

## DOCUMENTO A/CONF.62/C.3/L.22

### Descripción de algunos tipos de tecnología marina y posibles métodos para su transmisión: informe del Secretario General

[Original: inglés]  
[27 de febrero de 1975]

#### INDICE

	<i>Página</i>
PREFACIO .....	208
	<i>Párrafos</i>
I. ALGUNAS OBSERVACIONES SOBRE EL PROCESO DE TRANSMISIÓN DE LA TECNOLOGÍA MARINA .....	1-20
1. Planteamiento general de la preparación de programas .....	16-17
2. Enfoque regional .....	18-20
II. DESCRIPCIÓN DE ALGUNAS ACTIVIDADES MARINAS .....	21-59
1. Petróleo y gas frente a las costas .....	21-33
2. Explotación minera y dragado en los fondos marinos .....	34-40
3. Estructuras, cables y tuberías frente a las costas .....	41-44
4. Sumergibles y hábitats submarinos .....	45-50
5. Extracción de sustancias químicas disueltas del agua de mar .....	51-54
6. Desalación del agua de mar .....	55-59

#### Prefacio

Durante el período de sesiones de la Tercera Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Derecho del Mar, celebrado en Caracas, la Tercera Comisión pidió al Secretario General que proporcionase información adicional en que

se describieran los diversos tipos de tecnología marina y sus posibilidades de transmisión. Se mencionó en especial el párrafo 60 del informe titulado "Problemas de adquisición y transmisión de tecnología marina"<sup>62</sup>, en el que

<sup>62</sup> A/CONF.62/C.3/L.3 (mimeografiado).

se recalca la necesidad de información acerca de, por ejemplo, la tecnología de la explotación de petróleo y gas frente a las costas, la minería de aguas profundas, la construcción de estructuras frente a las costas, la extracción de sustancias químicas disueltas del agua de mar, los hábitats submarinos y el dragado de arena y grava<sup>63</sup>.

El presente informe consistirá en una breve descripción de las tecnologías mencionadas, un examen del proceso de transmisión de la tecnología marina y una indicación de los posibles métodos para su promoción. Las delegaciones deben tomar nota de que el próximo informe sobre los usos del mar, que ha de presentarse al Consejo Económico y Social en su 59° período de sesiones, incluirá como anexo un resumen de las disposiciones actuales del sistema de las Naciones Unidas para proporcionar a los países interesados, y en particular a los países en desarrollo, información sobre los adelantos tecnológicos y su transmisión a esos países.

### I. Algunas observaciones sobre el proceso de transmisión de la tecnología marina

1. La transmisión de la tecnología ha llegado a suscitar considerable interés en la comunidad mundial, como se desprende de la sección de la resolución 3202 (S-VI) de la Asamblea General, aprobada en el sexto período extraordinario de sesiones, que trata de tal transmisión, donde se dice lo siguiente:

“Debe hacerse todo lo posible para:

“a) Formular un código internacional de conducta para la transmisión de tecnología que se ajuste a las necesidades y condiciones existentes en los países en desarrollo;

“b) Dar acceso en condiciones más favorables a la tecnología moderna, y adaptar ésta, según convenga, a las condiciones económicas, sociales y ecológicas concretas y a las distintas etapas de desarrollo de los países en desarrollo;

“c) Expandir en forma significativa la asistencia de los países desarrollados a los países en desarrollo, en forma de programas de investigación y sus aplicaciones prácticas y mediante la creación de una tecnología autóctona adecuada;

“d) Ajustar las prácticas comerciales que rigen la transmisión de tecnología a las necesidades de los países en desarrollo y evitar que se abusen los derechos de los vendedores;

“e) Promover la cooperación internacional en materia de investigación y sus aplicaciones prácticas en la exploración, explotación, conservación y aprovechamiento legítimo de los recursos naturales y de todas las fuentes de energía.

“Al tomar las citadas medidas, deben tenerse presentes las necesidades especiales de los países en desarrollo menos adelantados y sin litoral.”

2. La tecnología marina es un resultado del intento del hombre de controlar el medio marino, o adaptarse a él, mediante sistemas de explotación racionalmente organizados. Estos sistemas abarcan, evidentemente, una amplia gama de actividades — pesca, investigación científica, transporte, comunicaciones y navegación, y extracción de hidro-

carburos y de minerales duros, por mencionar sólo unas pocas — que requieren un mayor o menor grado de refinamiento e inversiones más o menos cuantiosas.

3. La palabra “tecnología”, que se suele utilizar como una conveniente abreviación, entraña por lo menos cinco elementos importantes: a) maquinaria y equipo; b) procedimientos de explotación; c) procedimientos de mantenimiento; d) mano de obra calificada para la explotación y el mantenimiento, y e) medios de gestión. En algunos casos, la maquinaria y equipo puede ser el elemento menos importante, y la mano de obra calificada y los medios de gestión el más importante.

4. A este respecto se ha aducido que “la transmisión más eficaz parece producirse a través de los contactos directos y la colaboración efectiva de los individuos. Una transmisión eficaz de tecnología suele requerir la adaptación del equipo o los procesos a las condiciones locales, y para ello lo mejor es organizar las cosas de manera que los expertos y las personas del país trabajen juntos en el lugar mismo en que haya de aplicarse la nueva tecnología”<sup>64</sup>.

5. El proceso de transmisión de tecnología se concibe como una serie de eslabones de una cadena muy compleja de interrelaciones dinámicas. Una de las condiciones necesarias para el éxito de los programas de transmisión es que reflejen la estructura del sistema total de interrelaciones, y no sólo algunas partes de él en forma desordenada. Por consiguiente, los programas de transmisión de tecnología deben enfocarse como un desarrollo cuidadosamente ordenado de capacidades interrelacionadas y servicios de apoyo<sup>65</sup>.

6. Los programas de transmisión de tecnología en gran escala son esencialmente de largo plazo, difíciles y costosos, porque implican la ulterior creación de dependencias científicas y técnicas viables. Además, entrañan la organización efectiva de programas de capacitación relacionados con tecnologías concretas, la existencia de enseñanza secundaria, técnica y universitaria, un conocimiento de los vínculos del país con el mercado mundial de tecnología y la formulación de juicios acerca de la gama de opciones disponibles con respecto a materias determinadas.

7. En situaciones de bajos niveles de conocimientos técnicos e información, los proveedores de tecnologías marinas pueden dictar términos y condiciones restrictivas que maximizan las utilidades obtenidas tanto del capital social como de la venta de maquinaria, equipo, piezas de re-

<sup>64</sup> J. Liston y L. Smith, *Fishing and the Fishing Industry — An Account with Comments on Overseas Technology Transfer*, preparado para el M.I.T., Sea Grant Study on International Marine Technology Transfer, junio de 1974, pág. 81.

<sup>65</sup> Chandler Morse, *Proposal for a Grant to Design a Long-term Program for the Transfer of Marine Technical Capabilities to the Less Industrialized Countries*, Ocean Policy Committee, National Academy of Sciences, septiembre de 1974, mimeografiado. Véase también Liston y Smith, *op. cit.*, pág. 60. “Para que la transmisión de tecnología tenga éxito, es preciso obtener dos resultados. En primer lugar, debe crear una estructura, un sistema orgánico autóctono de unidades de adopción de decisiones y elementos operativos interdependientes. A un nivel, este sistema debe comprender una serie de instituciones verticalmente vinculadas que abarquen desde las ciencias puras hasta la investigación aplicada a la producción; en otro nivel, el sistema requiere una infraestructura de servicios de apoyo que comprenda la enseñanza, la capacitación, las oportunidades de carrera, la financiación, la comercialización y en especial la producción localizada de instrumentos, maquinaria y equipo. El segundo resultado es que la transmisión de la tecnología inicie un proceso dinámico por el cual los mencionados elementos del sistema se amplíen, proliferen y evolucionen en respuesta a las necesidades que vayan surgiendo, y se hagan cada vez más independientes de las influencias, asesoramiento técnico y la ayuda exteriores.”

<sup>63</sup> Los siguientes informes del Secretario General contienen información sobre estos temas: “Recursos minerales del mar” (E/4973 y Corr.1); “Importancia económica, en función de los recursos minerales de los fondos marinos, de los diversos límites propuestos para la jurisdicción nacional” (A/AC.138/87 y Corr.1); y “Usos del mar” (E/5120 y Corr.1).

cambio y servicios técnicos. Es difícil para el receptor saber cuánto debe pagarse por la información a menos que sepa ya de lo que se trata. En todo caso, los países en desarrollo no tienen acceso sistemático a la información sobre las nuevas técnicas de producción<sup>66</sup>.

8. Las actividades marinas más avanzadas que requieren considerables inversiones de capital, equipo y maquinaria pueden emprenderse por medio de inversiones extranjeras directas, adquisición directa de maquinaria extranjera, empresas mixtas o contratos de concesión de licencias. En todo caso, habrán de organizarse programas de enseñanza y capacitación.

9. La tecnología generalmente se compra y vende en el mercado mundial en forma de información (por ejemplo, diseños), bienes de capital (por ejemplo, equipo y maquinaria) o mano de obra calificada, y tales elementos están sujetos generalmente a derechos de propiedad y se venden en condiciones restrictivas. Cuanto más moderna y avanzada sea la tecnología, como sucede en el caso de gran parte de la tecnología marina, más probable es que los diseños y procedimientos estén patentados por personas o sociedades que generalmente tienen un alcance multinacional. Por lo tanto, hay muchas probabilidades de que algunos elementos tecnológicos tengan que obtenerse mediante la inversión extranjera o la formación de empresas mixtas. Por otra parte, si el país receptor está familiarizado en parte con la tecnología concreta requerida y dispone de la capacidad técnica industrial para aplicarla, el desarrollo puede a menudo promoverse mediante la contratación de algunos expertos o la adquisición o el arriendo de equipo en el extranjero.

10. Muchos proyectos se ejecutan mediante diversas formas de acción cooperativa en las que el proveedor y el receptor de la tecnología participan en diverso grado en el suministro de conocimientos, maquinaria y capital, y en el control de la administración. Con frecuencia, algunos de los elementos se adquieren de los proveedores en conjunto y otros por separado. Así, en un proyecto de desarrollo de una zona ribereña que comprenda la construcción de terminales frente a las costas, puede contratarse a un agente consultor del país "A" para que suministre en conjunto la información esencial sobre topografía del fondo marino y las características de los vientos, las olas, las mareas y las corrientes subsuperficiales de la costa, en tanto que puede contratarse a una firma de ingenieros del país "B" para proyectar y construir las terminales utilizando principalmente mano de obra y materias locales. Al mismo tiempo, en el proyecto se puede utilizar asistencia técnica de las Naciones Unidas para la capacitación del personal administrativo. En un contrato de ingeniería civil como el del ejemplo citado, así como en muchas otras situaciones, sería práctica común que el país de que se tratase designase a un tercero (v.g., un consultor extranjero) para que se encargase en su nombre de la administración y supervisión del contrato. Este sistema también ofrece alguna medida de protección al país que no pueda hacer sus propias evaluaciones tecnológicas.

11. Tanto los costos directos como los costos indirectos de la transmisión en gran escala y de los programas de

transmisión son elevados, y esto debería tenerse en cuenta incluso antes de empezar la planificación. Los costos directos de la transmisión comprenden los pagos por el derecho a utilizar patentes, licencias, técnicas de elaboración y marcas comerciales, y los servicios técnicos a todos los niveles desde la fase de preinversión hasta la plena explotación<sup>67</sup>. Es de especial valor encontrar tecnologías de alto coeficiente de mano de obra para aplicarlas en los países en desarrollo, y esto debería tenerse en cuenta al calcular los costos sociales reales para el receptor<sup>68</sup>. No obstante, las condiciones del contrato concertado en el mercado abierto no dan mucho margen al país receptor para satisfacer esta necesidad. De ordinario, los acuerdos de concesión de licencias "... especifican características del producto que sólo pueden lograrse con el equipo de alto coeficiente de capital del inversionista extranjero", y a menudo se prohíbe modificar los productos registrados bajo una marca comercial<sup>69</sup>.

12. Los costos indirectos de la transmisión son también bastante importantes. Aunque son difíciles de estimar, tendrán que comprender los pagos por concepto de: a) fijación de precios excesivos a las importaciones de productos intermedios y equipo; b) utilidades de la capitalización de las técnicas; c) una parte de los beneficios repatriados de las filiales de plena propiedad o de las empresas mixtas; y d) el margen de utilidad de los precios de la tecnología incluido en el costo de los bienes de capital y el equipo importados<sup>70</sup>.

13. La compilación y la difusión de información constituyen un elemento básico para la transmisión de una tecnología adecuada. No obstante, una corriente de información no se crea automáticamente; por el contrario, ha de promoverse mediante los esfuerzos de organismos nacionales y/o internacionales.

14. En muchos países se ha compilado ya información que puede consultarse en centros de datos nacionales e internacionales. El acceso a este conjunto de datos compilados, de los que se podría disponer a bajo costo, resolvería la necesidad de establecer costosos inventarios de datos por parte del receptor o del donante.

15. Los programas de enseñanza establecidos en las universidades de los países receptores o incorporados en las propias actividades marinas del caso pueden ayudar al país receptor a desarrollar una flexibilidad y adaptabilidad institucional y social que facilitarían la producción de tecnología "local" en un plazo reducido, en términos históricos.

#### 1. PLANTEAMIENTO GENERAL DE LA PREPARACIÓN DE PROGRAMAS

16. Debe subrayarse siempre el hecho de que la transmisión de tecnología no sólo supone la transmisión de equipo, sino también de procedimientos de explotación y mantenimiento, conocimientos especializados de explotación y mantenimiento y medios de gestión. De lo contrario, la transmisión no será más que un trasplante temporal y no sobrevivirá al programa.

17. Así pues, la cuestión de preparar un programa de transmisión debe enfocarse sistemáticamente, prestando especial atención a las condiciones económicas y socio-culturales del lugar. Esto podría requerir la financiación de grupos interdisciplinarios en los que tuviesen importante participación, en cada fase del proceso, los nacionales del país receptor. Los recursos deben ser suficientes, y toda

<sup>66</sup> Surendra Patel, "Technological Dependence of Developing Countries: A Survey of Issues and Lines of Action", edición a cargo de John Gamble y Giulio Pontecorvo; *Law of the Sea: The Emerging Regime of the Oceans*, Cambridge, Massachusetts, Ballinger Publishing Co., 1973, págs. 58 y 59. Véase también la lista facilitada por Charles Weiss, "Technology Transfer and the Oceans", *ibid.*, págs. 82 y 83; y Rutherford M. Poats, *Technology for Developing Nations*, Washington, D.C., The Brookings Institution, 1972, págs. 62 a 65.

<sup>67</sup> Surendra Patel, *op. cit.*, pág. 63.

<sup>68</sup> Rutherford M. Poats, *op. cit.*, pág. 58.

<sup>69</sup> *Ibid.*, pág. 59.

<sup>70</sup> Surendra Patel, *op. cit.*, pág. 64.

la cadena de actividades que comprende el proceso de transmisión debe enfocarse con estrategias de aplicación cuidadosamente ordenadas.

“... debe diseñarse un programa total que avance en etapas breves y viables hacia el objetivo final. Cada etapa debe representar un beneficio evidente y un paso adelante. Los programas a largo plazo que no empiezan a arrojar beneficios hasta después de transcurridos varios años se abandonan, se modifican, se destruyen o se desvían con demasiada facilidad por efecto de cambios económicos o políticos en los países receptores o los países donantes. Los programas en gran escala deben estructurarse en una serie de proyectos reducidos que protejan del fracaso total gracias a su número y la limitación de sus objetivos, y que proporcionen una serie de vías opcionales hacia el objetivo final, comoquiera que se defina éste. Con esto no se pretende encomiar los proyectos a corto plazo *per se*. La transmisión eficaz de tecnología requiere un compromiso a largo plazo y un esfuerzo sostenido por parte tanto del donante como del receptor. La idea es que esto se puede lograr mejor mediante la integración de una serie de proyectos en pequeña escala que por medio de la tentativa de desarrollar enormes esfuerzos multinacionales”<sup>71</sup>

## 2. ENFOQUE REGIONAL

18. En la Conferencia sobre el derecho del mar se mencionó en repetidas ocasiones la cooperación regional para la transmisión de tecnología, en el supuesto de que la cooperación regional minimiza los costos y maximiza los beneficios para todos los países participantes. No obstante, muchas veces los costos y los beneficios no están distribuidos proporcionalmente. En los muchos casos en que una organización regional opera permanentemente con relativa eficacia, ello se debe a que un miembro opta por hacerse cargo de una parte desproporcionada del costo, aunque otros compartan los beneficios. Esto suele ocurrir respecto de cuestiones que afectan la seguridad nacional. Cuando las responsabilidades organizacionales atañen a la economía, o a la ciencia y la tecnología, esta distribución desproporcionada de los costos es mucho menos probable y los miembros tienden a exigir que haya poca o ninguna disparidad entre la asignación de los costos y la distribución de los beneficios<sup>72</sup>.

19. Cuando las organizaciones regionales dedicadas a actividades económicas, científicas y técnicas funcionan con relativa eficacia, ello se debe habitualmente a que: a) el “artículo” producido ha sido indivisible y de alto valor, de manera que habría sido imposible obtenerlo sin una colaboración eficaz (por ejemplo, pronósticos meteorológicos más exactos y de más largo alcance); o b) aunque divisible, el “artículo” producido ha sido superior a la suma calculada de las distintas contribuciones (por ejemplo, la investigación nuclear en el Centro Europeo de Investigaciones Nucleares, aunque podría haber límites de costo reales para la cooperación continuada en estos casos); o c) la fuente primordial de contribuciones ha sido ajena a los miembros de la organización, de modo que nunca

<sup>71</sup> Liston y Smith, *op. cit.*, pág. 59.

<sup>72</sup> Esta es una simplificación deliberada de una teoría bien establecida. Quienes se interesen por el original deben ver: Mancur Olson, *The Logic of Collective Action*, Cambridge Harvard University Press, 3a. edición, 1973; y Mancur Olson y Richard Zeckhauser, “An Economic Theory of Alliances”, *Review of Economics and Statistics*, vol. XLVIII, agosto 1966, págs. 266 a 279. Para su aplicación en las organizaciones internacionales, véase: John Ruggie, “Collective Goods and Future International Collaboration”, en *American Political Science Review*, vol. LXVI, No. 3, septiembre 1972, págs. 874 a 893.

se ha tenido que plantear la proporción entre los beneficios y los distintos costos (por ejemplo, en el Centro Internacional de Mejoramiento del Maíz y del Trigo y en el Instituto Internacional de Investigaciones sobre el Arroz).

20. Por consiguiente, está claro que la cooperación regional para la transmisión de la tecnología marina no será una panacea. Habrá límites a la utilización de este mecanismo, que derivarán del problema de determinar quién ha de pagar los costos y respecto de qué clase de actividad. Al mismo tiempo, la opción regional debe considerarse cuidadosamente cada vez que se prevea un nuevo programa de transmisión, a fin de ver si en ese caso concreto es posible que el mecanismo funcione.

## II. Descripción de algunas actividades marinas

### 1. PETRÓLEO Y GAS FRENTE A LAS COSTAS

21. La producción de petróleo y gas natural de fuentes situadas frente a las costas es una de las industrias marinas más complejas y de mayor densidad de capital. Los altos costos y riesgos vinculados a la explotación de hidrocarburos marinos han hecho que la participación se limite a empresas o sociedades grandes, muchas de las cuales son multinacionales en sus operaciones. El grado de integración vertical de la industria marina del petróleo y el gas varía considerablemente. Algunas de las principales sociedades multinacionales se ocupan de todas las fases operacionales, desde la exploración hasta el transporte, la refinación y la comercialización. En cambio, muchas otras empresas utilizan los servicios de firmas especializadas en determinadas fases de la actividad frente a las costas, como las de los levantamientos, la perforación exploratoria, el mantenimiento de las instalaciones marinas, etc.

#### a) *Levantamientos geológicos y geofísicos*

22. En los dos últimos decenios se han producido progresos tecnológicos notables en los instrumentos para la realización de levantamientos marinos. Los adelantos en la reunión y elaboración de datos (gravidad, campo magnético y reflexión sísmica), así como en los métodos de fijación de posiciones para los buques planeros son especialmente importantes. Sin embargo, la localización y la evaluación de los recursos de hidrocarburos marinos siguen siendo actividades costosas e inciertas; el descubrimiento y la evaluación positivas sólo son posibles mediante la perforación exploratoria.

23. La perforación exploratoria es relativamente costosa (comparada con los levantamientos), y una elección prudente de lugares prometedores depende de la información procedente de estudios geológicos y geofísicos. La ubicación de las estructuras más prometedoras en estratos apropiados es el objetivo de los estudios frente a las costas<sup>73</sup>.

24. Las principales técnicas científicas entrañan la medición precisa de las variaciones espaciales de los campos magnético y gravitacional que pueden interpretarse a fin de representar el carácter diferente de cuencas sedimentarias gruesas y distinguirlo de otras características geológicas continentales u oceánicas. La técnica más útil que se emplea actualmente es el sistema de perfilación por reflexión sísmica. Este sistema utiliza una fuente intensa de

<sup>73</sup> La importancia de estos datos para la toma de decisiones en el sector público queda demostrada por una directriz reciente del Departamento del Interior de los Estados Unidos que exige que toda información geológica o geofísica (sobre la zona exterior de la plataforma continental) que no esté aún interpretada — por ejemplo, datos rectificadas en forma analógica y digital — se presente sin cargo al Departamento.

energía que produce ondas sonoras capaces de penetrar el fondo marino hasta varios kilómetros de profundidad. Mediante hidrófonos (micrófonos submarinos), se mide el tiempo que tarda el eco en llegar desde capas cada vez más profundas de estratos. Esas mediciones pueden analizarse mediante técnicas matemáticas muy refinadas para inferir la ubicación de las estructuras geológicas.

25. Las firmas de exploración de petróleo emplean un equipo que funciona según los mismos principios que los instrumentos utilizados por los geólogos y oceanógrafos para estudiar las estructuras y procesos geológicos generales de las márgenes continentales. Sin embargo, los instrumentos que se emplean para la exploración directa del petróleo son mucho más refinados y complejos, y permiten obtener datos mucho más detallados de la estructura geológica subsuperficial en una escala de hasta varios kilómetros de dimensión y profundidad debajo de la superficie. Los servicios de recolección de datos geofísicos se han desarrollado hasta constituir una industria independiente, y pueden obtenerse datos en bruto o analizados respecto de muchas regiones del mundo, a un precio fijo. Esos datos pueden haberse reunido ya y depositado en "bibliotecas" industriales privadas, o las firmas exploradoras pueden realizar los estudios que solicite el adquirente de los datos.

26. Se han estudiado unas 450.000 millas lineales de la geología de las márgenes continentales en todo el mundo, y esa información puede adquirirse. Normalmente, la reunión de mediciones de perfilación por reflexión sísmica cuesta un mínimo de aproximadamente 100 dólares estadounidenses por milla de levantamiento, y los costos analíticos de las interpretaciones geológicas implican una suma adicional de 30 a 50 dólares estadounidenses por milla.

27. Esta información geológica (o estudios aún más detallados) se utilizan luego para identificar los lugares en que las formaciones geológicas indican mayores probabilidades de acumulación de petróleo y gas.

#### b) *Perforación exploratoria*

28. La selección de sitios para la perforación exploratoria se basa en diversos criterios, entre los que se incluyen la profundidad del agua y la profundidad de la estructura en los estratos sedimentarios favorables. En la perforación exploratoria en el mar se emplean fundamentalmente los mismo tipos de técnica de perforación desarrollados para la perforación en tierra. El equipo se instala en plataformas fijas o móviles (buques de perforación, semisumergibles o aparejos "de gatos"), y el plazo necesario para perforar un solo pozo de exploración se limita habitualmente a algunas semanas (una vez que la plataforma esté en el sitio).

29. Evidentemente, no todos los pozos de exploración permiten descubrir concentraciones de petróleo y gas que sean económicamente explotables. Las inversiones destinadas a la perforación exploratoria fluctúan de centenares de miles a varios millones de dólares estadounidenses por pozo, según la profundidad del agua y otros factores.

#### c) *Perforación destinada a la producción, terminación y mantenimiento*

30. Normalmente, el descubrimiento de concentraciones de petróleo y gas mediante la perforación exploratoria da cima a varios años de actividad exploratoria. Una vez decidida la producción, se requieren por lo menos algunos años más para producir petróleo y gas en cantidades comerciales.

31. La perforación para la producción se realiza normalmente desde plataformas fijas o "de gato", y puede per-

forarse un gran número de pozos desde la plataforma única mediante técnicas de perforación inclinada (de 12 a 24 pozos por plataforma no es raro). En 1972, una plataforma de perforación de 18 pozos en 250 pies de agua representaba un costo de instalación de 3 millones de dólares estadounidenses, aproximadamente. "Terminación" denota la instalación de todos los sistemas mecánicos (válvulas, tuberías, manómetros, controles etc.) necesarios para la producción de petróleo y gas de pozos situados frente a las costas. Los gastos de perforación y terminación desde la superficie del mar aumentan considerablemente a medida que aumenta la profundidad del agua. Se ha calculado que los costos de perforación y terminación frente a las costas en todo el mundo (pozos de 12.000 pies de profundidad) son del orden aproximado de 2 millones de dólares estadounidenses por pozo en aguas de 500 pies de profundidad. La tecnología para terminaciones submarinas (utilizando vehículos sumergibles tripulados y no tripulados) se está desarrollando rápidamente, y se espera que sus costos no se relacionen tan estrechamente con la profundidad del agua como ocurre con los sistemas de terminación de plataforma fija.

32. Después que un pozo ha entrado en producción, se requieren mantenimiento y reacondicionamiento periódicos para mantener el caudal en el fondo del pozo, y para ese fin se dispone de una gama de técnicas complejas. Además, la inyección de agua o gas en los estratos petrolíferos puede aumentar considerablemente la cantidad final de petróleo explotable.

#### d) *Almacenamiento y transporte*

33. Según la profundidad del agua y la distancia de la costa, el petróleo y el gas se transportarán a tierra mediante tuberías submarinas o se almacenarán y transportarán en buques o barcazas. La mayoría de los pozos en producción frente a las costas emplean tuberías para el transporte, pero a medida que las operaciones frente a las costas se desplazan a aguas más profundas situadas más lejos, va resultando económico el uso de grandes sistemas de almacenamiento. Se ha probado ya, mediante su uso efectivo, la tecnología de la construcción e instalación de grandes tanques de almacenamiento. Los costos medios del tendido de tuberías submarinas varían de 300.000 a 600.000 dólares por milla, según el diámetro de los tubos y la profundidad del agua. Los costos de grandes tanques de almacenamiento frente a las costas pueden variar entre 15 y 30 dólares por barril de petróleo almacenado.

## 2. EXPLOTACIÓN MINERA Y DRAGADO EN LOS FONDOS MARINOS

#### a) *Dragado y explotación minera en aguas poco profundas*

34. La tecnología del dragado se ha desarrollado principalmente en respuesta a la necesidad de excavar y mantener canales en zonas situadas cerca de las costas para fines de navegación. En las localidades expuestas a inestabilidad y erosión costeras, ha tenido éxito la producción de material sedimentario mediante el dragado del fondo marino adyacente. En realidad, a medida que se hace más escaso el espacio en la línea de costa de las zonas industriales o de turismo, puede resultar económicamente atractiva la extensión de la zona terrestre mediante el relleno con sedimentos dragados.

35. En la explotación superficial de minerales en aguas poco profundas se utiliza la tecnología del dragado para obtener minerales como oro, arenas estañíferas, arenas ferruginosas, minerales pesados (titanio) y carbonato de

calcio (conchas de moluscos), así como arena y grava. Los principios tecnológicos del dragado son comparativamente sencillos e implican la excavación del fondo marino mediante el cavado o la succión mecánicos con equipos instalados en una barcaza o en un buque.

36. Para el método de cables se utiliza un "cangilón de draga" o una "draga de almeja" para extraer material del fondo marino, y ese método puede operar en condiciones de oleaje relativamente fuerte. El sistema de "rosario de cangilones" posee una gran capacidad de excavación y el dragado hidráulico (por succión) con cabezal cortador ofrece una capacidad muy alta de producción. Sin embargo, ambos sistemas están restringidos a condiciones de mar protegido.

37. La inversión de capital para los sistemas de dragado es, por lo general, inferior a 5 millones de dólares estadounidenses por sistema. Los costos unitarios de producción son muy variables y dependen de la dureza del fondo marino y las condiciones dominantes en la superficie del mar (viento y oleaje). El valor unitario del mineral dragado varía también considerablemente: la concentración del mineral en el sedimento, la extensión del recurso y la profundidad del agua son factores decisivos.

38. La tecnología del dragado en aguas poco profundas no insume tanto capital como otras tecnologías marinas y el valor unitario de los sedimentos dragados que contienen minerales puede resultar económicamente atrayente en algunos casos. La distribución y la presencia de concentraciones económicas de ciertos minerales en aguas poco profundas son poco conocidas, y las pruebas que se tienen actualmente indican que los depósitos pueden ser muy locales y limitados en su extensión (por ejemplo, placeres adyacentes a desembocaduras de ríos). En general, los métodos de exploración para estudios amplios son limitados, y los programas de muestreo son costosos (por perforación, sondeo o dragado). Las técnicas de explotación de minerales marinos pueden ser distintas y tal vez más costosas que las relativas a los minerales terrestres. En el caso de minerales de mucho volumen y valor unitario bajo (por ejemplo, arena y grava), la distancia del lugar de dragado al lugar de consumo es muy importante, y los gastos de transporte pueden ser prohibitivos.

#### b) Explotación minera en aguas profundas

39. A diferencia de la explotación minera en aguas poco profundas, que utiliza la tecnología actual para el dragado, las operaciones mineras en fondos de mar profundo han de requerir innovaciones tecnológicas en gran escala y de alta densidad de capital. La tecnología para extender la actividad a profundidades mayores de 5.000 metros todavía está en desarrollo.

40. Estudios detallados mediante fotografía y televisión submarinas y muestros directo del fondo por dragado y sondeo han comprobado la existencia de grandes cantidades de módulos de manganeso y fangos metalíferos. Aunque las concentraciones de minerales valiosos en determinadas menas marinas pueden ser más altas que en los tipos terrestres, los costos de la extracción y la elaboración de esas menas en cantidades comerciales siguen siendo problemáticos<sup>74</sup>.

### 3. ESTRUCTURAS, CABLES Y TUBERÍAS FRENTE A LAS COSTAS

41. El futuro de las islas artificiales (flotantes o fijas) frente a las costas es más alentador en las zonas en que

el valor de la tierra es excepcionalmente alto por el uso residencial y comercial, el desarrollo industrial o la actividad turística. Los usos posibles de las islas artificiales son casi tan diversos como los de los terrenos en la costa. Además, la disponibilidad comparativa de aire fuerte y circulación de agua frente a las costas puede ofrecer la posibilidad de que los efluentes y el calor vinculados a muchas actividades industriales se disipen sin ocasionar perjuicios.

42. Utilizando la actual tecnología para el dragado, el relleno y la protección contra el oleaje, el costo de construcción por metro cuadrado de superficie de las islas artificiales disminuye en proporción inversa al tamaño de la isla proyectada. Se han propuesto para el Mar del Norte islas de propósito múltiple para la producción de energía, el almacenamiento y transporte de petróleo, la eliminación de desechos y la desalación. La instalación de aeropuertos frente a las costas puede resultar económica en zonas costeras densamente pobladas. Se están proyectando o construyendo plantas de energía nuclear flotantes y estructuras residenciales y de esparcimiento tecnológicamente complejas.

43. Se han utilizado cables submarinos como variante práctica para la transmisión de energía a distancias moderadas (menos de 100 km). Los cables submarinos para las comunicaciones siguen siendo vínculos vitales dentro de las redes regionales y mundiales. Se ha calculado que el tendido de cables submarinos en mares profundos cuesta aproximadamente 10.000 dólares por milla, pero la tecnología ha avanzado tanto que actualmente los cables poseen la capacidad de ofrecer más de 800 circuitos simultáneos, con la posibilidad de aumentar esta cifra a 3.500 en un futuro previsible.

44. Las tuberías marinas para petróleo, sustancias químicas o minerales en suspensión ofrecen la oportunidad de evitar el transporte de superficie (gabarraje), a veces peligroso, desde las terminales frente a las costas. Como los buques cisterna y transportadores de minerales siguen aumentando en tamaño y calado (profundidad), se hacen más necesarias las instalaciones para el transbordo frente a las costas en muchas zonas costeras. Se han construido también tanques de almacenamiento frente a las costas para contener petróleo, como una etapa intermedia en el proceso del transbordo. La viabilidad económica de las terminales y tuberías frente a las costas depende en gran medida de volúmenes muy altos de transbordo de carga, y es probable que esas instalaciones no sean adecuadas salvo en los principales países exportadores o importadores de petróleo o minerales.

### 4. SUMERGIBLES Y HÁBITATS SUBMARINOS

45. Las ondas de luz visible y de radio se atenúan muy rápidamente en el agua de mar, sólo las ondas sonoras recorren distancias importantes; las aguas saladas resultan corrosivas para la mayoría de los materiales; salvo en las zonas de menor profundidad, el agua de mar es muy fría; la presión ambiental aumenta considerablemente por debajo de la superficie. Estos son algunos de los problemas que restringen la actividad humana debajo del agua.

46. En aguas poco profundas (hasta 100 metros de profundidad) el equipo autónomo de buceo ofrece la mejor oportunidad para bucear libremente. El traje de protección y el aparato para respirar son relativamente compactos y baratos. Sin embargo, la disolución de gases respiratorios en la corriente sanguínea (a causa de la elevada presión resultante de la sumersión) aumenta según la profundidad a que desciende el buzo y el tiempo que

<sup>74</sup> Respecto de la información actual sobre adelantos tecnológicos y costos conexos de la explotación minera en fondos de mar profundo, véase el documento A/CONF.62/25.

permanece bajo el agua. Esa disolución de gases en la corriente sanguínea requiere una descompresión gradual a fin de evitar daños fisiológicos por la formación de burbujas. El tiempo necesario para la descompresión del buzo aumenta según la duración del descenso. Luego de un determinado período de sumersión (24 horas, aproximadamente), el tiempo necesario para la descompresión no aumenta mucho si el buzo permanece cerca de la misma profundidad operacional. En el buceo por saturación se utiliza este fenómeno, y se han desarrollado hábitats submarinos (embarcaciones llenas de gas que se mantienen a la misma presión que el agua circundante) a fin de permitir que los buzos vivan y trabajen en el mar sin necesidad de subir frecuentemente a la superficie ni someterse a prolongadas descompresiones después de cada ascenso.

47. En vista de los rigores fisiológicos y los límites prácticos de profundidad del buceo, se han construido sumergibles, tripulados y no tripulados, para diversos propósitos. Los sumergibles tripulados protegen a los pasajeros, de la tremenda presión externa y de la baja temperatura, en un ambiente templado.

48. Los sistemas sumergibles varían en complejidad y costo y requieren un mantenimiento y apoyo costosos desde buques de superficie, habitualmente de un diseño bastante especializado. Aun los sumergibles más avanzados ofrecen una visibilidad exterior limitada a los operadores, y cualquier trabajo debe desempeñarse mediante brazos mecánicos articulados, pinzas y otros artefactos. Los costos operacionales, incluso de los sumergibles tripulados más modestos, son por lo menos del orden de varios miles de dólares estadounidenses por día.

49. El adiestramiento especial del personal y las tecnologías sumamente complejas requeridas para el trabajo submarino han limitado el uso de sumergibles y los sistemas de buceo a profundidad. Actualmente, el usuario industrial principal es la industria del petróleo frente a las costas, en conexión con la perforación y el mantenimiento de equipo y tuberías submarinos. Se han utilizado sumergibles en las investigaciones y exploraciones marinas y en trabajos de búsqueda y rescate. Se prevé que el petróleo frente a las costas y la investigación científica seguirán siendo predominantes en el futuro previsible.

50. Los costos del desarrollo y la utilización de sumergibles en aguas de muy poca profundidad (menos de 50 metros) son considerablemente menores que los de los modelos más complejos y de mayor resistencia destinados a una sumersión más profunda. Se han utilizado sumergibles de aguas poco profundas para la acuicultura, y las posibilidades en materia de usos turísticos y esparcimiento pueden ser importantes.

#### 5. EXTRACCIÓN DE SUBSTANCIAS QUÍMICAS DISUELTAS DEL AGUA DE MAR

51. Las cantidades de minerales y sustancias químicas disueltas en el océano son inmensas; prácticamente todos los elementos naturales existentes pueden encontrarse en el océano. Sin embargo, con excepción de algunos componentes principales del agua de mar, la concentración de todas las demás sustancias químicas es sumamente baja. Deben tratarse grandes cantidades de agua de mar para extraer cantidades comparativamente minúsculas de las sustancias químicas deseadas. La extracción de un número limitado de sustancias químicas disueltas del agua de mar es factible, tecnológica y económicamente.

52. La evaporación solar del agua de mar en piletas cerradas es una técnica extendida y barata que produce

aguas madres concentradas. Además del cloruro de sodio (sal común), industrialmente importante, las aguas madres contienen cantidades menores de diversas sales que pueden extraerse mediante procesos relativamente sencillos, en los que se emplean agentes químicos apropiados. Pueden extraerse cloruro de potasio y sulfato de potasio para su uso como fertilizantes. También pueden obtenerse económicamente de las aguas madres sales de magnesio y sodio (distintas del cloruro de sodio).

53. Actualmente se extrae magnesio metálico del agua de mar en cantidades importantes mediante el tratamiento de aguas madres con carbonato de calcio de las conchas marinas y la reacción posterior del material con electricidad (electrólisis).

54. El bromo gaseoso, componente importante para la producción de gasolina con plomo, se obtiene del océano mediante un tratamiento sencillo con ácido sulfúrico y cloro gaseoso. La mayor parte de la producción mundial de bromo se extrae del agua de mar. El deuterio (agua pesada), que es importante en aplicaciones de la ingeniería nuclear, se puede obtener también del agua de mar. Comparada con otras fuentes, la concentración natural de compuestos de uranio en el agua de mar es suficientemente grande como para que la demanda continua del material conduzca a su extracción económica en un futuro previsible.

#### 6. DESALACIÓN DEL AGUA DE MAR

55. El crecimiento de la población mundial y la expansión de la actividad agrícola e industrial aumentarán seguramente la necesidad de agua dulce. Se ha calculado que el consumo mundial de agua dulce puede duplicarse en unos dos decenios. Se ha propuesto la desalación como solución parcial a las crecientes necesidades de agua dulce. En numerosas instalaciones de todo el mundo se han incorporado y ensayado las innovaciones tecnológicas recientes en los procesos de desalación. Casi todas las plantas han tenido una capacidad de producción comparativamente pequeña (algunos millones de galones de agua dulce por día), y se ha suspendido la construcción de sistemas de mayor envergadura en razón de los costos previstos de la desalación comparados con otras fuentes de agua o con otras prácticas.

56. La demanda de agua dulce para aplicaciones especializadas en lugares costeros remotos o áridos ha de continuar, pese a que el costo de producción se eleva a varios dólares estadounidenses por cada mil galones (para instalaciones en escala más pequeña). Sin embargo, el uso más generalizado de agua de mar desalada se fundará en un costo de entrega de aproximadamente 0,30 dólares estadounidenses por cada mil galones. El uso del agua en la agricultura puede quedar limitado a costos más bajos, de hasta 0,10 ó 0,15 dólares por cada mil galones.

57. La tecnología más eficiente en uso en la actualidad produce agua de mar desalada a costos ligeramente inferiores a 1,00 dólar estadounidense por cada mil galones. Se han desarrollado cuatro tipos generales de tratamiento: destilación; acción de membrana (osmosis inversa); cristalización (congelación); reacción química (intercambio iónico). De los cuatro procesos, la destilación por los sistemas llamados "de corriente de vapor" o "de corriente de vapor con etapas múltiples" son, al parecer, los más prácticos desde el punto de vista de los costos de producción y de los volúmenes de producción sostenida.

58. La operación económica de todos los procesos se halla limitada por varios factores importantes: en primer lugar, todos los sistemas exigen grandes cantidades de energía (calor o electricidad) y los costos del combustible

son muy importantes; en segundo lugar, la corrosión puede limitar la operación continua de una planta; en tercer lugar, en el caso de la destilación, la formación de incrustaciones (depósitos químicos) en las tuberías disminuye las propiedades de transmisión de calor, y por consiguiente, aumenta las necesidades de combustible. -

59. Se han proyectado sistemas de destilación de corriente de vapor de gran magnitud, con costos de producción calculados en menos de 0,40 dólares estadounidenses por cada mil galones, en los que se pretende aprovechar nuevas innovaciones tecnológicas y economías

de escala. Dado que los costos de la energía constituyen una parte tan importante de los gastos operacionales de la desalación, se han propuesto sistemas de propósitos múltiples en conexión con industrias que producen grandes cantidades de calor como desecho (por ejemplo, generadores de energía eléctrica nucleares o con combustibles fósiles). Para una información fidedigna sobre los costos de la desalación en gran escala o de instalaciones de propósitos múltiples, habrá que esperar investigaciones más detalladas del funcionamiento de las plantas experimentales.