar la dispersión.

En la capa superficial, la mezcla vertical depende del viento, el cizallamiento y la estratificación. En las capas estratificadas internas, la mezcla vertical se reduce y es inversamente proporcional a la estratificación. Los elementos determinantes del movimiento interno en el mar son las olas internas, que sólo provocan mezcla cuando rompen.

A mayores escalas, superiores a 10 km o varios días, las variaciones horizontales en gran escala de las corrientes serán el factor determinante de la mezcla.

C. Tasa de intercambio

Al examinar las características de dispersión de una zona, es necesario tener en cuenta la tasa de intercambio con la zona de alta mar circundante. Un indicador útil para establecer la tasa de intercambio es el tiempo de permanencia de un determinado elemento, que se puede calcular mediante un trazador natural. Esto es aplicable, en especial, a zonas encerradas o semiencerradas tales como fiordos, mares marginales y mares interiores. El tiempo de permanencia dará una medida de la acumulación de material persistente en la zona.

Desde el punto de vista de la dispersión, se pueden definir las tres categorías de zonas que siguen:

i) Zonas de gran turbulencia

Las zonas de mareas se suelen caracterizar por una gran turbulencia y ofrecen muchas posibilidades para la dispersión natural. No obstante, será preciso evitar conflictos con los intereses locales, especialmente de tipo estético y de recreo, y predecir dónde podría depositarse en último término el material de desecho en partículas.

ii) Cuencas cerradas

Las cuencas cerradas (por ejemplo, el Mar Báltico o el Mar Negro) se aproximarán periódicamente a las condiciones anóxicas y estarán sujetas a renovación periódica. Tales zonas podrían a veces considerarse para la eliminación de desechos inertes y quizás también de los biodegradables. Sin embargo, deberán evitarse las sustancias persistentes y potencialmente bioacumulables, ya que, en último término, podrían volver a las aguas superficiales productivas. Debe hacerse observar que, como en los demás casos, habrá que tener en cuenta consideraciones locales.

iii) Otras zonas de turbulencia mínima o condiciones "reposadas"

Estas zonas se caracterizan por una capacidad claramente limitada para recibir desechos, ya que el transporte fuera de ellas y la renovación de los suministros de oxígeno, etc., son limitados. La consideración más importante en lo que se refiere a la eliminación de desechos en tales zonas es, por consiguiente, la de cómo lograr la máxima dilución inicial posible. La escala de la operación también habrá de ser objeto de control. En general, cuanto más inerte sea una sustancia tanto mayor será la escala de descarga aceptable, pero, a este efecto, deben tenerse en cuenta los recursos marinos existentes o potenciales.

D. Métodos de predicción

La elaboración de métodos para predecir la dispersión de diferentes tipos de desechos tras una operación de vertimiento tiene gran interés, pero adolece de varias limitaciones. No obstante, se han utilizado modelos sencillos con resultados satisfactorios para predecir la dispersión de desechos radiactivos. Se ha intentado elaborar modelos tanto de la dispersión inicial como de la subsiguiente (Oficina Europea de Productividad, 1971; Koh y Chang, 1973). Sin embargo, los resultados se deben aceptar con gran prudencia, ya que se parte de hipótesis muy limitativas, como la de considerar los contaminantes como pasivos. En la actualidad, la falta de información pertinente basada en la observación es el obstáculo más grave que se opone al desarrollo de modelos de predicción.

6. OBSERVACIONES EN EL LUGAR

Una vez hecha una elección preliminar del lugar para la eliminación sobre la base del conocimiento existente de las condiciones en la región, debe hacerse una serie de observaciones de las características físicas, químicas y biológicas. Lo ideal es que éstas se prolonguen a lo largo de un lapso de por lo menos un año a fin de tener en cuenta las variaciones que ocurrirán con los cambios estacionales. Debe advertirse que se producen variaciones a largo plazo como resultado de causas puramente naturales y que en la actualidad a menudo es difícilísimo distinguirlas de los cambios provocados artificialmente.

Las observaciones de la turbidez y las características químicas y biológicas deben continuar después de comenzado el vertimiento de desechos para asegurar que no ocurran cambios perjudiciales. Todas las observaciones deben realizarse en el lugar seleccionado y en torno a él, y debe reconocerse que puede ser preciso elegir un nuevo lugar a la luz de las observaciones anteriores o incluso posteriores a la descarga.

6.1 Observaciones biológicas

Antes de la aprobación del lugar para la eliminación, generalmente es esencial efectuar observaciones biológicas para caracterizar el lugar. Si se prevé la realización de descargas repetidas en el mismo lugar, estas observaciones deben hacerse en todas las estaciones del año y repetirse más frecuentemente en momentos críticos del año, tanto para vigilar los efectos biológicos como para explicar las variaciones de año a año. Para una sola descarga, que no se espera repetir, será aceptable una sola evaluación anterior al vertimiento, pero es conveniente realizar observaciones después de él para evaluar las consecuencias y formar la base para las decisiones futuras respecto de operaciones análogas.

Entre las observaciones que conviene realizar, cabría incluir las siguientes:

- i) Recursos pesqueros. Es probable que ya se disponga de datos sobre esta materia en los organismos o ministerios competentes para la mayoría de las regiones costeras.
- ii) Productividad primaria (vegetal) en relación con la intensidad de la luz y los nutrientes. Esto es de especial importancia si entre los desperdicios se incluye materia orgánica susceptible de descomposición, y si su descomposición liberará sustancias nutritivas que estimulen el crecimiento de las plantas, a veces con efectos indeseables tales como la modificación de la composición por especies.
- iii) Turbidez natural del agua, y los cambios en la turbidez que pueda producir la eliminación de desechos. La turbidez influye sobre la cantidad de luz que llega a diversas profundidades en el mar, y cabe esperar que un aumento persistente reduzca la productividad vegetal. Sin embargo, si se logra la rápida dispersión (o hundimiento) de los desperdicios, y si la circulación en la zona es tal que el aumento de

turbidez es transitorio, pueden preverse pocas consecuencias de un residuo no tóxico sobre la productividad. El fitoplancton se reproduce a una velocidad tan alta que es probable que la recuperación de una disminución en la fotosíntesis sea rápida.

- iv) Las poblaciones de zooplancton y sus migraciones diurnas verticales. Estos organismos pueden transportar elementos de un nivel de la columna a otro, a otro por absorción, alimentación y excreción.
- v) El contenido de oxígeno del agua y su variabilidad natural. Esto ayudará a determinar si un residuo con demanda de oxígeno reducirá o no el contenido de oxígeno a niveles que serán perjudiciales para los organismos marinos.
- vi) Las estructuras de las poblaciones bentónicas normales, sean o no de importancia comercial. Esto es especialmente importante en todos los casos en que los desechos puedan llegar al fondo del lugar de la descarga o acumularse en él. Puesto que los animales bentónicos permanecen en una ubicación fija (en contraste con los peces y el plancton), reflejan el efecto integrado de la exposición crónica al contaminante y pueden suministrar una advertencia de los posibles daños antes de que éstos ocurran.
- vii) Los índices microbiológicos respecto de la calidad del agua para la protección de la salud humana.

6.2 Observaciones químicas

El esquema de las observaciones químicas, contrariamente al de las de carácter biológico o físico, puede adaptarse a las características químicas de los desechos. Por ejemplo, si los residuos que se han de verter no contienen sustancias nutritivas, no tiene mayor objeto realizar un estudio exhaustivo de los niveles de nutrientes en la zona seleccionada para la descarga.

Es difícil hacer una lista completa de las sustancias que deben medirse en la región, pero según la composición de los desechos, las siguientes sustancias pueden merecer atención: residuos de plaguicidas orgánicos clorados, BPC, hidrocarburos del petróleo y metales como el mercurio, y el cadmio. Todas estas sustancias están prohibidas en virtud de los términos del anexo I de los Convenios sobre vertimiento, pero se sabe que están presentes en desechos tales como el fango cloacal y los residuos del dragado y pueden encontrarse en una variedad de desperdicios industriales. El grupo de trabajo advirtió que se permite la presencia de trazas de esas sustancias independientemente del volumen de los desechos, y esto hizo pensar a los miembros del grupo de trabajo que una prohibición como la que prescriben actualmente los Convenios sobre vertimiento era quizás discutible. Esta cuestión destaca la necesidad de reevaluar continuamente los anexos de los Convenios sobre vertimiento y sus definiciones.

Varios otros elementos, por ejemplo, el zinc, el cobre, el plomo y el arsénico, también pueden acumularse y deben medirse. Es probable que las más altas concentraciones de la mayoría de las sustancias enumeradas supra se encuentren en sedimentos y animales bentónicos. En general, no será conveniente que el contenido orgánico de los sedimentos aumente indebidamente; como indicación de esto, debe medirse la pérdida por ignición o preferiblemente el contenido total de carbono orgánico. Si los desechos contienen cantidades importantes de nutrientes, tales como fosfatos, nitratos, nitritos o amoníaco, éstas deben medirse en la columna de agua.

Quizás merezca señalarse que las sustancias consideradas perjudiciales en el medio ambiente del agua dulce pueden serlo menos en el medio ambiente marino (por ejemplo, el cianuro, debido a la formación de complejos con iones metálicos, y el amoníaco, debido al efecto amortiguador del agua de mar) o incluso pueden ser prácticamente inofensivas (por ejemplo, los cloruros, los sulfatos o el bario: los dos primeros se presentan naturalmente en altas concentraciones en el agua de mar y el último se precipitará como sulfato de bario). A reserva de esas excepciones bastante obvias, en general debe preverse la presencia en la zona de vertimiento de toda sustancia que se sabe se halla en elevadas concentraciones en los desechos, y deben hacerse las mediciones del caso.

6.3 Observaciones físicas

Desde el punto de vista de la dispersión, deben observarse las condiciones físicas en el lugar del vertimiento y debe hacerse una evaluación general de las tasas de intercambio entre las aguas de la zona de descarga, las zonas vecinas y el océano abierto.

Cabe esperar que las observaciones de las condiciones físicas incluyan las siguientes:

- i) Características de los vientos y de las olas;
- ii) Distribuciones verticales de la densidad en diferentes condiciones meteorológicas incluso la profundidad de la capa termoclina sobre una base estacional, y la temperatura del agua y sus variaciones estacionales;
- iii) Las condiciones de las corrientes, incluso la distribución vertical de las corrientes, la escala de velocidades y las direcciones, la dependencia cronológica, las oscilaciones y las corrientes residuales;
- iv) Las condiciones y características geológicas del fondo, tales como el carácter del sedimento y las características topográficas (por ejemplo, fondo plano, fosas, dorsales).

Entre los instrumentos útiles para esas observaciones se incluyen los experimentos de difusión de colorantes, el uso de rastreadores radioactivos, instrumentos para la medición de las olas y muestras tomadas al azar y testigos de los sedimentos.

7. TEMAS QUE REQUIEREN MAS INVESTIGACIONES

Durante la preparación de su informe, el grupo de trabajo identificó varias esferas en que se carece de información básica o sólo se dispone de datos imprecisos. En particular, consideró que la capacidad de predicción en un campo relativamente desconocido es insuficiente. Se estima que las siguientes esferas de investigación serían las más provechosas en el sentido de suministrar información pertinente para la selección de lugares para el vertimiento de desechos.

7.1 Aspectos biológicos y químicos

Las técnicas básicas de bioevaluación aguda están razonablemente bien establecidas. Debe prestarse más atención a la selección y el cultivo de los organismos de ensayo más adecuados para un conjunto determinado de condiciones locales. Para ésto debe tenerse en cuenta la posible acumulación en la cadena alimenticia y la etapa de vida más adecuada.

A fin de poder comprender mejor los factores pertinentes y los efectos cronológicos, se requieren ensayos a largo plazo (una o más generaciones) para evaluar los posibles efectos subletales o crónicos.

Se reconoce que las combinaciones de dos o más residuos pueden ser más, o menos, tóxicas que cada residuo separadamente. En la actualidad, hay poca información sobre cómo pueden predecirse los efectos de esas combinaciones en las condiciones que se encuentran en el medio marino.

Se requiere información mucho más detallada sobre la forma de actuar de determinados productos químicos, especialmente en relación con la absorción y la disponibilidad desde el punto de vista de la acción tóxica. En este contexto, también se requiere información sobre las diversas formas de una sustancia química que pueden estar presentes en el mar, por ejemplo, el estado de valencia de las especies iónicas, los complejos metalorgánicos, los metales absorbidos o los compuestos orgánicos.

Análogamente, y en especial en relación con las consecuencias para la salud humana, se requieren estudios sobre la forma y toxicidad del compuesto una vez que lo ha acumulado un organismo marino, por ejemplo, las formas de mercurio, cadmio y arsénico en los organismos marinos y la manera en que éstos pueden modificarse. A este respecto, hacen falta estudios para obtener información más detallada sobre los mecanismos de bioacumulación dentro de un sólo organismo y las transferencias en una cadena alimenticia.

Muchos compuestos inorgánicos y orgánicos llegan a los sedimentos. La velocidad de ese transporte, los tiempos de permanencia de las sustancias en los sedimentos y su subsiguiente movilización no se comprenden bien en general. Para la descarga en regiones profundas del océano, se requieren investigaciones tendientes a mejorar y modificar las metodologías y las técnicas de medición.

La persistencia de las sustancias químicas orgánicas, especialmente los hidrocarburos del petróleo y clorados es motivo de preocupación. Deben determinarse las velocidades de descomposición en diversas condiciones ambientales, como de clima tropical, templado y ártico. Se requiere información sobre la dependencia de las bacterias marinas de concentraciones mínimas del substrato orgánico y nutrientes inorgánicos. La medida en que la actividad microbiana ocurre en las condiciones de presión y temperatura de las zonas de gran profundidad y de profundidad mediana del mar también debe ser objeto de investigación detallada.

A fin de poder evaluar el efecto de un residuo en el medio marino se requiere alguna estimación de los niveles existentes de los constituyentes de los desechos y fuentes. Las descargas de los ríos o tuberías pueden determinarse con bastante facilidad, pero la influencia del transporte aéreo, incluso los efectos sobre la descomposición y producción de contaminantes, no se conocen para la mayoría de las sustancias, aunque se reconoce ahora generalmente que es de gran importancia.

Se sabe que varios microorganismos enteropatógenos son muy resistentes en el agua de mar (Gameson, 1975). Se requieren más estudios sobre el comportamiento y el destino de los microorganismos asociados con desechos tales como el fango cloacal, especialmente la influencia de factores como la temperatura, la luz, la salinidad y la sedimentación.

7.2 Aspectos físicos

Se necesitan experimentos en el terreno cuidadosamente diseñados para obtener información a fin de elaborar y poner a prueba los modelos para la predicción de las profundidades de penetración y de la posible desintegración de las nubes descendentes de desechos. Las mediciones deberían proporcionar información sobre la distribución de la concentración durante el descenso, la generación de turbidez, la velocidad de sedimentación y la consiguiente dispersión en relación con las condiciones físicas. Sería necesario realizar esos experimentos en diversas condiciones ambientales, desde la calma a condiciones cercanas a las de tormenta y tanto en aguas profundas como poco profundas, estratificadas y no estratificadas. Debería prestarse también especial atención a las condiciones que probablemente producirían por lo menos una dilución inicial y/o una dispersión ulterior.

Debido a la dificultad de abarcar todas las condiciones presentes en la naturaleza, deberían seleccionarse cuidadosamente las condiciones ambientales en que se realizan los experimentos sobre el terreno, de manera que los experimentos sobre el terreno, que son muy costosos, sean complementados por experimentos de laboratorio apropiados. En muchos casos, los experimentos de vertimiento en gran escala pueden proporcionar más rápidamente la información necesaria sobre el comportamiento físico y químico de los desechos en el mar.

Hay una grave carencia de información sobre la influencia de los desechos en los procesos de mezcla así como sobre las posibles interacciones físicas de los diversos tipos de materias. Actualmente no es posible considerar debidamente el carácter multifacético de los desechos para predecir su destino físico.

En relación con la eliminación en aguas profundas, se necesitan con urgencia estudios sobre los procesos de dispersión en aguas profundas y cerca del fondo, incluso la elaboración de nuevas técnicas, por ejemplo para la medición de las corrientes y de la dispersión turbulenta.

8. REFERENCIAS

- Abraham, G., et al., Full-scale experiments on disposal of waste fluids into propeller stream of a ship. En Marine Pollution and sea life, 1972 editado por M. Ruivo, West Byfleet, Surrey, Fishing News (Books) Ltd. págs. 471-474
- Dowden, K.F. D.P. Krauel y R.E. Lewis. Some features of turbulent diffusion from a continuous source at sea. Adv. Geophys. 18A:315-329. 1974
- Crickmore, M.J. Initial behaviour of sludge. En Out of sight, out of mind. 1972 Informe de un grupo de trabajo sobre la evacuación de fangos en la Bahía de Liverpool, vol. 2:45
- Duursma, E.K. The dissolved organic constituents of sea water. En Chemical Oceanography, editado por J.P. Riley y G. Skirrow. 1965 Londres, Academic Press, vol. 1:433-475
- EPA (Dirección Federal de Protección del Medio). The barged ocean disposal of wastes. A review of current practice and methods of evaluation. 1971 Washington, Environmental Protection Agency, Northwest Region, Pacific Northwest Water Laboratory
- FAO, Departamento de Pesca. Atlas de los recursos vivos del mar. 1972 Roma, FAO, pág. var.
- FAO, Anuario Estadístico de Pesca, 1973. Capturas y desembarques. Yearb. Fish. Stat. FAO, 36: pág. var.
- Gameson A.L.H. Discharge of sewage from sea outfalls; Proceedings of an 1975 International Symposium, Londres. Pergamon Press. (En impresión).
- OIEA, Recent activities of the International Laboratory of Marine 1971 Radioactivity, Viena OIEA, Tech. Rep. (136): 24 págs.
- OIEA, The Agency's responsibilities in connection with the Convention on 1974 the Prevention of Marine Pollution by Dumping of Wastes and other Matter. Viena, IAEA, GOV/188:31 págs.
- OIEA, Convention on the Prevention of Marine Pollution by Dumping of Wastes 1975 and Other Matter. The definitions required by Annex I, paragraph 6 to the Convention and the recommendations required by Annex II, Section D. Viena, IAEA, Inf. Circ. (205) Add.1: 22 págs.

- Jangaard, P.M. (Ed.). Effects of elemental phosphorous on marine life.
1972 Circ. Fish. Res. Board, Can. Atl. Reg. Off. Halifax, (2): 313 págs.
- Jannasch, H.W. Current concepts in aquatic microbiology. Edgardo Baldi
1969 Memorial Lecture. Verh. Int. Ver. Theor. Angew. Limnol., 17:25-39
- Jannasch, H.W., et al., Microbial degradation of organic matter in the deep sea
1971 Science, Wash. D.C., 171 (3972):672-675
- Jernelöv, A., Conversion of mercury compounds. En Chemical Fallout, editado por
1969 M.W. Miller y K.P. Berg. Springfield, Ill., C.C. Thomas Publ. Co:
págs. 68-74
- Koh, R.C.Y. e Y.C. Chang. Mathematical model for barged ocean disposal wastes.
1973 Preparado para la Office of Research and Development. Washington, D.C.
Environmental Protection Agency. 178 págs.
- Kullenberg, G.E.B. Vertical diffusion in shallow waters. Tellus, 23(2):129-135
1971
- Kullenberg, G.E.B. Some aspects of the dispersion problem in connexion with
1974 marine dumping. Paper presented to ICES, CM.1974/E:28
- Kullenberg, G.E.B. Investigation of small-scale vertical mixing in relation
1974a to the temperature structure in stably stratified waters.
Adv. Geophys., 18A:339-51
- National Academy of Sciences, y National Research Council. Disposal of
1962 low-level radioactive waste into Pacific coastal waters. Informe de
un Grupo de Trabajo del Comité de Oceanografía.
Publ. NAS/NRC (985):87 págs.
- Noruega
1972 Convenio para la prevención de la contaminación marina provocada
por vertidos desde buques y aeronaves. Oslo, febrero 1972, 7 págs.
- Okubo, A. Horizontal and vertical mixing in the sea. En the impingement
1971 of man on the oceans, editado por D.W. Hood. Nueva York, Wiley-
Interscience, págs. 89-168
- Preston A. Application of critical path analysis techniques for the assessment
1974 of environmental capacity and control of environmental waste
disposal. Publ. IAEA, (SM.175/19):573-83
- Rabanal, H.R. The potentials of aquaculture development in the Indo-Pacific region.
Documento presentado al Grupo de Trabajo del IPFC sobre acuicultura
y medio ambiente costeros, Yakarta, Indonesia, 26 a 29 de octubre, 1974.
IPFC/74/Inf.18:34 págs.

- Ros-Vicent, J., et al., The ease of release of some trace metals and radio-nuclides being sorbed for prolonged periods by marine sediments. Bol. Inst. Esp. Oceanogr. (En impresión)
- Naciones Unidas Convenio sobre la prevención de la contaminación del mar por
1973 vertimiento de desechos y otras materias. Comisión sobre la utilización con fines pacíficos de los fondos marinos y oceánicos fuera de los límites de la jurisdicción nacional. Subcomisión 3, A/AC.138/ScIII/L.29: 17 págs.
- Waldichuk, M. Dispersion of kraftmill effluent from a submarine diffuser in
1964 Stuart Channel, British Columbia. J. Fish. Res. Board. Can. 21(5):1289-1316.
- Weichart, G. Chemical and physical investigations in the German Bight on marine
1972 pollution caused by wastes of a TiO₂ factory. En Marine pollution and sea life, editado por M. Ruivo. West Byfleet, Surrey, Fishing News (Books) Ltd., pág. 186 a 188.
- Weidemann, H. y H. Sendner. Dilution and dispersion of pollutants by physical
1972 processes. En Marine pollution and sea life, editado por M. Ruivo. West Byfleet, Surrey, Fishing News (Books) Ltd., pág. 115-121.
- Williams P.M., H. Oeschger y P. Kinney, Natural radiocarbon activity of the
1969 dissolved organic carbon in the North-East Pacific Ocean. Nature (Lond.) 224, (5216): pág. 256-258.

Apéndice I

GRUPO DE TRABAJO DEL GESAMP ENCARGADO DE ESTUDIAR LAS BASES
CIENTÍFICAS PARA LA ELIMINACION DE DESECHOS EN EL MAR

Composición:

Presidente: Dr. G. Kullenberg	Universidad de Copenhague Instituto de Oceanografía Física Haraldsgade 6 2200 Copenhague N Dinamarca
Dr. E.K. Duursma	Laboratorio Internacional de Radiactividad Marina Museo Oceanográfico Mónaco
Dr. B.H. Ketchum	Woods Hole Oceanographic Institution Woods Hole Massachusetts 02543 EE.UU.
Dr. S.A. Malmberg	Instituto de Investigaciones Marinas Skúlagata 4 Reykjavik Islandia
Dr. J.E. Portmann	Fisheries Laboratory Ministry of Agriculture, Fisheries and Food Burnham-on-Crouch Essex Reino Unido
Dr. M. Waldichuk	Program Head Pacific Environment Institute Fisheries Research Board of Canada 4160 Marine Drive West Vancouver B.C. Canadá
Dr. G.F. Weichart	Deutsches Hydrographisches Institut Bernhard-Nocht-Str. 78 2 Hamburg 4 República Federal de Alemania
Asistencia de Secretaría:	
Secretario técnico del GESAMP (FAO)	
Dr. G. Tomczak	Oficial encargado de recursos pesqueros Dirección de Recursos y Ambientes Marinos FAO Via delle Terme di Caracalla Roma 00100 Italia

Apéndice II

GRUPO DE TRABAJO DEL GESAMP ENCARGADO DE ESTUDIAR LAS BASES CIENTIFICAS PARA LA ELIMINACION DE DESECHOS EN EL MAR

Mandato:

según lo convenido en la Quinta Reunión del GESAMP, celebrada en Viena del 18 al 23 de junio de 1973 (GESAMP V/10, párrafo 40):

"En relación con el Anexo III del Convenio de Londres sobre la Prevención de la Contaminación del Mar por Vertimiento de Desechos y otras Materias:

- 1) realizar un examen crítico de los conocimientos actuales en cuanto a los aspectos de la dispersión y los procesos físicos, químicos y biológicos de importancia para la selección de lugares para la descarga discontinua de desechos en el medio marino, tanto en aguas profundas como en aguas poco profundas;
- 2) determinar lagunas en esos conocimientos, concentrar la atención en las necesidades urgentes de investigación y sugerir prioridades a este respecto."

/...

Anexo VI

EFFECTOS DEL PETROLEO SOBRE EL MEDIO MARINO

(Extracto del INFORME SOBRE LA MARCHA DE LOS TRABAJOS presentado por el Grupo de Trabajo encargado de estudiar los efectos del petróleo sobre el medio marino al GESAMP en su séptima reunión
- Documentación: GESAMP VII/4)

1. Contenido

I. INTRODUCCION

(Thompson, experto director; Tomczak, Young)

1. Propósito del informe
2. Método de estudio
3. Información de antecedentes

3.1 Material impreso y conocimientos técnicos

3.2 Esquema de las secciones del estudio

- i) Definiciones
- ii) Problemas
- iii) Antecedentes
- iv) Datos
- v) Observaciones
- vi) Conclusiones
- vii) Recomendaciones

II. FUENTES E IMPORTANCIA DE LAS DESCARGAS DE PETROLEO PARA LOS EFECTOS BIOLÓGICOS

(Ehrhardt, experto director; Levy, Palmork)

1. Causadas por el hombre
2. Causadas por la naturaleza

III. RUTAS Y/O ESTADOS DEL PETROLEO EN LOS SISTEMAS BIOLÓGICOS

(Levy, experto director; Ehrhardt, Mironov)

1. Mecanismos físicos, químicos y biológicos
2. Metabólicos o biológicos

- IV. ESTADO DE LA TECNOLOGIA ANALITICA
(Palmork, experto director; Levy)
 - V. EFECTOS QUIMICOS Y FISICOS DE LAS DESCARGAS DE PETROLEO
(Jeffery, experto director; Palmork)
 - 1. Transferencia de gas y desoxigenación
 - 2. Efectos de recalentamiento
 - 3. Absorción de contaminantes
 - VI. POBLACIONES MICROBIANAS - EFECTOS PERTINENTES A LAS DESCARGAS DE PETROLEO
(Thompson, experto director; Mironov)
 - 1. Ataque microbiano de los hidrocarburos
 - 2. Efectos del petróleo sobre las poblaciones de microorganismos
 - VII. FORMAS SUPERIORES DE VIDA MARINA - EFECTOS LETALES Y SUBLETALES DE LAS DESCARGAS DE PETROLEO
(Levy, experto director)
 - VIII. EFECTOS DE LAS DESCARGAS DE PETROLEO PARA EL SER HUMANO
(Blackman, experto director; Palmork)
 - 1. Pérdida de alimentos marinos
 - 2. Efectos sobre la salud
2. Método de estudio

En una primera reunión preliminar de los miembros del GESAMP que integraban el grupo de trabajo (Ginebra, 20 y 21 de marzo de 1974), el grupo tomó nota de la resolución 6 de la Conferencia Internacional sobre la Contaminación Marina, convocada por la OCMI en 1973, en la que se recomendaba que la organización adoptase medidas adecuadas; lo antes posible, para examinar en forma amplia los problemas ambientales creados por la descarga de todos los hidrocarburos derivados del petróleo en el medio marino, con especial referencia a los problemas relacionados con la descarga de aceites refinados livianos. También se informó al grupo de trabajo que, con miras a aplicar la recomendación mencionada, el Comité de Protección del Medio Marino de la OCMI había pedido al GESAMP que acelerase su labor sobre este tema. El grupo de trabajo utilizó como base para su estudio el programa de trabajo convenido en su reunión preliminar y aprobado en GESAMP VI (GESAMP VI/10, anexo IV). En esa reunión preliminar se designó a "expertos directores" con la función de identificar referencias concretas, estudios, simposios y otro material con el cual se pudiese construir la base de datos para cada tema de interés, según se los determinase. Esta tarea se emprendió en los períodos entre reuniones, y se presentaron documentos de trabajo en que se describía esta actividad entre reuniones para la mayor parte de los temas enumerados.

Con esta información presente, el grupo de trabajo reconoció que sus deliberaciones debían ampliarse de manera de abarcar ciertos efectos físicos y químicos que tienen una influencia considerable sobre los efectos biológicos. El grupo también consideró adecuado, para los fines de este informe, limitar el alcance de su labor al estudio de los hidrocarburos que caen dentro de la definición de "hidrocarburo" establecida en el anexo I de la Convención Internacional para prevenir la contaminación por los buques, 1973, es decir: "petróleo en todas sus manifestaciones, incluidos los crudos de petróleo, el fuel oil, los fangos, los residuos petrolíferos y los productos de refinación (distintos de los de tipo petroquímico que están sujetos a las disposiciones del anexo II del presente Convenio) y, sin que ello limite la generalidad de la enumeración precedente las sustancias que figuran en la lista del apéndice I de este anexo" (véase el cuadro 1: Lista de hidrocarburos). El grupo de trabajo entiende que esta definición incluye los productos de petróleo disgregados.

3. Información de antecedentes

Como base para las deliberaciones en la primera reunión del grupo de trabajo (Roma, 28 de octubre a 1^o de noviembre de 1974), se prepararon los siguientes documentos de trabajo:

K.H. Palmork:	Inficionamiento
P.G. Jeffery:	Efecto de la contaminación por petróleo sobre la transferencia de oxígeno
R.A.A. Blackman:	Carcinógenos
E.M. Levy:	Los efectos del petróleo sobre los organismos marinos
M.G. Ehrhardt:	Petróleo en el mar; rutas de entrada a los biosistemas y dentro de éstos
R.R. Cowell y J.D. Walker:	Efecto de los hidrocarburos del petróleo sobre los microorganismos en el medio marino

Cuadro 1

LISTA DE HIDROCARBUROS*

Soluciones asfálticas

Bases para mezclas asfálticas
Impermeabilizantes bituminosos
Residuos de primera destilación

Hidrocarburos

Aceite clarificado
Crudos de petróleo
Mezclas que contengan crudos de petróleo
Diesel-oil
Fuel-oil No. 4
Fuel-oil No. 5
Fuel-oil No. 6
Fuel-oil residual
Bitumen para riego de afirmados
Aceite para transformadores
Aceites aromáticos (excluidos los aceites vegetales)
Aceites lubricantes y aceites base
Aceites minerales
Aceites para automatización
Aceites penetrantes
Aceites ligeros (spindle)
Aceites para turbinas

Bases para gasolinas

Bases alquílicas
Bases reformadas
Bases polímeras

Gasolinas

Natural
De automóvil
De aviación
Directa de columna
Fuel-oil No. 1 (keroseno)
Fuel-oil No. 1-D
Fuel-oil No. 2
Fuel-oil No. 2-D

Combustibles para reactores

JP-1 (keroseno)
JP-3
JP-4
JP-5 (keroseno pesado)
ATK (turbo-fuel)
Keroseno
Alcohol mineral

Fuente: Convención Internacional para prevenir la contaminación por los buques, 1973 (anexo I, apéndice I) (OCMI).

* La lista de hidrocarburos no debe considerarse necesariamente como enumeración exhaustiva.

Destilados

Fracción directa de columna
Corte de expansión

Naftas

Disolventes
Petróleo
Fracción intermedia

Gas oil

De craqueo (cracking)

Se señaló que se examinarían algunos temas de interés adicionales, entre ellos:

Efectos de recalentamiento - efectos sobre los organismos y substratos marinos debido a la temperatura elevada producida por la absorción de la radiación solar por películas de petróleo.

Absorción de plaguicidas tales como el DDT y metales por películas y capas de petróleo sobre la superficie del mar y los efectos que esto podría tener sobre los recursos marinos.

Cada documento de trabajo (véase el párrafo 29 de la parte principal del informe) fue presentado al grupo de trabajo y estudiado extensamente, para identificar los datos y supuestos significativos y examinar los defectos y lagunas existentes en los estudios actuales y el presente estado de los conocimientos.

Además, el Presidente transmitió dos bibliografías sobre "Los efectos de los aceites refinados ligeros y los hidrocarburos del petróleo sobre el medio marino"; una de ellas contenía un juego completo de las referencias suministradas en los documentos de trabajo, y en la otra figuraban anotaciones sobre otros 153 artículos presentados por más de 70 organizaciones de todo el mundo interesadas en la investigación relativa a los hidrocarburos del petróleo.

4. Formato del estudio

Se convino en que los estudios sobre cada tema de interés serían desarrollados posteriormente en los períodos entre reuniones, pero que se utilizaría un esbozo o formato común como sigue:

- Definiciones - una exposición de los temas de interés: Estos fueron identificados en la reunión preliminar del grupo de trabajo y ampliados en GESAMP VI
- Problemas - incluso una exposición de la controversia (de ser posible identificarla) que exista respecto de cada tema
- Antecedentes - el contexto en que se ha producido la controversia y la información de antecedentes necesaria para poder examinarla
- Datos - las pruebas científicas relativas al problema y a sus antecedentes
- Comentarios - en especial, la medida en que se pueden corroborar los datos, la existencia de lagunas en la base de datos y las opiniones expresadas sobre los datos
- Conclusiones - inicialmente, una resolución de la controversia en términos cualitativos, pero desarrollada, cuando sea posible, en una evaluación cuantitativa
- Recomendaciones - éstas deben destacar las lagunas en los conocimientos existentes que hayan impedido una plena evaluación de los problemas, e indicar de qué manera pueden llenarse esas lagunas.

Anexo VII

INFORME DEL GRUPO DE TRABAJO DEL GESAMP ENCARGADO DE ESTUDIAR LAS BASES CIENTIFICAS PARA LA DETERMINACION DE CONCENTRACIONES Y EFECTOS DE LOS CONTAMINANTES MARINOS

Dubrovnik, Yugoslavia

14 a 18 de octubre de 1974

Directrices para un sistema de vigilancia en el océano abierto

PREFACIO

En la tercera reunión del GESAMP, la COI le pidió que examinara un documento del Grupo de Expertos de la COI en Política Científica y Planeamiento a Largo Plazo (GELTSPAP 1/17) sobre la contaminación marina en el marco del Programa a Largo Plazo y Ampliado de Investigación Oceánica, del que la Investigación Global de la Contaminación en el Medio Marino (GIPME) es un elemento importante. Se establecieron dos pequeños grupos de trabajo de período de sesiones para estudiar el documento mencionado. Uno de estos grupos de trabajo se ocupó de las bases científicas sobre las que podía edificarse un sistema de vigilancia de la contaminación marina. El sistema previsto a la sazón era de carácter regional y se preveía que incluyese el registro de toda descarga deliberada o accidental en el medio marino. Se propusieron tres regiones "típicas" (el Mar Báltico, el Mar del Norte y la Ensenada de Puget en los Estados Unidos de América). Se propusieron cinco grupos de posibles contaminantes: los hidrocarburos halogenados, el petróleo, los metales pesados, los radionúclidos y los nutrientes, así como ciertos parámetros ambientales. El informe de este grupo de trabajo de período de sesiones fue aprobado por el GESAMP en su tercera reunión y remitido a la COI. El informe de este grupo de trabajo era claramente una propuesta de política.

En su cuarta reunión, se pidió al GESAMP que, al ocuparse del tema del transporte y la dilución de contaminantes y la vigilancia de la contaminación marina, prestara asesoramiento al Grupo Mixto de Planeamiento COI/OMM del SGIEO (IPLAN) y contribuyera a un examen de los aspectos de investigación que estaba realizando el Grupo de Expertos de la COI en Investigaciones Oceanográficas relacionadas con el SGIEO (IRES). El GESAMP decidió identificar en la cuarta reunión los componentes que podían incluirse inmediatamente en la primera fase del SGIEO. Esto se refería a parámetros físicos y químicos. El GESAMP convino en los parámetros oceanográficos físicos propuestos, pero opinó que no podían especificarse adecuadamente a la sazón, dado el estado de los conocimientos, los parámetros de la contaminación estrictamente marina.

En la quinta sesión, en vista de la continua preocupación por especificar estos parámetros, se estableció un grupo de trabajo de período de sesiones para desarrollar este tema. Al GESAMP no le fue posible convenir en esa oportunidad respecto de algunas de las propuestas que figuraban en el informe del grupo de trabajo.

Después de extensas deliberaciones, el GESAMP convino en que un sistema global de vigilancia de la contaminación marina no debía limitarse a los parámetros físicos y químicos, sino que debía incluir también parámetros biológicos. El GESAMP no aceptó el informe del grupo de trabajo y se pidió al grupo que se ocupara de estos problemas entre las reuniones.

En la sexta reunión del GESAMP, el Presidente del grupo de trabajo informó que, dado el estado actual de la ciencia de la vigilancia biológica, no era factible especificar satisfactoriamente los parámetros biológicos. En consecuencia, el grupo de trabajo fue ampliado para incluir a biólogos y recibió atribuciones revisadas; esta expansión supuso una reorientación de los trabajos; de la especificación aparentemente simple de parámetros a las bases científicas para un sistema mundial de vigilancia de la contaminación marina. Se convino en que el grupo de trabajo debía establecerse con dos subgrupos, uno para especificar los parámetros relativos a las concentraciones y uno para especificar los relativos a los efectos (GESAMP VI/10, pág. 5). Se nombró al Profesor Goldberg para presidir el subgrupo encargado de las concentraciones y al Dr. Kéckés para presidir el subgrupo sobre los efectos. Se aprobaron las atribuciones de los dos subgrupos según figuran en GESAMP VI/10, anexo I.

El grupo de trabajo ampliado se reunió en Dubrovnik, Yugoslavia, en octubre de 1974 para revisar y ampliar el informe presentado por el grupo de trabajo en la quinta reunión. El grupo de trabajo decidió que debía proponer un proyecto de vigilancia del océano abierto como empresa internacional, reconociendo que esto podría ulteriormente coordinarse con programas de vigilancia regionales o nacionales.

Las finalidades principales del presente informe son asesorar a la COI y a la OMM sobre la vigilancia que puede ahora emprenderse, particularmente dentro del marco del Proyecto Experimental sobre Vigilancia de la Contaminación Marina del SGIEO e indicar al GIC para la GIPME las esferas en que debe fomentarse la investigación. El Consejo de Administración del PNUMA ya ha aprobado el programa GEMS que contiene un componente de vigilancia marina, y está interesado en las opiniones de los expertos sobre este tema. La FAO también tiene considerable interés en saber qué parámetros biológicos pueden ahora vigilarse y está siguiendo estos trabajos con gran atención, especialmente en lo que se refiere a su pertinencia para la labor de sus propios Grupos de Trabajo del CAIRM sobre bioacumulación, índices ecológicos y efectos de los contaminantes sobre los organismos marinos.

1. INTRODUCCION

La finalidad principal de un sistema mundial de vigilancia de la contaminación marina es suministrar una base para el manejo de los materiales que pueden poner en peligro la salud humana, la estabilidad de los ecosistemas marinos o los atractivos del medio ambiente. El programa de vigilancia propuesto consistirá en mediciones sistemáticas de los cambios en los ecosistemas marinos y las concentraciones de contaminantes en las aguas, en el aire, en los sedimentos y en los organismos oceánicos, así como en sus contrapartes terrestres en los casos en que se considere necesario. Estas mediciones deberán repetirse sobre una base

cronológica, con arreglo a un calendario indicado por los niveles encontrados inicialmente. Los niveles de contaminantes oceánicos pueden compararse con "niveles aceptables", definidos como aquellos que la sociedad está dispuesta a aceptar sobre la base de una evaluación predeterminada de los riesgos a fin de sentar una base racional para aplicar controles a la descarga de materiales en el medio ambiente. Se han formulado programas nacionales y regionales de este tipo para la regulación de las descargas de mercurio y de sustancias radiactivas artificiales en el medio marino.

El propuesto programa mundial de vigilancia marina está destinado a determinar los niveles de contaminantes y los efectos que éstos pueden tener sobre los sistemas vitales en el océano abierto por oposición a las zonas costeras del océano y a los mares marginales y encerrados, cuya vigilancia se realiza generalmente por medio de programas nacionales. Las aguas costeras pueden definirse como aquéllas en cuyas propiedades químicas y físicas tienen influencia significativa sus contactos con los continentes o con el fondo marino. En general, esas aguas se extienden sobre la plataforma continental. Un programa mundial eficaz de vigilancia del medio marino debe estar coordinado con los programas de vigilancia de las aguas nacionales y regionales.

Debe reconocerse desde el comienzo que las escalas cronológica y espacial de un programa mundial de vigilancia del medio marino son sustancialmente mayores que las de las zonas costeras y la mayoría de los mares marginales o semiencerrados. En tanto que, en general, una zona costera se puede definir en distancias de decenas de kilómetros, y las distancias de entre 100 y 1.000 kilómetros son longitudes características de los mares marginales y semiencerrados, las masas acuáticas del océano abierto pueden abarcar miles de kilómetros. La renovación de las aguas costeras normalmente ocurre a lo largo de períodos de un año o menos. En el océano abierto, las aguas superficiales se mezclan con las de mayores profundidades a lo largo de períodos de decenas de años, en tanto que para las capas más profundas las escalas cronológicas van de siglos a milenios.

En esto radica el fundamento de un programa mundial de vigilancia. Nuestra preocupación es por la pérdida irreversible de recursos del océano abierto debido a la acumulación extremadamente lenta de contaminantes persistentes originarios de muchas fuentes. El problema es impedir la dosificación del sistema del océano abierto con un contaminante cuyo efecto final sería la pérdida irreversible de un importante recurso oceánico o la grave contaminación de aguas del océano abierto que anteriormente estaban disponibles para la dilución, por medio de la mezcla, de aguas costeras ya contaminadas. En las regiones costeras, hemos dependido de la comunidad científica o de catástrofes para iniciar la formulación de políticas relativas a la descarga de contaminantes en el medio ambiente marino. Por ejemplo, las inyecciones de núclidos radiactivos artificiales procedentes de reactores son reguladas por algunas naciones sobre la base de su posible acumulación en productos alimenticios comerciales o el grado de exposición humana por otras vías, por ejemplo, en las playas. En condiciones de gran interés y preocupación públicos, pueden lograrse programas de control en el transcurso de un año; pero normalmente es preciso que los programas de vigilancia indiquen claramente situaciones de grave peligro, pues de lo contrario puede haber una demora significativa en el control de las descargas. Por ejemplo, llevó un decenio instituir la regulación

de las descargas de mercurio en las aguas de la Bahía de Minamata después de que se reconocieron sus efectos sobre la salud humana. Las primeras descargas de desechos de mercurio ocurrieron en 1939; las primeras víctimas se reconocieron en el decenio de 1950 y la primera reglamentación de las descargas se instituyó en el decenio de 1960. Los niveles más bajos de contaminantes en el océano abierto y los efectos quizás menos obvios que es probable que tengan sobre los sistemas vivos ponen de relieve las dificultades con que se tropieza para iniciar programas de vigilancia.

2. CONTAMINANTES QUE DEBEN VIGILARSE

Hasta el presente, se han reconocido cinco grupos de sustancias que pueden llegar a ser contaminantes graves en las aguas del océano abierto - los núclidos radiactivos artificiales, el petróleo, los hidrocarburos halogenados, los metales pesados y los desperdicios. Estos grupos de materiales se encuentran en las aguas superficiales en el océano abierto y a veces en aguas profundas después de la entrada procedente de aguas costeras, de la atmósfera o de los buques. Se dispone de métodos - o pueden concebirse tales métodos - para el análisis de los cinco grupos de contaminantes en muestras de organismos, sedimentos, agua y aire.

2.1 Radionúclidos artificiales. Los productos de fisión (Sr_{90} , Cs_{137} , etc.), los isótopos de radiactividad inducida (Fe_{55} , Zn_{65} etc.) y los elementos transuránicos (Pu_{239} , Pu_{240} , Am_{241} , etc.) se están produciendo en cantidades cada vez mayores y se espera que sus concentraciones en el medio ambiente aumenten. Los niveles actuales en el océano abierto son una consecuencia de la precipitación ocurrida después de su introducción en la atmósfera durante los ensayos de armas nucleares. Los compuestos de los elementos transuránicos producidos en reactores y armas nucleares se cuentan entre las sustancias más tóxicas conocidas, sobre la base de sus propiedades químicas y de su radiactividad. Deben iniciarse lo más pronto posible mediciones de referencia de las cargas de isótopos de plutonio y de americio en el océano abierto para obtener una estimación de sus flujos actuales al océano abierto y para permitir el pronóstico de los flujos futuros sobre la base de una mayor utilización de la energía nuclear.

2.2 Petróleo. De los 2.000 millones de toneladas de petróleo producidas anualmente, se calcula que alrededor de 6 millones de toneladas entran en los océanos directamente. Esta cifra es sólo una fracción del volumen calculado de hidrocarburos naturales que entran a los océanos, procedentes de la descarga de hidrocarburos biosintetizados, la descomposición de materia orgánica y la filtración natural. Debe ponerse muy en claro, sin embargo, que la composición del petróleo difiere notablemente de la de los hidrocarburos biogénicos producidos en el medio marino. El petróleo tiene cantidades importantes de hidrocarburos aromáticos de carcinogenicidad conocida. Los organismos marinos pelágicos llevan cargas corporales de petróleo; y aún no se ha demostrado ningún efecto sobre los

procesos biológicos resultante de los niveles actualmente observados. Los productos químicos contenidos en el petróleo, en combinación con productos químicos orgánicos sintéticos, tales como los hidrocarburos halogenados, pueden imponer una sobrecarga a los organismos vivos. Algunas playas del mundo, así como las aguas de las rutas marítimas en el océano abierto están mancilladas con masas de alquitrán y manchas de petróleo. Algunos científicos se preocupan por los efectos sobre la salud humana por conducto de la transferencia de compuestos carcinógenos del petróleo encontrados en pescados y mariscos. Hay que reducir las pérdidas en los océanos en la mayor medida posible y determinar los efectos de un mejor sistema de manejo mediante un programa de vigilancia.

2.3 Hidrocarburos halogenados. Los dos grupos más ubicuos de productos químicos orgánicos sintéticos en los océanos, son los bifenilos policlorados (BPC) y el DDT y sus metabolitos. A ambos se ha atribuido la muerte o la no reproducción de aves marinas. Hay pruebas, basadas en el uso real, de que la cantidad de DDT que se está dispersando actualmente en el medio ambiente alcanza a aproximadamente el mismo nivel que mantuvo durante el último decenio, alrededor de 100.000 toneladas por año. En cambio, el ritmo de producción de los BPC está ahora disminuyendo. Sin embargo, ambos grupos de compuestos se están aún transfiriendo de los continentes a los océanos en cantidades mensurables. Los organismos marinos llevan hoy cargas de estos complejos de productos químicos que se miden en partes por millón (peso húmedo). La preocupación actual se refiere a su interferencia con la producción de hormonas en los organismos superiores y a su posible influencia sobre los procesos de fotosíntesis de algunas algas. Ingeridos en cantidades suficientes por el hombre los BPC pueden causar una enfermedad del tipo del cloracne (YUSHO).

Otros compuestos de carbono halogenados sintéticos pueden medirse en las aguas superficiales en el océano abierto: los cloros fluorocarbonos utilizados como propulsores de los aerosoles; los fluidos y solventes para la limpieza en seco tales como el tricloroetileno, el percloroetileno y el tricloroetano; hidrocarburos clorados alifáticos tales como los constituyentes de los alquitranes EDC y los desechos de la producción del cloruro de polivinilo; y el hexaclorobenceno, fungicida agrícola y residuo de la manufactura de compuestos halogenados. Algunos de estos materiales son resistentes a la descomposición y tóxicos para los organismos marinos a niveles superiores a los actualmente observados. Se espera que su fabricación y uso aumenten.

2.4 Metales pesados. Dos metales de toxicidad comprobada para el hombre en sus formas elementales y en sus compuestos están entrando en los océanos en cantidades que pueden afectar a los procesos biológicos. Se trata del plomo y el mercurio. Aunque los aumentos de los niveles marinos han estado asociados hasta el presente con las zonas costeras, su continuo uso en actividades industriales indica, sin embargo, un posible aumento de sus concentraciones en el océano abierto. Quizás el cadmio pertenezca a esta categoría, pero no hay informaciones definitivas de su aumento en las aguas costeras.

2.5 Desperdicios marinos. En las playas, en las aguas superficiales y en el fondo marino hay una multitud de objetos descartados por la sociedad que no se descomponen rápidamente: utensilios plásticos, bolsas plásticas, objetos de vidrio, objetos de metal, etc. La descarga parece ser de alrededor de 6 millones de toneladas por año. Muchos de estos artefactos se usan como envases o envoltorios de sustancias y productos utilizados por la sociedad. Algunos, tales como las esferas y los discos de poliestireno, son desechos de procesos de fabricación. Una proporción importante de los desperdicios parece provenir de los buques, pero se están tomando medidas para controlar esto (Convención Internacional para la Prevención de la Contaminación procedente de los Buques, 1973). Se necesitan urgentemente técnicas de muestreo estadísticamente válidas para evaluar las cantidades de desperdicios en las aguas superficiales y en el fondo del mar. Los efectos de los desperdicios en los componentes del sistema oceánico sólo pueden suponerse. Quizás suministren nuevos nichos para organismos y, en consecuencia, modifiquen la estructura de las comunidades marinas. La acumulación de desperdicios sólidos en el fondo del mar puede reducir el intercambio de productos químicos entre el agua y los sedimentos y quizás afectar las actividades de los organismos bentónicos.

3. MODELOS DE DESCRIPCION Y PREDICCIÓN - EL ENFOQUE DE BALANCE DE MASA

A fin de describir la dispersión actual de un contaminante en el medio ambiente y sus concentraciones en el océano abierto, y predecir los valores futuros, deben elaborarse modelos para relacionar cuantitativamente las funciones de las fuentes, los niveles en el medio ambiente, los flujos entre depósitos y los sumideros. Esos modelos tratan de equilibrar los insumos y los productos y se conocen como "modelos de balance de masa". Pueden elaborarse para una situación estacionaria o variable en la siguiente forma generalizada para el océano abierto:

$$\Delta C = (C_b + C_m + C_B + C_g + C_a) - (C'_B + C_{px} + C_{pb} + C'_g + C'_a)$$

en la que

ΔC es la variación en el contenido del contaminante en el océano abierto en un lapso dado;

C_b es la contribución de los ríos y las descargas de la costa;

C_m es la contribución del vertimiento en el mar desde los buques;

C_B es la corriente de salida causada por el intercambio acuático;

C'_B es la corriente de entrada causada por el intercambio acuático;

C_g es el flujo a los sedimentos desde el océano abierto;

- C_a es el flujo desde la atmósfera al océano abierto;
- C'_a es el flujo desde el océano abierto a la atmósfera;
- C'_g es el flujo desde los sedimentos al agua del océano abierto;
- C_{px} es la pérdida de contaminante por desintegración química o radiactiva;
- C_{pb} es la pérdida de contaminante por degradación bioquímica.

Debe destacarse que el modelo que antecede es sólo una ilustración de un posible enfoque y no puede aplicarse al océano en general en escalas cronológicas breves del orden de un año o de años. Puede aplicarse a la capa superficial, es decir, a la capa mezclada superior para escalas cronológicas del orden de los 10 años. Esto implica que un programa de vigilancia debe ser de duración suficiente para permitir que la dinámica del sistema oceanoatmosférico llegue al equilibrio. Debe recordarse que los procesos de mezcla y transporte en el océano son mucho más lentos que en la atmósfera.

Estos modelos y sus balances de masa incluidos son una parte integrante de un programa de vigilancia. Los niveles y flujos de contaminantes se combinan con los parámetros físicos para describir los procesos de mezcla y transporte. Mundialmente, la validez del modelo depende de la disponibilidad de datos fidedignos de producción y uso, que hasta el presente a menudo han sido difíciles de obtener. En los casos de todos los contaminantes considerados en este informe, hay una necesidad urgente de reunir esos datos ahora. Para formular estos modelos deben tratarse de obtenerse las tasas de mezcla y advección a partir de la información empírica y teórica que se encuentra en la literatura de la oceanografía física. En la actualidad, la información disponible no es adecuada para cálculos muy precisos; sin embargo, los modelos elaborados hasta el presente han tenido éxito en la descripción de las dispersiones de contaminantes.

4. ESTRATEGIAS GENERALES PARA LA DETERMINACION DE LOS NIVELES DE CONTAMINANTES EN UN PROGRAMA DE VIGILANCIA DEL OCEANO ABIERTO

Se debe establecer un programa de vigilancia del océano abierto con las siguientes características:

1. Número de muestras. Se debe obtener el mínimo de muestras que permita asegurar la validez estadística del modelo de balance de masa en que se usen. Lo ideal sería que los lugares de toma de las muestras estuvieran distribuidos según las condiciones de salinidad/temperatura, y no dispuestos solamente en forma geométrica.
2. Toma de muestras. Habida cuenta de que el riesgo de contaminación es generalmente grande en relación con contaminantes cuyas concentraciones son extremadamente bajas, la toma de muestras debe hacerla solamente personal calificado que conozca esas dificultades.
3. Laboratorios. Deben participar un pequeño número de laboratorios en la labor analítica. La mayoría de los contaminantes tienen concentraciones muy bajas en las muestras del medio y exigen un equipo de análisis sumamente complejo. Los analistas competentes son escasos. Por ejemplo, actualmente hay en el mundo menos de diez laboratorios que determinan las cantidades ya sea de DDT y de los bifenilos policlorados, o de los elementos transuránicos en el agua de mar, debido a las grandes dificultades que suponen las técnicas analíticas.

Los laboratorios deben preparar muestras de referencia para hacer comparaciones entre ellos y deben tratar de relacionar sus resultados con los de los programas de vigilancia costera.

Los procedimientos de análisis deben ponerse a la disposición de otros laboratorios con fines de evaluación y uso.

5. TOMA DE MUESTRAS PARA LA DETERMINACION DE LOS NIVELES EN EL MEDIO AMBIENTE

5.1 Procedimientos de toma de muestras. En un programa mundial de vigilancia a largo plazo se deben determinar primero los niveles absolutos de los contaminantes en el medio marino y luego, según convenga, las tendencias temporales de esos niveles. Dicho programa necesitará un manual de métodos en el que se describan los métodos de toma de muestras, el equipo de toma de muestras, el manejo de las muestras y su conservación. Se deben tomar precauciones respecto de la contaminación de las muestras debido a los niveles sumamente bajos de esos contaminantes en ellas. En el manual se deben describir en detalle los procedimientos precisos que se seguirán. Esas medidas se han empezado ya a tomar en ciertos programas regionales (por ejemplo, CIEM, OCDE y NOAA (EE.UU.)).

5.2 Tipos de muestras. Para formular modelos de balance de masa y comprender los procesos y mecanismos de desplazamiento y acumulación de contaminantes, es importante que se tomen muestras de los siguientes componentes del medio y que se las analice:

- a) Las fases corpuscular y gaseosa de la atmósfera;
- b) Las fracciones corpuscular y disuelta del agua de lluvia;
- c) Las fracciones corpuscular y disuelta de la microcapa superficial (milímetros superiores) de las aguas superficiales, y de las masas de agua más profundas del mar.
- d) Varias especies de organismos que concentran determinados contaminantes.

(Actualmente, con excepción de lo relativo a peces como el atún, hay poca información sobre la bioacumulación de contaminantes por organismos pelágicos en el océano abierto y, por lo tanto, se necesita urgentemente un programa de investigaciones para identificar las especies apropiadas. Podrían usarse organismos o substratos introducidos artificialmente en una zona determinada para observar los niveles de los contaminantes.)

5.3 Frecuencia del muestreo. Los datos oceanográficos existentes sugieren que la composición química de las regiones de océano abierto es más bien constante durante cortos lapsos. Los cambios de los principales sistemas de vientos y de las corrientes son de carácter estacional; así pues, no es necesario tomar muestras más de dos o cuatro veces al año para medir los cambios de los niveles de contaminantes debidos a los cambios de las condiciones atmosféricas y a los movimientos de las masas de agua. Puede ser necesario tener ocupadas más a menudo a las estaciones de zonas limítrofes o costeras que a las estaciones de océano abierto, a causa de la variabilidad debido al escurrimiento, a las tormentas y a las variaciones resultantes de las pautas locales de desplazamiento de sustancias. Cabe también señalar que, para apreciar cambios significativos, se deben tomar muestras de la región de aguas profundas durante decenios y no solamente durante varias estaciones.

5.4 Lugares de muestreo. Se han considerado dos tipos de lugares de toma de muestras: "estaciones de océano abierto" y "estaciones de zonas limítrofes". La primera categoría debe satisfacer los objetivos mencionados infra; la segunda debe proporcionar los datos para calcular los flujos hacia el océano procedentes de las regiones costeras y de los mares marginales, y deben ser de preferencia parte de futuros programas nacionales o regionales de vigilancia. El grupo de trabajo consideró que las expresiones frecuentemente usadas "estación de línea base o de referencia", "estación regional" y "estación de efecto inmediato" son menos apropiadas para el plan presentado aquí.

Se definieron los siguientes objetivos para las "estaciones de océano abierto":

1. Documentar los niveles de contaminantes y sus variaciones a largo plazo.

2. Proporcionar información de antecedentes para la evaluación de datos obtenidos en programas regionales o locales de vigilancia.
3. Preparar modelos de balance de masa de los contaminantes en escala oceánica y mundial, y poner a prueba su validez.

Se reconoció que muchos contaminantes marinos llegan al océano en cantidades significativas a través de la atmósfera, y que para algunas sustancias ésa es la principal vía. Por lo tanto, para la preparación de los modelos de balance de masa, se deben conectar entre sí los programas de vigilancia de los océanos y la atmósfera y, en particular, la observación de la contaminación atmosférica y oceánica debe, siempre que sea posible, hacerse en las mismas estaciones.

Respecto de las necesidades concretas de los lugares para la toma de muestras para las "estaciones de océano abierto" el grupo de trabajo consideró que:

1. Se deben tomar en cuenta las pautas de circulación oceánica y la circulación general de la atmósfera.
2. La vigilancia debe hacerse de preferencia en puntos fijos de los océanos en los que sean bien conocidas las condiciones oceanográficas o meteorológicas o en los que pueda hacerse una serie de observaciones de esas condiciones durante largo tiempo. A este respecto podrían desempeñar una función importante las estaciones a bordo de buques meteorológicos, o las regiones en las que se hacen o se proyecta hacer observaciones repetidas.
3. El emplazamiento debe coordinarse estrechamente con la red de vigilancia de la contaminación ambiente sobre tierra.
4. Se debe usar la información disponible y se deben organizar estudios preliminares antes del establecimiento de esas estaciones.

Se ha reconocido que se puede establecer solamente un número limitado de estaciones debido a que la mayoría de los contaminantes de interés tienen concentraciones muy bajas en el océano abierto y exigen procedimientos especiales de muestreo y equipo de análisis sumamente complejo.

Aunque es prematuro formular propuestas concretas para los lugares de muestreo en el océano, diez estaciones para cada océano se considera un número máximo razonable.

Habida cuenta de que las "estaciones de zonas limítrofes" son de preferencia parte de programas nacionales o regionales de vigilancia, se las debe situar basándose en consideraciones regionales. Dentro del marco de un programa mundial de vigilancia se puede alentar el establecimiento de programas nacionales o regionales, con el suministro de asistencia técnica, capacitación y apoyo financiero cuando fuere necesario. Se debe hacer especial hincapié en la intercomparabilidad de los datos, y los laboratorios encargados de la vigilancia mundial deben, cuando sea necesario, organizar programas de normalización (trabajos de intercalibración).

Como, por ejemplo, en el apéndice se sugiere una red racional de lugares de muestreo para el Océano Atlántico.

5.5 Parámetros adicionales que hay que incluir en el programa de niveles de contaminantes. Una interpretación adecuada y completa de las mediciones de los contaminantes exige la observación de parámetros adicionales (físicos, químicos y biológicos). Solamente cuando se hayan preparado los procedimientos de muestreo de los contaminantes será posible dar una lista decisiva de esos parámetros. En los siguientes párrafos solamente se dan indicaciones de lo que puede ser necesario.

Parámetros físicos

1. Temperatura y salinidad de la muestra de agua in situ, junto con un registro de STD, para evaluar la composición de la masa de agua como mezcla de varios tipos de agua, y mostrar el grado de homogeneidad vertical de la columna de agua y la profundidad de la capa mezclada.
2. La cantidad total de materia corpuscular de la columna de agua examinada, para relacionarla con la concentración de contaminante en forma corpuscular.
3. Los parámetros que describen el estado del aire y del mar, para relacionar las condiciones del muestreo con las condiciones normales.

Parámetros químicos

1. Oxígeno disuelto, para distinguir las masas de aguas profundas.
2. Concentraciones de nutrientes en las aguas superficiales, para evaluar la posible productividad biológica de la masa de agua. En escala local o regional esos parámetros pueden considerarse como indicadores de contaminación, pero su inclusión en este programa mundial no está basada en ese aspecto.

Como se indicó en la sección 3, en los modelos y en los balances de masa, nuestro conocimiento de los procesos de transporte que ocurren no es suficiente para permitirnos calcular con precisión los flujos de contaminantes. Por lo tanto, se necesitan nuevas investigaciones de esos procesos, investigaciones que pueden suponer la vigilancia de parámetros físicos en una escala más amplia que la mencionada aquí. Se sugiere que la expresión "vigilancia de la contaminación" se limite a las mediciones mencionadas en esta sección. Otras mediciones podrían hacerse también para facilitar los estudios de balance de masa. Por ejemplo, sería aconsejable incluir observaciones a largo plazo de corrientes y temperaturas (posiblemente también de salinidad) mediante instrumentos de registro anclados.

6. OBSERVACION DE LOS EFECTOS DE LOS CONTAMINANTES SOBRE LAS COMUNIDADES Y ECOSISTEMAS MARINOS

6.1 Introducción. Aunque en muchas regiones costeras son evidentes los cambios en la estructura de las comunidades y ecosistemas marinos que están bajo la influencia de contaminantes, la mayoría de dichos cambios son resultado de la contaminación en gran escala por aguas servidas u otros desechos con gran demanda de oxígeno, y cambios análogos pueden ocurrir en el océano abierto si las concentraciones de los contaminantes alcanzan un nivel crítico. Los cambios estructurales y funcionales de las comunidades y ecosistemas del océano abierto pueden usarse como indicación de los efectos globales de la contaminación. Se ha reconocido, sin embargo, que será difícil definir una clara relación de causa a efecto entre la concentración actual de un solo contaminante y los cambios observados, sin investigaciones experimentales adicionales (en el laboratorio y en el terreno). La función primaria de esas investigaciones es relacionar la carga para el organismo de contaminantes individuales y los niveles de los contaminantes del agua ambiente, especialmente de los que pueden afectar el comportamiento de los organismos, con cualquier efecto mensurable de los contaminantes sobre organismos marinos individuales o sus poblaciones, o sobre ecosistemas artificiales.

El efecto sinérgico o antagónico de diversos contaminantes es una esfera virtualmente inexplorada. Se necesitan también más datos sobre los efectos de las condiciones ambientales tales como las concentraciones de oxígeno disuelto, la salinidad y la temperatura.

Los resultados de las investigaciones de laboratorio ayudarán a la comprensión de los cambios observados in situ, pero se reconocen en general las dificultades de la extrapolación de los experimentos de laboratorio a las condiciones en el mar. Se debe buscar una correlación entre la reacción de la comunidad marina y la carga observada en el organismo.

6.2 Estudios de laboratorio. Los estudios in situ para determinar los efectos de los contaminantes en las especies y comunidades del mar abierto tienen que ser necesariamente a largo plazo, pero la identificación de esos efectos antes de que se completen tales estudios tiene con frecuencia una importancia crítica. Esto puede lograrse a veces obteniendo información sobre las cargas corporales de contaminantes presentes en organismos oceánicos y utilizando esa información en evaluaciones de laboratorio.

Es difícil y a menudo imposible demostrar in situ o en el laboratorio los efectos de los contaminantes sobre ciertos organismos oceánicos, principalmente debido a las dificultades de conservarlos in situ o de cultivarlos en el laboratorio. Sin embargo, es posible llevar a cabo ensayos significativos con otras especies marinas sensibles que puedan ser utilizadas en un programa de ensayos de laboratorio y extrapolar prudentemente los resultados al medio oceánico. Se dispone de métodos para seleccionar organismos de laboratorio sensibles y para llevar a cabo ensayos de laboratorio con objeto de determinar los efectos que en

ellos tienen los contaminantes. En este sentido, se califica de sensibles a los organismos que son especialmente susceptibles a un determinado contaminante; por ejemplo, los crustáceos reaccionan desfavorablemente a concentraciones de no más de unas partes por millar de millones de hidrocarburos halogenados y de algunos metales y cabe considerarlos como organismos sensibles que sirven de "indicadores" de los efectos de esos productos químicos.

Los ensayos de laboratorio deben incluir organismos indicadores y ecosistemas experimentales y es preciso establecer criterios en relación con los efectos sobre las reacciones en su funcionamiento, el crecimiento, la reproducción, los procesos fisiológicos y la variedad de especies. En ningún caso los experimentos de laboratorio deben limitarse a determinados organismos, sino que, en condiciones ideales, deben abarcar poblaciones en las que cambios sutiles en las modalidades de comportamiento puedan servir como señales anticipadas de alerta y posibilitar la predicción del momento en que los organismos habrán de sufrir daños al nivel de la población.

También se pueden llevar a cabo experimentos en el laboratorio con objeto de determinar los ritmos de acumulación y pérdida de contaminantes y los factores de concentración (relación entre la cantidad de contaminante en un organismo y la cantidad en el agua por unidad de volumen) para distintos organismos. Los datos sobre los factores de concentración para determinado contaminante en organismos de laboratorio y su concentración en organismos naturales afines permiten calcular las concentraciones de contaminantes presentes en el medio natural de donde proceden los organismos estudiados. Además, mediante esos experimentos se pueden calcular las cargas corporales previsibles en los casos en que la carga corporal del contaminante esté en equilibrio con la concentración del contaminante en el medio y en determinadas circunstancias podrían utilizarse para evaluar los cambios previstos en las comunidades naturales marinas.

6.3 Organismos, poblaciones y ecosistemas en medios distintos del propio. Las bajas densidades de las poblaciones de plancton pelágico y comunidades de peces en el mar abierto dificultan la evaluación significativa de las repercusiones de los contaminantes en las estructuras y funciones de esas especies. Como alternativa, quizás fuera posible emplear organismos procedentes de otros medios, criados en pequeñas islas, balizas, plataformas o embarcaciones meteorológicas. Si se obtuvieran resultados favorables, se podrían trasladar los organismos bioacumuladores de contaminantes para cultivarlos in situ. Aún no se han identificado los organismos bioacumuladores que podrían sobrevivir en zonas pelágicas después de ser sacados de su hábitat normal. Inicialmente, se podrían emplear mejillones y percebes con ese propósito. En combinación con experimentos de laboratorio, quizás fuera posible vincular sus cargas corporales de contaminantes y los cambios en su funcionamiento con las concentraciones ambientales.

Las planchas con crecimientos de comunidades naturales pueden servir de base para vincular los cambios estructurales y funcionales con los cambios en las concentraciones de contaminantes.

6.4 Vigilancia de las comunidades y los ecosistemas marinos. Para obtener datos significativos de referencia in situ y observar los cambios a largo plazo de parámetros que caractericen a una determinada comunidad del mar abierto, hay que observar simultáneamente la estructura y los cambios funcionales de esa comunidad y los parámetros físicos y químicos que pueden relacionarse con dichos cambios. Debido a dificultades intrínsecas, a técnicas de observación inadecuadas y a la falta de una metodología generalmente aceptada, se recomienda que la vigilancia se limite únicamente a algunas zonas seleccionadas que representen las aguas características del mar abierto y que dicha vigilancia se lleve a cabo mediante muestreos frecuentes. Debido a las enormes variaciones naturales en las poblaciones, sólo los estudios a largo plazo pueden revelar cambios significativos y, por lo tanto, se recomienda que, siempre que sea posible, las observaciones se inicien en zonas en que ya existan series pertinentes a largo plazo de observaciones biológicas, tales como reconocimientos del plancton o encuestas sobre las huevas de peces. Aun así, puede resultar sumamente difícil establecer una relación de causa y efecto entre tales cambios y la contaminación.

En la elaboración de las estrategias de vigilancia, se deben aprovechar los distintos documentos relativos a esta cuestión, tales como el Informe del Grupo de Trabajo 29 CCIO-CAIRM-UNESCO-PBI/BM. (Véase también el informe 39 del CIEM sobre investigación cooperativa.)

El Grupo recomendó las siguientes prácticas de vigilancia:

Vigilancia de las comunidades de fitoplancton

La selección de un subsistema ecológico a los efectos de la vigilancia en el mar abierto presenta muchas dificultades de orden práctico. En la actualidad, la mejor opción parece ser el fitoplancton en el mar abierto, pero es necesario ser cauteloso en la interpretación de los resultados. Los grupos más útiles de parámetros que se deben estudiar son los siguientes:

- Estructura de la comunidad (diversidad y abundancia de las especies); no se relaciona directamente con la productividad, pero los índices estructurales caracterizan a la comunidad y podrían reflejar la repercusión de los contaminantes;
- Índices funcionales (productividad primaria, producción primaria y metabolismo). La asimilación del carbono integrada para la zona eufótica, o sea, los valores por unidad de superficie marina, las mediciones de clorofila, particularmente la medición de la clorofila *a* como índice de la población estacionarias y las determinaciones de trifosfato de adenosina probablemente proporcionen información más significativa sobre el estado funcional de una determinada comunidad de fitoplancton;
- Carga corporal de contaminantes en la población estacionaria, como indicador del nivel acumulado de los contaminantes y para utilizarla en la evaluación de la posible transmisión de contaminantes a niveles tróficos superiores;

- Concentraciones de contaminantes en el agua de mar, simultáneamente con parámetros biológicos, para determinar sus variaciones a corto plazo. Determinación simultánea de propiedades físicas y químicas (irradiación, atenuación de la luz, temperatura, salinidad, oxígeno y nutrientes) a fin de obtener información básica para comprender mejor a la comunidad observada.

Vigilancia de las poblaciones de peces

Los métodos actualmente utilizados para evaluar las existencias quizá podrían ser aplicados a la observación de cambios en las poblaciones de peces. Será difícil establecer relaciones entre los cambios observados y los niveles de contaminantes en el agua de mar o la carga corporal medida de contaminantes, dado que las variaciones naturales en la población y los efectos de la pesca dificultan la interpretación de los resultados.

En la mayoría de los estudios realizados hasta la fecha, la determinación de las tendencias a largo plazo de las concentraciones de contaminantes en el medio se ha visto obstaculizada por la falta de datos de referencia adecuados. Por esa razón, se recomienda que se inicien observaciones de la carga corporal de especies oceánicas económicamente importantes, tales como el atún, el pez espada y la ballena.

Las especies migratorias que durante su ciclo vital penetran en las aguas costeras y dulces (la anguila y el salmón) plantean problemas especiales debido a que acumulan cantidades importantes de contaminantes procedentes de fuentes ajenas al mar abierto. En el caso de esas especies, la vigilancia de la carga corporal se debe llevar a cabo en aguas dulces y costeras.

El Grupo de trabajo observó que se ha tenido conocimiento de varios informes sobre efectos teratogénicos en los peces debidos a aguas costeras contaminadas y recomendó que se evaluaran esos efectos para su posible inclusión en un programa sobre el mar abierto. El enfoque más práctico parece ser la observación simultánea de los cambios morfológicos y las cargas corporales.

Ecosistemas insulares en el mar abierto

Se consideró que los ecosistemas marinos en torno a islas remotas libres de contaminación costera eran zonas muy convenientes de vigilancia. Era posible que en las islas volcánicas o en las que existieran numerosas poblaciones de aves o de focas hubiera importantes contribuciones "naturales" de "contaminantes". En tales ecosistemas se debían vigilar varios subcomponentes, especialmente los cambios funcionales y estructurales en las comunidades bentónicas.

Aves ictiófagas u otros organismos a altos niveles tróficos

Esas poblaciones suelen ser muy importantes en el estudio de los contaminantes acumulativos dado que los efectos son máximos en esas especies y, en consecuencia, pueden notarse antes. En el caso de las aves ictiófagas que anidan en colonias situadas en islas, existe además la enorme ventaja de poder obtener cómputos normalizados exactos de poblaciones, crías producidas, etc.

Bacterias del mar abierto

La diversidad y abundancia de la flora bacteriana marina natural parece depender de la calidad del agua del mar. Por lo tanto, el grupo consideró que era factible la observación de bacterias en el mar abierto, aunque se reconoció que era preciso realizar investigaciones adicionales antes de poder recomendarse decididamente esa práctica de vigilancia.

Estudios en microestratos

El estrato intermedio entre la atmósfera y el océano es en muchos sentidos una zona excepcional cuyos componentes biológicos podrían ser especialmente susceptibles a la contaminación. Por ejemplo, en las películas aceitosas superficiales ricas en microorganismos hay concentraciones relativamente altas de hidrocarburos halogenados. Las futuras investigaciones deben incluir esfuerzos para caracterizar mejor ese estrato desde el punto de vista biológico y elaborar técnicas tendientes a evaluar los efectos de la contaminación sobre el mismo.

Efectos genéticos

No parece viable en estos momentos la vigilancia in situ de los efectos genéticos de los contaminantes sobre los ecosistemas marinos y tales estudios deben limitarse a experimentos y observaciones de laboratorio.

Apéndice I

GRUPO DE TRABAJO DEL GESAMP ENCARGADO DE ESTUDIAR LAS BASES CIENTÍFICAS PARA LA DETERMINACION DE CONCENTRACIONES Y EFECTOS DE LOS CONTAMINANTES MARINOS

Mandatos

Los mandatos para los dos cuadros de expertos aprobados por el GESAMP VI son los siguientes:

1. Para el cuadro de expertos sobre concentraciones:

- a) Contaminantes químicos y microbiológicos que deben vigilarse;
- b) Parámetros químicos, biológicos y físicos asociados con el sistema que ha de medirse, incluidos los necesarios para permitir una evaluación de las modificaciones químicas del medio marino;
- c) Lugares de toma de muestras, incluidos aguas, aire, sedimentos y organismos;
- d) Procedimientos de toma de muestras y su conservación;
- e) Frecuencia de la toma de muestras;
- f) Formulación de métodos científicos, modelos y balances de masas;
- g) Comparaciones entre laboratorios y preparación de patrones.

2. Para el cuadro de expertos sobre los efectos:

- a) Efectos sobre los procesos y propiedades físicas y químicas;
- b) Efectos sobre las comunidades marinas apropiadas para ser vigiladas;
- c) Efectos sobre los recursos biológicos;
- d) Organismos adecuados para poder ser utilizados como indicadores de contaminación o indicadores de cambios en los ecosistemas;
- e) Selección de lugares, procedimientos de muestreo y conservación, y frecuencia de la vigilancia de los efectos;
- f) Formulación de métodos científicos (modelos).

Apéndice II

GRUPO DE TRABAJO DEL GESAMP ENCARGADO DE ESTUDIAR
LAS BASES CIENTÍFICAS PARA LA DETERMINACION DE
CONCENTRACIONES Y EFECTOS DE LOS CONTAMINANTES
MARINOS

Dubrovnik, 14 a 18 de octubre de 1974

Lista de participantes

Miembros expertos

Profesor E.D. Goldberg, Presidente
Universidad de California
Instituto Scripps de Oceanografía
LA JOLLA
California 92037, USA

Dr. T. Yoshida
Universidad de Pesquerías de Tokio
TOKIO, Japón

Dr. L. Otto
Real Instituto Meteorológico de los
Países Bajos
DE BILT, Países Bajos

Dr. Stjepan Kečkeš
Instituto Ruder Boskovic
Centro de Investigaciones Marinas
Laboratorios de Rovinj
ROVINJ, Yugoslavia

Dr. E. Schneider*
Laboratorio nacional de calidad del
agua de mar
Dirección Federal de Protección del
Medio
NARRAGANSETT
Rhode Island, USA

Observadores

Dr. T. Duke**

Dr. I. Zrajevskij
Organización Meteorológica Mundial
Case Postale No. 5
CH-1211 GINEBRA 20, Suiza

Dr. Raymond C. Griffiths
Secretario técnico de la UNESCO
Place de Fontenoy
75700 PARIS, Francia

Secretaria del Grupo de trabajo

Srta. Z. Tomišić

NOTA:

El Dr. A.I. Simonov no pudo asistir por enfermedad.

El Dr. E.E. Geldreich se vio obligado a retirarse del Grupo por motivos profesionales.

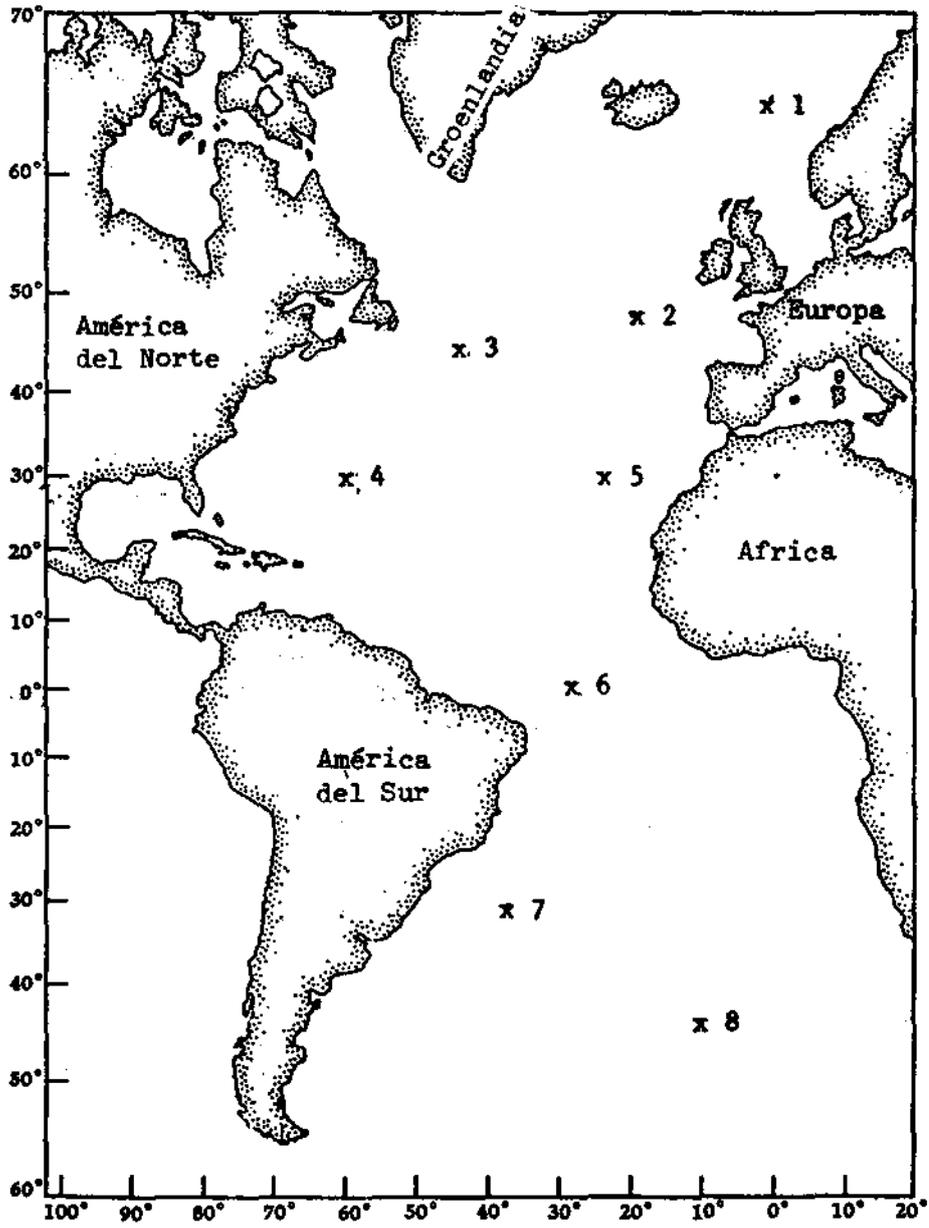
* El Dr. Schneider reemplazó al Dr. C.S. Hegre.

** El Dr. Duke es un biólogo que estuvo en Dubrovnik durante los dos días y medio últimos de la reunión y fue invitado por el Presidente a asistir a las sesiones del Grupo.

Apéndice III

LUGARES DE TOMA DE MUESTRAS OCEANICAS PROPUESTOS PARA LA DETERMINACION DE LAS CONCENTRACIONES DE LOS CONTAMINANTES EN EL OCEANO ATLANTICO (los números se refieren al mapa adjunto)

1. Aguas superficiales que corren hacia los mares polares; y las aguas profundas, como una de las fuentes de las aguas profundas del Atlántico norte. (Las condiciones oceanográficas y meteorológicas son bien conocidas gracias al buque meteorológico oceánico "Mike", y porque es posible obtener datos regionales de contaminación del aire procedentes de Faro y Shetland.)
2. Aguas superficiales de la deriva del Atlántico norte. (Los buques meteorológicos oceánicos "India" y "Julliet" proporcionan buena información de antecedentes sobre condiciones meteorológicas y oceanográficas.)
3. Aguas profundas cercanas a las fuentes principales de las aguas profundas del Atlántico norte. (Puede vigilarse la influencia del transporte atmosférico desde América del Norte, y se dispone de datos oceanográficos procedentes de antiguos buques meteorológicos oceánicos y del Patrullaje internacional del hielo.)
4. Las estables aguas del Mar de los Sargazos. (Se dispone de una serie de datos correspondiente a un largo tiempo, procedente del Laboratorio de las Bermudas.)
5. La región de la corriente norecuatorial y los correspondientes vientos alisios del noreste; el flujo de salida del Mediterráneo por debajo de la superficie; y las vecindades de la propuesta estación atmosférica de referencia de las Islas Canarias.
6. Transporte oeste-este por el sistema ecuatorial de corrientes.
7. Masas de aguas profundas originadas en latitudes meridionales, en su trayectoria principal hacia el Norte; y el transporte atmosférico desde América del Sur.
8. Aguas superficiales de la deriva hacia el oeste del Océano Antártico; y las vecindades de la propuesta estación atmosférica de referencia de la isla Tristan da Cunha.



Anexo VIII

INFORME DEL GRUPO DE TRABAJO DEL GESAMP SOBRE LOS PRINCIPIOS PARA ELABORAR CRITERIOS DE CALIDAD PARA LAS AGUAS COSTERAS

Primera reunión

(FAO, Roma, 25 a 29 de noviembre de 1974)

Algunos miembros del grupo de trabajo (Apéndice I) se reunieron brevemente el 28 de marzo de 1974 durante la sexta reunión del GESAMP en Ginebra y decidieron examinar los aspectos de los criterios de calidad de las aguas relacionados con la salud humana y con los recursos marinos.

La primera reunión del grupo de trabajo tuvo lugar en la sede de la FAO, Roma, del 25 al 29 de noviembre de 1974, bajo la presidencia del Dr. M. Waldichuk. El programa se anexa como Apéndice II. Asistieron a la reunión el Sr. J.S. Alabaster (que se desempeñó como Relator), el Dr. A.L. Downing y el Dr. C.S. Hegre. El Profesor A. La Fontaine fue representado por la Sra. S. de Maeyer, de su Instituto. Los Dres. S. Kečkeš y J.B. Sprague no pudieron concurrir a la reunión. Dio la bienvenida al grupo de trabajo el Dr. H. Kasahara, Director de la División de Recursos Pesqueros y del Medio de la FAO. El Dr. G. Tomczak (FAO) prestó asistencia al grupo en las tareas de secretaría. El Sr. R. Pavanello (OMS) asistió parcialmente a la reunión.

El grupo tuvo en cuenta las instrucciones recibidas como consecuencia de las deliberaciones de la reunión de un grupo de trabajo del período de sesiones encargado de estudiar los principios para elaborar criterios de calidad para las aguas costeras y de las deliberaciones del pleno de la quinta reunión del GESAMP. Tomó nota además de la urgencia que sus trabajos revestían para la OCMI, tal como se había expresado en la sexta reunión del GESAMP, a raíz de la resolución 12 de la Conferencia Internacional sobre Contaminación del Mar (1973).

En el Apéndice III aparece una lista de los documentos de antecedentes preparados por los miembros del grupo de trabajo sobre determinados aspectos del medio marino costero. Se tomó nota de otras publicaciones pertinentes como información adicional de antecedentes y, en particular, de "Water Quality Criteria, 1972" (Informe del Comité de criterios de calidad de las aguas, Academia Nacional de Ciencias, Washington, D.C., 1972).

INFORME DEL GRUPO DE TRABAJO DEL GESAMP SOBRE LOS PRINCIPIOS
PARA ELABORAR CRITERIOS DE CALIDAD PARA LAS AGUAS COSTERAS

Anexo VIII

INDICE

	<u>Página</u>
1. INTRODUCCION	92
2. RECOMENDACIONES	94
3. ECOSISTEMAS	96
3.1 Efecto de las consideraciones ecológicas en la elaboración de principios	97
4. LA SALUD HUMANA	98
4.1 Peces y mariscos	99
4.2 Aguas de balnearios	103
4.3 Elementos estéticos	104
5. RECURSOS BIOLÓGICOS	105
5.1 Pesquerías	105
5.2 Actividades pesqueras	107
5.3 Acuicultura	108
6. OTROS ASPECTOS	109
Apéndice I - Lista de participantes	110
Apéndice II - Programa	111
Apéndice III - Lista de documentos	112
Apéndice IV - Procedimiento sugerido para establecer criterios . .	113

1. INTRODUCCION

En cumplimiento de una recomendación contenida en el informe V/10 del GESAMP (párrafo 20) el grupo de trabajo definió los "criterios" como la información científica necesaria en que puede basarse una decisión o un juicio sobre la bondad del medio para sustentar un uso conveniente, reconociendo que la salud humana es de importancia fundamental y que puede ser afectada directa o indirectamente. El grupo de trabajo consideró que los criterios para el medio marino debían incluir la consideración de todos los compartimientos acuáticos y no solamente el agua. Definió "aguas costeras" como la región costera que contiene agua con una salinidad de más de 0,5 partes por mil y que se extiende hasta el borde de la plataforma continental o, en el caso de las islas, hasta distancias comparables. Atendiendo a la solicitud contenida en el mismo párrafo, el grupo de trabajo llegó a la conclusión de que sus informes y recomendaciones, así como cualquier otro criterio que pudiera formularse sobre la base de ellos podrían resultar útiles a grupos nacionales e internacionales de científicos y otras personas interesadas.

Se examinó la "forma de los criterios", que se había pedido concretamente al grupo de trabajo que sugiriera, y se interpretó que ello significaba la modalidad de expresión de los criterios. Se llegó a la conclusión de que las expresiones de relaciones de causa y efecto debían describir la reacción a la concentración de componentes o insumos de masa incorporados al sistema en relación con el tiempo.

El grupo de trabajo consideró que el método de "la trayectoria crítica" esbozado por Preston ^{1/} era compatible con lo que antecede, ya que podía considerarse como una serie de relaciones interactuantes de dosis y reacción, en algunas de las cuales la dosis podría expresarse como concentración acuosa para determinados fines y en otras como flujo de masas. Por ejemplo, sería posible expresar criterios relacionados con la salud humana en función de concentraciones de material en un producto de pescado comestible, sin excluir la posibilidad de expresarlos también como concentraciones del mismo material en el agua o en otro medio, en caso de disponer de los datos necesarios para relacionar a ambos. También sería posible expresar los criterios relacionados con un desecho en particular de muchas otras maneras; la elección se basaría en la meta o uso que hubiera que proteger.

El grupo de trabajo volvió a considerar su mandato, es decir:

- i) evaluar el carácter y la extensión de las zonas afectadas por problemas a fin de establecer un orden de prioridades en las características de calidad de las aguas costeras que habría que considerar para la formulación de criterios relativos a las aguas costeras;

^{1/} Preston, A., 1974: The application of critical path analysis techniques to the assessment of environmental capacity and the control of environmental waste disposal (págs. 573 a 583). En: "Comparative Studies of Food and Environmental Contamination". Actas del Simposio del OIEA celebrado en Helsinki en agosto de 1973. Organismo Internacional de Energía Atómica, Viena, Austria.

- ii) examinar el trabajo ya efectuado y el trabajo en marcha e identificar las lagunas en la etapa actual de los conocimientos; y
- iii) formular criterios provisionales de calidad para las aguas costeras.

El grupo de trabajo convino en que, aunque tal vez fuera conveniente que pasara a ocuparse rápidamente de todos los temas, el último en particular representaba una tarea que excedía con mucho sus recursos actuales. A fin de ocuparse del tema i), el grupo de trabajo reconoció que sería necesario reunir y analizar datos apropiados procedentes de órganos nacionales e internacionales. Se consideran datos útiles las estadísticas sumarias sobre la frecuencia y la gravedad de los incidentes observados de contaminación, sus causas probables y proyecciones de problemas posibles basados en el aumento previsto de la utilización del agua. Se observó que se disponía de mucha información en la bibliografía pertinente y que era posible que estuvieran por reunirse datos adicionales como resultado de las actividades de los cursos prácticos sobre el medio marino del tipo de los que los organismos internacionales estaban organizando en relación con el Mediterráneo, la zona del Índico y el Pacífico y el Caribe. El grupo de trabajo estimó que esa información por sí sola probablemente no sería suficiente para describir la situación adecuadamente y que, a la larga, sería imprescindible efectuar estudios completos sobre el terreno en zonas limpias y contaminadas. El grupo de trabajo preveía que los problemas principales probablemente se encontrarán en los estuarios, las aguas costeras internas y los mares que tienen escaso intercambio con los océanos.

El grupo de trabajo opinó que, como primer paso imprescindible, debía empezar por examinar los principios que habían de tomarse en cuenta para formular criterios de calidad relativos a las aguas costeras, y efectuar recomendaciones a ese respecto. Los temas que se decidió examinar eran los siguientes:

- 1) Ecosistemas
- 2) Salud humana
 - a) Peces y mariscos
 - b) Aguas balnearias
 - c) Estética
- 3) Recursos vivos
 - a) Pesquerías
 - b) Actividades pesqueras
 - c) Acuicultura

Sin embargo, el grupo reconoció que también eran importantes - y podrían justificar que se les prestara atención en el futuro - otros usos del agua tales como la desalación, el transporte y la eliminación de desechos.

2. RECOMENDACIONES

La siguiente lista preliminar de principios recomendados para el desarrollo y la aplicación de criterios de calidad respecto del agua no debe emplearse ni tomarse fuera de contexto sin proceder antes a un estudio cuidadoso de la totalidad del documento. Las sucesivas secciones de las que emanan estas recomendaciones contienen definiciones y datos valiosos para aplicarlas a circunstancias imprevistas. Además, las secciones sobre usos concretos contienen directrices relativas al significado y el valor de los datos del medio ambiente en relación con esos usos, y suelen sugerir modalidades apropiadas o formas útiles de expresión de los criterios en relación con un uso concreto. En el Apéndice IV se describe en cierto detalle un procedimiento que podría utilizarse para establecer criterios.

- 1) La salud humana es de importancia fundamental (pág. 92, párr. 1), y puede ser afectada directa o indirectamente por cambios en la calidad del agua.
- 2) Los estudios de situaciones reales en el terreno, ya sea que se hayan advertido o no daños, son un elemento indispensable para establecer si existe realmente un problema y elaborar criterios válidos (pág. 97, párr. 4; pág. 98, párr. 2; pág. 103, párr. 1; pág. 103, párr. 2; pág. 104, párr. 2; pág. 105, párrs. 3 y 4).

En cada uno de los casos, se debe aprovechar al máximo el criterio de la trayectoria crítica (pág. 92, párr. 3; pág. 98, párr. 1).

- 3) Al elaborar criterios para proteger determinado uso del agua debe hacerse lo posible por identificar los factores críticos de los que depende ese uso. Debe darse prioridad al establecimiento de relaciones de exposición-efecto para dichos factores (Apéndice IV).
- 4) Los criterios deben expresarse en los términos que puedan resultar más útiles para establecer y hacer cumplir medidas de control, incluidas las normas correspondientes.
- 5) Como principio general, es importante establecer la fiabilidad y la pertinencia de los criterios a fin de lograr con seguridad y con un mínimo de gastos el grado deseado de protección del uso de las aguas. Esto se aplica en particular a los casos en que es necesario basarse fundamentalmente en las reacciones observadas en el laboratorio (pág. 104, párr. 4).
- 6) Los criterios más eficaces serán los que tengan en cuenta en la mayor medida posible las diferencias de circunstancias locales tales como la susceptibilidad de la población y los factores relacionados con el medio (pág. 97, párrs. 3 y 4; pág. 98, párrs. 1 y 2; pág. 103, párrs. 3 y 4).
- 7) La gran incertidumbre relacionada con la exactitud de los datos disponibles sobre las relaciones de exposición-reacción puede ser justificación suficiente para adoptar normas de regulación basadas en las exposiciones más bajas que se haya descubierto que provocan un efecto indeseable.

- 8) Es preciso reconocer que, a los fines prácticos, puede ser justificable utilizar normas respecto de las cuales no se haya establecido una relación exposición-efecto. Esto podría aplicarse, por ejemplo, a los casos en que los gastos de las medidas de control son pequeños en relación con los gastos que habría que efectuar para establecer criterios (pág. 105, párr. 2). En ese caso se supone que de hecho no hay ninguna exposición que sea aceptable (pág. 96, párr. 3; pág. 107, párr. 6; pág. 113, párr. 6 b)), y que se ha aceptado en general la conveniencia de cierta medida de control que pueda obviar la necesidad de establecer un criterio (pág. 106, párr. 5).
- 9) En los casos en que los problemas de calidad del agua correspondan a la jurisdicción de más de una autoridad de control se debe hacer todo lo posible por fomentar el empleo de criterios obtenidos con arreglo a una metodología común convenida por las autoridades del caso.
- 10) Los criterios para la protección de determinado uso deben establecerse, en primer lugar, independientemente de los demás usos a que pueda o no destinarse la zona del caso y, en segundo lugar, partiendo del supuesto de que las normas que se fijan se basarán en los criterios más restrictivos.
- 11) Al formular criterios para proteger el placer estético se considera que, mientras no se tenga más información sobre la naturaleza y el alcance de los problemas, deberá darse prioridad al desarrollo de relaciones de exposición-efecto para la turbidez, las manchas de color y los olores procedentes de las aguas cloacales y otros desechos (pág. 105, párrs. 1, 2 y 3).
- 12) Para la preservación de ecosistemas a los fines del estudio científico el criterio correspondiente sería la exclusión virtual de los cambios provocados por el hombre (pág. 96, párr. 3).
- 13) Para algunas sustancias que no pueden cuantificarse de manera razonable y que plantean riesgos, por ejemplo, los desechos flotantes de madera, los plásticos y los tambores de desperdicios, el único criterio razonable es la ausencia virtual de las sustancias del caso (pág. 107, párr. 6).
- 14) La validez de los criterios deberá examinarse a la luz de los nuevos conocimientos que se reúnan (pág. 103, párr. 6).

3. ECOSISTEMAS

Se ha sostenido que la mejor forma de proteger los recursos marinos vivos es mediante la protección de la integridad y el equilibrio de los ecosistemas, grandes o pequeños, de los cuales esos recursos forman parte. Si bien se puede aceptar que este argumento es básicamente cierto muchas características de tales sistemas hacen que esa tarea sea difícilísima. Sólo mediante la observación de los individuos en agrupaciones muy restringidas de organismos interdependientes y en medios simples o, por el contrario, considerando como una entidad todo el sistema en lugar de cada uno de sus componentes, se ha logrado cierto progreso en la preparación de modelos para la predicción.

En el primer caso, cada término de las entradas y salidas biológicas del modelo es un valor predicho u observado, resultante de las actividades de especies individuales dentro de conjuntos de organismos. Debe conocerse la importancia de la contribución de cada componente incluido en el conjunto a estos términos. En el caso del criterio global, las especies individuales desaparecen totalmente y por lo tanto no es fácil utilizar los resultados para predecir la respuesta de las especies que interesan. Las dificultades de la preparación de modelos son especialmente graves en las aguas de mar, donde los sistemas de interés, y las interacciones dentro de ellos, con frecuencia no han sido descritos adecuadamente. Por ejemplo, se desconocen todavía muchos ciclos vitales. Esto limita, naturalmente, el éxito de los intentos por describir cuantitativamente las interacciones. Con respecto a los criterios, la situación se complica aún más por el hecho de que, especialmente en las aguas templadas, los componentes de un sistema local varían con las estaciones y los diversos nichos ecológicos son ocupados por especies de sensibilidad variable en diferentes momentos.

En consideración de lo anterior, aparte de la recomendación de que se realicen más investigaciones, el principio rector para la protección de los ecosistemas naturales en los estudios científicos debe ser la total no intervención. Sin embargo, cabe reconocer que aun cuando esto sea posible, el sistema que se "preserva" estará sujeto a los cambios naturales.

Sin embargo, los principios ecológicos ofrecen guías cualitativas, si no cuantitativas, para la elaboración de criterios, ya sea que se utilice un enfoque inductivo o deductivo. Aunque el cambio inducido en un componente producirá cambios en los otros componentes, esto puede no trastornar necesariamente el ecosistema, sino crear más bien una nueva serie de oscilaciones (es decir, fluctuaciones de los índices de densidad de población). Estas disminuyen gradualmente pero nunca desaparecen por completo. El sistema y cada uno de los organismos que lo componen se ajustan constantemente a las variaciones de la sobrecarga (stress), se deba ésta a factores ambientales o a la presión de la población. Esta naturaleza elástica o plástica de los ecosistemas les da cierta capacidad para absorber la sobrecarga y tolerar la ordenación. Por lo tanto, si el objetivo ha de ser la conservación de una especie, o una pesquería, generalmente resultarán eficaces algunos criterios que no se ajustan totalmente al ideal de la no intervención. Esta

consideración se aplica en mayor medida cuando se trata de los intereses y el bienestar del hombre. La calidad de la vida humana se ve acentuada por la coexistencia con una amplia gama de especies. La protección de la salud humana evidentemente exige la intervención, pero es necesario sopesar cuidadosamente las ulteriores consecuencias de las diversas líneas de conducta.

No todos los sistemas son igualmente fuertes. Muchos hombres de ciencia consideran que los sistemas árticos son especialmente frágiles porque hay menos especies para ocupar los nichos desocupados. Aun en las especies con muchos sistemas, la complejidad de las interacciones de los componentes da cierta estabilidad y explica también el hecho de que las alteraciones de una porción del sistema puedan causar efectos deseables o indeseables en porciones aparentemente no relacionadas del sistema. Por ejemplo, la bioacumulación de sustancias tóxicas puede constituir un peligro para los consumidores, incluido el hombre.

3.1 Efecto de las consideraciones ecológicas en la elaboración de principios

Los estudios de los efectos de la contaminación en el plancton, por ejemplo, en relación con las pesquerías, así como con los atractivos naturales, la salud pública y la calidad de los mariscos, constituyen un ejemplo de las dificultades a que se ha de hacer frente y, en consecuencia, de lo difícil que es formular criterios; por lo tanto sirven para aclarar los principios que intervienen en la formulación de criterios. Los diversos organismos marinos, por ocupar diferentes nichos ecológicos, tienen diferentes relaciones con los diversos tipos y modalidades de introducción de materias contaminantes. Estas relaciones determinan el carácter de su exposición a estas sustancias.

Las diferencias esenciales incluyen las diferentes escalas de tiempo de exposición (sobrecarga constante, intermitente o cíclica), alteraciones del contaminante antes o durante la exposición y la vía de administración al organismo considerado como objetivo (por ejemplo, por el agua, por los sedimentos suspendidos o las partículas de alimentos, detrito, etc.). El examen de estas diferencias ha llevado a la formulación de los requisitos básicos de los procedimientos utilizados para obtener los datos en que se debe basar un criterio defendible y bien fundado. El cumplimiento de uno de esos requisitos o de todos ellos es esencial para la elaboración de criterios, según el recurso respecto del cual se establecerá un criterio determinado y la importancia de esos requisitos en la limitación de su empleo. No es sorprendente que la generación de una información completamente adecuada para servir de base a los criterios exige, en casi todos los casos, que se cumplan todos los requisitos que figuran en el Apéndice IV.

La mayoría de estos requisitos son reconocidos también por la CAEPC ^{1/} y, en conjunto, constituyen los principios en que se basa la técnica formalizada de

^{1/} La Comisión Asesora Europea sobre Pesca Continental tiene un Grupo de Trabajo sobre criterios relativos a la calidad del agua para los peces de agua dulce en Europa que produce información de antecedentes y de tiempo en tiempo la publica en revistas internacionales, por ejemplo, EIFAC, Water quality criteria for European Freshwater fish. Report on Finely Divided Solids and Inland Fisheries. EIFAC Tech. Pap., 1): 21 págs. (1964).

la "trayectoria crítica" a que se ha hecho referencia anteriormente. El Grupo de Trabajo prestó cierta atención a la posibilidad de clasificar las diversas sobrecargas conocidas, según la aplicabilidad de los diversos requisitos en la elaboración de criterios, pero convino en que este enfoque le sería de poca utilidad real porque era poco probable que el examen de diversos usos produjera agrupaciones similares de requisitos. Además, aun dentro de un grupo razonablemente amplio como el de las sustancias inorgánicas, se sabe que ocurren variaciones extremas en la duración de los efectos biológicos como resultado de las trayectorias de reciclaje, la bioacumulación y la alteración física o química. Puede suponerse que lo mismo se aplicaría a grupos de productos químicos aún no examinados ni siquiera sintetizados. Además, la modalidad de fluctuación de la concentración con el tiempo dentro de una clase o para un solo compuesto varía extraordinariamente entre los puntos de introducción en que los criterios pueden tener valor. Esto se aplica también a las principales variables ambientales (oxígeno, temperatura, salinidad, etc.) En general, mientras mayor sea la variación temporal, mayor será la obligación de realizar ensayos usando un enfoque multifactorial que se aproxime a los límites extremos de variación local de cada factor, así como a las tasas de fluctuación locales observadas. Cabe tener presente que la mayoría de los contaminantes se presentan generalmente como componentes de una mezcla, cuyo efecto total es motivo de preocupación. El examen de los componentes de la mezcla indicará probablemente la complejidad de los procedimientos necesarios para elaborar criterios.

4. LA SALUD HUMANA

En la introducción de este informe se ha dado una definición de los criterios sobre la calidad del agua costera en los términos más generales que el Grupo ha considerado aceptables. Los criterios sobre las aguas costeras en relación con la salud humana idealmente deberían ser conjuntos de relaciones cuantitativas de exposición - acción entre los factores ambientales de exposición y los efectos observados en los grupos de población expuestos. En el estudio de sujetos humanos suele ser difícil establecer incluso una relación básica de causa y efecto, y aún más difícil lograr una reacción graduada.

Es más fácil vincular la reacción humana con los efectos agudos de la exposición a altos niveles de productos químicos o de agentes patógenos con que los efectos de la exposición crónica, típica de los bajos niveles que predominan en el ambiente. En el límite inferior de la gama de reacciones se han detectado cambios subclínicos de compartimiento o de actividad enzimática (cuyo significado biológico es difícil de evaluar) hasta el "nivel de efecto nulo", es decir, un nivel inferior al nivel de exposición en el cual no se descubren lesiones patológicas, fisiológicas o metabólicas importantes.

El nivel de efecto nulo observado está relacionado por cierto con la elección del indicador o los indicadores de reacción y la sensibilidad de los métodos disponibles o utilizados para la medición. Lo mismo puede decirse de la identificación y medida de la exposición. A menos que se tengan pruebas de que esos cambios subclínicos son meramente una forma de adaptación y no perjudican la supervivencia, la reproducción o la calidad de la vida, debe suponerse que son perjudiciales. Sin embargo, hay principios bien establecidos, como los enunciados por Bedford Hill (1965) 1/, que deberían usarse para analizar el significado de las relaciones de causa y efecto derivadas de los datos epidemiológicos.

4.1 Peces y mariscos

Este informe trata principalmente de los criterios respecto de la calidad del agua, pero en el caso de la calidad higiénica de los productos pesqueros hay otros factores que pueden influir en las cualidades microbiológicas e higiénicas de los mariscos. La captura, la manipulación, la elaboración, el almacenamiento, la comercialización y la forma en que se prepara el producto pueden tener influencia en la transmisión de enfermedades a través de los productos pesqueros y ocasionalmente indican erróneamente una calidad de agua deficiente. Estos factores no deben influir en la función de los criterios para la calidad de las aguas en que se cultivan peces y mariscos.

La influencia de la calidad física, química y biológica de las aguas habitadas por peces y mariscos puede extenderse más allá de los efectos en los propios organismos marinos. Los efectos en los consumidores incluyen: las infecciones bacterianas y las intoxicaciones; las enfermedades parasitarias; las intoxicaciones debidas a la acumulación de venenos químicos o biotoxinas; las reacciones alérgicas, las reacciones de etiología indeterminada y el sabor desagradable que causa náuseas, o enfermedades más graves debidas a la contaminación del producto. Los efectos en otras personas que no consumen el producto incluyen: enfermedades ocupacionales, como, por ejemplo, infecciones bacterianas secundarias en la piel, irritaciones, mordeduras y picaduras y reacciones alérgicas debidas al contacto con los mariscos o el aparejo.

En el cuadro 1, que se deriva de los cuadros 1 y 2 de la OMS (1974) 2/, se resumen las principales enfermedades bacterianas, parasitarias y virales del hombre que son transmitidas por productos pesqueros.

La suficiencia de las bases para formular criterios debe tenerse en cuenta cuando se contemplan medidas de fiscalización que podrían incluir, por ejemplo, la clausura de las zonas de pesca, la fijación de requisitos para la reducción del vertimiento de contaminantes y la restricción del consumo de los productos pesqueros contaminados. Tales medidas pueden ser apoyadas también por investigaciones sanitarias.

1/ Bedford Hill, A., 1965. Proc. Roy. Soc. Med., 58:295

2/ OMS, 1974: Fish and Shellfish Hygiene. Informe de un comité de expertos de la OMS reunido en cooperación con la FAO. Organización Mundial de la Salud, Ginebra, Serie de Informes Técnicos 550, 62 págs.

Cuadro 1

CARACTERISTICAS DE LAS PRINCIPALES ENFERMEDADES BACTERIANAS Y VIROSICAS TRANSMITIDAS AL HOMBRE POR LOS PESCADOS Y MARISCOS

Agente etiológico	Principales animales acuáticos comestibles que pueden ser fuente de infección	Fuentes de infección para los animales acuáticos comestibles	Patogenicidad para los animales acuáticos comestibles	Modo de transmisión al hombre	Enfermedades y manifestaciones más comunes en el hombre	
Infecciones bacterianas	<u>Salmonella</u> spp. a) <u>S. thyphi</u> , <u>S. paratyphi</u> b) otras especies (p. ej., <u>S. thyphimurium</u> , <u>S. enteritidis</u>)	Pescados o mariscos que han sufrido una contaminación secundaria por efecto de aguas contaminadas o de manipulación inadecuada	a) Heces humanas y aguas contaminadas por heces humanas b) Heces humanas y animales, aguas contaminadas	No patógenos	Ingestión de pescado o mariscos crudos o insuficientemente cocidos	a) Fiebre tifoidea y paratifoidea, septicemia b) Salmonelosis: gastroenteritis
	<u>Vibrio parahaemolyticus</u>	Pescados y mariscos marinos	El microorganismo se encuentra naturalmente en el medio marino	Puede ser letal para los camarones y cangrejos; experimentalmente patógeno para los peces	Habitualmente por ingestión de pescados o mariscos mal refrigerados, crudos o insuficientemente cocidos	Diarrea, dolores abdominales
Intoxicaciones bacterianas	<u>Clostridium botulinum</u>	Pescado fermentado, salado y ahumado	Sedimentos, agua, heces animales	La toxina puede ser letal para los peces	Ingestión de pescados o mariscos mal preparados	Botulismo: síntomas neurológicos con elevada tasa de letalidad
	<u>Staphylococcus aureus</u>	Pescados o mariscos que hayan sufrido una contaminación secundaria por efecto de una manipulación incorrecta	Origen humano: excreciones de la nariz y la garganta, lesiones cutáneas	No patógeno	Ingestión de pescados o mariscos que hayan sufrido una contaminación cruzada después de su cocción	Intoxicación estafilocócica: náuseas, vómitos, dolores abdominales, postración
Intoxicación bacteriana intravital 1/	<u>Clostridium perfringens</u>	Pescados o mariscos que han sufrido una contaminación secundaria por efecto de aguas contaminadas o de una manipulación inadecuada	Aguas contaminadas, heces humanas y animales, sedimentos	No patógeno	Ingestión de pescados o mariscos cocidos que no han sido correctamente refrigerados	Diarreas, dolores abdominales
Infecciones cutáneas de origen bacteriano	<u>Erysipelothrix insidiosa</u>	Pescados, en especial los espinosos (p. ej., rubios, salmones); el microorganismo está presente en la babaza y la carne del pescado		No patógeno	A través de lesiones cutáneas; enfermedad usualmente profesional	Erisipeloide: grave inflamación de las heridas cutáneas superficiales
Infecciones víricas	Virus de la hepatitis infecciosa	Mariscos	Heces humanas y aguas contaminadas por heces humanas	No patógeno	Ingestión de mariscos contaminados, crudos o inadecuadamente cocidos	Hepatitis infecciosa

Cuadro 1 (continuación)

Agente etiológico	Principales animales acuáticos comestibles que pueden ser fuente de infección	Ciclo vital del parásito	Patogenicidad para los animales acuáticos comestibles	Modo de transmisión al hombre	Enfermedades y manifestaciones más comunes en el hombre	
Infecciones parasitarias - trematodos	<u>Clonorchis sinensis</u> (duela de la distomiasis hepática china)	Pescados de agua dulce; familia de los ciprínidos (p. ej., carpa, gobio, dardo)	Primer huésped intermedio: caracol Segundo huésped intermedio: pez Huésped definitivo: hombre, perro, gato, otros mamíferos ictiófagos	Quiste intramuscular	Ingestión de pescado infectado crudo o insuficientemente cocido (puede tratarse de pescado seco, salado o marinado)	Clonorchiasis: señales y síntomas correspondientes a una afección hepática
	<u>Opisthorchis felineus</u> <u>O. viverrini</u>	Pescados de agua dulce; familia de los ciprínidos (p. ej., coregono, carpa, tenca, brema, barbo)	Primer huésped intermedio: caracol Segundo huésped intermedio: pez Huésped definitivo: hombre, perro, zorro, gato, otros mamíferos ictiófagos	Quiste intramuscular y subcutáneo	Ingestión de pescado infectado crudo o insuficientemente cocido	Opistorquiasis: cirrosis del hígado
	<u>Heterophyes heterophyes</u>	Pescados de agua dulce o salobre	Primer huésped intermedio: caracol Segundo huésped intermedio: pez Huésped definitivo: hombre, perro, gato, otros mamíferos ictiófagos, aves ictiófagas	Enquistamientos en tejidos musculares y cutáneos	Ingestión de pescado infectado crudo o insuficientemente cocido (a menudo, pescado salado o seco)	Heterofiasis: dolores abdominales, diarreas mucosas; algunos huevos pueden migrar hacia el cerebro, el corazón, etc., provocando la aparición de síntomas atípicos
	<u>Metagonimus yokogawai</u>	Pescados de agua dulce (p. ej., trucha, <u>Pleco glossus altivelis</u> , dardo, morralla)	Primer huésped intermedio: caracol Segundo huésped intermedio: pez Huésped definitivo: hombre, perro, cerdo, gato, aves ictiófagas	Enquistamientos en las agallas, las aletas o la cola	Ingestión de pescado infectado crudo o insuficientemente cocido	Metagonimiasis: habitualmente diarreas leves
	<u>Paragonimus westermani</u> <u>P. ringeri</u> (duela de la distomiasis pulmonar oriental)	Cangrejos y langostinos de agua dulce	Primer huésped intermedio: caracol Segundo huésped intermedio: cangrejo, langostinos Huésped definitivo: hombre, perro, cerdo, carnívoros salvajes	Enquistamientos en agallas, músculos, corazón, hígado	Ingestión de cangrejos o langostinos crudos o insuficientemente cocidos, o ingestión de agua contaminada por metacercarias procedentes de cangrejos o langostinos	Paragonimiasis: generalmente tos crónica y hemoptisis provocada por duelas localizadas en los pulmones; las duelas pueden invadir otros órganos

Cuadro 1 (continuación)

	Agente etiológico	Principales animales acuáticos comestibles que pueden ser fuente de infección	Ciclo vital del parásito	Patogenicidad para los animales acuáticos comestibles	Modo de transmisión al hombre	Enfermedades y manifestaciones más comunes en el hombre
- cestodos	<u>Diphyllobothrium latum</u>	Pescado de agua dulce (p. ej., lucio, trucha, rodaballo)	Primer huésped intermedio: copépodo Segundo huésped intermedio: pez Huésped definitivo: hombre, perro, gato, cerdo, zorro, oso polar, otros mamíferos ictiófagos	Infección de músculos y otros órganos por larvas plerocercoides	Ingestión de pescado crudo o insuficientemente cocido (se trata a menudo de pescado mal marinado)	Difilobotriosis: la enfermedad puede ser leve o no manifiesta; pueden observarse síntomas de gastroenteritis, anemia, debilidad
- nematodos	<u>Anisakis matina</u>	Peces de mar (p. ej., bacalao, arenque, caballa)		Infección larval interna	Generalmente, ingestión de arenques crudos o parcialmente cocidos, marinados o ahumados	Anisakirosis: enteritis eosinófila
	<u>Angiostrongylus cantonensis</u>	Camarón de agua dulce, cangrejo de tierra, tal vez ciertos peces de mar	Primer huésped intermedio: babosa, caracol Huésped definitivo: rata Huéspedes paraténicos: camarón, cangrejo de tierra		Ingestión de camarones o cangrejos crudos o mal cocidos (a veces marinados)	Meningitis eosinófila

1/ Intoxicación por una toxina producida en el organismo por bacterias presentes en alimentos fuertemente contaminados.

4.2 Aguas de balnearios

Cerca de algunas playas, el agua de mar sufre una contaminación química y microbiológica cada vez mayor y puede constituir un peligro para la salud del hombre. Un criterio científico para demostrar la relación existente entre la calidad del agua y las enfermedades son los estudios epidemiológicos.

Para las enfermedades transmitidas por el agua, como la fiebre tifoidea, el cólera y la hepatitis virósica, ha quedado firmemente demostrada la vinculación entre la enfermedad y la ingestión de agua o de mariscos, mientras que para las enfermedades que se producen al borde del mar, el vínculo con los baños es más difícil de establecer. Una manera de evaluar el peligro potencial es vigilar permanentemente la calidad del agua. Sin embargo, la comprobación de la presencia de gérmenes patógenos en las aguas de balnearios no indica necesariamente un peligro cierto para la salud.

En la práctica, la vigilancia permanente de la presencia de gérmenes patógenos presenta diversas dificultades. En las observaciones corrientes de la calidad bacteriológica de las aguas de balnearios, habitualmente no se determina la existencia de gérmenes patógenos. Las enfermedades entéricas pueden ser causadas por la ingestión de agua contaminada por excrementos de seres humanos o animales infectados. Por consiguiente, parece importante utilizar los organismos presentes en las heces como indicadores de la calidad del agua.

Aunque no existe correlación demostrable entre los indicadores de las heces y los gérmenes patógenos, salvo para la salmonella, varios países han establecido normas de calidad bacteriológica basadas en el índice del colibacilo de las heces. Tras un largo debate sobre la vinculación entre los indicadores de las heces y la presencia de gérmenes patógenos y sobre la relación dosis/reacción para los gérmenes patógenos que se presentan en el agua de mar, el grupo de trabajo hizo hincapié en que los criterios relativos a los baños, lo mismo que los correspondientes a otros usos, como las pesquerías, se deberían basar teóricamente en relaciones dosis/reacción bien fundadas. No obstante, en el estado actual de los conocimientos, y en determinadas circunstancias, se puede utilizar un organismo indicador característico de la contaminación por aguas servidas de origen humano o animal como índice de un riesgo potencial para la salud humana, debido a la posible presencia de gérmenes patógenos humanos. Se debe tener presente, sin embargo, que la relación dosis/reacción variará en función de los cambios de susceptibilidad de la población.

Los criterios microbiológicos de la calidad del agua constituyen una de las consideraciones más importantes que se deben tener en cuenta al establecer normas aplicables a las circunstancias locales.

El principio de reexaminar la validez de los criterios a la luz de la experiencia y la adquisición de nuevos conocimientos se aplica a los criterios higiénicos en la misma medida que a otros criterios que se examinan en el presente documento.

4.3 Elementos estéticos

El goce de los lugares de esparcimiento depende en gran medida no sólo de la posibilidad de ejercer una actividad de ese tipo, sino también de la satisfacción estética que ella proporcione. La satisfacción estética puede ser una fuerza muy positiva para promover la salud y el bienestar públicos. Se percibe por los sentidos de la vista, el olfato, el gusto y el tacto.

El establecimiento de criterios para proteger la calidad estética requiere teóricamente un conocimiento de las relaciones existentes entre la calidad del agua, la posibilidad de percibirla mediante los sentidos y el grado de reacción adversa o favorable que se produce. Para tratar de obtener tal información, es evidentemente necesario lograr que la población, cuya reacción se debe evaluar, sea razonablemente representativa de las personas cuyos intereses se procura proteger con los criterios que se adopten. En muchas zonas costeras ello puede entrañar la necesidad de llegar a un equilibrio adecuado entre las reacciones de los residentes y las de los no residentes, cuyas necesidades y sensibilidad pueden diferir.

Determinar la vinculación existente entre las reacciones de orden estético y la calidad del agua presenta considerables dificultades, porque rara vez es posible exponer a las personas, en forma controlada, a una gama de condiciones distintas de las propias aguas costeras, aunque se puede obtener alguna guía a partir de la evaluación de experiencias recogidas en lugares distintos, donde existen condiciones diferentes, o en un mismo lugar, antes y después de un cambio de condiciones. En razón de estas dificultades, tal información deberá ser complementada en la práctica por determinaciones de la reacción de las personas ante condiciones de la calidad del agua creadas artificialmente en el laboratorio. Tales determinaciones de laboratorio probablemente serán más pertinentes en el caso del gusto, que probablemente no se vea afectado en gran medida por las circunstancias a que están expuestas las personas, y tal vez muy poco pertinentes cuando se trate de reacciones a ciertas manifestaciones visibles de la contaminación, como la presencia de una capa aceitosa, difícil de simular con realismo en el laboratorio.

Como principio general, importará hacer todo lo posible por establecer en qué medida los criterios son fidedignos y pertinentes a fin de que el grado deseado de protección de la utilización de las aguas pueda lograrse con seguridad y a un costo mínimo. Esto es especialmente importante cuando es necesario basarse en gran medida en reacciones observadas en el laboratorio.

También se presentan problemas para decidir cuáles son los patrones adecuados de medida de la satisfacción estética y para normalizar su utilización a fin de que se puedan lograr datos válidos. Entre las medidas que podrían aplicarse en diferentes situaciones, cabe pensar inmediatamente en las siguientes: opiniones verbales o escritas ordenadas por categorías que se determinen mediante entrevistas o cuestionarios, tendencias de la relación entre el número de visitantes de un lugar y los alojamientos disponibles, tendencias de los precios de los bienes o deseo expreso de pagar por la aplicación de medidas destinadas a reducir los efectos. Estos asuntos requieren un estudio más profundo.

Los problemas se simplificarían si se aceptase que un objetivo habitual y adecuado de quienes proyectan sistemas de eliminación de desechos es prevenir todo efecto estético indeseable. Al elaborar criterios estéticos, entonces, es necesario principalmente determinar los niveles de contaminación a los cuales dichos efectos empiezan a ser perceptibles. Se estima que al principio se debe concentrar la atención en el limitado objetivo de obtener tal información. Esto, junto con el conocimiento más fragmentario de datos detallados sobre la reacción de las personas ante un grado dado de contaminación, puede muy bien bastar para tomar una decisión en la mayoría de los casos. Los efectos visibles cuyos umbrales de percepción es necesario conocer son principalmente la presencia de desechos flotantes o en suspensión, la turbidez, las espumas, las capas aceitosas y el color.

La determinación de los umbrales de percepción presenta una serie de dificultades. En algunos casos éstas se pueden sortear teniendo en cuenta que la evaluación de esa percepción por métodos plenamente científicos resultaría costosa, y que podría ser posible, cuando las materias que causan desagrado pueden ser eliminadas en forma sencilla y económica, adoptar la decisión pragmática de no permitir la presencia de materias de ese tipo. Sin embargo, parece totalmente viable establecer relaciones significativas entre la cantidad de las sustancias presentes y la percepción sensorial de la turbidez debida a materias en suspensión presentes en las aguas servidas, o la percepción del color, las espumas y las capas aceitosas. Se tiene conocimiento de algunos progresos en este sentido. La elaboración de criterios semejantes para la turbidez provocada por el crecimiento de organismos inducido por descargas contaminantes también parece viable en principio, aunque más difícil en la práctica.

La elaboración de criterios relativos al olor presenta la dificultad de establecer un método de prueba adecuado. No hay dificultades para determinar el nivel de dilución de una descarga contaminante o de alguno de sus elementos constitutivos que, una vez que se ha establecido el equilibrio con el volumen patrón de aire, puede ser percibido simplemente por el olfato. Se requiere más trabajo, en cambio, para establecer de qué manera se pueden relacionar los resultados de dicha prueba con el grado de molestia que se produciría en realidad en las zonas costeras abiertas por la presencia de materia contaminante al nivel mínimo perceptible así determinado.

5. RECURSOS BIOLÓGICOS

5.1 Pesquerías

Las secciones que tratan del ecosistema y de las repercusiones de los conceptos ecológicos en la elaboración de principios para establecer criterios sobre la calidad del agua pueden aplicarse a los criterios para los recursos pesqueros. Una pesquería es un sistema controlado en estado de equilibrio dinámico; la perturbación causada por la alteración de factores químicos, físicos y biológicos no es necesariamente incompatible con la utilización cabal de sus recursos.

Los criterios deben permitir que se completen satisfactoriamente todas las etapas de los ciclos biológicos de los peces y de los organismos de que se alimentan, y no deben producir condiciones que hagan que los peces eviten una región en la que

de otro modo estarían presentes, se congreguen en una región donde exista peligro inminente, o contaminen la carne de los peces o den lugar a la acumulación de sustancias a niveles nocivos para los peces o los consumidores.

De ser necesario, en los criterios se deben considerar por separado las pesquerías comerciales y las deportivas, las especies y razas de distinta susceptibilidad y las diferencias regionales de hábitat. Se deben prever épocas en las que los organismos estén en estado vulnerable, y los efectos de la estación, la temperatura y la calidad del agua.

Teóricamente, en los criterios se deberían relacionar todos estos factores con las consecuencias probables que tendría sobre la pesquería el daño de una parte cualquiera del ciclo vital. No obstante, como ya se ha indicado, esto resulta difícil debido a la falta de conocimiento y comprensión. Los criterios pueden ser expresados en términos físicos, químicos y biológicos.

Sin embargo, se presentan dificultades para formularlos, debido a los tipos muy diferentes de fluctuaciones de las condiciones ambientales y a la escasez de experimentos de laboratorio que reproduzcan estas condiciones. Además, los datos experimentales son generalmente insuficientes en el sentido de que las poblaciones de peces presentes o el régimen de calidad ambiental quedan descritos en forma deficiente.

En los criterios de base científica no debe haber influencia de factores tales como la viabilidad y el costo de las medidas correctivas, por ejemplo la depuración. No obstante, la posibilidad de aplicar procesos de tratamiento puede crear circunstancias que eviten la necesidad de establecer normas regulatorias. Por ejemplo, cuando los criterios para un producto dado son eficaces para proteger su utilización, pueden no resultar necesarios los criterios ambientales para este producto particular. Por otro lado, cuando es probable que fracasen las medidas correctivas, se debe recurrir a criterios de calidad ambiental para contar así con otro frente defensivo.

5.2 Actividades pesqueras

La pesca comercial y deportiva puede verse afectada por condiciones físicas del agua y del fondo. Los elementos flotantes, desde troncos hasta fragmentos de plástico, pueden perjudicar la utilización de redes y anzuelos. Los objetos flotantes de gran tamaño, tales como los troncos sumergidos justo por debajo de la superficie del agua, plantean el peligro de colisiones con las embarcaciones pesqueras, en tanto que las láminas de plástico pueden ser aspiradas por los sistemas de enfriamiento a base de agua de mar y provocar, si no una avería, por lo menos un inconveniente a los motores. Las manchas flotantes de petróleo perjudican las actividades pesqueras por cuanto tienden a arruinar el equipo de pesca y las embarcaciones. Además, los productos más livianos de petróleo refinado tales como la gasolina y la parafina plantean un grave peligro de incendio para los pescadores.

La turbidez y la descoloración pueden afectar la eficacia de la pesca con anzuelo a causa de la reducción de la visibilidad bajo el agua. La reducción de la visibilidad provoca un verdadero problema en el caso del deporte de la pesca submarina con lanza. Sin embargo, cabe destacar que muchas regiones de estuarios ya han alcanzado un alto grado de turbidez como resultado del influjo de aguas fluviales barrosas y limosas, situación que puede verse agravada por malas prácticas agrícolas y otras actividades terrestres.

Hay por lo menos dos tipos de contaminantes (los desechos cloacales y los desechos radiactivos) que tienen un efecto psicológico negativo sobre los pescadores, aun cuando habitualmente no provocan ningún daño físico a los pescadores, su equipo o el pescado capturado.

La naturaleza del fondo puede modificarse tanto a causa del vertimiento de desechos sólidos, tanto en contenedores como a granel, que se afecte gravemente la pesca comercial de arrastre. También podría verse perjudicada la pesca deportiva con anzuelo, pero en general esos desechos suelen verterse en aguas profundas, lo suficientemente lejos de la costa para estar fuera del campo de acción de la mayoría de los pescadores deportivos.

Los pesqueros de arrastre más de una vez han recogido desechos en contenedores de varios tipos, los cuales pueden dañar los aparejos de pesca y presentan además un riesgo para los pescadores cuando se los iza a bordo. Dichos desechos pueden comprender sustancias químicas dañinas, sustancias radiactivas de nivel bajo e intermedio y materiales militares, incluidos los gases neurotóxicos. Cuando se transportan troncos por las aguas costeras suele ocurrir que se desprenda alguno, lo que puede plantear problemas ocasionales pero no graves en las inmediaciones.

No es posible elaborar criterios relativos a la calidad del agua de mar y las características del fondo en relación con las actividades de pesca de la manera como normalmente se hace para otros usos, sino que se debe llegar a una prohibición total del vertimiento de desechos o a la disposición de que dicho vertimiento se efectúe en aguas profundas fuera del campo de acción de los pescadores. Habría que

tratar de manera análoga el vertimiento de elementos flotantes, incluidos los plásticos y los desechos de madera. Recientemente se han fijado directrices para el control del vertimiento de sólidos y de desechos en contenedores en convenios tales como en la Convención de Londres sobre la prevención de la contaminación del mar por vertimiento de desechos y otras materias, de 1972, y el Convenio de Oslo para la prevención de la contaminación marina provocada por vertidos desde buques y aeronaves, de 1972. El grupo de trabajo del GESAMP sobre ese tema examinó los aspectos científicos del vertimiento de desechos en el mar.

5.3 Acuicultura

La producción de mariscos mediante la acuicultura marina va en aumento, especialmente en los países en desarrollo. La práctica se realiza ya sea a escala intensiva (de alta densidad y estrechamente controlada) o extensiva (de baja densidad y en condiciones seminaturales). El agua para la acuicultura de carácter intensivo debe ser de alta calidad para compensar las sobrecargas causadas por el hacinamiento, las dietas mal balanceadas, el aumento de los desechos y la restricción general de movimientos. Los alimentos utilizados en esos cultivos deben ser igualmente de alta calidad, si bien se sabe que los desechos cloacales se utilizan con éxito en los estanques de carpas de algunas partes de Europa y el estiércol de cerdos y aves se utiliza como alimento en los estanques de peces de Hong Kong y China. La amenaza de enfermedades está siempre presente y hay que recordar que los patógenos latentes de los peces pueden resultar estimulados y provocar brotes activos de enfermedades como consecuencia de la calidad inferior del agua que disminuye la resistencia de los peces.

La acuicultura extensiva, al efectuarse en condiciones de menor confinamiento que la intensiva, ofrece menos riesgos relacionados con las enfermedades y la baja calidad del agua. Sin embargo, esta práctica depende en gran medida del medio marino costero y, por lo tanto, es vulnerable a la infusión de aguas contaminadas llegadas desde grandes distancias. Al depender para su alimentación del influjo de organismos planctónicos que contenga el agua de mar, este sistema también puede verse afectado por las fluctuaciones extremas del suministro de alimentos vinculadas a la calidad del agua.

Evidentemente, para la acuicultura se necesitan aguas de calidad superior, pero esto puede variar según las especies. Por ejemplo, el salmón exige un agua de calidad mucho mayor que la lisa. También cabe destacar que los organismos cultivados son esencialmente cautivos y no pueden escapar a una masa de agua tóxica. En tanto que la bioacumulación de algunas sustancias, tales como metales y compuestos organoclorados, puede controlarse utilizando alimentos preparados, es bien sabido que algunas de estas sustancias pueden penetrar en los peces directamente desde el agua por las branquias o a través de las membranas digestivas.

Para establecer criterios relativos a la acuicultura, que tienen mucho en común con los criterios relacionados con la pesca, se debe tener en cuenta lo siguiente: la estabilidad del medio; el control constante de los factores positivos necesarios para lograr poblaciones sanas y vigorosas de organismos; la prevención de condiciones químicas, físicas y biológicas perjudiciales; la prevención de la introducción de parásitos y enfermedades, y la prevención de condiciones del medio favorables al desarrollo de enfermedades.

6. OTROS ASPECTOS

El grupo de trabajo reconoció que era preciso establecer criterios de calidad del medio para otros usos de las zonas costeras. Dichos usos comprenden los parques y reservas submarinos, para los que se requiere una máxima protección del medio, y la minería y el transporte en los fondos marinos, que no exigen sino una mínima calidad del medio. Sin embargo, el grupo de trabajo estimó que con su composición actual carecía de los especialistas necesarios para ocuparse de algunos de esos otros usos con el detenimiento necesario.

Apéndice I

GRUPO DE TRABAJO DEL GESAMP SOBRE LOS PRINCIPIOS PARA ELABORAR
CRITERIOS DE CALIDAD PARA LAS AGUAS COSTERAS

Lista de participantes

Dr. M. Waldichuk (Presidente)
Department of the Environment
Fisheries and Marine Service
Pacific Environment Institute
4160 Marine Drive
West Vancouver
Canadá

Dr. A.L. Downing
Binnie and Partners
Artillery House
Artillery Row
London SW1P 1RX
Reino Unido

Sra. S. de Maeyer
Institut d'Hygiène et d'Epidémiologie
14 rue Juliette Wytsman
B-1050 Bruxelles - Ixelles
Bélgica

FAO:

Dr. G. Tomczak (Secretario Técnico)
Funcionario de recursos pesqueros
División de recursos pesqueros y del
medio ambiente
Department of Fisheries
FAO
Via delle Terme di Caracalla
00100 Roma
Italia

Sr. J.S. Alabaster
Water Pollution Research Laboratory
Stevenage
Herts.
Reino Unido

Dr. C.S. Hegre
National Marine Water Quality Laboratory
US Environmental Protection Agency
Narragansett
Rhode Island
Estados Unidos de América

OMS:

Sr. R. Pavanello
Ingeniero sanitario jefe
División de higiene ambiental
OMS
Avenue Appia 20
1211 Ginebra 27
Suiza

Apéndice II

GRUPO DE TRABAJO DEL GESAMP SOBRE LOS PRINCIPIOS PARA ELABORAR
CRITERIOS DE CALIDAD PARA LAS AGUAS COSTERAS

(Primera reunión, Roma, 25 a 29 de noviembre de 1974)

PROGRAMA

1. Inauguración de la reunión
2. Aprobación del programa
3. Examen de los documentos de antecedentes
4. Posibles enfoques de la elaboración de criterios de calidad de las aguas costeras
 - a) Enfoques generales
 - b) Enfoques articulares
5. Preparación del informe
6. Labor futura
7. Otros asuntos

Apéndice III

GRUPO DE TRABAJO DEL GESAMP SOBRE LOS PRINCIPIOS PARA ELABORAR
CRITERIOS DE CALIDAD PARA LAS AGUAS COSTERAS

Lista de documentos

- | | |
|----------------|---|
| J.S. Alabaster | - The Development of Water Quality Criteria for Marine Fisheries |
| E.E. Geldreich | - Principles for Developing Criteria for Coastal Bathing Waters |
| C.S. Hegre | - Plankton Ecology in Relation to Establishment of Coastal Water Quality Criteria |
| S. Kečkeš | - Manual on Beach Sanitation (Guides and Criteria for Recreational Quality of Beaches and Coastal Waters) |
| M. Waldichuk | - Coastal Water Criteria for Fishing Activities |
| A.L. Downing | - Criteria for Protection of Amenities |
| E.E. Geldreich | - Guidelines to Microbiological Quality of Shellfish Waters |

Apéndice IV

GRUPO DE TRABAJO DEL GESAMP SOBRE LOS PRINCIPIOS PARA ELABORAR CRITERIOS DE CALIDAD PARA LAS AGUAS COSTERAS

Procedimiento sugerido para establecer criterios

(Aplicable principalmente a los criterios para la protección de los recursos marinos vivos)

1. Determinar características físicas, químicas y biológicas que ejercen influencia sobre el uso deseado o sobre la propiedad del medio. Esto puede lograrse parcialmente mediante observaciones preliminares sobre el terreno y experimentos de laboratorio que limiten el número de variables que ha de considerarse.
2. Establecer la importancia relativa de cada característica, habitualmente dentro de determinado orden de magnitud. Esto también puede lograrse en el terreno y en el laboratorio y limitará más todavía el número de variables que haya que considerar.
3. Determinar la magnitud de la sobrecarga aplicada a la masa de agua que haya que proteger (o escogida para el estudio), expresándola en las unidades apropiadas (por ejemplo, concentración, masa, volumen unidades térmicas británicas, número de organismos). Esto ayudará a definir la magnitud del problema.
4. Determinar la naturaleza química y física y la distribución de la sobrecarga, en el sistema tomando en cuenta los factores cronológicos. Esto exigirá análisis químicos y/o microbiológicos de los diversos elementos constitutivos del sistema, así como datos hidrológicos.
5. Determinar la proporción de la población o del uso en la zona que haya que proteger (o escogida para el estudio) que está sujeta a varios grados intermedios de riesgo. Esta información será necesaria para elaborar normas a partir de los criterios y exigirá estimar la proporción de lo incorporado a masas definidas del sistema.
6. Determinar la relación exposición-reacción existente en el sistema local que se esté estudiando. Este es un procedimiento fundamental y de aplicación prácticamente universal y comprenderá lo siguiente:
 - a) Determinar el punto más vulnerable del sistema (por ejemplo, el principal depredador, el hombre, el pez, la etapa vital, el organismo alimenticio necesario, el sistema de enzimas, el proceso fisiológico).
 - b) Efectuar exposiciones experimentales en el laboratorio y/o en el terreno para establecer una familia de curvas de exposición-reacción en las que se reflejen los efectos de las variaciones previstas en las condiciones

y la incorporación de contaminantes en la reacción observada. Deberá tratarse de abarcar toda la gama desde los niveles estimulatorios hasta los tóxicos, particularmente para las sustancias biológicamente esenciales. Se espera que las variaciones que se introduzcan abarquen la gama de las condiciones ambientales observadas en la región, y que los sistemas de ensayo escogidos se aproximen a la naturaleza prevista o real del encuentro real de la masa sometida a ensayo con el contaminante. Entre los factores que afectan este encuentro se cuentan las alteraciones químicas del tóxico, la exposición intermitente, la vía de administración, etc. Se espera que en la medida de lo posible los parámetros medidos reflejen la reacción al nivel más vulnerable de la masa sometida a ensayo. Este nivel podrá no ser el mismo en todos los grados de duración de la exposición. Esto proporcionará una de las bases para seleccionar una exposición o reacción particular como criterio para formular una norma.

7. Determinar la gama de variaciones naturales que se producen localmente en la densidad y la condición de la población sometida a ensayo y el parámetro de reacción que se mide. Esto proporcionará una perspectiva o marco para el análisis de las relaciones de dosis-reacción.
8. Estimar los efectos de diversos grados de reacción de la masa sometida a ensayo a niveles tróficos inmediatamente superiores e inferiores a los suyos propios. Esto proporcionará una primera estimación de la probabilidad de que se produzcan efectos remotos en el ecosistema y hace necesario que se tengan en cuenta las modalidades de biomagnificación.

Anexo IX

PRIMER INFORME DEL GRUPO DE TRABAJO DEL GESAMP ENCARGADO DE ESTUDIAR LOS ASPECTOS CIENTÍFICOS DE LA CONTAMINACIÓN CAUSADA POR LA EXPLORACIÓN Y EXPLOTACIÓN DE LOS FONDOS MARINOS

Reuniones celebradas en la Sede de la OCMI, Londres,
6-9 enero 1975 y 21-23 abril 1975

INTRODUCCION

1. Las reuniones del grupo de trabajo se celebraron en la Sede de la OCMI, Picadilly 101-104, Londres, del 6 al 9 de enero de 1975 y del 21 al 23 de abril de 1975.

2. Participaron los siguientes expertos:

Dr. H.A. Cole (Presidente)
Dr. G. Kullenberg
Profesor F. Valdez Zamudio
Dr. R. Gerard
Dr. E.J. de Boer (sólo a la primera reunión)
Sr. M.J. Cruickshank (sólo a la segunda reunión)
Sr. J.A. Nichols (sólo a la segunda reunión)
Dr. L.D. Neuman, Secretario Técnico, Naciones Unidas (sólo a la segunda reunión)

El Dr. R.G.J. Shelton no pudo asistir.

En la primera reunión, como el Dr. Neuman no pudo asistir, se hicieron cargo de las labores de la Secretaría miembros de la División del Medio Marino de la OCMI.

3. El mandato del grupo de trabajo, tal y como se estableció en el Informe de la Sexta Reunión (GESAMP VI/10, Anexo VI, página 43) es:

a) Seleccionar las fuentes de información que interesan para los aspectos científicos de la contaminación causada por las actividades actuales y futuras en materia de exploración y explotación de los fondos marinos. Las prioridades propuestas para el trabajo en un primer momento son las siguientes:

- i) Petróleo (incluido el gas natural)
- ii) Nódulos de manganeso
- iii) Dragado para explotar recursos minerales y para proyectos de construcción, pero excluida la eliminación de residuos del dragado
- iv) Construcciones en aguas frente a la costa (incluidas plataformas de sondeo, islas y arrecifes artificiales).

b) Confrontar y evaluar, cuando sea posible, toda la información existente de este tipo dentro de un plazo que permita presentar a la séptima reunión del GESAMP una evaluación sobre la peligrosidad actual y potencial de la contaminación marina derivada de dichas actividades y las incompatibilidades que puedan surgir con otras formas de utilización del mar, con la intención de obtener su aprobación para la presentación a la Tercera Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Derecho del Mar, en su segundo período de sesiones previsto para junio de 1975.

c) Evaluar la posibilidad de ampliar esta información para satisfacer las necesidades futuras, como son las medidas para impedir y combatir la contaminación del mar causada por estas actividades y formular propuestas acerca de las futuras actividades del GESAMP en este sector.

4. Al planificar su programa de trabajo, el grupo de trabajo tomó nota de los objetivos establecidos por el GESAMP en su sexta reunión (GESAMP VI/10, párrafo 56); son, en relación con los aspectos ambientales de la exploración y explotación de los recursos del fondo marino:

a) determinar la gama posible de los efectos de ciertas actividades en diferentes regiones, tales como el Artico y los trópicos, y evaluar la peligrosidad para los recursos vivos del mar, la salud humana, las posibilidades de recreo y esparcimiento y el medio ambiente; y

b) determinar las medidas necesarias para prevenir y limitar la contaminación derivada de tales actividades.

5. A petición del Secretario Técnico de las Naciones Unidas, el grupo de trabajo tomó nota también de la resolución 1802 (LV) del Consejo Económico y Social, en que, entre otras cosas, se pedía a las Naciones Unidas que iniciase un estudio multidisciplinario de los problemas y posibilidades del desarrollo de las zonas costeras. Al llevar a cabo sus tareas, tal y como se establecía en su mandato, por lo tanto, el grupo de trabajo prestó especial atención al estudio de los problemas de la contaminación causada por la exploración y explotación de los fondos marinos en las zonas costeras, y entre ellos, a los efectos del dragado para la construcción y actividades similares. El grupo de trabajo aprobó también una sugerencia del Presidente de que preparase otra declaración acerca de los problemas del desarrollo de las zonas costeras, considerado desde el punto de vista de la contaminación, que ya ha sido distribuida. También se puso a disposición del Secretario Técnico de las Naciones Unidas otro memorándum preparado por el Profesor Valdez Zamudio.

6. Además de realizar las tareas prioritarias descritas supra, el grupo de trabajo examinó y revisó la lista de las otras actividades de los fondos marinos que había que considerar enumeradas en el Informe de la Sexta Reunión (GESAMP VI/10, párrafo 57, página 10). Estas actividades abarcan la explotación de:

- a) Yacimientos sedimentarios consolidados:
 - i) azufre
 - ii) sal

- iii) potasa
 - iv) carbón.
- b) Yacimientos superficiales no consolidados:
- i) placeres de metales pesados y diamantes
 - ii) arena y grava
 - iii) calizas conchíferas y algas calcáreas
 - iv) barros metalíferos.
- c) Yacimientos metálicos de roca cristalina que se explotan para sacar:
- i) cobre
 - ii) plomo
 - iii) zinc
 - iv) níquel
 - v) oro
 - vi) plata
 - vii) estaño
 - viii) mercurio
 - ix) berilio.
- d) Otros yacimientos:
- i) fosforita
 - ii) glauconita
 - iii) agua dulce (yacimientos en el subfondo del mar).
- e) Materiales no mencionados supra (por ejemplo, salmueras metalíferas).

7. Con miras a sus estudios, el grupo de trabajo acordó que se considerara que la expresión "fondos marinos" incluía todas las zonas bentónicas desde las líneas de nivel de marea alta hasta el fondo abisal.

8. El grupo de trabajo tomó nota de documentos e informes anteriores en este campo, particularmente de los preparados por el GESAMP tal como se establecía en los documentos de referencia que figuran en el apéndice III.

Enlace con otros grupos de trabajo del GESAMP

9. El Dr. P.G. Jeffery, Presidente del Grupo de Trabajo encargado de la evaluación de la peligrosidad de las sustancias perjudiciales en el medio marino, y miembro del Grupo de Trabajo encargado de estudiar los efectos del petróleo sobre el medio marino asistió a parte de la primera reunión de este Grupo de Trabajo. El Dr. C.H. Thompson, Presidente del Grupo de Trabajo encargado de estudiar los efectos del petróleo sobre el medio marino, y el Dr. Jeffery asistieron también a la última sesión de la segunda reunión. Como se señala supra, el Dr. G. Kullenberg, Presidente del Grupo de Trabajo encargado de estudiar las bases científicas para la eliminación de desechos en el mar también es miembro de este Grupo de Trabajo. Por consiguiente, se disponía de muchas oportunidades para coordinar las actividades de estos distintos grupos.

10. Todos los tipos de actividades de exploración y explotación de los fondos marinos ocasionan cambios, pero éstos son a menudo de índole local y temporal. Aunque entran dentro de la definición de contaminación aprobada por el GESAMP en su primera reunión* es conveniente evaluar la importancia de dicha contaminación en relación con las circunstancias locales y la extensión de los daños que pueden resultar. El matar a diez o veinte peces, aunque pueda parecer a los que están en el lugar que es un acto importante de contaminación, no tiene efectos significativos en las poblaciones de las cuales forman parte esos peces: el pasaje de un solo buque grande de pesca de arrastre tendrá como resultado la destrucción accidental de muchos más peces de especies comerciales y no comerciales. Sin embargo, es necesario examinar y evaluar los efectos de todos y cada uno de los tipos de explotación y explotación de los fondos marinos para poder reconocer los que, debido a sus dimensiones, frecuencia, distribución general, persistencia, o por la naturaleza nociva de los productos secundarios que sueltan, pueden constituir contaminación importante.

11. Los principales métodos por los cuales se pueden explotar los recursos del fondo marino son la perforación de pozos (por ejemplo, para buscar petróleo y gas), la excavación en superficie (por ejemplo, dragado para la extracción de estaño, arenas o gravas y nódulos de manganeso) o la minería subterránea (por ejemplo, para buscar menas metalíferas). Estos métodos pueden requerir la instalación de distintas estructuras en el fondo marino para la perforación, el dragado de yacimientos sedimentarios no consolidados y la excavación de yacimientos en el lecho de roca. Es posible que necesiten explosivos.

* Esta definición es la siguiente:

"Introducción por el hombre, en forma directa, o indirecta, de sustancias o energía dentro del ambiente marino (incluidos los estuarios), con el resultado de efectos nocivos tales como perjuicios para los recursos vivos, peligros para la salud humana, obstáculos para las actividades marinas (incluida la pesca), empeoramiento de la calidad para el empleo del agua del mar, y reducción de las posibilidades de esparcimiento."

12. Estas actividades pueden extenderse desde la línea de marea alta hasta el fondo abisal, pero casi toda la actividad actual tiene lugar en aguas poco profundas cerca de la costa o en las playas abiertas. La mayor parte del trabajo de construcción que implica perturbación de los fondos marinos tiene su origen en la costa, pero existe un interés creciente por la construcción de estructuras lejos de la costa para el amarre y la descarga, el almacenamiento de petróleo, la eliminación de desechos (también por medio de la incineración), el emplazamiento de estaciones de energía, la elaboración de minerales, para terminales aéreas y para varios propósitos de esparcimiento. En general, parece que la construcción de tales obras tiene consecuencias locales, dentro de un radio de pocos kilómetros del lugar de actividad, pero los trabajos que se desarrollan posteriormente en ellos (por ejemplo, la elaboración de minerales o el funcionamiento de una planta de energía nuclear) pueden tener un efecto mucho mayor. La presencia de las estructuras puede originar cambios permanentes, aunque sean locales, en el medio marino.

a) Perforación y extracción de fluidos por los pozos de perforación. Los principales riesgos de contaminación surgen de la descarga no controlada de los productos que se buscan, por ejemplo, petróleo, gas o azufre. Surgen otros peligros de la descarga accidental o deliberada de sustancias empleadas en la perforación, por ejemplo, para lubricar la cabeza perforadora o para impedir el escape del producto o de materiales usados en otras actividades suplementarias, por ejemplo, bactericidas o alguicidas, tratamientos anticorrosivos, producción de energía, etc. Aparte del control legislativo impuesto para la protección del medio ambiente por el país en cuya plataforma se realiza la perforación, la industria considera que el valor del producto que se busca constituye una poderosa razón para tratar de impedir las pérdidas accidentales. Análogamente, materiales suplementarios tales como los "lodos" usados en la perforación de pozos profundos son generalmente costosos y su pérdida o desperdicio impone demoras, constituyendo así una poderosa razón para evitar la utilización o eliminación descuidadas. Sin embargo, la situación es muy otra respecto de materiales de desecho generados en los aparejos de perforación y plataformas situadas frente a las costas y, en consecuencia, puede suceder que se haga caso omiso de las directrices encaminadas a asegurar el retorno a la costa y la eliminación segura de esos desechos y ocurrir la contaminación del fondo del mar y la posible obstrucción de las pesquerías. En muchos países la ley prohíbe acercarse a corta distancia de los aparejos de perforación y estructuras análogas para fines no relacionados con el funcionamiento de los mismos, etc., pero aún es posible que basura sólida de los aparejos sea descargada en el fondo del mar fuera de la vecindad inmediata de las estructuras por los barcos que prestan servicios a los aparejos y retiran estos desperdicios.

Se ha determinado que los aparejos de perforación y otras grandes estructuras colocadas sobre el fondo del mar o amarradas durante un período considerable atraen a los peces, probablemente debido al refugio que suministran o al crecimiento de animales y plantas que se adhieran a ellos. Esto generalmente representa una redistribución y concentración local de los peces existentes y no una adición a la cantidad existente, a menos que se facilite la reproducción, la capacidad de eludir a los animales de presa o ambas cosas.

b) Dragado y explotación de minas en las playas. El dragado implica la extracción de material no consolidado del fondo del mar, generalmente desde un buque o plataforma flotante, pero la explotación de minas en las playas puede entrañar el uso de equipo con base en las costas que trabaja dentro de la zona litoral o de equipo típico de movimiento de tierra que trabaja detrás de diques protectores. Los efectos inmediatos son: alteración de los contornos del fondo o de la playa, liberación de material fino que es probable que las mareas y las corrientes transporten fuera del lugar de las operaciones y mayor turbidez. Los efectos secundarios generados, especialmente si la explotación es en gran escala o se realiza a lo largo de un período prolongado, pueden incluir la modificación local de los regímenes de transporte de los sedimentos e incluso de las corrientes, perturbación de las orillas, erosión o enriquecimiento de las playas, cubrimiento del fondo localmente por depósitos finos, perturbación de las actividades de pesca en el fondo, particularmente mediante el arrastre de redes y la desoxigenación local debida al depósito de material orgánico (por ejemplo, algas a la deriva) en los pozos abiertos en el fondo del mar. Además, es posible que se liberen materiales anóxicos, e incluso tóxicos, de los niveles inferiores al fondo del mar.

Muy comúnmente arena fina y material de sedimentación son separados del material dragado por el agua durante su pasaje del fondo a la bodega de la draga y esto difunde los efectos más ampliamente puesto que las corrientes superficiales suelen ser más fuertes que las que se encuentran próximas al fondo. Sin embargo, un reciente y cuidadoso estudio de la acción de los tres tipos principales de central de dragado (dragas de cangilones con tubo, dragas de agarre y dragas de succión de arrastre) utilizados en la zona de la bahía de San Francisco demostró que los efectos físicos de las operaciones de dragado eran pequeños en comparación con los aumentos de turbidez y de substancias sólidas en suspensión causados por acontecimientos naturales tales como un elevado escurrimiento en tierra firme o la acción del viento y de las olas.

El dragado puede empero producir efectos graves si daña o destruye materialmente terrenos separados de desove o de cría de peces jóvenes que son de importancia crítica para mantener las poblaciones. También pueden surgir efectos locales de modificaciones de la conducta inducidas por las nubes de turbidez o perturbaciones del fondo. Estos efectos entrañan cambios de distribución más bien que pérdidas de las poblaciones pero pueden reducir el éxito de la pesca al impedir la concentración de peces o presentando a los pescadores locales una distribución desconocida de las especies que buscan. Los efectos locales sobre los mariscos, particularmente las especies sedentarias, pueden ser profundos al tornar el hábitat inadecuado o destruirlo en una nube de material fino. Otros efectos locales pueden surgir de alteraciones en la topografía del fondo, corrientes, transportes de sedimentos y exposición de las costas debida a la extracción del material del fondo. Hay, sin embargo, una posibilidad de efectos beneficiosos adventicios debidos a las mismas causas.

c) Explotación de minas subterráneas. La explotación minera de las rocas del fondo del mar en la actualidad se practica raramente; esta afirmación excluye las operaciones que se extienden bajo el fondo del mar desde las costas. Quizás los ejemplos más conocidos de verdadera explotación de minas en el fondo del mar sea la extracción de baritas de la roca sólida del fondo del mar en Alaska y la obtención

de azufre. Este último se obtiene, sin embargo, mediante la perforación y licuefacción in situ y, en consecuencia, se incluye en la sección anterior sobre perforación.

Aunque en teoría pueden obtenerse muchos minerales útiles de las rocas que se encuentran bajo el fondo del mar, en la práctica la explotación de minas frente a las costas generalmente requiere mayores gastos de producción que la explotación en tierra. Se ha pronosticado que las existencias en tierra satisfarán incluso necesidades mucho mayores de minerales durante los próximos 30 años y los minerales frente a las costas se explotarán sólo cuando puedan comercializarse competitivamente con los derivados de fuentes terrestres. Es probable que los adelantos en la tecnología de la explotación de minas y elaboración beneficien a la explotación de minas en tierra tanto como a la explotación de minas en el mar, si no más, de manera que la probabilidad de un gran aumento de esta última en el futuro inmediato no son grandes. Sin embargo, la explotación de yacimientos que de otra manera no serían económicos de algunos minerales puede ser subvencionada por razones estratégicas o para lograr la autosuficiencia nacional. En consecuencia, deben considerarse las consecuencias de esa explotación desde el punto de vista de la contaminación.

Puede ocurrir contaminación de tres maneras; en primer lugar, por la perturbación y la descarga accidental de materiales de desecho, inclusive los depósitos finos de la superficie, durante la apertura y explotación de la mina; en segundo lugar, por la pérdida de material durante la explotación, el transporte a la superficie y el transporte a un lugar de elaboración, y en tercer lugar por la descarga de materiales de desecho durante el proceso de elaboración, si ésta se realiza en el mar, en buques o en una estructura especial tal como una plataforma o isla artificial instalada en el mar o en la costa. La mayoría de estos efectos serán muy locales y comparables a los producidos por el dragado, pero si el material explotado es un mineral metálico o un metaloide puede acumularse material fino que puede llegar a ser peligroso en los depósitos del fondo o descargarse posteriormente y algún material soluble puede entrar en la columna acuática directamente. La importancia de esta contaminación está relacionada directamente con la cantidad, solubilidad, toxicidad y persistencia de los materiales de que se trate, con el mercurio a la cabeza de la lista.

Si se usan extensamente explosivos para establecer una mina submarina, pueden ocurrir más daños locales.

d) Trabajos de construcción asociados con la colocación de estructuras en el fondo del mar. Para colocar estructuras sobre el fondo del mar puede ser necesario perforar, excavar, utilizar explosivos, colocar pilones, echar cimientos o material de protección, posiblemente en cantidades muy grandes y a veces derivados de zonas adyacentes del fondo del mar (por ejemplo, bancos de arena o de grava) y realizar todos los procesos normalmente asociados con, por ejemplo, la construcción de muelles. Claramente esto puede entrañar pequeñas pérdidas de una gran diversidad de los materiales utilizados en la construcción. Sin embargo, los efectos perjudiciales de la construcción serán locales y el daño a los recursos vivos será insignificante, excepto en la medida en que la construcción ocupe un lugar de importancia

crítica en la dinámica de la población de las especies explotadas o modifique los regímenes de corrientes y de transporte de sedimentos de manera tal de influir de una manera sustancial en un lugar crítico. Un importante terreno de desove de peces puede ser destruido o puede ocasionarse un daño grave a un terreno muy productivo de mariscos; de lo contrario es probable que los efectos sean pequeños y sólo de importancia local.

Los trabajos de construcción marina pueden considerarse en dos categorías: construcción frente a las costas y conectada con la costa. Entre las primeras están las obras de construcción relacionadas con las actividades de explotación de petróleo: aparejos de perforación, plataformas de producción, cabezas de pozo, oleoductos y tanques de almacenamiento. Otros trabajos de esta categoría incluyen terminales frente a las costas, torres, plataformas semisumergibles (por ejemplo, centrales de energía térmica marina) e islas y arrecifes artificiales.

Entre las construcciones conectadas con la costa deben considerarse los túneles, puentes y carreteras sobre estriberones, las instalaciones portuarias, las escolleras y las estructuras destinadas a reducir el efecto de las olas y los conductos de descarga o toma. Aunque la presencia de nuevas estructuras puede dar por resultado cambios a largo plazo en el medio marino, en casi todos los casos los aspectos de contaminación importantes de estas construcciones son de corta duración, limitados a las actividades reales de instalación y de construcción.

Aunque no parece haber aspectos de contaminación grave asociados a la construcción marina, se recomienda que se realicen estudios cuidadosos de las consecuencias sobre el medio para cada construcción importante por separado antes de cada instalación y después de su terminación. Las modificaciones permanentes del medio marino que surgen de la presencia de estructuras artificiales deben evaluarse. Las posibilidades más graves de contaminación asociadas con estas estructuras, sin embargo, surgen generalmente de su utilización más bien que de su presencia en el medio marino.

Petróleo (incluido el gas natural)

Introducción

13. a) Entre otras cosas, se pidió al grupo de trabajo que, como tarea de la máxima prioridad, evaluara las consecuencias, en términos de contaminación marina, de la exploración y explotación del petróleo y del gas de los fondos marinos. Se convino en que existía una cierta duplicación entre esta parte de las atribuciones del grupo y las atribuciones asignadas al Grupo de Trabajo encargado de estudiar los efectos del petróleo sobre el medio marino, presidido por el Dr. C.H. Thompson. No obstante, se interpretó que el grupo de trabajo del Dr. Thompson se ocuparía fundamentalmente de aclarar aquellas cuestiones relativas a los efectos biológicos y el destino final de los hidrocarburos respecto a las cuales había evidentes discrepancias entre los científicos. Como se ha indicado antes, se tomaron medidas para facilitar la coordinación entre estos dos grupos de trabajo y entre ellos y otros dos grupos de trabajo del GESAMP interesados en la cuestión.

b) Tras un intercambio de correspondencia entre el Presidente del grupo de trabajo, el Secretario Técnico de las Naciones Unidas, el Dr. C.H. Thompson y el Dr. P.G. Jeffery, se decidió que el grupo de trabajo limitara sus actividades relativas al petróleo estrictamente a una evaluación de los riesgos de contaminación como resultado directo de la exploración y explotación de yacimientos frente a las costas, dejando de lado, al menos por el momento, todo riesgo adicional derivado del transporte en buques y de la refinación, aunque también se mencionara a éstos entre sus atribuciones. Sí se incluyeron en cambio, los riesgos de contaminación como resultado del almacenamiento en el lugar de producción, de la carga de buques petroleros en las plataformas de producción y del envío a tierra mediante oleoductos.

c) Las deliberaciones del grupo de trabajo se basaron en un documento de trabajo preparado por el Dr. R.G.J. Shelton y el Sr. J.A. Nichols; se convino en enviar al grupo de trabajo encargado de estudiar los efectos del petróleo sobre el medio marino, para su examen, una revisión revisada y editada de ese documento, junto con un resumen de las conclusiones del grupo de trabajo.

Nódulos de manganeso

14. El documento de trabajo sobre este tema, que se incluye como apéndice I, trata aquellos aspectos de la contaminación relacionados con la exploración y explotación de los yacimientos de nódulos de manganeso, con exclusión de todas las actividades de explotación distintas de la minería.

15. Aunque el conocimiento detallado de la distribución de los nódulos de manganeso en el fondo oceánico es incompleto, ya se ha trazado a grandes líneas la distribución regional y parecen haberse definido los límites de los principales yacimientos.

16. Si bien no existe una teoría que explique satisfactoriamente el origen y la distribución de los nódulos de manganeso y el mecanismo en virtud del cual se concentran en ellos metales económicamente valiosos, ya se sabe suficiente acerca del contenido mineral de los yacimientos de determinadas zonas para estimular los intereses comerciales. Los yacimientos con mayores posibilidades económicas se encuentran en las cuencas oceánicas profundas; los más favorables para su explotación inicial están ubicados en la zona oriental de la región ecuatorial del Pacífico Norte.

17. Actualmente se encuentran en estado avanzado de desarrollo dos métodos para extraer nódulos de manganeso de profundidades de 5.000 metros. En mayor o menor grado, ambos son capaces de producir efectos contaminantes en la superficie y en el fondo de los océanos. En una y otra zona (según sea el método empleado) se formarán penachos de sedimentos suspendidos que podrán producir efectos adversos en la fauna y flora bentónica o pelágica. Además, la descarga de efluentes de alto contenido de nutrientes (aguas del fondo) en la superficie puede ejercer una influencia positiva o negativa en las comunidades pelágicas.

18. La información de que se dispone actualmente en relación con las alteraciones resultantes de las actividades mineras procede de ensayos en pequeña escala y de estudios de laboratorio, y es insuficiente para predecir el carácter y la magnitud de la contaminación que cabe esperar de las actividades de explotación minera en gran escala. Los resultados preliminares, sin embargo, parecen indicar que será mínima. La comparación entre la magnitud estimada de las alteraciones resultantes de las actividades mineras y la de los fenómenos naturales análogos en gran escala, respalda la opinión de que las actividades de extracción de nódulos de manganeso no van a ocasionar ninguna contaminación grave. Para llegar a esta conclusión, se tuvo en consideración el informe del quinto período de sesiones del GESAMP, en el que se examinaron los posibles efectos de las alteraciones del fondo marino en los ecosistemas especializados existentes en el lecho de los océanos profundos.

19. Los datos necesarios para efectuar una predicción fiable de los efectos contaminantes de la extracción de los nódulos de manganeso sólo se pueden obtener observando atenta y continuamente las operaciones de minería en gran escala. En el apéndice I se formulan recomendaciones para la observación de ciertos parámetros importantes. Esas investigaciones se verán facilitadas por los estudios de referencia que actualmente está realizando la Administración Nacional del Océano y la Atmósfera de los Estados Unidos en una serie de lugares de extracción en el Pacífico, estudios que parecen corresponder a la preparación oportuna y ordenada de un inventario del ambiental previo a la explotación minera.

20. Los yacimientos de nódulos de manganeso de los fondos oceánicos están siendo reclasificados rápidamente en ciertas zonas como reservas comprobadas, en vez de recursos no cuantificados. Se espera que las operaciones de explotación propiamente dichas se inicien en la zona del Pacífico antes de 1980.

21. Se presenta, pues, una oportunidad excepcional para llegar, antes de que se inicien las actividades mineras en gran escala, a un acuerdo internacional sobre un reglamento que fomente el aprovechamiento ordenado de estos recursos y constituya un seguro contra los efectos nocivos que, para el medio ambiente, puedan resultar de su exploración y explotación.

Dispersión de materiales de grano fino

22. En el apéndice II se examinan ciertos aspectos relacionados con el transporte y la mezcla (es decir, la dispersión) de materiales de grano fino en relación con las operaciones de minería y de dragado, tratándose por separado las operaciones de excavación y de dragado en las playas, las operaciones de dragado por succión frente a las costas y las operaciones de minería en los fondos marinos profundos. Aunque, en todos los casos, el conocimiento teórico actual de los procesos involucrados es limitado y los datos experimentales disponibles son escasos, se puede evaluar la posible gama de efectos físicos de las operaciones.

23. Es posible demostrar que en la zona próxima a la costa el aumento de turbidez puede ser considerable y que los materiales de grano fino pueden ser transportados a lo largo de grandes distancias, tanto paralelamente a la costa como alejándose de ella. En todas las circunstancias se han de considerar las posibles consecuencias

de las operaciones de dragado para el balance de materiales de las playas. Las operaciones de dragado pueden modificar las condiciones topográficas y, por ende, las modalidades de transporte de materiales entre la costa y el mar. En la región próxima a la costa, la dispersión depende primordialmente de las condiciones de oleaje y, en menor grado, de las corrientes. La dispersión es más eficaz precisamente en la zona de rompientes.

24. En el caso de las operaciones de dragado frente a las costas, normalmente cabe esperar que el transporte por las corrientes y las condiciones de mezcla basten para reducir las concentraciones discretas de desechos a niveles insignificantes en un período de tiempo comprendido entre cinco y diez horas. Esta conclusión se basa en los factores de dilución observados comúnmente en la estela de los barcos cuando descargan residuos y en los factores conocidos de dilución subsiguiente en las capas superficiales. La experiencia actual en Europa y en América del Norte respalda esta conclusión. En cambio, las alteraciones topográficas en pequeña escala en el fondo marino parecen ser muy duraderas. También habría que señalar que las capas internas de material suspendido en las regiones de mayor estratificación por densidades pueden mantenerse durante largo tiempo.

25. En lo que se refiere a las operaciones mineras en los fondos marinos profundos no existe ningún estudio de caso en gran escala. Aunque se han realizado experimentos en pequeña escala, es peligroso extrapolar los resultados a la escala natural. La distribución inicial de los materiales resuspendidos en la columna de agua dependerá considerablemente de la técnica de explotación empleada (compárese el apéndice I). Si se toma como ejemplo la extracción de los nódulos de manganeso y se supone que la cantidad de material sedimentario que se lleva a la superficie y se descarga con los efluentes en la capa superficial es igual a la cantidad de nódulos extraídos, el valor calculado del aumento de la turbidez al cabo de 24 horas de operación parece indicar que, en los 50 ó 100 metros superiores, la concentración inicial será del orden de 100 a 1.000 veces la concentración natural (ambiental). Normalmente, esta concentración se reducirá, tras un período de 10 horas, en un factor de, por lo menos 100.

26. En todos los casos mencionados, las observaciones relativas al medio ambiente habrán de incluir la medición de parámetros físicos, además de los químicos y biológicos, para que se pueda efectuar una predicción razonablemente fidedigna de las posibles consecuencias.

27. Los demás aspectos físicos se consideran brevemente. No es posible hacer afirmaciones generales que resulten útiles. A lo sumo, se puede decir que cada caso concreto de construcción cerca de la costa se ha de estudiar detenidamente.

Programa de trabajo futuro

28. Tras examinar su programa de trabajo para el futuro, el grupo de trabajo llegó a la conclusión de que necesitaría reunirse de tres a cinco días en el otoño. Se estimó que lo más conveniente sería celebrar una reunión en Londres en noviembre de 1975.

29. La necesidad de realizar trabajos entre períodos de sesiones para preparar esta reunión se estudió en relación con aquellas atribuciones del grupo de trabajo que no se habían atendido durante las dos primeras reuniones y se convino en una división apropiada de las responsabilidades.

Apéndice I

INFORME SOBRE LA CONTAMINACION OCASIONADA POR LA EXPLORACION Y LA EXPLOTACION DE LOS NODULOS DE MANGANESO

- Nota:
1. El presente apéndice no ha sido examinado ni aceptado por el GESAMP.
 2. La versión original del presente apéndice fue preparada por Robert D. Gerard.
 3. El grupo de trabajo examinó y enmendó el presente informe durante el período entre reuniones y aprobó su presentación al GESAMP.

INTRODUCCION

El aprovechamiento de los recursos minerales del fondo oceánico entraña tres tareas básicas: la localización y delineación del yacimiento del mineral, la extracción y el transporte hasta tierra. A la primera puede llamársela exploración; las dos tareas restantes son parte de la explotación. Una cuarta actividad, la elaboración en el mar, puede considerarse también parte de la explotación. El objetivo de este informe es examinar la naturaleza de los posibles efectos de contaminación resultantes de la exploración y de las actividades mineras en relación con la obtención de nódulos de manganeso del fondo del océano. Los aspectos de contaminación de las otras actividades de explotación no se consideran en este informe. No parece probable dentro de los diez años próximos la elaboración de los nódulos de manganeso en el mar.

ANTECEDENTES

La existencia de nódulos de manganeso en el fondo oceánico profundo fue descubierta hace 100 años durante la expedición mundial CHALLENGER (1873-1876). En el informe CHALLENGER sobre yacimientos en aguas profundas, Murray y Renard (1891) escribieron: "En algunas regiones del océano el CHALLENGER descubrió concreciones ferromangánicas en gran abundancia, los minúsculos granos daban al yacimiento un color chocolate oscuro, y las dragas y dispositivos de arrastre obtenían inmensas cantidades de nódulos de esos óxidos de grandes dimensiones, más o menos circulares o en masas racimosas. Todavía en 1970 se seguían publicando nuevos análisis de nódulos recogidos por la expedición CHALLENGER en el Pacífico Central (Stevenson y Stevenson 1970).

A principios del siglo, Alexander Agassiz (1906) recogió en el Pacífico ecuatorial, mediante dragas, grandes cantidades de nódulos desde el vapor ALBATROSS de la Comisión de Pesca de los Estados Unidos, mientras reunía muestras de organismos bentónicos. Es irónico que Agassiz, que hizo su fortuna con minas de cobre, no haya previsto las posibilidades de los recursos metálicos que ofrecen los nódulos de manganeso.

Hasta mediados del siglo XX, las investigaciones sobre los yacimientos de manganeso del fondo del océano fueron esporádicas, y la obtención de muestras fue, en general, incidental a otros trabajos oceanográficos. A fines del decenio de 1950 se hicieron en el Pacífico Central extensos estudios y extracciones de nódulos, bajo la égida del Año Geofísico Internacional. Esos nuevos datos, junto con observaciones anteriores, indicaron una distribución amplia y densa de nódulos de manganeso en ciertas cuencas oceánicas profundas, y los yacimientos fueron señalados por Mero (1965) como un posible recurso económico debido a su contenido metálico de níquel, cobre y cobalto.

A principios del decenio de 1970, intereses mineros comerciales de los Estados Unidos, Alemania Occidental, el Japón y Francia habían hecho considerables inversiones para desarrollar la capacidad de explorar, extraer, refinar y comercializar nódulos de manganeso de aguas profundas y sus metales. Las predicciones actuales indican que esos esfuerzos llegarán a la etapa de explotación antes de 1980 (Rothstein y Kaufman, 1973).

Distribución de los nódulos de manganeso

El ferromanganeso se acumula lentamente en la superficie de todas las afloraciones rocosas bañadas por la corriente que existen en el lecho del mar profundo. Se acumula también sobre fondos cubiertos de sedimentos (excepto donde las velocidades de sedimentación son significativamente superiores a la norma de 1 a 3 milímetros por cada 1.000 años) en forma de nódulos, que se encuentran asimismo en las regiones en que hay corrientes en el fondo del océano.

Aunque algunos escritores han supuesto equivocadamente que los nódulos de manganeso son un recurso renovable, los radioquímicos han determinado que el manganeso se acumula muy lentamente sobre costras y nódulos a razón de 2 a 15 milímetros por cada millón de años (Ku y Broecker, 1969, Heye y Beiersdorf, 1973).

El Programa interuniversitario de investigaciones sobre depósitos de ferromanganeso del fondo oceánico, de los Estados Unidos (1973), cita tres hipótesis generales que se han propuesto, ya sea aisladamente o combinadas, para explicar el origen y la distribución de las acumulaciones de ferromanganeso en el fondo del mar. Las hipótesis son:

- 1) el suministro de elementos directamente desde la columna de agua;
- 2) el suministro de elementos por emanaciones de rocas ígneas subyacentes; y
- 3) la movilización de elementos que están presentes naturalmente en la columna de sedimento y la redistribución de esos elementos en lugares determinados.

Se siguen haciendo estudios para evaluar la intervención de esos procesos en la formación de nódulos de manganeso y dilucidar el mecanismo, o los mecanismos, mediante los cuales se concentran en los nódulos metales económicamente valiosos.

El reciente interés por la importancia que tienen los depósitos de manganeso como recursos ha estimulado la preparación de algunos informes en los que se han reunido los datos existentes sobre la distribución, la concentración (densidad de población) y el contenido metálico de los nódulos de manganeso del fondo oceánico:

- Ewing et al (1971) han trazado la distribución mundial de los nódulos de manganeso del océano profundo, basándose en 50.000 fotografías del fondo obtenidas en 28 cruceros oceanográficos.
- Horn et al (1972a) han indicado las zonas de los principales yacimientos de ferromanganeso, basándose en datos obtenidos de 6.000 testigos de aguas profundas extraídos de todos los océanos del mundo.
- Horn et al (1972b) tratan las características mundiales de los nódulos e incrustaciones de ferromanganeso, basándose en muestras obtenidas mediante sacanúcleos de émbolo y dragas.
- Horn et al (1972c) grafican y describen la distribución y la composición de los nódulos de manganeso del Pacífico Norte en relación con la distribución de los sedimentos del fondo. Se muestra una correlación entre el contenido relativamente alto de níquel y cobre de los nódulos del Pacífico ecuatorial nororiental y el sustrato de sedimento silíceo encontrado en esa zona.
- Frazer y Arrhenius (1972) publicaron gráficos trazados con computadoras para mostrar la distribución de los nódulos de manganeso en los océanos del mundo, junto con el porcentaje, por peso, de cobalto, níquel y cobre y la relación $Co+Ni+Cu:Mn+Fe$. Los gráficos se basan en unos 800 análisis de nódulos.
- Horn et al (1973a) han reunido datos sobre el contenido metálico de los nódulos y costras de manganeso obtenidos mediante sacanúcleos y dragas en las principales cuencas oceánicas (Pacífico Norte, Atlántico Norte, e Indico Norte, Pacífico Sur, Indico Sur y Atlántico Sur). Se incluyen también mapas en los que se muestra la distribución de las muestras y el contenido metálico de cobre, níquel, cobalto y manganeso.
- Horn et al (1973b) examinan las zonas donde hay concentraciones de nódulos de manganeso en el Océano profundo en todo el mundo, e indican sus ambientes geológicos característicos y el contenido metálico de los nódulos. Se muestran fotografías de nódulos típicas en el lecho del mar profundo junto con perfiles topográficos.
- Horn et al (1973c) describen una zona de nódulos de manganeso con alto contenido de níquel y cobre en el Pacífico ecuatorial nororiental. Se relacionan los altos contenidos metálicos con las propiedades de los sedimentos silíceos sobre los cuales se encuentran los nódulos.

- Goodell et al (1973) trazan y describen la distribución de los sedimentos en la región antártica circumpolar, y muestran la distribución de los yacimientos de ferromanganeso entre los 30° O y los 120° E de longitud (el sector del Pacífico), entre la Antártica y los 35° S de latitud. La faja intermedia de nódulos se encuentra generalmente entre la convergencia antártica (55° S de latitud) y la divergencia antártica (65° S de latitud), y está asociada con corrientes del fondo relativamente fuertes.
- Glasby y P. Lawrence (1974) han producido una serie de mapas en que se muestran depósitos de manganeso del Pacífico Norte con porcentajes por peso de los principales componentes metálicos de las muestras obtenidas.

En conjunto, en los informes mencionados, que han sido ampliamente distribuidos, aparecen unos 1.500 análisis de nódulos de manganeso. Sin duda, las compañías que hacen estudios de la localización de posibles lugares de extracción han efectuado un número mucho mayor de análisis, pero esos datos no se han hecho de dominio público.

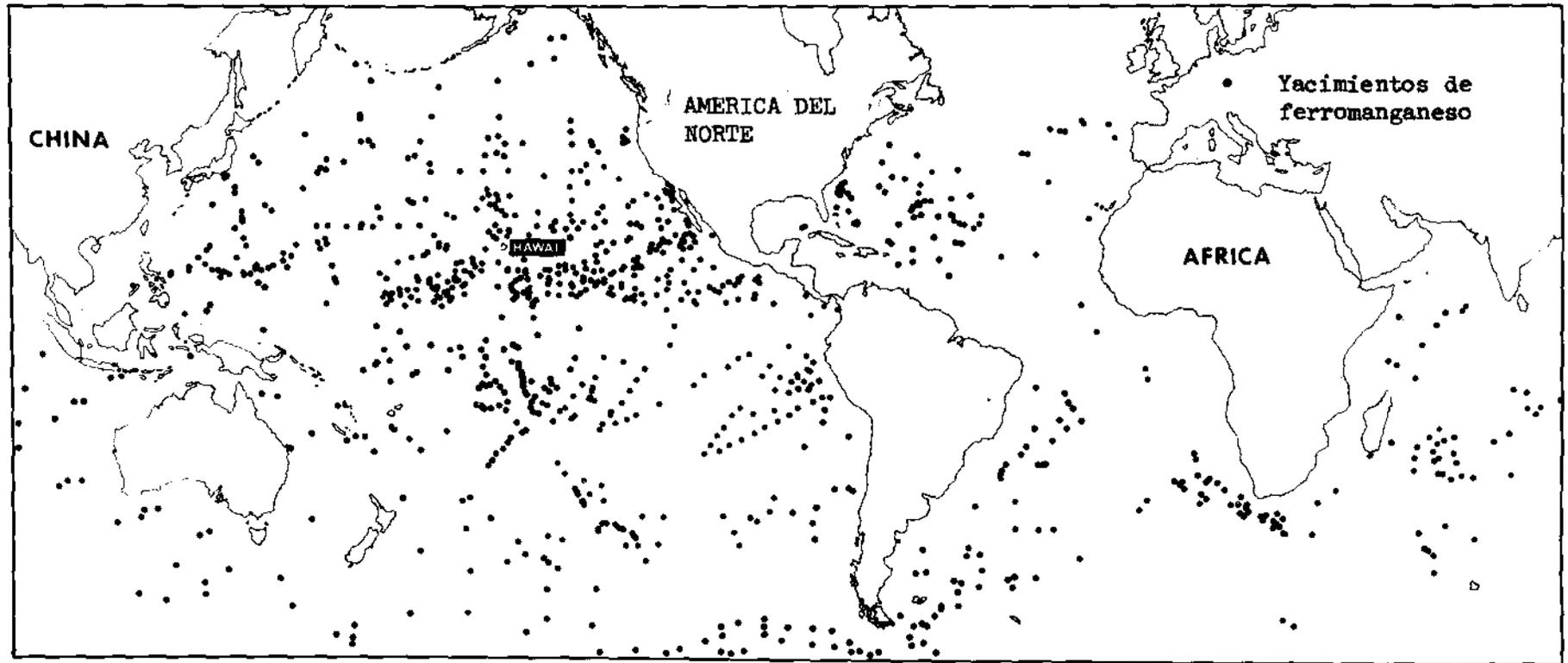


FIGURA 1. Distribución mundial de yacimientos superficiales de ferromanganeso en el fondo del océano, basada en datos obtenidos mediante testigos y dragado. La gran mayoría de los yacimientos se halla en el Pacífico Norte al sur de Hawai. (Tomado de Horn et al., 1972a)

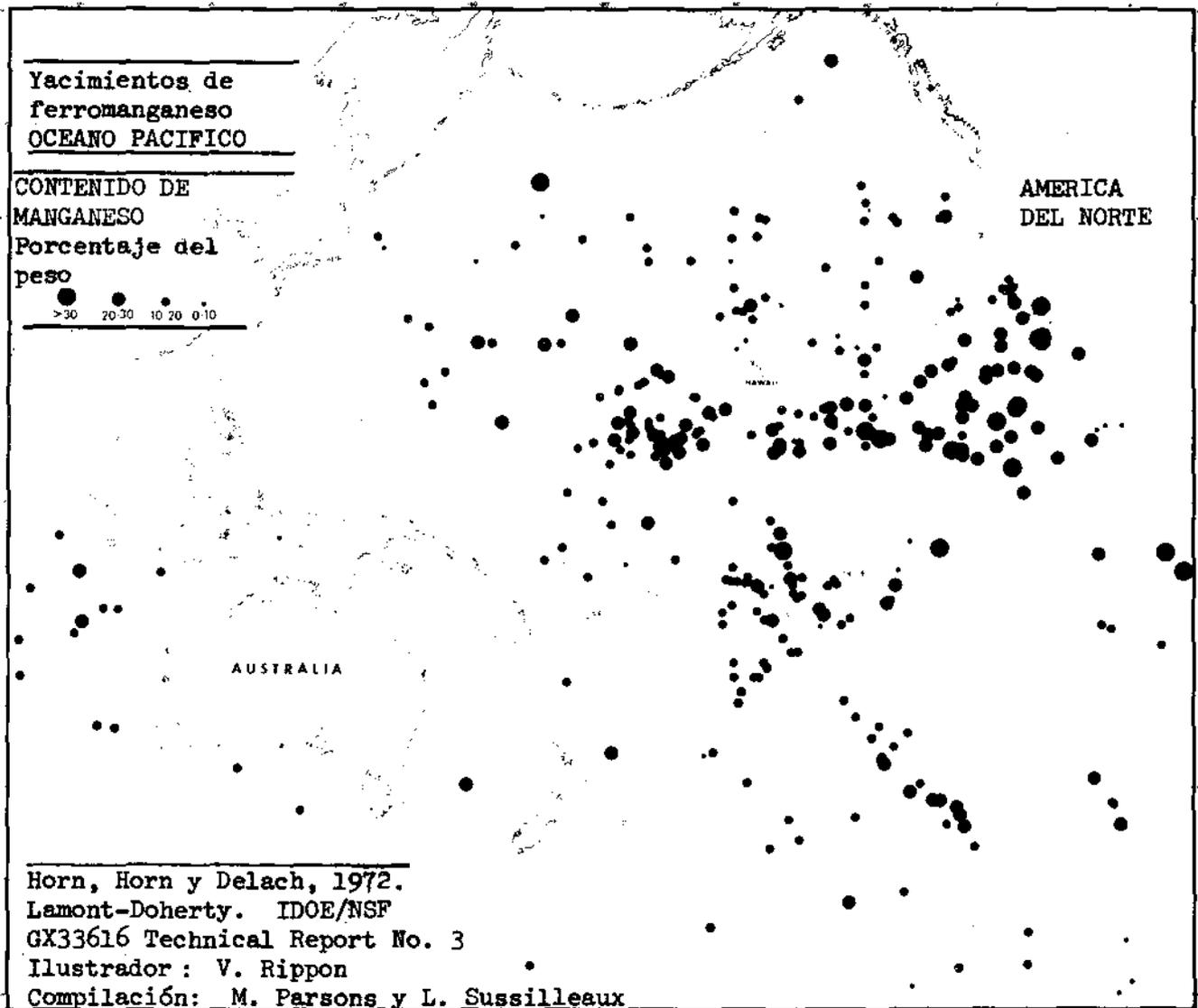


FIGURA 2. Contenido de manganeso de los yacimientos de ferromanganeso del Océano Pacífico. (Tomado de Horn et al, 1972d)

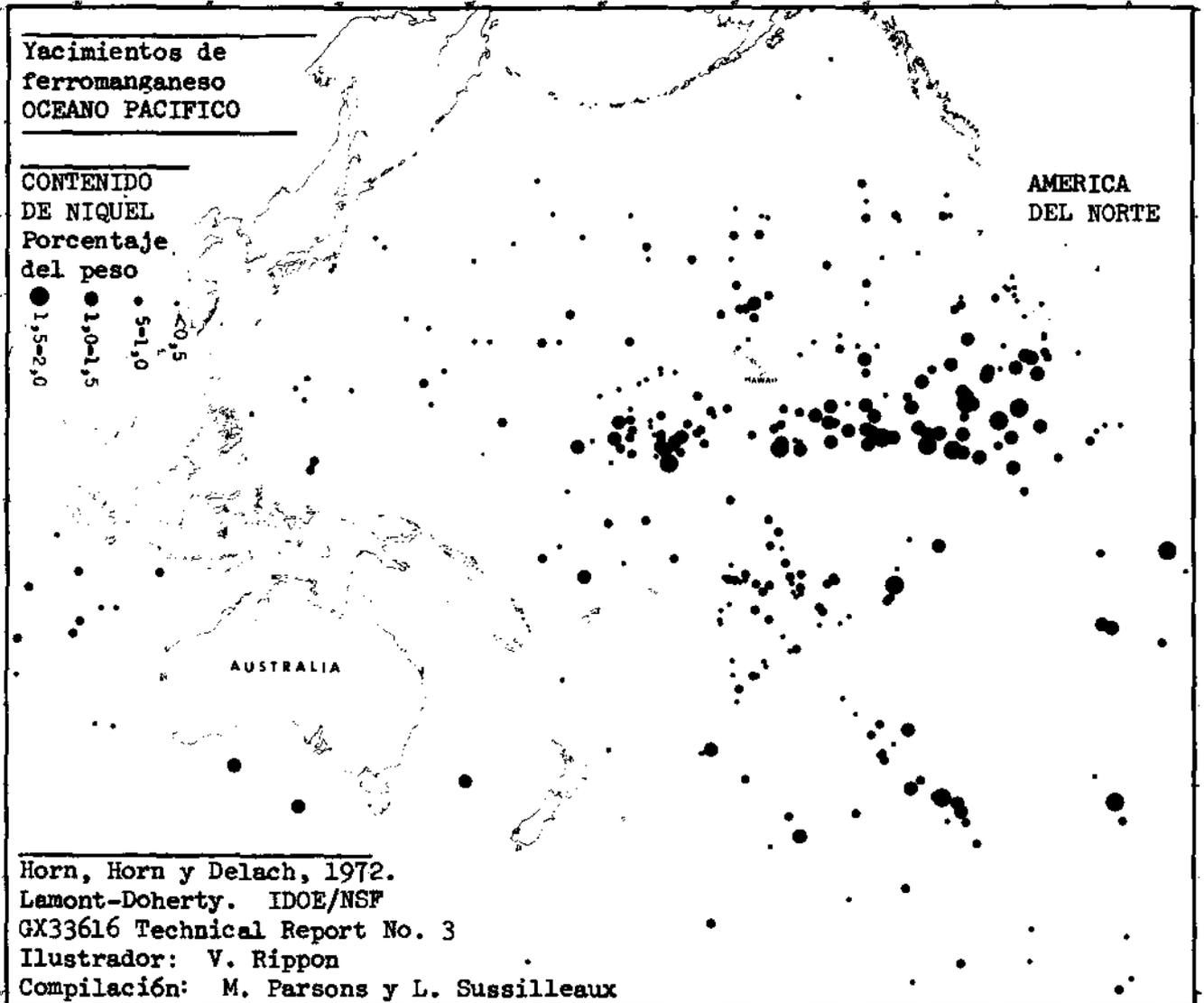


FIGURA 3. Contenido de níquel de los yacimientos de ferromanganeso del Océano Pacífico. Los nódulos ricos en níquel abundan al sudeste y al suroeste de Hawai. (Tomado de Horn et al., 1972d).

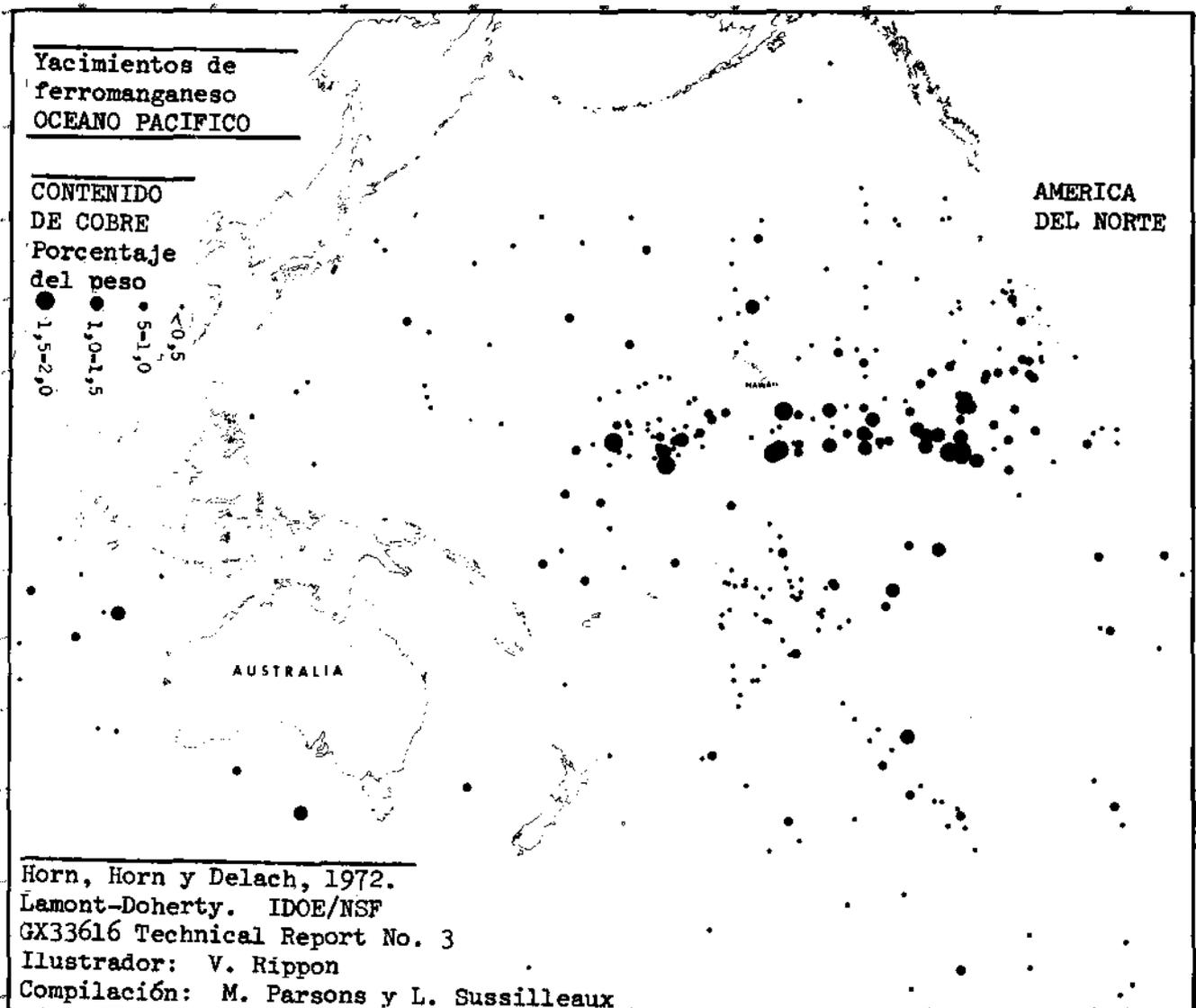


FIGURA 4. Contenido de cobre de los yacimientos de ferromanganeso del Océano Pacífico. Los análisis químicos revelan una ancha faja de nódulos ricos en cobre al sur de Hawai. (Tomado de Horn et al, 1972d).

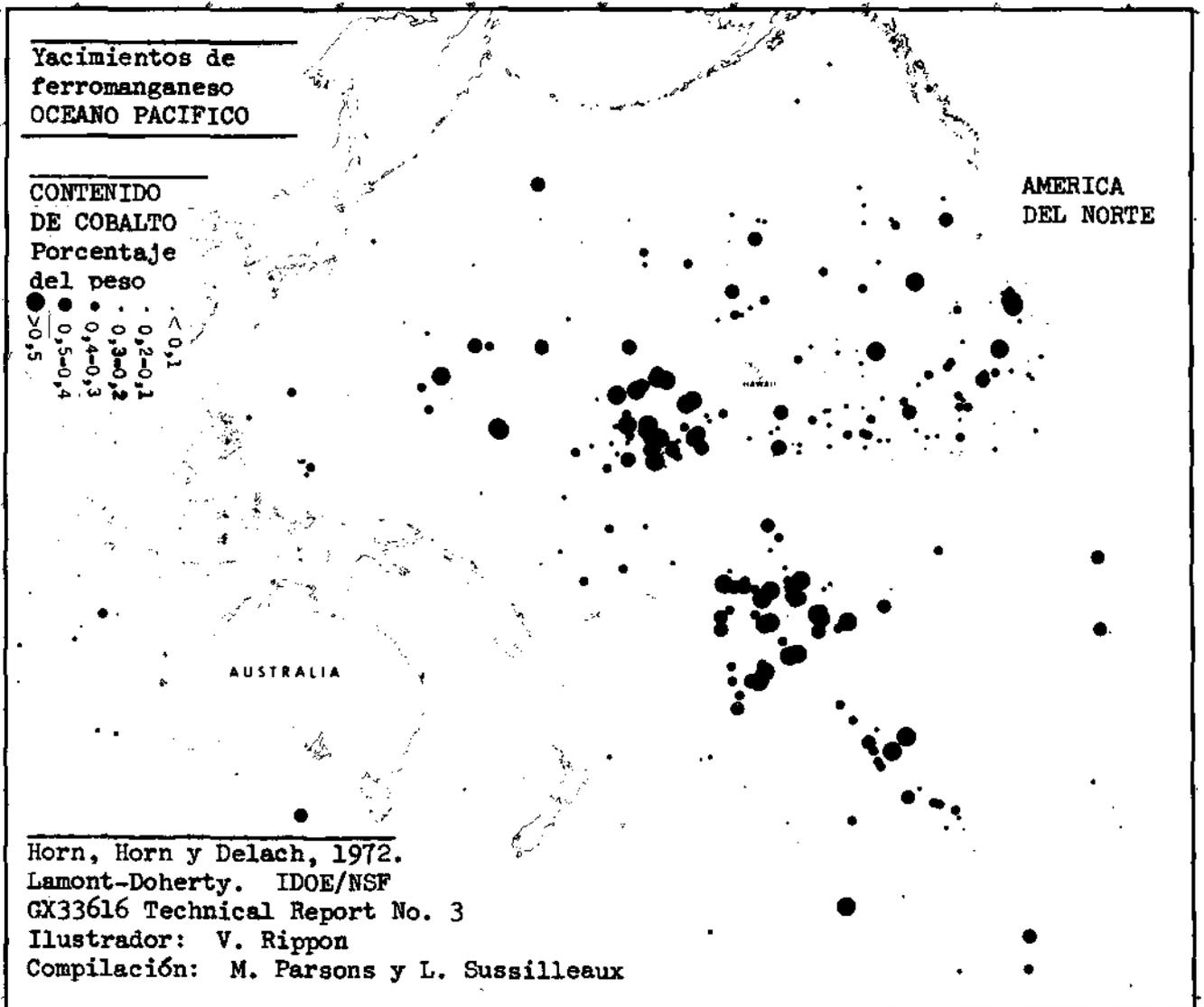


FIGURA 5. Contenido de cobalto de los yacimientos de ferromanganeso del Océano Pacífico. Los altos contenidos de cobalto se registraron en muestras de yacimiento situados en crestas y flancos de elevaciones topográficas submarinas. El agrupamiento circular de las altas concentraciones de cobalto al suroeste de Hawai refleja las cumbres de un anillo de montañas submarinas con incrustaciones de ferromanganeso. Las altas concentraciones de cobalto del Pacífico Sur son también características de las regiones de aguas relativamente poco profundas de la Meseta Manihiki y del Archipiélago Tuamotu. (Tomado de Horn et al, 1972d).

A partir de los datos publicados, es posible observar tendencias regionales generales en la abundancia de nódulos y en las modalidades del enriquecimiento metálico. Para el siguiente resumen sobre las regiones de los océanos del mundo que contienen nódulos de manganeso, se hace referencia a las figuras 1 a 5, tomadas del estudio de Horn et al (1972d).

En el Atlántico Norte, región de sedimentación relativamente rápida, la presencia de los nódulos está generalmente asociada con características topográficas pronunciadas (montes y cordilleras submarinos) que los hace poco atrayentes desde el punto de vista de la extracción. Una región situada frente a la parte sudoriental de los Estados Unidos presenta yacimientos considerables en una plataforma amplia y plana situada a 1.000 metros de profundidad (la Meseta Blake), pero el contenido metálico es bajo (0,52% de Ni, 0,08% de Cu) según Horn et al (1973b).

Los yacimientos de nódulos del Atlántico Sur y del Océano Índico son análogos a los del Atlántico Norte en el sentido de que en esas regiones existe también una sedimentación relativamente rápida. Como consecuencia, las regiones favorables para la formación de nódulos están limitadas a cuencas aisladas y alturas topográficas. El contenido metálico medio para los dos océanos es: 0,54% de Ni, 0,20% de Cu, 16,28% de Mn, 0,26% de Co (Horn et al, 1973a). Estos valores relativamente bajos, combinados con lugares de extracción topográficamente desfavorables, hacen que las perspectivas de extracción se consideren pobres en el momento actual.

Debido a las bajas velocidades de sedimentación, el Pacífico Sur tiene amplias regiones de yacimientos de nódulos. Entre ellas son notables la Meseta Manihiki, el Archipiélago Tuamotu y la Cuenca del Perú (Glasby y Lawrence, 1974). Si bien el contenido de cobalto de los nódulos de las elevaciones submarinas es relativamente alto (0,78% de Co), los contenidos medios de metal de los nódulos del Pacífico Sur son demasiado bajos para tener interés comercial (Horn et al, 1973b).

Según los datos disponibles, los yacimientos de nódulos de manganeso más abundantes y ampliamente distribuidos se encuentran en las cuencas profundas del Pacífico Norte. Además, los nódulos del Pacífico nororiental tienen las concentraciones de cobre y níquel más altas que se conocen (Cronan, 1972).

Se han dado diversas cifras en lo que se refiere a los porcentajes de metal en los nódulos que constituyen contenidos aceptables. Dubs (1973) sugiere 1% a 1,6% de níquel, 0,75% a 1,5% de cobre y 0,2% a 0,3% de cobalto. Ratiner (1973) indica que son económicamente aprovechables los nódulos que contienen 1,25% de níquel, 1% de cobre y 0,22% de cobalto. Para que tenga interés económico, un yacimiento debe presentar una población (proporción del fondo cubierta) de 30% a 35% y una concentración de 5 kilogramos (peso húmedo) por metro cuadrado Dubs, (1973). La zona de nódulos del Pacífico ecuatorial nororiental (de 6° 30'N a 20°N de latitud y de 110°O a 180°O de longitud) es la única región que satisface esas exigencias. Concretamente, los yacimientos de nódulos situados al este de los 150°O de longitud y asociados con sedimentos silíceos tienen las concentraciones más altas de metal. Horn (1973a) da valores medios de 1,28% de Ni, 1,16% de Cu y 0,23% de Co.

Tal vez la indicación más convincente de que esta región es la que mejor cumple los requisitos de la minería en el mar profundo es un reciente aviso de descubrimiento y solicitud de derechos exclusivos de extracción presentado por la Deep Sea Ventures, Inc. al Departamento de Estado de los Estados Unidos (Tenneco Inc., 1974). En la pertenencia solicitada se indica una zona de 60.000 kilómetros cuadrados (que sería reducida después a 30.000 kilómetros cuadrados), con su centro en los 15° N de latitud y 126° O de longitud y profundidades de unos 5.000 metros. La compañía afirma haber hecho estudios en la región desde 1969 y describe el yacimiento de la siguiente manera:

Análisis medio (% del peso seco)	Manganeso	29,0
	Níquel	1,28
	Cobre	1,07
	Cobalto	0,25
	Hierro	6,3
Población media (porcentaje aéreo de la superficie del sedimento ocupado por nódulos visibles)		30-40%
Concentración media (peso húmedo por unidad de superficie)	9,7 kg/m ² (húmedo)	

La compañía se propone explotar el yacimiento por un período de hasta 40 años y producir níquel, cobre, cobalto y manganeso.

Exploración

Los objetivos de la exploración en busca de nódulos en el océano profundo son localizar grandes yacimientos de mineral con ley apropiada para la explotación y situados en lugares convenientes, y verificar el yacimiento en términos del valor económico. La evaluación debe conducir a un plan de desarrollo y a un plan de producción que sea económicamente viable por un período de tiempo definible. Kaufman y Siapno (1972) han esbozado un programa ideal de exploración en cuatro fases distintas. La primera fase comprende la localización de yacimientos de nódulos de posible interés comercial. Esa actividad comprendería el levantamiento de mapas topográficos del fondo mediante el empleo de sondas acústicas convencionales instaladas en barcos. Los lugares de explotación aceptables son los que tienen un mínimo de terreno áspero y variaciones aceptables de profundidad de menos de 100 metros dentro de una zona local determinada, con pendientes no mayores de 10°. Se harán también estudios sobre la proporción del fondo cubierta y la concentración de los nódulos, usando métodos de fotografía en aguas profundas y de televisión submarina para hacer perfiles transversales continuos. En esta fase se toman también muestras consistentes en pequeñas cantidades de nódulos para analizar el contenido metálico del yacimiento. Es necesario obtener un gran número de pequeñas muestras de lugares representativos distribuidos por todo el yacimiento, para poder hacer un análisis estadístico de la distribución del tenor y la concentración del mineral. Se realizan análisis preliminares a bordo del barco de estudios, y se hace una evaluación preliminar con referencia a leyes mínimas establecidas de antemano sobre la base de modelos de sistemas económicos de extracción.

En la segunda fase se continuarían las actividades de la primera y se incorporarían labores adicionales, incluida la obtención de las grandes muestras de nódulos (5 toneladas a 10.000 toneladas) necesarias para las investigaciones sobre el beneficio y la elaboración, el diseño de fábricas experimentales y los ensayos de ingeniería del equipo minero. Las propiedades del sedimento del fondo marino (propiedades físicas) deben estudiarse cuidadosamente a los fines del diseño de sistemas de dragado que tengan éxito. Las muestras se obtienen generalmente en forma de grandes testigos que se llevan a la superficie. Los datos ambientales, incluido el clima estacional, las condiciones del mar y las corrientes, exigen una evaluación cuidadosa durante esta fase de la exploración. Se necesita reunir también datos ecológicos para determinar las velocidades de dispersión y de mezcla del agua profunda y la descarga del sedimento en la superficie, así como los efectos sobre el medio marino.

Las fases tercera y cuarta comprenden el mismo tipo de mediciones que las dos primeras, pero se hacen en mucho mayor detalle, basándose en los resultados del trabajo anterior. Las actividades adicionales incluirían estudios de microtopografía mediante sondas acústicas de haz angosto y sistemas de sonar de exploración lateral de remolque profundo. Usando los datos topográficos/batimétricos generalizados, se trazarían mapas detallados para preparar los planes de dragado más eficaces teniendo en cuenta las características del terreno y las obstrucciones delineadas.

A juzgar por este plan típico de exploración, la única actividad que podría producir contaminación parecería ser la obtención de muestras por toneladas usando grandes dragas. Cabe prever que mediante el dragado típico a granel se obtendrán de 5 a 10 toneladas diarias de nódulos (Isaacs, 1973). Es probable que la draga altere el sedimento hasta una profundidad de 1/2 metro y permanezca en el fondo por menos de media hora en cada sitio.

No es probable que la escala de esas operaciones (obtención de unos pocos miles de toneladas de nódulos) cause daños apreciables al medio ambiente. Es alentador señalar que las compañías comerciales reconocen la necesidad de reunir datos ecológicos en las fases de exploración. Sin embargo, es importante que se establezcan programas significativos para la reunión de datos ecológicos y de los efectos ambientales a fin de que pueda hacerse una evaluación realista de los riesgos de contaminación en determinadas regiones.

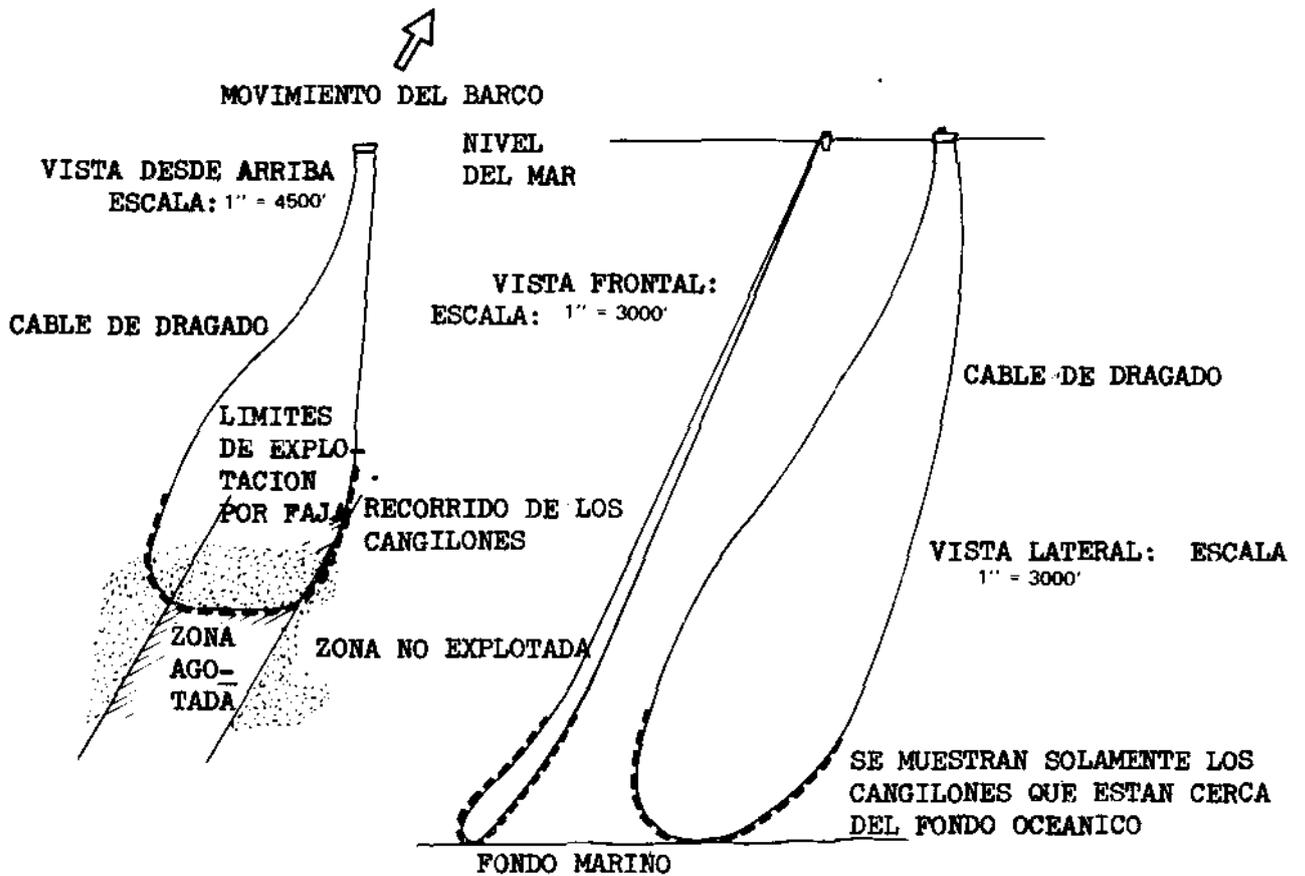
Extracción

La extracción de los nódulos de manganeso en fondos oceánicos de 5.000 metros de profundidad en forma productiva presenta grandes problemas de ingeniería y de economía. Se están desarrollando actualmente dos sistemas, que han sido ensayados en aguas profundas.

La draga de cangilones en línea continua (Mero, 1972) consiste en un cable sin fin en forma de lazo que se extiende desde un barco que está en la superficie hasta el fondo oceánico. Cada 20 ó 50 metros se fijan al cable cangilones metálicos de dragado de malla abierta. Una máquina de tracción instalada en el barco mueve el cable de manera que los cangilones vacíos descienden por un lado del lazo, llegan al

fondo del océano y recogen nódulos, y suben por el lado ascendente del lazo para descargar su contenido de nódulos a bordo del buque. A medida que el barco (y el sistema de dragado) avanzan lentamente, cada cangilón sucesivo recorre una nueva franja del fondo oceánico para recoger nódulos. La figura 6, tomada de McCauley (1974), ilustra este sistema. Se han hecho con éxito ensayos del sistema de cangilones en línea continua (CLC) en el océano profundo en el Pacífico en 1970 y en 1972. Masuda (1972) calcula que el sistema CLC es capaz de recoger 500 a 1.000 toneladas diarias de nódulos a profundidades de 5.000 metros.

Un segundo método que se está desarrollando para la extracción de nódulos es el llamado sistema hidráulico por inyección de aire (Garland y Hagerty, 1972). Este sistema emplea un barco dotado de equipo análogo al de un buque de perforación en mar profundo. Se extiende desde el buque hasta el fondo del mar un tubo en cuyo extremo inferior hay una armadura y una cabeza de draga equipada con chorros, cuchillas de grada y apéndices en forma de rastrillo ajustados para recoger nódulos de un tamaño determinado. El sistema se ilustra en la figura 7, tomada de McCauley (1974). El transporte de los nódulos por el tubo desde el fondo del mar hasta el buque de extracción se hace por arrastre en una corriente de agua de alta velocidad. El flujo se mantiene por inyección de aire a alta presión en distintos puntos a lo largo del tubo, lo que causa la reducción de la densidad del fluido que está dentro del tubo en relación con la densidad de la columna de agua circundante. En 1970 se hicieron ensayos del sistema de inyección de aire en la región de la Meseta Blake en el Atlántico noroccidental, a profundidades de 800 metros. En esos ensayos se empleó un tubo de 23 cm. de diámetro con un flujo calculado en 562.754 litros por hora (Amos *et al.*, 1972a). El bombeo hidráulico levantará un tonelaje de sedimento igual al de los nódulos, y una cantidad de agua 10 a 20 veces mayor (Welling, 1972). Se espera que el volumen de las descargas de efluentes en una operación de extracción en gran escala sea de unos 260×10^3 metros cúbicos diarios (NOAA, 1975).



EL DIAMETRO DEL CABLE Y LOS CANGILONES NO ESTAN DIBUJADOS A ESCALA

FIGURA 6. Sistema de cangilones en línea continua para la extracción de nódulos de manganeso (tomado de McCauley, 1974).

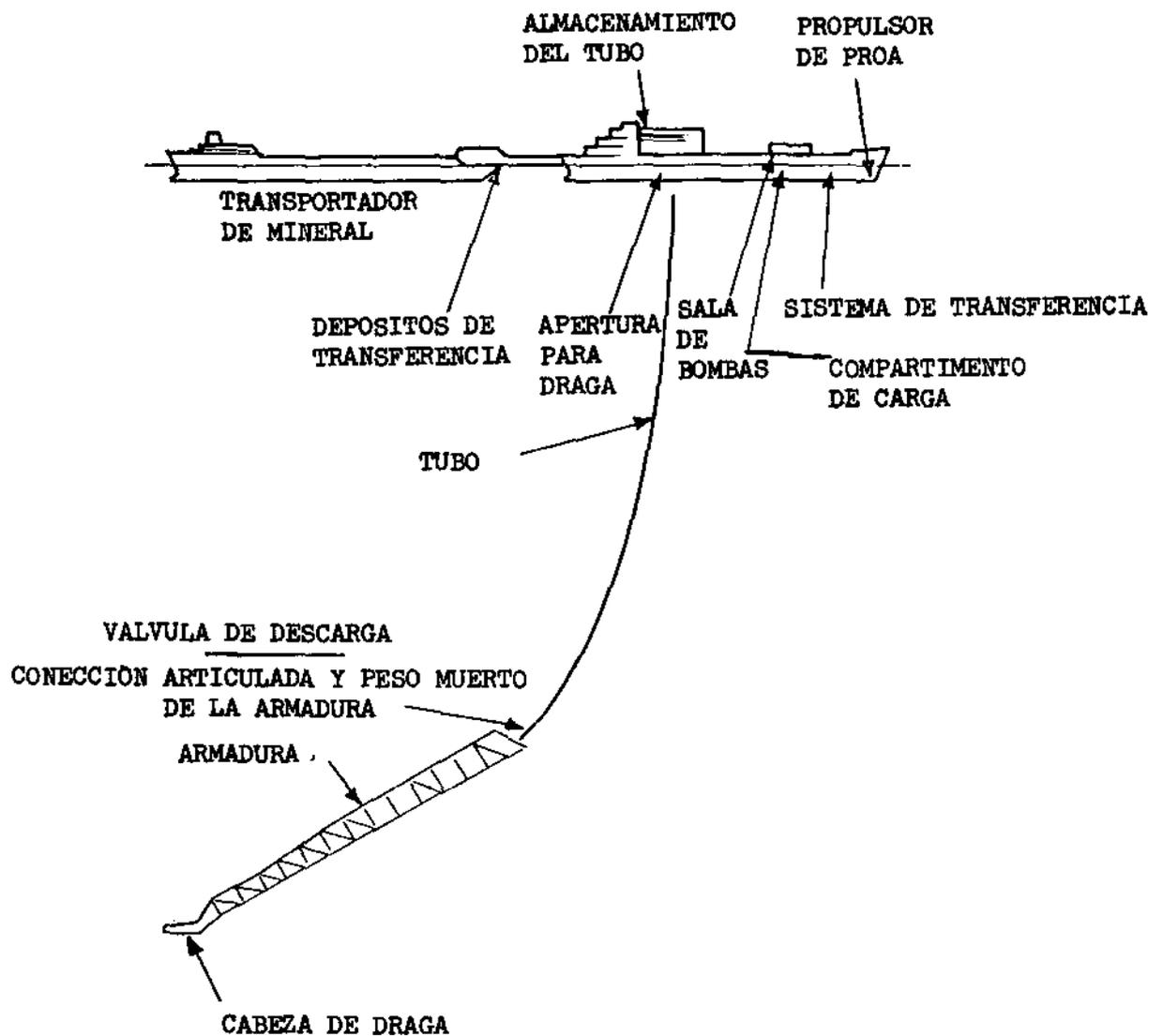


FIGURA 7. Sistema de bombeo por inyección de aire (tomado de McCauley, 1974).

Efectos de contaminación de la extracción de nódulos de manganeso

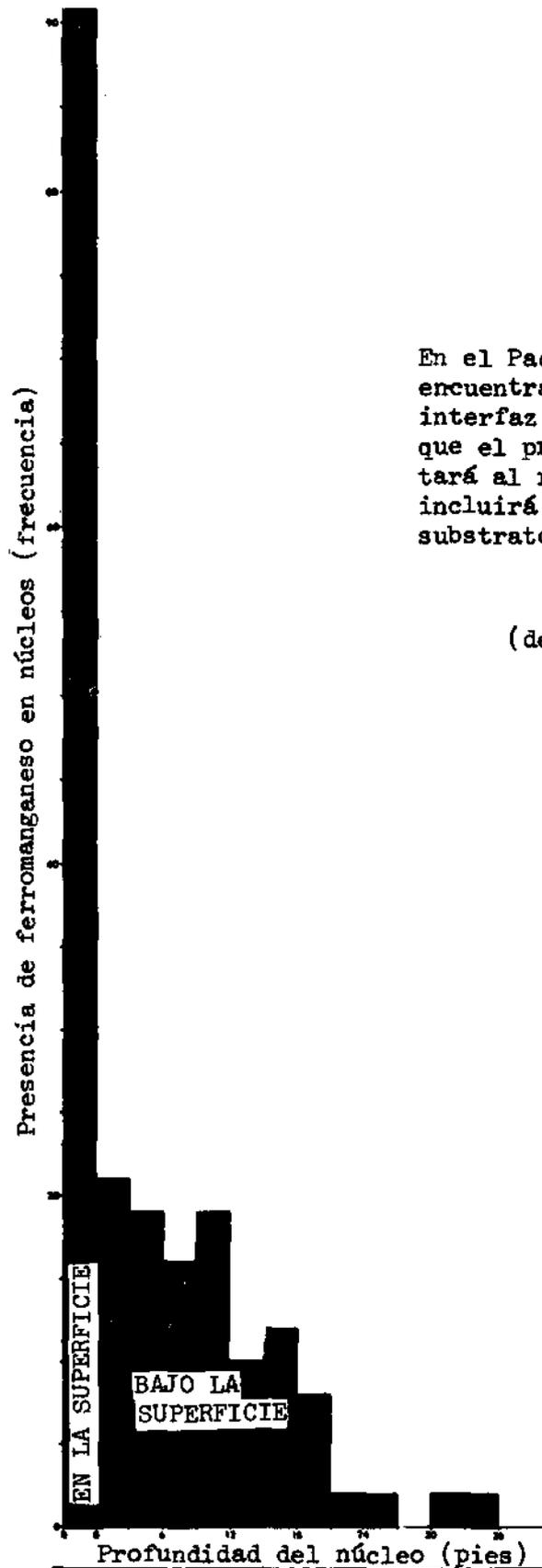
Se han hecho muchos estudios comparativos de las ventajas y desventajas económicas y técnicas de cada sistema (Mero, 1972), que no corresponde tratar aquí. Parece evidente, sin embargo, que ambos sistemas han de ser empleados en las primeras fases de la extracción en aguas profundas, y en todo examen de los posibles efectos de contaminación deben considerarse aquellos aspectos peculiares a cada uno de esos sistemas de extracción. En el cuadro siguiente (adaptado de NOAA, 1975), se indica en forma resumida de qué forma cada sistema ha de afectar el medio marino.

Interacción	Sistema de extracción	
	Hidráulico, de arrastre	Mecánico, CLC*
1) Raspado del fondo marino	X	X
2) Columna de turbidez bentónica	X	X
3) Lluvia de disgregados durante la ascensión		X
4) Penacho de descarga	X	

* Cangilenes en línea continua.

La figura 8 (de Horn et al, 1972 b) muestra la distribución de los nódulos en el Pacífico Norte en relación con las capas sedimentarias superiores. Más del 90% de los nódulos se hallan en la interfaz sedimento-agua, mientras que la mayor parte del pequeño porcentaje restante se encuentra dentro de los primeros 50 cm. de sedimento. Esta distribución hace que las técnicas de extracción se reduzcan al descortezado de esa capa superficial hasta unos pocos centímetros de profundidad. Roels (1974) informa que con el sistema CLC se puede penetrar en el sedimento hasta una profundidad de 20 centímetros, pero probablemente mucho menos. Tanto el sistema CLC como el de inyección de aire han sido diseñados para separar lo mejor posible los nódulos de los sedimentos en el fondo oceánico y producir la menor perturbación posible del sedimento que sea compatible con una eficaz extracción de nódulos.

Una operación proyectada para extraer tres millones de toneladas al año implica una extracción de 10.000 toneladas de nódulos por día. Si la concentración de nódulos es de 10 kilogramos por metro cuadrado, será necesario barrer una superficie de un kilómetro cuadrado por día. Dadas las ineficiencias propias del barrido de fondo y de la recolección de nódulos, habrá que barrer probablemente dos o tres kilómetros cuadrados por día (Flipse et al, 1973). Utilizando un cangilón de dragado de 15 metros de ancho, el buque extractor tendrá que hacer un recorrido de unos 100 kilómetros cada día. Las perturbaciones que puede ocasionar una operación de esa escala en los fondos oceánicos podrían plantear un grave problema ambiental.



En el Pacífico Norte, los nódulos se encuentran sobre el fondo o en la interfaz sedimento-agua, lo que sugiere que el proceso de extracción se limitará al raspado del fondo marino y no incluirá un extenso dragado del substrato.

FIGURA 8
(de Horn et al., 1972b)

Distribución en la superficie y bajo la superficie de yacimientos de ferromanganeso en núcleos (Pacífico Norte)

Malone et al (1973) y Roels (1974 a) hacen la siguiente enumeración de los efectos probables de ambos sistemas en el medio ambiente del fondo oceánico:

1. Perturbación o destrucción de los organismos bentónicos, y mezcla y resuspensión de los sedimentos en la trayectoria de la draga.
2. Reasentamiento del sedimento removido y posibles peligros para los animales bentónicos, algunos de los cuales, según se sabe, tienen un ciclo reproductivo muy lento (Turekian, 1972).
3. Alteración de la composición química del agua de fondo: las aguas de fondo pueden retener en solución compuestos lixiviados del sedimento u obtenidos del agua intersticial.

Los dos sistemas de extracción difieren entre sí en cuanto a sus posibles efectos dentro de la columna de agua. En el sistema por inyección de aire, los nódulos, junto con los demás materiales del fondo marino, se envían por tuberías al buque extractor y no tienen ningún contacto con el agua de mar que los rodea. En cambio, se supone que los cangilones de dragado del sistema CLC contribuirán a enturbiar la columna de agua oceánica a medida que los sedimentos que levanten se vayan diluyendo durante el ascenso a la superficie. Este efecto se limitará probablemente a las capas oceánicas más profundas, ya que se observa que los cangilones llegan a la superficie relativamente limpios y libres de sedimento (Roels et al, 1972).

El empleo del sistema de extracción por inyección de aire dará como resultado la descarga en la superficie de aguas del fondo ricas en elementos nutritivos, con sedimentos en suspensión y partículas finas de nódulos de manganeso. Según se informa, como consecuencia de esa descarga en aguas superficiales podrían producirse los efectos siguientes (Amos et al, 1972):

1. El aumento de la cantidad de elementos nutritivos disueltos puede provocar una mayor productividad biológica local en la zona eufótica.
2. Los organismos que se encuentran en estado latente en los sedimentos del fondo pueden comenzar a desarrollarse en las aguas superficiales, con consecuencias imprevisibles para la población existente.
3. La penetración de la luz en las aguas superficiales puede quedar alterada por la descarga turbia.

Hasta la fecha se han realizado, con el apoyo de la Administración Nacional del Océano y de la Atmósfera de los Estados Unidos, varios estudios sobre el terreno para investigar las repercusiones sobre el medio ambiente de la extracción minera en alta mar. Los objetivos generales de este proyecto permanente son los siguientes (Roels et al, 1973):

- a) establecer condiciones ambientales físicas, químicas y biológicas de referencia en las posibles zonas de explotación;

- b) documentar las modificaciones inducidas en los ecosistemas bentónico y pelágico por la extracción minera en alta mar;
- c) aclarar los mecanismos subyacentes y sus consecuencias en relación con los recursos marinos actuales y potenciales;
- d) elaborar normas para futuras operaciones de extracción que permitan reducir a un mínimo los efectos perjudiciales sobre el medio ambiente, realizando al mismo tiempo el aprovechamiento de subproductos posible-mente beneficiosos; y
- e) determinar cuáles son las propiedades que deberán vigilarse durante la extracción minera en aguas profundas a fin de contar con la información necesaria para evaluar las repercusiones sobre el medio ambiente de cada método de extracción y preparar las medidas protectoras que fueren necesarias.

Los estudios realizados hasta la fecha en virtud de este programa pueden resumirse como sigue:

Se estudiaron las condiciones ambientales de referencia en relación con las consecuencias de la extracción de manganeso en el Atlántico noroccidental (Malone et al., 1973, Roels et al., 1973). Las observaciones de biomasa bentónica en muestras y fotografías del fondo permiten hacer una estimación de 9 mg por metro cuadrado. Se midió la productividad natural del fitoplancton en la superficie y se la comparó con la resultante de utilizar distintos porcentajes de aguas del fondo filtradas y no filtradas. Se observó una mayor productividad en aquellas muestras con mayores porcentajes de agua del fondo. Pudo observarse que tanto la productividad como la población permanente aumentaban en algunos puntos porcentuales cuando se utilizaban mezclas que podrían corresponder a la capa oceánica superficial próxima a la descarga de un buque extractor.

La presencia de sedimentos en la descarga tendería a incrementar la productividad. Los experimentos de enriquecimiento mostraron que la acumulación de compuestos silíceos en la capa superficial podían modificar la composición de las especies, como también podía hacerlo la introducción de organismos en estado latente del fondo oceánico.

Amos et al. (1972 a, 1972 b) estudiaron las condiciones hidrográficas y realizaron experimentos de difusión en relación con un ensayo sobre el terreno de un sistema de extracción por inyección de aire en la zona de la Meseta Blake, en el Atlántico noroccidental. El análisis de los datos hidrográficos del lugar de los ensayos mostró que el agua de fondo elevada adiabáticamente hasta la superficie sería más densa en todas las estaciones, pero que si se calentaba hasta alcanzar la temperatura del agua de superficie sería menos densa en invierno. Utilizando una tintura rastreadora en la corriente se comprobó que el agua profunda elevada a la superficie pasaba por un proceso de calentamiento y de mezcla suficiente para hacerla permanecer en la capa superior después de la descarga.

Se observó el crecimiento del fitoplancton en distintas mezclas de aguas de superficie y de fondo. Se determinó que era necesaria una mezcla de por lo menos un 10% de efluente de extracción (agua del fondo) con un 90% de agua de superficie para poder aumentar en forma significativa el crecimiento del fitoplancton. Se estimó que una actividad de extracción en gran escala que utilizara el sistema de bombeo por inyección de aire daría como resultado una mezcla de agua de superficie con un contenido inferior al 0,3% de aguas profundas, proporción que, por consiguiente, sería insignificante en términos del incremento de la productividad superficial.

En 1972 se realizaron otros estudios de referencia en la zona del Pacífico donde hay nódulos de alto contenido metálico, en relación con ensayos del sistema de dragado con cangilones en línea continua (Roels *et al.*, 1972, Roels *et al.*, 1973). Los perfiles hidrográficos muestran una estructura de salinidad y de turbidez en los centenares de metros más próximos al fondo que indica una circulación moderadamente activa. Se levantaron perfiles de la concentración de nutrientes, elementos residuales y de partículas de carbono y de nitrógeno.

Las fotografías del fondo mostraron una densidad de población epibentónica de 0,02 a 0,05 por metro cuadrado, valores considerablemente inferiores a los de estimaciones anteriores. Se trataron de observar los efectos de las operaciones de dragado con CLC, pero salvo una fotografía que mostraba posibles estrías en el lecho marino, no se observó ningún efecto.

En 1974 se llevó a cabo otro estudio de referencia en la zona minera potencial del Pacífico (Amos *et al.*, 1975). Se realizaron intensas actividades de muestreo físico, químico y biológico dentro de una zona pequeña en condiciones de control preciso de la navegación. También en este caso, las fotografías de los fondos mostraron una muy reducida densidad de organismos ($0,01/m^2$). Las mediciones de las corrientes realizadas durante un período de 14 días a 2000, 1000 y 200 metros por encima del lecho del mar mostraron que la velocidad era mayor más cerca del fondo. La dirección de la corriente era hacia el este noreste y se observaron claros picos de corriente semidiurnos, con un promedio de 7 cm/seg.; el máximo fue de 20 cm/seg. Los perfiles correspondientes a la dispersión de la luz, que muestran un ligero aumento en los 1200 metros más próximos al fondo, son compatibles con las mediciones de corriente e indican transporte y/o resuspensión del sedimento del fondo.

Los experimentos de enriquecimiento realizados con distintos porcentajes de agua del fondo y de agua superficial confirman los resultados anteriores: la productividad del fitoplancton sólo se hizo significativa cuando las mezclas contenían un porcentaje superior al 33% de agua del fondo (y éstas contenían sedimento de fondo).

Según se prevé en el Estudio ambiental de la extracción en aguas profundas de la NOAA (DOMES), se continuarán las investigaciones de referencia en el Pacífico ecuatorial nororiental antes de que se emprendan actividades extractivas en gran escala (NOAA, 1975).

Sus principales objetivos son los siguientes:

1. Identificar los posibles problemas ambientales con respecto a las reglamentaciones existentes.
2. Reunir información que contribuya a establecer normas ambientales para las prácticas industriales de extracción en aguas profundas.

La contaminación debida a la explotación minera comparada con modelos naturales

Un requisito importante para evaluar la posible contaminación debida a la explotación minera en aguas profundas oceánicas en las posibles zonas de extracción de nódulos de manganeso es la obtención de información de referencia sobre el medio ambiente, pero tal vez no se disponga de resultados definitivos durante algún tiempo. Por el momento, se puede calcular el "orden de magnitud" de ciertos efectos a partir de la información existente. En algunos casos, los fenómenos naturales que son análogos a las perturbaciones ocasionadas por la minería pueden servir de modelos muy útiles.

Los sedimentos legamosos de los radiolarios en la zona del Pacífico rica en nódulos (Sverdrup y colaboradores, 1960) consisten en aproximadamente 50% de restos de radiolarios (incluso radiolarios completos de dimensiones de 100 a 200 micrones) y 50% de partículas minerales (partículas comprendidas por su tamaño entre el limo y la arcillas, de diámetros inferiores a 50 micrones). Una vez que se perturban los sedimentos, las partículas en la escala de dimensiones del limo o de diámetros inferiores pueden ser transportadas por corrientes de fondo de velocidades muy bajas de hasta 1 cm seg. El desplazamiento de partículas limosas (0,06 mm de diámetro) en proceso de sedimentación a través de 100 metros de agua en una corriente de 10 cm/seg será de aproximadamente 3 kilómetros (Kuenen, 1960).

Amos y colaboradores (1975) han medido las corrientes próximas al fondo en la zona con posibilidades mineras y han determinado (a profundidades de 200 metros sobre el fondo) velocidades medias de 1 a 2 cm/seg, con máximos de hasta 20 cm/seg. Broecker (1968) midió un perfil del exceso de radón y calculó un valor de difusión turbulenta de $15 \text{ cm}^2/\text{seg}$ en los 50 metros inmediatos al fondo del océano en una estación situada cerca del centro de la zona de alta concentración de nódulos de manganeso del Pacífico. Si esas mediciones representan promedios verdaderos para las corrientes horizontales y las turbulencias en esa región del océano, cabe esperar que las partículas limosas de mayores dimensiones se sedimenten a unos pocos kilómetros de la perturbación debida a la explotación minera, en tanto que las partículas de menores dimensiones (arcilla) sean transportadas a distancias mucho mayores.

Procede estudiar los resultados de los procesos naturales que introducen grandes cantidades de sedimentos en la superficie oceánica y el fondo marino en aguas profundas para comprender su repercusión sobre el medio ambiente en comparación con la de la minería.

Heezen y Ewing (1952) y Heezen y colaboradores (1954) describieron los efectos geológicos en gran escala de las corrientes de turbidez generadas por deslizamientos ocasionados por el terremoto de Grand Banks de 1929. Este fenómeno hizo que grandes cantidades de sedimentos procedentes del talud continental cerca de Terranova se propagaran sobre una extensa superficie de la cuenca de América del Norte. Estudios posteriores demostraron que las corrientes de turbidez son un proceso fundamental en la geología submarina y, de hecho, constituyen el principal causante de que vastas superficies de las cuencas oceánicas se cubran con sedimentos de turbidez, de espesores que a veces alcanzan varios miles de metros, haciendo que las llanuras abisales sean las zonas más planas de la Tierra.

Benson y colaboradores (1970) dieron un ejemplo de la velocidad de acumulación de los sedimentos arrastrados como turbidez. Las mediciones geofísicas en la zona de la fractura de Vema en el Atlántico ecuatorial central arrojan un espesor de sedimentos de más de mil metros. Esa sección fue muestreada en la parte IV del Proyecto de perforación en aguas profundas a una profundidad de 610 metros y reveló una velocidad media de sedimentación de 30 centímetros por 250 años. Cabe señalar que esta gran cantidad de sedimento parece haber sido desplazada por el flujo de corrientes de turbidez a través de la llanura abisal de Demerara, desde una fuente próxima al cono del Amazonas, situada a una distancia de más de 800 kilómetros hacia el suroeste.

La escala de la corriente de turbidez de Grand Banks de 1929 fue calculada por Kuenen (1952). Este investigador estimó que una corriente de turbidez que descendía por la pendiente precontinental desde una distancia de 500 kilómetros del deslizamiento inicial tenía probablemente 3,5 kilómetros de longitud, 350 kilómetros de ancho y 100 metros de espesor. Ese flujo, que avanzaba con rapidez, contenía 100 kilómetros cúbicos de sedimento que se depositaba en forma de una capa de 40 a 100 cm de espesor sobre una superficie de más de 100.000 kilómetros cuadrados en el fondo de la cuenca del Atlántico norte. Comparando los resultados, se calcula (NOAA, 1975) que una operación de explotación de nódulos de manganeso que extrajera tres millones de toneladas anuales de nódulos podría ocasionar la resuspensión de aproximadamente 23 millones de metros cúbicos de sedimento (Welling, 1972, calcula aproximadamente la mitad de esta cantidad) debido a la acción de la pala dragadora. Esa cantidad representa el 0,023% del alcance de una sola corriente natural de turbidez documentada. En otras palabras, se requerirían 40 operaciones mineras de ese tipo durante 100 años para lograr una redistribución comparable de sedimentos.

A partir de los datos y registros geológicos submarinos sobre las roturas de cables en los fondos marinos, Heezen y Hollister (1971) demuestran que las corrientes de turbidez son un fenómeno frecuente y común. En la zona de la desembocadura del Congo, las corrientes de turbidez ocurren intermitentemente a razón de 50 por siglo. Es sorprendente el hecho de que en algunos sentidos las zonas afectadas vuelvan a la normalidad en un breve plazo. Comentando sobre las condiciones posteriores a la corriente de turbidez en el cañón submarino del Congo, Heezen y Hollister (1971) escribieron lo siguiente:

"Es difícil determinar cuánto tiempo (los organismos del fondo) necesitan para dejar sus huellas en el lodo recién depositado y probablemente hayan grandes variaciones, pero ese lapso debe medirse en días y semanas, no en años. Las fotografías tomadas en los diques naturales y en el fondo de un canal de distribución en el cañón del Congo mostraron que el fondo marino estaba fangoso y presentaba excavaciones y huellas, sin pruebas evidentes de ningún fenómeno catastrófico reciente. Aunque es posible que ninguna corriente de turbidez haya atravesado este canal de distribución durante varios años, no se habría observado un paisaje marino muy distinto, aun si dicho canal hubiera sido recorrido por una corriente de turbidez unas pocas semanas antes de la toma de la fotografía."

Para evaluar el ritmo de recuperación de las comunidades bentónicas enterradas por el sedimento en una operación de explotación de manganeso, es preciso estudiar las zonas abisales afectadas por el reciente depósito de la corriente de turbidez y compararlas con zonas análogas en las que no se hayan producido fenómenos similares (por ejemplo, las colinas abisales).

En la naturaleza también existen ejemplos de la introducción en gran escala de material sedimentario en las aguas oceánicas superficiales. Los ríos del mundo vierten anualmente en los océanos 20.000 millones de toneladas de sedimentos en suspensión (Holeman, 1968). Si bien la mayor parte de este material se separa y se deposita cerca de la desembocadura de los ríos, cantidades significativas son arrastradas en la capa oceánica próxima a la superficie hasta las profundidades del mar.

El Amazonas descarga más agua que ningún otro río del mundo (6.400×10^3 pies³/seg) y anualmente arrastra 400 millones de toneladas de sedimentos en suspensión hacia el Océano Atlántico sur (Holeman, 1968). Debido a la disminución de la salinidad, se pueden descubrir hacia el norte, en el Mar Caribe, mezclas de aguas del Amazonas y de aguas oceánicas superficiales (Wust, 1964). Jacobs y Ewing (1968) han identificado material mineral en suspensión en forma de macropartículas procedente del río Amazonas en las aguas próximas a la superficie del Caribe, o sea, a 3.000 kilómetros de la desembocadura del río. Al parecer, se podrían establecer analogías útiles entre los efectos de los efluentes de la minería descargados en la superficie del mar abierto y los efectos de los materiales en suspensión en forma de macropartículas que llegan a las profundidades del mar como resultado de las descargas de los ríos. El empleo de fotografías e imágenes de satélites de alta calidad representa un nuevo método valioso que se podría aplicar a la selección de los lugares de esos estudios.

Vigilancia de las actividades mineras

Los estudios ambientales de referencia llevados a cabo mediante el satélite NOAA de los Estados Unidos parecen representar un inventario oportuno y ponderado previo a la explotación. Sin embargo, los estudios más significativos sobre la evaluación de la contaminación tendrán que esperar a que se inicien efectivamente las operaciones mineras. Cuando comience esa etapa, se deberán supervisar cuidadosamente las perturbaciones. Además de las mediciones más regulares, se podrían considerar las siguientes:

1. Trampas de sedimentos en el fondo del océano para medir la redistribución de sedimentos asociada a la pluma del fondo.
2. Observación directa de operaciones mineras concretas en el fondo oceánico utilizando un vehículo sumergible tripulado (si las consideraciones de seguridad así lo permiten).
3. Medición de la distribución aérea de la pluma de la superficie utilizando técnicas de aerofotografía.

4. Empleo de tintes trazadores (inyectados en la descarga del efluente de la explotación minera) para medir el alcance tridimensional de la pluma. Se pueden hacer mediciones in situ con tinte de rodamina utilizando un fluorímetro de registro continuo (sensible a concentraciones pequeñas de hasta 10^{-11}).
5. Mediciones de una combinación de trazadores naturales para establecer separadamente las modalidades de distribución del contenido de macropartículas del efluente y la fase acuosa. Se podría establecer mediante mediciones ópticas (nefelómetro o transmisómetro) la distribución de la fase de macropartículas. También se podrían medir el radón, el silicato disuelto, el tritio, el C^{14} , el O^{18} (u otros trazadores para el agua) para distinguir la distribución de las aguas de los efluentes mediante las diferencias en la concentración normal de esas sustancias entre las aguas de la superficie y del fondo.

Resumen y conclusiones

Aunque no se conoce cabalmente la distribución de los nódulos de manganeso en los fondos oceánicos, parecen haberse delineado los principales yacimientos. Los que presentan mayor potencial económico se encuentran en las zonas de cuencas oceánicas profundas. Los yacimientos de nódulos de manganeso que se consideran más favorables para la explotación inicial se hallan en la parte ecuatorial oriental del Pacífico norte. Los métodos para la explotación económica del recurso están en una etapa avanzada de desarrollo. Se espera que la explotación minera se inicie activamente en la zona del Pacífico antes de 1980. La contaminación debida a la minería oceánica podría afectar tanto el medio oceánico de la superficie como el del fondo. En el Pacífico se están realizando reconocimientos científicos para tener datos de referencia como parte de un estudio a largo plazo sobre la repercusión en el medio ambiente de la minería oceánica. Los resultados preliminares indican que no habrá ninguna contaminación seria por las actividades de extracción de nódulos de manganeso en la escala que actualmente se proyecta. Los fenómenos naturales de gran escala con resultados análogos a la contaminación debida a la minería oceánica pueden servir de modelos útiles para predecir la futura repercusión de la minería. Los yacimientos de nódulos de manganeso de los fondos oceánicos están pasando rápidamente en ciertas zonas de la categoría de recursos a la de reservas. Existe una oportunidad excepcional de establecer un reglamento internacional que promueva la explotación ordenada de esas reservas y proteja contra los efectos ambientales desfavorables de la exploración y explotación antes de que se inicien las actividades mineras en gran escala.

REFERENCIAS

- Agassiz, A. 1906, Report of the Expedition en Reports of the Scientific Results of the Expedition to the Eastern Pacific by the United States Fish Commission Steamer "ALBATROSS": Memoirs Museum of Comparative Zoology, Harvard College, V33, Pt.5, págs. 1-50.
- Amos, A., S. Daubin, C. Garside, T. Malone, A. Paul, G. Rice y O. Roels 1975, Report on a Cruise to Study Environmental Baseline Conditions in a Manganese Nodule Province, Proceedings; Offshore Technology Conference, mayo 5-8, 1975 Houston, Texas (en imprenta).
- Amos, A., C. Garside, K. Haines y O. Roels 1972a., Effects of Surface-Discharged Deep Sea Mining Effluent, Marine Technology Society Journal V.6, No. 4, págs. 40, 45.
- Amos, A., C. Garside, K. Haines y O. Roels 1972b, Effects of Surface-Discharged Deep-Sea Mining Effluent. En: Papers from a conference on Ferromanganese Deposits on the Ocean Floor Ed. by D. Horn, Arden House, Harriman, N.Y. y Lamont-Doherty Geological Observatory, Palisades, N.Y., enero 20-22, 1972, IDOE, National Science Foundation, Washington, D.C., págs. 271-281.
- Benson, W., R. Gerard y W. Hay 1970, Summary and Conclusions Leg 4, Deep Sea Drilling Project. En: Bader, R.G. et al., 1970, Initial Reports of the Deep Sea Drilling Project, Vol. IV. Washington (United States Government Printing Office), págs. 659-673.
- Broecker, W., J. Cronwell e Y. Li 1968, Rates of Vertical Eddy Diffusion Near the Ocean Floor Based on Measurements of the Distribution of Excess ^{222}Rn over Earth and Planetary Science Letters, V.5, págs. 101-105.
- Cronan, D. 1972, Regional Geochemistry of Ferromanganese Nodules in the World Ocean Documentos de una Conferencia sobre Nódulos de Ferromanganeso en el Fondo Oceánico, Argen House, enero 20-21, 1972, IDOE, National Science Foundation, Washington, D.C., págs. 19-30.
- Dubs, M. 1973, Declaración ante el Senador Lee Metcalf, Audiencias ante el Subcomité de Minerales, Materiales y Combustibles del Comité de Asuntos Internos e Insulares, Senado de los Estados Unidos, la. sesión sobre S1134, mayo-junio 1973, págs. 105-119.
- Ewing, M., D. Horn, L. Sullivan, T. Aitken y E. Thorndike, 1971. Photographing manganese nodules on the ocean floor. En: Oceanology, 6, diciembre, págs. 26-32.
- Flipse, J., M. Dubs y R. Greenwald 1973. Pre-Production Manganese Nodule Mining Activities and Requirements. Audiencias ante el Subcomité de Minerales, Materiales y Combustibles del Comité de Asuntos Internos e Insulares, Senado de los Estados Unidos, la. sesión sobre S1134, mayo-junio 1973, págs. 602-700.

- Frazer, J. y G. Arrhenius 1972. World-Wide Distribution of Ferromanganese Nodules and Element Concentrations in Selected Pacific Ocean Nodules. Technical Report No. 2, National Science Foundation, Washington, D.C., 51 págs.
- Garland, C. y R. Hagerty 1972. Environmental Planning Considerations for Deep Ocean Mining, Eighth Annual Conference and Exposition, Marine Technology Society, Washington, D.C., septiembre 11-13, 1972.
- Glasby, G., y P. Lawrence 1974. Manganese Deposits in the South Pacific Ocean. New Zealand Oceanogr. Inst. Charts, Miscellaneous Series 33-39.
- Goodell, H., R. Houtz, M. Ewing, D. Hays, B. Naini, R. Echols, J. Kennett y J. Donahue 1973. Marine Sediments of the Southern Oceans, Antarctic folio series No. 17, American Geographical Society, Nueva York, 18 págs., 9 ilustraciones.
- Heezen, B. y C. Hollister 1971. The Face of the Deep, Oxford University Press, Nueva York, 659 págs.
- Heye, D. y H. Beiersdorf 1973. Radioactive and Magnetic Investigations on Manganese Nodules in Order to Determine the Accumulation Rate and/or the Age, Zeitschrift für Geophysik, 39, 703-726.
- Holeman, J. 1968. The Sediment Yield of Major Rivers of the World, Water Resources Research, V.4, No. 4, págs. 737-747.
- Horn, D., M. Delach y B. Horn 1973a. Metal Content of Ferromanganese Deposits of the Oceans, Technical Report No. 3, IDOE, National Science Foundation, Washington, D.C., 51 págs.
- Horn, D., B. Horn y M. Delach, 1973b. Ocean Manganese Nodules: Metal Values and Mining Sites. Technical Report No. 4, IDOE, National Science Foundation, Washington, D.C., 57 págs.
- Horn, D., B. Horn y M. Delach 1973c. Copper and Nickel Content of Ocean Ferromanganese Deposits and their Relation to Properties of the Substrate. En: Papers on the Origin and Distribution of Manganese Nodules in the Pacific and Prospects for Exploration, ed. por M. Morgenstein, Hawaii Institute of Geophysics, Honolulu, Hawaii, págs. 77-83.
- Horn, D., M. Ewing, B. Horn y M.N. Delach 1972a. World-Wide Distribution of Manganese Nodules, Ocean Industry, 7, enero, 26-29.
- Horn, D. B., Horn y M. Delach, 1972b. Distribution of Ferromanganese Deposits in the World Ocean. Documentos de una Conferencia sobre Nódulos de Ferromanganeso en el Fondo Oceánico, Ed. por David Horn, Arden House, Harriman, Nueva York and Lamont-Doherty Geological Observatory, Palisades, Nueva York, enero 20, 21, 22, 1972, IDOE, National Science Foundation, Washington, D.C., págs. 9-17.

- Horn, D., B. Horn y M. Delach, 1972c. Ferromanganese Deposits of the North Pacific, Technical Report No. 1, IDOE, National Science Foundation, Washington, D.C., 78 págs.
- Horn, D., B. Horn y M. Delach, 1972d. Worldwide Distribution and Metal Content of Deep-Sea Manganese Deposits in Manganese Nodules in the Pacific, Symposium/Workshop Proceedings, oct. 16-17, 1972. Department of Planning and Economic Development, Estado de Hawaii, págs. 46-60.
- Isaacs, C. 1973. Dredging for Bulk Samples of Manganese Nodules. 1973 Offshore Technology Conference, abril 30 - mayo 2, Houston, Texas, págs. 359-368.
- Jacobs, M. y M. Ewing 1969. Mineral Source and Transport in Waters of the Gulf of Mexico and Caribbean Sea, Science, Vol. 163, págs. 805-809.
- Kaufman, R., y W. Siapno 1972. Future Needs of Deep Ocean Mineral Exploration and Surveying. 1972 Offshore Technology Conference, mayo 1-3, Houston, Texas, págs. 309-332.
- Ku, T.L., y W.S. Broecker 1969. Radiochemical Studies on Manganese Nodules of Deep-Sea Origin, Deep Sea Research, 16, 625-637.
- Kuenen, P. 1960. Marine Geology, John Wiley and Sons, Inc., Nueva York, 1960. 568 págs.
- Kuenen, P. 1952. "Estimated Size of the Grand Banks Turbidity Current", Am. Jl. Sci., V. 250, págs. 847-884.
- Malone, T., C. Garside, O. Roels y A. Paul, 1973. Potential Environmental Impact of Manganese Nodule Mining in the Deep Sea. Offshore Technology Conference, abril 30 - mayo 2, 1973, Houston, Texas, Vol. 1, págs. 129-138.
- Masuda, Y. 1972. Programas del Japón para la Explotación de Nódulos de Manganese en Yacimientos de Nódulos de Manganese en el Pacífico, Actuaciones del Simposio/Curso Práctico, Honolulu, Hawaii, octubre 1972, Departamento de Planificación y Desarrollo Económico, Estado de Hawaii, págs. 107-112.
- McCauley, M. 1974. Deep Ocean Mining in Legal Perspective, National Maritime Research Center, Kings Point, Nueva York, 117 págs.
- Mero, J. 1972. Potential Economic Value of Ocean-Floor Manganese Nodule Deposits (Igual que Masuda), págs. 94-106.
- Mero, J. 1965. The Mineral Resources of the Sea: Amsterdam, Elsevier, 312 págs.
- Murray, J. y A. Renard 1891. Report on Deep-Sea Deposits, Report on the Scientific Results of the Voyage of HMS CHALLENGER during the years 1873-76, Her Majesty's Stationery Office, 525 págs.

- NOAA 1975. Work Plan, Deep Ocean Mining Environmental Study Phase I, Marine Environmental Assessment, United States Department of Commerce, National Oceanic and Atmospheric Administration, Pacific Marine Environmental Laboratory, Seattle, Washington, marzo 1975, 84 págs.
- Ratiner, L. 1973. Apéndice al informe de C.N. Brower. Audiencia ante el Subcomité de Minerales, Materiales y Combustibles del Comité de Asuntos Internos e Insulares, Senado de los Estados Unidos, la. sesión sobre S1134, mayo-junio 1973, págs. 24-62.
- Roels, O. 1974a. The Environmental Impact of Manganese Nodule Mining. 11e Colloque International Sur l'Exploration des Oceans, Vol. 4, 1-4 octubre 1974, Bordeaux, Francia.
- Roels, O. 1974b. Will Nodule Mining Disturb the Marine Environment? Marine Technology Society Journal, V.8, No. 8, págs. 17-20.
- Roels, O., A. Amos, O. Anderson, D. Garside, K. Haines, T. Malone, A. Paul y G. Rice 1973. The Environmental Impact of Deep-Sea Mining, Progress Report, NOAA Technical Report ERL 290-OD 11, United States Department of Commerce, Environmental Research Laboratories, Boulder, Colorado 1973, 185 págs.
- Rothstein, A. y R. Kaufman 1973. The Approaching Maturity of Deep Ocean Mining - The Pace Quickens, Offshore Technology Conference, Dallas, Texas, abril, mayo 1973, págs. 323-344.
- Stevenson, J. y Stevenson, L., 1970. Manganese Nodules from the CHALLENGER Expedition at Redpath Museum, The Canadian Mineralogist V.10, Part 4, págs. 599-615.
- Sverdrup, H., M. Johnson y R. Fleming 1960. The Oceans, Their Physics, Chemistry and General Biology, Prentice-Hall, Englewood Cliffs, N.J. 1960, 1087 págs.
- Tenneco, Inc. 1974. Documento de prueba C, Declaración jurada de John E. Flipse, Comunicado de prensa, noviembre 15, 1974.
- Turekian, K. 1972. Can Exploitation of the Deep-Ocean Floor Significantly Perturb the Environment. 8th Annual MTS Meeting, Washington, D.C. (1972).
- Welling, C.G. 1972. Some Environmental Factors Associated with Deep-Ocean Mining. Eighth Ann. Marine Technology Society Mtg., septiembre 11-13, Washington, D.C.
- Wust, G. 1964. Stratification and Circulation in the Antillean-Caribbean Basins. Columbia University Press, Nueva York, 201 págs.

Apéndice II

DISPERSION DE MATERIAL DE GRANO FINO Y OTROS ASPECTOS FISICOS

- Nota:
1. El presente apéndice no ha sido examinado ni aceptado por el GESAMP.
 2. La versión original del presente apéndice fue preparada por Gunnar Kullenberg.
 3. El grupo de trabajo examinó y enmendó el presente informe durante el período entre reuniones; previamente había aprobado su presentación al GESAMP.

INTRODUCCION

Se consideran aspectos del problema de la dispersión. Al hacerlo se analizan algunas características pertinentes de la dinámica de la circulación, el transporte y la sedimentación sin entrar en mayores detalles. Cabe destacar que es imprescindible comprender los procesos físicos pertinentes para proceder a una planificación y protección racional del medio. En la presente monografía no se han considerado los posibles efectos biológicos de las variaciones de turbidez causadas por las diversas operaciones y perturbaciones que tienen lugar en los fondos marinos.

I. DISPERSION DEL MATERIAL DE GRANO FINO EN CONJUNCION CON LAS OPERACIONES DE DRAGADO

La dispersión se define como el efecto neto del mezclado y el transporte turbulento efectuado por las corrientes. Es necesario considerar por separado el dragado en aguas cercanas y lejanas a la costa respectivamente.

A. Dragado y excavación de las playas: La dispersión a lo largo de las playas está regida fundamentalmente por el oleaje y, en menor medida, por las corrientes, es decir, generada por fuerzas meteorológicas o por las mareas. La región cercana a la costa se subdivide en tres zonas: la zona de rechazo o golpe, la zona de resaca o rompiente y la zona frente a la costa (véase Hails, 1974). La primera abarca la zona donde el movimiento residual de la ola consiste en movimientos de leva sobre la playa hacia arriba y hacia abajo. La zona de la resaca es la parte donde se disipa esencialmente la energía de la ola. La última zona se extiende desde la línea de la rompiente hasta la profundidad donde se producen perturbaciones frecuentes del sedimento del fondo a causa de los movimientos de las olas. En relación con esta división viene al caso considerar tres aspectos de la dispersión cercana a la costa (Bowen e Inman, 1974):

- i) Los procesos que tienen lugar desde la línea de la rompiente en dirección a la alta mar (en la zona frente a la costa). En esta región normalmente predomina la mezcla inducida por agentes distintos de las olas.

- ii) En la zona de rechazo las olas que rompen generan una fuerte mezcla vertical y horizontal. El transporte a través de la línea de la rompiente es considerablemente más vigoroso que el transporte registrado a lo largo de la costa.
- iii) La dispersión debida a la célula de circulación cercana a la costa, que abarca el ancho de las zonas de rompiente y de rechazo y consiste en una corriente o flujo litoral con flujo en dirección al mar abierto concentrado en corrientes de chapoteo o de mar encontrada. En una playa plana el espacio entre las corrientes de chapoteo es del orden de cuatro veces el ancho de la zona de la resaca. De esta manera, el agua y la materia suspendida es transportada por las olas que rompen a la zona de la resaca, arrastrada a lo largo de la costa y devuelta por las corrientes de chapoteo o de mar encontrada. Estas últimas son muy fuertes, del orden de 100 cm/seg hasta 300 metros o más desde la costa, y por consiguiente, tienen una considerable capacidad de transporte y erosión.

El aspecto importante de esta cuestión es la limitación de la dispersión efectiva hacia la zona de la resaca. Esto se debe en parte a la menor intensidad de la turbulencia registrada fuera de la línea de la rompiente, pero responde principalmente al transporte (bombeo) de agua de la alta mar a través de la línea de la rompiente hasta penetrar en la célula de circulación cercana a la costa. La mezcla litoral es menos intensa que la mezcla que se produce en la zona de la rompiente y el material es transportado principalmente con la corriente litoral, esparciéndose a lo largo de la playa. La dispersión es escasa aguas arriba de la corriente. Sin embargo, la dirección de la corriente está influida por la dirección de las olas que llegan y, por consiguiente, cabe esperar que se produzca dispersión de material a ambos lados del lugar del dragado.

Es posible estimar el volumen en que el material liberado se diluye en un lapso medido en horas. La altura (profundidad) de la resaca es H_b , el ancho de la célula de circulación cercana a la costa es B_b y el largo de la célula (es decir, el espacio entre las corrientes de chapoteo) es L_b . Observaciones efectuadas en playas rectas sugieren lo siguiente:

$$L_b \approx 4 B_b \text{ y } B_b \approx (10 - 100) H_b$$

donde $0,2 \text{ m} \leq H_b \leq 2 \text{ m}$. Así, pues, tenemos el volumen $V \approx H_b \cdot 4 \cdot 50 \cdot 50 H_b \cdot H_b$. Cuando H_b 1 m el volumen es de 10^4 m^3 . Con un dragado de 100 toneladas por hora y un 1% de derrame de material sólido, la turbidez será del orden de 100 mg/l. Así, pues, el aumento de la turbidez es de magnitud considerable. Sin embargo, este valor dependerá en gran medida de cuánto material de grano fino resulte efectivamente barrido hacia la costa por el derrame. La técnica de dragado que se utilice tiene considerable influencia a este respecto.

Las observaciones efectuadas sugieren que el transporte litoral de arena es directamente proporcional al componente litoral de potencia de la ola, independientemente del tamaño del grano. Esto indica que el transporte de los sedimentos del lecho es importante. También parece ser que los granos de tamaño más fino resultan transportados mar afuera con mayor eficacia que los granos más gruesos por un mismo oleaje.

Existen modelos teóricos para pronosticar las corrientes litorales y el transporte de los sedimentos del lecho según el oleaje y otros parámetros, pero la verificación de esos modelos es insatisfactoria a causa de la falta de datos fidedignos (Hails, 1974).

En la zona de la rompiente en dirección al mar abierto hay transporte de materias en suspensión y de los sedimentos del fondo. Fuera de esa zona, el transporte es primordialmente de sedimentos del fondo y la disipación de la energía se produce fundamentalmente a causa de la fricción del fondo.

Diferentes tipos de olas tienen distintas propiedades de transporte. Por lo general, las olas cortas y empinadas generadas por los vientos que soplan en dirección a la costa tienen una tendencia mayor a transportar material hacia afuera que hacia adentro (las denominadas olas destructivas). En cambio, las olas más largas generadas por tormentas distantes tienden a transportar material hacia la playa (olas constructivas). La naturaleza de la ola, su tamaño, y el perfil y la composición de la playa influyen en la acción de la ola sobre la playa.

Normalmente las olas se acercan a la playa de manera oblicua, lo cual da por resultado el transporte de material a lo largo del fondo. Este proceso puede actuar como agente clasificador separando distintos tamaños de granos. Nos llevaría demasiado lejos analizar en detalle todos los procesos que, evidentemente, deberían considerarse en forma individual.

Para profundidades superiores a unos pocos metros, la información de que se dispone respecto del transporte de sedimentos en suspensión por las olas es limitada. Las observaciones efectuadas muestran que un mar de leva con velocidad por encima de los 30 cm/seg provoca una suspensión temporaria de los granos de arena (Hails, 1974).

Para la región situada entre la costa y profundidades de hasta 30 m, un aspecto importante es la presencia o ausencia de barras de arena. Se cree en general que la formación de barras de arena está relacionada con las olas y, en particular, con las ondas de filo (es decir, las ondas superficiales atrapadas). Por lo general estas barras de arena son bastante fijas en relación con la profundidad del agua, y, por lo tanto, no suelen formarse en playas donde las mareas son apreciables.

Las olas rompientes suelen originar bancos de arena. Los bancos de arena se van formando gradualmente del lado de la rompiente que da hacia el mar abierto y ejercen considerable influencia sobre el equilibrio de materiales de la playa, modificando las modalidades de flujo y el transporte.

Para hacer una evaluación razonablemente precisa de los posibles efectos del dragado cercano a las costas habrá que contar con datos sobre lo siguiente:

- a) oleaje (incluido el mar de fondo) y corrientes, flujo de energía a lo largo de la costa y distribución y disipación de la energía de la ola;
- b) profundidad del agua y variaciones del nivel de aguas tranquilas (es decir, amplitud de la marea);

- c) vientos y condiciones meteorológicas, sobre todo tormentas y mareas tormentosas;
- d) composición y características del sedimento;
- e) características topográficas tales como pendiente, curvatura y plano de la playa, y presencia de barras.

Es preciso tener en cuenta las variaciones estacionales de determinadas condiciones. A este respecto, cabe observar las considerables diferencias en la influencia de los elementos en diferentes climas.

El dragado puede cambiar las condiciones topográficas y, por ende, el oleaje y el transporte de material desde la costa hacia el exterior. Ese es un aspecto muy importante (véase Jolliffe, 1974), si bien se sabe de pocos casos de erosión de la costa debidos directamente a la extracción de arena y grava. Con todo, esto puede muy bien deberse a lo limitado de las investigaciones que se hacen respecto del dragado.

El trazado de modelos matemáticos con ayuda de computadores es, al parecer, un método muy prometedor para pronosticar la modalidad y la velocidad del cambio de una playa, el transporte de sedimentos a lo largo de la playa y las zonas de mayor erosión. Evidentemente, para poder hacer un pronóstico fiable se debe contar con datos pertinentes.

Las corrientes de turbidez y el deslizamiento pueden constituir un método muy eficaz de transporte de material fuera de la costa en zonas con alguna pendiente, del orden de 2° a 3° o más. No debe descartarse la posibilidad de provocar artificialmente un movimiento de deslizamiento e incluso pequeñas corrientes de turbidez. Quizás esto sea particularmente aplicable a las actividades que se efectúan a lo largo de la rompiente o la pendiente de la plataforma continental en relación con la extracción de minerales frente a la costa.

B. Dragado por succión de la arena y la grava frente a las costas: Se procederá ahora a examinar la región situada más allá de la zona próxima a la costa. Pese a la limitación que la profundidad impone a la operación de dragado (de 30 a 60 m en la actualidad), esto no significa que la acción de las olas no vaya a influir en las condiciones del fondo en un lugar determinado. Es probable que en las zonas en que se efectúan operaciones de dragado de este tipo las corrientes sean bastante fuertes, lo cual supone condiciones de dispersión relativamente eficaces. Evidentemente, en este contexto también es importante el ritmo de intercambio entre el lugar de que se trate y las zonas marinas adyacentes.

En los casos en que se emplean dragas de tolvas o chalanas de compuerta para las operaciones de dragado, se producirá un desbordamiento de agua portadora de material fino, lo cual ocasionará la resuspensión del sedimento e incrementará la turbidez. En operaciones de arrastre (esto es, dragado en movimiento), el desbordamiento se propagará inicialmente en la estela de la embarcación. Suelen registrarse factores de dilución del orden de 1:500 a 1:2000 a una distancia de varios cientos

de metros del barco. Por lo tanto, el material se mezclará con relativa rapidez en la capa superficial. La dispersión subsiguiente dependerá del viento y las distribuciones de la corriente y la densidad en el agua. Cabe esperar factores de dilución del orden de 5 a 20 por hora en las zonas de mar abierto cuando los vientos son normales (de 5 a 15 m/seg). En el caso de aguas verticalmente homogéneas (en zona de mezcla enérgica inducida por el viento y por la marea) el material se propagará por toda la columna de agua. Por otra parte, en las zonas en que hay estratificación estable, es probable que el material se mantenga en la capa superficial. Las partículas de flotabilidad casi neutra pueden concentrarse en la región pycnoclina (capa de mayor estabilidad), donde el proceso de mezcla está muy reprimido.

Cuando la embarcación de dragado permanece estacionaria durante la operación, la dilución inicial del desbordamiento será menor que en el otro caso. Según lo que ocurre en el caso de la descarga de lodos cloacales, cabe esperar factores de dilución del orden de 1:100 a 1:500. En las zonas de aguas homogéneas, gran parte del material se hundirá directamente hasta el fondo y el resto se mezclará con la totalidad de la columna de agua.

En las zonas que presentan una estratificación marcada, la velocidad de hundimiento será menor en la capa pycnoclina, donde el material fino de flotabilidad casi neutra puede quedar atrapado aunque sea temporalmente. El material que se hunde se distribuirá en una estructura de abanico estratificada y variará considerablemente su concentración en sentido vertical.

Dado que se espera que en general la velocidad de dispersión en esas zonas de dragado sea relativamente alta, el incremento de la turbidez será limitado. Se puede obtener una estimación del incremento de la turbidez de la manera siguiente. Una dragadora grande puede extraer por ejemplo 10^4 m^3 en 5 horas. Supóngase, como base de cálculo, que el 1% del material extraído se pierda con el desbordamiento en forma de una suspensión fina con una densidad de $2,5 \text{ g/cm}^3$. De esa forma, se eliminarán 50 toneladas por hora en el agua, lo cual corresponde a un desbordamiento de $2,5 \times 10^4 \text{ mg/l}$.

En el caso del dragado de arrastre, la dilución inicial es del orden de 1000, lo cual supone una concentración en el agua de 25 mg/l a varios cientos de metros de la embarcación. Después de 5 horas la dilución habrá disminuido a un factor de 25 a 100 en condiciones normales. La suspensión natural en la mayoría de las zonas de la plataforma continental está comprendida en la escala de 0,3 a 5 mg/l. Posiblemente sea aconsejable ajustar la frecuencia de dragado de manera que no se superpongan las zonas en que aumente el contenido de partículas.

Al parecer, la operación de dragado y su frecuencia se pueden ajustar de tal forma que normalmente los incrementos en la turbidez no tengan efectos perjudiciales. La concentración máxima en las zonas contaminadas disminuirá aproximadamente en función de $t^{-2,5}$ para tiempos de difusión del orden de días.

C. Minería en las profundidades del mar: La minería en las profundidades del mar generará un incremento local del material en suspensión en distintas partes de la columna de agua. La perturbación del fondo marino es evidente. El destino y la distribución de los sedimentos en suspensión dependerán, aparte de la técnica utilizada, del tipo y la composición de los sedimentos y las condiciones físicas del agua, especialmente las corrientes y la estratificación.

En la capa superficial sujeta a la influencia de los vientos, que presenta espesores del orden de 100 m en el mar abierto, la dispersión del material de grano fino es bastante rápida. Dicho material se distribuirá más o menos uniformemente en esa capa.

Se puede estimar la concentración del material en suspensión suponiendo que la cantidad de sedimentos de desecho acarreados a la superficie sea igual a la cantidad de nódulos de manganeso (tomando esto como ejemplo de la minería en el mar profundo). Si se utiliza un valor de recuperación de 500 toneladas de nódulos/día con un alcance de 10 kg/m^2 de fondo marino (Mero, 1964, pág. 259), esto significará que una superficie mínima de $5 \times 10^4 \text{ m}^2$, o sea, aproximadamente un cuadrado de $220 \times 220 \text{ m}$, quedará abarcada en 24 horas. Si se supone que la corriente de la capa superficial es del orden de 12 cm/seg , o sea, de 10^4 m/día , y suponiendo además que el desbordamiento se distribuya uniformemente en los 100 m superiores, entonces el volumen de dilución será del orden de $2 \times 10^8 \text{ m}^3$ y la concentración del material en suspensión (suponiendo que todo entre en suspensión), de $2,5 \text{ mg/l}$. Este cálculo es conservador en el sentido de que lo más probable es que el valor sea inferior, dado que no todo entra en suspensión, que las corrientes pueden ser más fuertes, etc. Después de 10 horas, se espera que la concentración máxima sea del orden de 0,05 a 0,01 mg/l.

Esos valores deben compararse con la concentración natural de material en suspensión en la capa superficial oceánica. Dicha concentración es del orden de 0,1 a 0,3 mg/l. En una zona costera de ascensión de aguas (Africa noroccidental) la capa superficial contiene entre 0,2 y 0,4 mg/l. El agua oceánica muy transparente (por ejemplo, el Mar de los Sargazos) suele contener 0,05 mg/l o menos.

En la actualidad parece razonable esperar que la frecuencia de la operación se pueda ajustar de manera que el incremento de la turbidez en la capa superficial se mantenga a un nivel muy bajo o insignificante.

Sin embargo, muy bien pudiera suceder que se produjeran capas internas de mayor contenido de partículas, especialmente en combinación con variaciones de la densidad en la columna de agua. Tales capas pueden ser relativamente persistentes en regiones de mezcla turbulenta débil y contener una carga considerable de partículas. Por esa razón, quizá no sea aconsejable la inyección propuesta de efluentes de la minería en la sección más profunda de la capa eufótica.

No se conoce bien la dispersión en capas internas en el océano. Cabe hacer las siguientes aseveraciones:

1) en la región termoclina principal, la mezcla vertical es débil, del orden de $0,1 \text{ cm}^2/\text{seg}$, en comparación con valores de 10 a $1000 \text{ cm}^2/\text{seg}$ en la capa superficial;

- ii) la capa de contacto con el fondo es delgada, del orden de metros, y la mezcla provocada por el fondo no penetra mucho en la columna de agua, a excepción de ciertas zonas en las que persisten cerca del fondo velocidades de corriente relativamente elevadas (por ejemplo, las capas límites occidentales).

Dado que las corrientes del fondo son generalmente débiles en las llanuras abisales, la dispersión de los sedimentos que vuelven a entrar en suspensión en la capa del fondo no será muy eficaz (compárense los cálculos sobre la propagación del material escapado de contenedores arrojados al mar, por ejemplo, NAS/NRC 1962).

Una evaluación razonable de la repercusión de la minería en el mar profundo en lo que respecta al aumento de la turbidez requiere información sobre la técnica de minería, los sedimentos, las condiciones de los vientos, las corrientes, la distribución de la densidad y el contenido existente de materia en suspensión.

II. OTROS ASPECTOS FISICOS

A. Zona cercana a la costa (esto es, la misma región tratada en I.A)

El riesgo más grave se relaciona con los efectos en el balance de materiales de la playa. La eliminación de material por dragado puede provocar cambios en la circulación y las características de las olas. De ser así, también se alterará el transporte de materiales. Se puede estimar el posible significado de ello mediante cálculos con modelos en computadoras. Análogamente, el traslado de materiales de un lugar a otro en relación con construcciones puede alterar las tendencias naturales de transporte. Es preciso evaluar esos cambios y sus posibles efectos antes de que se inicie cualquier obra importante de construcción. El adelanto registrado en los últimos años en los cálculos con modelos en computadoras permite que esto sea perfectamente viable. También es aconsejable considerar qué efectos pueden producir en la entrada de material en la playa la eliminación o alteración de las barreras naturales fuera de esa playa. Es evidente que hay que considerar estos aspectos en cada caso.

B. Zonas frente a las costas

El dragado influirá en la topografía del fondo marino y creará perturbaciones de pequeña escala en el fondo del mar. El tiempo de recuperación para esas perturbaciones puede ser aparentemente muy largo, del orden de varios años por lo menos (Dickson y Lee 1973). Esta cuestión requiere estudios más detenidos en otras zonas.

C. Otras construcciones

Siempre hay que tomar en cuenta la posible influencia de las construcciones (por ejemplo, muelles, puertos, túneles) en la circulación local y el oleaje. Los cambios en esas características pueden ocasionar graves consecuencias, a menudo

inesperadas, en relación con las pautas de transporte y acumulación de material de sedimento. También en este contexto las técnicas de simulación con computadoras constituyen recursos prometedores.

Además, debe tenerse debidamente en cuenta la acumulación (vertimiento) de material sedimentario extraído para realizar obras, profundizar los canales de navegación, etc. Es pertinente hacer referencia al informe GESAMP VII/3, preparado por el Grupo de Trabajo sobre las bases científicas para la eliminación de desperdicios en el mar.

REFERENCIAS SELECCIONADAS

- BOWEN, A.J. y D.L. Inmann (1974) Nearshore mixing due to waves and wave-induced currents. Rapp.Proc.Verb. 167, págs. 6-12.
- DICKSON, R. y A. Lee (1973) Gravel extractions: effects on sea-bed topography I and II Offshore Services Vol. 6, No. 6, págs. 32-39 y No. 7, págs. 56-61.
- GESAMP IV/19, 1972, Anexo VII.
- GESAMP VII/3, 1975: Rep. of WG on Scientific Basis for Disposal of Waste into the Sea.
- HAILS, J.R. (1974) A review of some current trends in nearshore research. Earth-Science Rev. 10, págs. 171-202.
- JOLLIFFE, I.P. (1974) Beach-offshore dredging: some environmental consequences. Offshore Technology Conf. paper No. OTC 2056.
- KUENEN, Ph. H. Marine Geology. J. Wiley and Sons, Nueva York, 1950, 568 págs.
- MERO, J.L. The Mineral Resources of the Sea. Elsevier Oceanography Series 1964, 312 págs.
- National Academy of Sciences and National Research Council, 1962: disposal of low-level radioactive waste into Pacific coastal waters. Informe de un Grupo de Trabajo del Comité sobre Oceanografía. Publ. NAS/NRC, (985): 87 págs.

Apéndice III

DOCUMENTOS DE REFERENCIA

No.	Autor	Título
GESAMP II/11	GESAMP	Informe de la segunda reunión
GESAMP IV/19	GESAMP	Informe de la cuarta reunión
GESAMP V/10	GESAMP	Informe de la quinta reunión
GESAMP V/INF.10	FAO	Posibles efectos adversos de la explotación de los fondos marinos fuera de la jurisdicción nacional sobre los recursos pesqueros
GESAMP 19	B.W. Halstead	<u>Marine Pollution due to sedimentation</u>
GESAMP 20	J.E. Portmann	<u>Marine Pollution by Mining Operations, with particular reference to Possible Metal-Ore Mining</u>
E/5120	Secretario General de las Naciones Unidas	Informe sobre los usos del mar
A/AC.138/73	Secretario General de las Naciones Unidas	Notas adicionales sobre las posibles consecuencias económicas de la extracción de minerales de la zona internacional de los fondos marinos
A/AC.138/87	Secretario General de las Naciones Unidas	Informe sobre la importancia económica, en función de los recursos minerales de los fondos marinos, de los diversos límites propuestos para la jurisdicción nacional