

Perspectivas del desarrollo de los recursos marinos en América Latina¹

A. INTRODUCCION

La presencia del continente americano en la historia de las exploraciones marítimas data de fines del siglo x, cuando navegantes vikingos alcanzaron las costas de lo que hoy es Canadá. Sin embargo, no es sino hasta la llegada de Cristóbal Colón a América en 1492 que se inicia verdaderamente un proceso sistemático de exploración, descubrimiento y utilización de los mares, océanos y grandes ríos de nuestro continente. Algunos de los hitos principales de dicho proceso son el descubrimiento del Océano Pacífico por Vasco Núñez de Balboa en 1513, el descubrimiento y navegación del Orinoco, del Amazonas, del Río de la Plata y del Estrecho de Magallanes en los primeros veinte años del siglo xvi.

Más tarde, la presencia de sabios europeos en nuestro continente, como Charles Darwin y Alexander Humboldt, entre otros, contribuyó mucho a adelantar el conocimiento de la geografía física, la geología y la paleontología de las costas del Atlántico y el Pacífico Sur. No podríamos dejar de recordar que Humboldt identificó la gran corriente submarina de aguas frías que recorre la costa occidental de América del Sur y que lleva su nombre.

Entre los siglos xvi y xx, los océanos de nuestro continente han servido principalmente como vía de navegación para el comercio exterior y para llevar a cabo diversas actividades de pesca artesanal e industrial. En 1980, las perspectivas de exploración y uso económico de los océanos en América Latina adquieren dimensiones considerablemente más significativas a la luz de las siguientes realidades:

a) La posibilidad de que los recursos de las aguas, suelo y subsuelo marinos, puedan contribuir en forma decisiva al aumento de

¹Conferencia presentada el Jueves 6 de Marzo de 1980 ante OCEANEXPO, Bordeaux, Francia (4ª Exposición Internacional sobre la Explotación de los Océanos). El presente artículo representa la opinión personal del autor y no necesariamente la del Banco Interamericano de Desarrollo, donde éste trabaja.

la oferta mundial de alimentos, petróleo, gas natural y minerales, para atenuar la inminente escasez de esos alimentos, que se generalizará antes de fines del presente siglo.

b) La necesidad que tienen los países de América Latina de hacer uso de todo su potencial de recursos explotables para satisfacer sus propios requerimientos de consumo y de crecimiento económico, así como para aumentar el volumen y el grado de diversificación de sus exportaciones.

Cuando pensamos en los diversos usos económicos de los mares, no podemos dejar de reconocer que en América Latina aún se deberá hacer mucho en los próximos años para desarrollar adecuadamente diversos sectores convencionales, tales como la navegación marítima, la construcción naval, la infraestructura portuaria y de protección costera, la construcción de oleoductos y gasoductos, así como de plataformas marítimas para la exploración y explotación "aguas-afuera" de petróleo y gas.

En el vasto campo de la energía no convencional, aún nada se ha hecho para aprovechar la energía mareomotriz, el potencial energético de las olas, ni la energía contenida en la gradiente térmica de los océanos.

En el futuro inmediato, los países de América Latina van a continuar desarrollando los sectores convencionales mencionados y, en el futuro distante, explotarán sin duda esas nuevas formas de energía y emprenderán otras actividades consideradas hoy como no convencionales, tales como el cultivo de peces y algas en "granjas marinas" y la obtención de metales a partir de sus soluciones en el agua de mar mediante procesos químicos ya identificados.

Dado que debemos limitar la extensión del presente trabajo, conviene que concentremos nuestra atención en las perspectivas de desarrollo de ciertos recursos marinos cuya explotación va a demandar en los próximos veinte años considerables aportes de recursos financieros, tecnológicos y capacidad empresarial, a saber:

- a) El desarrollo de los recursos pesqueros.
- b) La explotación de petróleo y gas en la plataforma continental.
- c) La minería submarina de los nódulos polimetálicos.

En primer lugar, nos parece necesario situar el análisis en su contexto jurídico. Con tal fin, conviene examinar brevemente la participación de los países de América Latina en los esfuerzos que se han llevado a cabo para la formulación de un moderno Derecho del Mar.

B. AMERICA LATINA Y EL DERECHO DEL MAR

Pese a que existe la convicción generalizada de que las necesidades mundiales de alimentos, energía y materias primas básicas no po-

drán satisfacer en el futuro sin recurrir a la explotación económica de los océanos, asimismo se tiene la certeza de que si esta actividad fuera a ser llevada a cabo conforme a los viejos principios de la libertad de los mares, vigentes desde el siglo xvii, se terminaría por afectar negativamente, y quizás de una manera irreversible, la sobrevivencia de diversas especies marinas, el equilibrio biológico y ecológico de los océanos y los derechos de la totalidad de los miembros de la comunidad internacional a usufructuar de los beneficios derivados de la utilización económica de los recursos marinos.

Es por las razones indicadas que más de 150 naciones miembros de la Organización de las Naciones Unidas (onu) se han comprometido a establecer un moderno sistema jurídico que regule de una manera justa y equitativa los derechos y obligaciones recíprocas de todos los estados con respecto a las nuevas formas de utilización de los océanos.

Con dicho propósito, la Asamblea General de la onu convocó en 1973 la Tercera Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Derecho del Mar, que desde entonces ha estado avanzando gradualmente, y no sin dificultades, en la formulación del referido sistema jurídico, sobre la base de lo establecido en la "declaración de principios", resolución 2749 (xxv), del 17 de diciembre de 1970.

Según la citada resolución, los fondos marinos y oceánicos y su subsuelo, fuera de los límites de la jurisdicción nacional de cualquier estado, así como sus recursos, son patrimonio común de la humanidad. Dicha zona (en adelante, la "zona internacional"), no puede estar sujeta a apropiación por medio alguno por estados ni personas, naturales o jurídicas, y ningún estado podrá reivindicarla ni ejercer derechos soberanos sobre parte alguna de ella. Adicionalmente, la zona internacional estará abierta a la utilización exclusivamente para fines pacíficos por todos los estados, y la exploración y explotación de sus recursos deberán hacerse en beneficio de toda la humanidad, independientemente de la ubicación de los estados y prestando consideración especial a los intereses y necesidades de los países en desarrollo. Para la aplicación de estos principios, la citada declaración anunció el establecimiento de un régimen internacional que debería prever, entre otras disposiciones, el aprovechamiento ordenado, libre de riesgos, y la administración racional de la zona internacional y de sus recursos, la ampliación de las oportunidades de utilizarlos, y la garantía de una participación equitativa de todos los estados en los beneficios que deriven de su aprovechamiento².

Los países latinoamericanos han participado activamente en las negociaciones conducentes a la elaboración del futuro régimen in-

²Biggs, G., Referencia 1, p. 302.

ternacional sobre la utilización de los océanos. Ya en 1952, la Declaración de Santiago, suscrita por Chile, Perú y Ecuador consagró, por primera vez, el interés de un grupo de países costeros por establecer su jurisdicción sobre la zona marítima de 200 millas de extensión. Posteriormente, la Cancillería chilena elaboró en 1970 el concepto de "mar patrimonial", que fue incluido en la Declaración de Santo Domingo, del 9 de junio de 1972³, y que ha dado origen a la noción moderna de "zona económica exclusiva", según la cual, el estado ribereño ejerce soberanía exclusiva sobre los recursos vivos y no vivos, renovables y no renovables, existentes en el espacio marítimo, suelo y subsuelo adyacente al mar territorial hasta una distancia máxima de 200 millas de la costa.

Cabe precisar que de los 23 países latinoamericanos que hoy reclaman jurisdicción sobre una zona marítima de 200 millas, 7 reivindican dicha zona como "mar territorial"⁴, vale decir, como la prolongación de sus respectivos territorios, dentro de la cual desean ejercer una soberanía absoluta. El resto de los países latinoamericanos, reivindican el concepto de "zona económica exclusiva", al igual que la mayoría de los países de las Naciones Unidas.

Teniendo en cuenta las restricciones de espacio que nos impone este trabajo, nos limitaremos a señalar que la Conferencia sobre el Derecho del Mar ha concentrado sus esfuerzos en la búsqueda de consenso sobre el mar territorial de 12 millas, la zona económica exclusiva de 200 millas, la delimitación de la plataforma continental, y la elaboración de un régimen jurídico que regule las actividades de exploración y explotación de los recursos marinos vivos y minerales fuera de los límites de la jurisdicción nacional de los estados costeros (en la llamada zona internacional), que garantizaría la participación equitativa de todos los estados costeros y mediterráneos en los beneficios que deriven de su aprovechamiento.

La prevención de la contaminación de los océanos, la protección de las especies marinas amenazadas de extinción, las actividades de investigación científica y la transferencia de tecnología relacionada con la explotación de los recursos marinos constituyen, entre otros, los restantes aspectos de mayor interés que están siendo examinados en la Tercera Conferencia sobre el Derecho del Mar.

C. EL DESARROLLO DE LOS RECURSOS DE LA PESCA EN AMERICA LATINA

La pesca mundial representó en 1980 unos 75 millones de toneladas⁵. Los países de América Latina contribuyeron a dicha captura

³Tello, M., Referencia 15, p. 175.

⁴Argentina, Brasil, Ecuador, El Salvador, Panamá, Perú y Uruguay.

⁵FAO, Ref. 3, p. 5.

aproximadamente con un 10%, vale decir con una pesca del orden de 7.5 millones de toneladas. De acuerdo a las mejores estimaciones disponibles, Perú (con 2.5 millones de toneladas anuales), Chile (1.8), México (1.1), Brasil (0.8), Argentina (0.6), Ecuador (0.2), Venezuela (0.15), Uruguay (0.1) y Panamá (0.1), son los principales países pesqueros de la región⁶. Los dos países indicados en primer término figuran entre los diez principales países pesqueros del mundo.

Del total capturado anualmente en América Latina, sólo un 30% se consume en la propia región como alimento; el saldo representa el volumen exportado a los países industrializados, principalmente bajo la forma de harina de pescado para consumo animal.

Resulta paradójal comprobar que mientras la harina de pescado exportada se utiliza fundamentalmente como alimento para aves y ganado porcino en los países industrializados, los habitantes de América Latina disponen de una dieta alimenticia deficitaria en más de 2 millones de toneladas de proteína de origen animal. Dicho déficit equivale a unos 20 millones de toneladas de pescado comestible u otras carnes⁷.

Considerando que los recursos pesqueros aún no aprovechados y susceptibles de utilización en América Latina podrían alcanzar a unos 8 millones de toneladas anuales⁸, mientras la industria pesquera mundial tendría que duplicar el volumen de captura anual para satisfacer la demanda en el año 2000, la industria latinoamericana dispondría, en la propia región, de recursos pesqueros suficientes para duplicar su propio nivel de captura anual mucho antes de dicha fecha.

Ante la perspectiva de duplicar la pesca anual en los próximos veinte años, es de extrema importancia adoptar métodos y técnicas de pesca que permitan preservar diversas especies valiosas que se encuentran amenazadas por excesivo esfuerzo de captura, tales como la ballena, el atún tropical, el camarón de México y Centroamérica, y la anchoveta del Perú, entre otras.

Es evidente que la mayor captura debiera concentrarse en los recursos que aún se encuentran sub-utilizados, tales como diversas especies "mesopelágicas", los "cefalópodos demersales" y el "krill",

⁶Cifras estimadas por el autor sobre la base de datos de FAO, *op. cit.*, p. 7, e informaciones proporcionadas por el señor Julio Luna, experto pesquero latinoamericano.

⁷Luna, Julio, Ref. 2, p. 1.

⁸Luna, Julio, documento aún no publicado. La cifra indicada se refiere solamente a especies cuya biomasa puede estimarse sobre la base de antecedentes fidedignos. Por esta razón, no incluye otras especies cuya utilización económica aún se encuentra bajo estudio, como el "krill" antártico (pequeño crustáceo de 3 a 4 centímetros de longitud), cuya eventual captura podría representar varias decenas de millones de toneladas/año.

así como en una pesca más racional de los recursos pelágicos y demersales en las zonas costeras de alta productividad. En América Latina, las aguas frías con mayor densidad de fitoplancton y zooplancton son las que predominan en las costas del Pacífico, en México y en América del Sur (Chile y Perú) y del Atlántico Sur (Argentina, Uruguay y sur del Brasil).

Cabe distinguir tres grandes categorías de inversión necesarias, a saber:

a) En proyectos pesqueros con organización de tipo cooperativo y tecnología predominantemente costera, orientados hacia el abastecimiento de productos de consumo humano directo. Esta clase de proyectos requiere embarcaciones menores, útiles de pesca sencillos, capacidad frigorífica y crédito para capital de trabajo. Su eventual financiamiento podría llevarse a cabo con recursos domésticos, principalmente de origen público, y con créditos de organismos internacionales.

b) En proyectos industriales, con organización empresarial privada o mixta y tecnología avanzada, orientados hacia la pesca en gran escala, de especies semiscosteras o de alta mar. Esta clase de actividades requiere flotas modernas, plantas industriales, equipos y sistemas de comercialización, centros de investigación y capacitación. Dada su elevada rentabilidad económica, esta clase de proyectos se presta para el financiamiento privado, nacional e internacional. Los créditos de bancos comerciales y, sobre todo, la inversión en capital accionario de las empresas parecen ser los medios más adecuados.

c) En proyectos de infraestructura, tales como puertos pesqueros, frigoríficos, e instalaciones y equipos para la investigación y capacitación. Esta clase de proyectos se presta bien para el financiamiento público, tanto nacional como internacional.

Si se adopta la cifra de 8 millones de toneladas —que parece algo conservadora—, como límite inferior del aumento potencial de la capacidad de captura de la industria pesquera latinoamericana en los próximos 15 años, y como una estimación algo más optimista, la cifra de 12 millones de toneladas para los próximos 20 años, podemos estimar que el orden de magnitud de las inversiones sería entre 320 y 360 millones de us dólares por año, según se indica en el cuadro siguiente:

Incremento total de capacidad, millones/ton.	Tiempo requerido (años)	Relación media capital/producto (us\$/ton.)	Inversión total necesaria (us\$)	Inversión anual (us\$/año)
8	15	600	$4,8 \times 10^9$	320×10^6
12	20	600	$7,2 \times 10^9$	360×10^6

En síntesis, considerando: a) el potencial global de los recursos pesqueros latinoamericanos, que podría ser mayor que el que se ha venido estimando convencionalmente; b) la alta productividad relativa de las aguas frías (en función de su gran contenido de nutrientes, plancton y oxígeno) que predominan en las corrientes de Humboldt, Malvinas, de la costa occidental de México y en las aguas subantárticas adyacentes a las costas de América del Sur; la creciente capacidad tecnológica y empresarial de los principales países de la región; d) el grado de sub-utilización de una amplia variedad de recursos explotables en aguas latinoamericanas; e) el hecho que el "habitat" natural de más del 96% de los recursos vivos explotables es la zona de aguas costeras dentro de las 200 millas⁹; y f) la inminente consagración por las Naciones Unidas del derecho de los estados costeros a usufructuar de una "zona económica exclusiva" de 200 millas, nos encontramos con un conjunto de factores extremadamente favorables para promover un desarrollo moderno y dinámico de la industria pesquera latinoamericana en los próximos diez años.

Las principales restricciones de un desarrollo pesquero como el esbozado serán: a) la ausencia de normas sobre métodos de captura, períodos de veda y otras medidas destinadas a preservar diversas especies marinas dentro de los límites de su potencial de reproducción biológica; b) la lenta adopción de tecnologías, métodos de conservación y de comercialización que estimulen el uso de ciertas especies, no para fines de alimentación animal en los países industrializados, sino para el consumo humano en la propia región; c) la escasez y la falta de desarrollo de instituciones sectoriales públicas y empresas privadas, capaces de concebir y elaborar proyectos adecuados y de administrar racionalmente su ejecución y operación; y d) la necesidad de controlar la contaminación química, bacteriana, térmica y la provocada por la presencia de residuos de petróleo en los océanos.

D. PERSPECTIVAS DE DESARROLLO DE LOS RECURSOS PETROLIFEROS SUBMARINOS EN AMERICA LATINA

La mayor parte de los recursos de petróleo y de gas natural explotados hasta el presente, han sido encontrados en depósitos sedimentarios de origen marino, que datan principalmente del Terciario y del Mesozoico.

Las acumulaciones más importantes de sedimentos marinos se encuentran en los márgenes continentales —tanto en los actuales como en los que prevalecían en otras épocas geológicas— especial-

⁹FAO, *op. cit.*, p. 6.

mente en la plataforma y en el talud continental. En estas regiones submarinas el espesor de los sedimentos es sustancialmente mayor que el de los encontrados en diversas regiones hoy no sumergidas de los continentes.

Aun cuando ya en 1923 se extraía petróleo de pozos situados en el lago Maracaibo, en Venezuela, la verdadera exploración "costa-afuera" no comenzó sino en 1947 en los yacimientos situados en el Golfo de México, frente al Estado de Louisiana, Estados Unidos.

La exploración y explotación de hidrocarburos de los sedimentos de la plataforma continental se han acelerado sustancialmente en años recientes y, en especial, desde que en 1973 el creciente precio del petróleo ha venido convirtiendo en económicas muchas de esas operaciones. En 1979, más del 19% de la producción mundial de petróleo provino de yacimientos submarinos situados en las plataformas continentales¹⁰.

Diversas proyecciones indican que, en 1985, posiblemente entre el 40% y el 50% de la producción mundial de petróleo provendrá de yacimientos submarinos. Se espera que el incremento en la producción de gas natural de esa proveniencia sea aún mayor¹¹.

De acuerdo con la evidencia geológica y geofísica disponible acerca de las diversas cuencas sedimentarias existentes, las áreas con posibilidades petrolíferas en América Latina tienen una extensión total de 12.7 millones de kilómetros cuadrados, lo que representa cerca del 20% del área que cuenta con dichas posibilidades en todo el mundo¹². Como ilustración del orden de magnitud del "área favorable" latinoamericana, cabe señalar que es casi exactamente el doble del área correspondiente a los Estados Unidos (6.3 millones de Km.²) y más de cuatro veces mayor que la del Medio Oriente (3.1 millones de Km.²). Del área favorable latinoamericana, más de 2,3 millones de kilómetros cuadrados están situados en la plataforma continental.

En fuerte contraste con la importancia de sus posibilidades petrolíferas, la producción latinoamericana, que sólo representa el 9% del petróleo y el 10% del gas producido en el mundo, y especialmente la actividad exploratoria en dicha región son aún extremadamente reducidas. En efecto, mientras en los Estados Unidos se habían perforado cerca de 482.000 pozos con fines de exploración

¹⁰H. D. Hedberg, Ref. 4, p. 298.

¹¹Wang y McKelvey, Ref. 5, p. 229.

¹²Grossling B., Ref. 7, p. 5, cuadro 1. Las denominadas "áreas favorables", incluyen las cuencas sedimentarias situadas en el continente, así como los depósitos sedimentarios submarinos ubicados sobre la plataforma continental hasta una profundidad de aguas de 200 m. No incluyen, por lo tanto, los sedimentos situados en el talud ni en la elevación continental, ni en las fosas ni fondos oceánicos.

hasta 1975, cifra que representa un 75% del total perforado en el mundo con ese mismo fin, en América Latina sólo se habían perforado hasta esa misma fecha, cerca de 14.000 pozos de exploración, vale decir, poco más del 2% del total mundial¹³. Una alta proporción de dichos pozos (más del 50%), corresponde a la actividad de exploración llevada a cabo en los yacimientos de Venezuela, México y Argentina, vale decir los países latinoamericanos con más larga tradición petrolera.

La escasa exploración petrolífera llevada a cabo en América Latina queda aún más en evidencia al comparar las 505 cuadrillas-meses asignadas a actividades de investigación sísmicas en las cuencas continentales de la región en 1976, y las 54 cuadrillas-meses asignadas a investigación sísmica "costa-afuera", con las cifras correspondientes a los Estados Unidos en el mismo año, que ascendieron a 2.843 en investigación sísmica continental y 296 "costa-afuera". En ese mismo año, mientras en América Latina se perforaron 439 pozos exploratorios, en los Estados Unidos se perforaron 9.234 pozos con el mismo fin¹⁴.

Mientras en América Latina los gastos anuales efectuados en actividades geofísicas vinculadas con la exploración petrolífera durante el período 1967-1976 alcanzaron un promedio equivalente a 116 millones de dólares, en los Estados Unidos el promedio correspondiente ascendió a 331 millones de dólares¹⁵.

Las observaciones anteriores, pueden extenderse igualmente a las actividades de perforación y desarrollo de los yacimientos existentes. En efecto, mientras en América Latina se habían perforado hasta 1975 un total de cien mil pozos de exploración y explotación, lo que representa escasamente un 3% del total perforado en el mundo hasta la misma fecha, en los Estados Unidos se habían perforado hasta esa misma fecha más de 2.425.000 pozos, cifra que representa el 75% del total acumulado mundial¹⁶.

El cuadro de la página siguiente resume las principales comparaciones realizadas.

Podemos entonces concluir que Estados Unidos, con sólo el 10% del área favorable para la ocurrencia de petróleo, concentra casi el 75% de los pozos perforados con fines de exploración en el mundo, en tanto que América Latina, que dispone de cerca del 20% del área disponible, ha perforado sólo el 2,2% de los pozos exploratorios. En términos de densidad de pozos de exploración perforados

¹³Grossling B., Ref. 7, p. 8.

¹⁴Grossling, B., Ref. 8, pp. 13-16.

¹⁵Cálculos efectuados por el autor sobre la base de datos obtenidos de la Ref. 8, pp. 13-16.

¹⁶Grossling, B., Ref. 7, p. 6.

CUADRO COMPARATIVO DE ACTIVIDADES DE EXPLORACION PETROLIFERA EN ESTADOS UNIDOS Y AMERICA LATINA

	Area favorable millones de kms ²	Pozos exploratorios perforados hasta 1975	Densidad de pozos de exploración por cada km ² de área favorable
Estados Unidos	6,3 (10%)	482.000 (74,7%)	0,0765
América Latina	12,7 (20%)	14.000 (2,2%)	0,0011
Total mundial	62,7 (100%)	645.500 (100%)	0,0103

por cada kilómetro cuadrado de área favorable disponible, Estados Unidos exhibe un índice que es 7,4 veces mayor que el promedio mundial, y casi 70 veces mayor que el correspondiente a América Latina.

De lo anterior se desprende que el potencial petrolífero de América Latina, medido por la extensión de sus cuencas sedimentarias continentales y submarinas, se encuentra evidentemente subexplorado y probablemente subexplotado. Se estima que de todos los recursos de petróleo que podrían ser recuperables en el mundo, entre un 13 y un 16% se encontrarían en dicha región. La estimación de la cantidad última recuperable (EUR) en América Latina está comprendido entre 490 y 1.225×10^9 barriles de petróleo y entre 2.450 y 6.370×10^{12} pies cúbicos de gas¹⁷.

Para tener un orden de magnitud de las inversiones que requeriría el gradual desarrollo del interesante potencial petrolífero de América Latina y, en particular, el de sus eventuales yacimientos "costa-afuera", nos hemos propuesto evaluar el costo de un programa hipotético de exploración y explotación compatible con la importancia de la extensa área favorable para la ocurrencia de petróleo y gas en la región. Dicho programa tiene los siguientes objetivos y requerimientos:

a) *Producción*: Extraer de yacimientos "costa-afuera" de 7 a 9 millones de barriles de petróleo diarios en 1990, vale decir, un volumen que representaría entre el 15% y el 20% de la producción mundial "costa-afuera" que se estima obtener en ese año¹⁸. Dicha cifra no parece exagerada, considerando que solamente México estima poder producir ya en 1982 un volumen de 4.0 millones de barriles diarios, a partir de un "área favorable" de 690.000 kilómetros cuadrados en el continente y de 440.000 kilómetros cuadrados en la plataforma continental.

¹⁷Grossling, B., Ref. 9, p. 29.

¹⁸Ver nota 11. Hemos estimado que en 1990 el 40% del petróleo producido

b) *Actividades de investigación geofísica*: Cuadruplicar el gasto anual promedio correspondiente al período 1968-1976. En forma conservadora, podemos asignar el 50% de ese mayor gasto anual a actividades geofísicas "costa afuera".

c) *Perforación exploratoria*: Perforar 4.000 pozos de exploración por año (una cifra que representa algo menos del 50% de los pozos que se perforan anualmente en los Estados Unidos con el mismo fin). En forma conservadora, podemos estimar que entre el 25% y el 50% de los 4.000 pozos serán perforados "costa afuera", vale decir, entre 1.000 y 2.000 pozos anuales.

El costo anual de dicho programa estaría comprendido entre 6.9 y 11.6 mil millones de dólares, según se indica en el cuadro siguiente:

	Número pozos/año	Costo por Pozo (us\$)	Costo de capital (us\$/barril/día)	Costos anuales us\$
1. Actividades geofísicas, gastos anuales				0,6 x 10 ⁹
2. Perforación de pozos de exploración	1.000-2.000	4 x 10 ⁶ 19		4-8 x 10 ⁹
3. Desarrollo de nuevos yacimientos "costa-afuera" (Producción: 7-9 x 10 ⁹ barriles diarios en 1990)			3.250 ²⁰	2,3-3 x 10 ⁹
4. Costo anual del Programa 1980-1990, orden de magnitud				6,9-11,6 x 10 ⁹

Puede apreciarse que el orden de magnitud del costo anual del programa está fuertemente determinado por el costo de perforación de cada pozo exploratorio. En efecto, aún cuando la meta de producción indicada fuera pospuesta para el año 2000, manteniendo la misma meta de perforación, vale decir, 1.000-2.000 pozos exploratorios por año, los costos anuales del programa —que dicho

en el mundo provendrá de yacimientos submarinos, vale decir, unos 46 x 10⁹ barriles diarios. La estimación del total de petróleo a producir en 1990, vale decir, 5 x 10⁹ toneladas, la hemos obtenido de la publicación "Facing the future", ocdp, París, 1979, p. 26.

¹⁹Wang y McKelvey, Ref. 5, p. 245. Valor corregido a dólares de 1980.

²⁰Brondel, G., "Offshore oil and gas", Ref. 11, p. 103. Valor corregido a dólares de 1980.

sea de paso, sería considerablemente menos ambicioso que el primero—, aún representarían entre 5.8 y 10.1×10^9 dólares.

Cabe indicar que las inversiones que sería necesario efectuar en el desarrollo de los recursos petrolíferos submarinos en América Latina, representarían 1,2 y el 1,7% del producto bruto de la región en 1990²¹, lo que no parece desmedido, si se considera que, de acuerdo a estimaciones de la OCDE, las inversiones regionales en recursos energéticos deberían representar alrededor del 6% anual de dicho producto en los próximos años²².

Numerosos expertos consideran que las áreas que ofrecen posibilidades más favorables para la ocurrencia de petróleo en América Latina son —además de los yacimientos conocidos en Venezuela, México y otros países—, la Cuenca del Caribe y la plataforma continental frente a Argentina. Tomando en cuenta que ésta es cuatro veces más extensa que la correspondiente plataforma atlántica de los Estados Unidos, que el espesor de sus sedimentos es también mayor que los de esta última, y que dos de sus cinco cuencas sedimentarias identificadas son actualmente productoras de petróleo y gas en el continente, puede estimarse que su potencial recuperable de hidrocarburos sería, por lo menos cuatro veces mayor que el de aquélla y, en consecuencia, podría estar comprendido entre 40 y 200×10^9 barriles equivalentes²³.

E. MINERÍA SUBMARINA DE NÓDULOS POLIMETÁLICOS

La presencia de nódulos de óxido de manganeso (o nódulos polimetálicos) en los fondos oceánicos fue detectada hace algo más de un siglo en la expedición que llevó a cabo el buque "Challenger" (1872-1876). En la primera mitad del presente siglo, diversas exploraciones oceanográficas han comprobado la ocurrencia de dichos nódulos en el Pacífico, Atlántico e Índico, y estudiado sus características con fines científicos. Es solamente a contar de 1960 que se comenzó a considerar a los nódulos de manganeso como la mayor y más excepcional reserva conocida de minerales situados en yacimientos submarinos.

Desde entonces, los referidos nódulos han sido objeto de diversas investigaciones destinadas a determinar su distribución geográfica, composición química y posible valor económico. En 1980, ya no cabe duda alguna que dichos nódulos están llamados a constituirse en los próximos años en una fuente importante de suministro de cobre, níquel, cobalto, manganeso, molibdeno y otros metales.

²¹Según cálculos del autor, suponiendo que el producto regional crezca a un promedio de 5% anual en los próximos diez años.

²²OCDE, *op. cit.*, nota 18.

²³Grossling, B., Ref. 9, p. 31.

La composición química y las características físicas de los nódulos varían considerablemente, no solamente de una localización a otra, sino también dentro de un mismo nódulo. En general, están compuestos principalmente de óxidos de manganeso y de hierro, pero en diversos lugares son también ricos en níquel, cobre, cobalto y molibdeno, de allí que también se les designe como nódulos polimetálicos.

Los nódulos son de tamaño variable, aunque generalmente su diámetro está comprendido entre 1 y 25 cm., con un promedio de alrededor de cinco cm. Ocasionalmente pueden encontrarse placas de nódulos cuyas longitudes exceden 1 m., como los que se han recuperado desde una profundidad de 5.200 m. en la fosa de las Filipinas y cuyo peso ha fluctuado en torno a los 750 kg.

Entre los mayores depósitos de nódulos polimetálicos conocidos se consideran como los más favorables —tanto por su elevada concentración en nódulos, como por el contenido metálico de los mismos— aquellos que se extienden en la dirección este-oeste, a lo ancho del Pacífico, desde las costas de América Central hasta fosa Mariana, al norte de la línea ecuatorial; y desde la fosa Perú-Chile hasta la fosa Tonga, al sur de dicha línea²⁴. La profundidad en las mencionadas regiones del Pacífico varía entre 4.500 y 6.000 m. (Ver Gráfico 1).

Diversos autores estiman que el Pacífico podría contener entre 90×10^9 y $1,7 \times 10^{12}$ toneladas de nódulos²⁵. Sin embargo, la cantidad económicamente recuperable, dadas las características químicas de los nódulos, su abundancia relativa por unidad de superficie en los fondos oceánicos y sus posibilidades de extracción por medios mecánicos sería considerablemente inferior. En general, se estima que se requiere una concentración mínima de 7 a 8 kg. de nódulos por cada m² de fondo oceánico y un contenido mínimo (combinado) de cobre y níquel superior a 1,8% para que un gran yacimiento de nódulos sea considerado económicamente atractivo²⁶.

Desde hace algunos años, varios consorcios nacionales e internacionales han venido estudiando la factibilidad comercial de iniciar operaciones de minería submarina de los nódulos polimetálicos. Por otra parte, desde 1973, la Tercera Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Derecho del Mar intenta establecer las condiciones que regularán la exploración y explotación de los nódulos fuera de los límites de la jurisdicción nacional de los estados ribereños. En especial, dicha Conferencia estudia actualmente las medidas que será necesario adoptar para evitar que una creciente oferta adicional de

²⁴Wang y McKelvey, Ref. 5, p. 263.

²⁵Wang y McKelvey, Ref. 5, p. 263.

²⁶Wang y McKelvey, Ref. 5, p. 265. En las Refs. 13, p. 3, y 14, p. 748, McKelvey utiliza el valor de 1,8%_b en la Ref. 5, utiliza 2%.

los metales obtenidos de los nódulos pueda desorganizar severamente los respectivos mercados mundiales y perjudicar a los actuales países productores, muchos de los cuales se encuentran en vías de desarrollo.

El Gráfico II muestra la localización geográfica y extensión de las áreas del noroeste del Pacífico ecuatorial, situadas entre las zonas de fractura Clarion y Clipperton, en las cuales los nódulos contienen más de 1,8% de cobre y níquel. Los tres rectángulos señalan la posición de sendos sitios ya escogidos por diversos consorcios para comenzar operaciones de minería presumiblemente dentro de los próximos cinco años²⁷. Cabe destacar que los tres sitios indicados se encuentran localizados en la "zona internacional" y, por lo tanto, su explotación estaría sujeta a las disposiciones que al respecto serán eventualmente acordadas por los estados miembros de las Naciones Unidas en la Tercera Conferencia sobre el Derecho del Mar.

El área Clarion-Clipperton tiene una extensión total de 2,5 millones de km² y, de acuerdo con la información disponible, alrededor del 50% de la misma podría contener nódulos en concentraciones superiores a 5 kg/m² y cercanas a 12 kg/m² como promedio. Bajo la hipótesis de que solamente el 20% de los nódulos fuera recuperable mediante la actual tecnología de extracción y que su contenido de humedad sea de 30%, dicha área contendría alrededor de $2,1 \times 10^9$ toneladas de nódulos potencialmente recuperables, con un tenor medio de 25% de manganeso, 1,3% níquel, 1% cobre, 0,22% cobalto y 0,05% molibdeno²⁸. Al comparar los contenidos metálicos de dichos nódulos con las reservas mundiales conocidas en los respectivos yacimientos terrestres, se deduce que son equivalentes al 50% de las reservas de níquel, al 4% de las de cobre, al 320% de las de cobalto y al 30% de las de manganeso²⁹.

Se estima que el potencial del área Clarion-Clipperton podría ser suficiente para que 27 operaciones mineras simultáneas pudieran producir, en conjunto, un promedio de 75 millones de toneladas anuales de nódulos durante 25 años³⁰.

Es imposible anticipar el momento a contar del cual dicho potencial productivo va a ser desarrollado completamente, pero estimamos que ello no ocurrirá en el presente siglo. Todo hace suponer que solamente unos 4 ó 5 consorcios estarán en condiciones de iniciar operaciones comerciales de minería a contar de 1985, cada uno produciendo alrededor de 3 millones de toneladas anuales

²⁷McKelvey y otros autores, Ref. 14, p. 749.

²⁸McKelvey, V. E., Ref. 13, p. 3.

²⁹McKelvey, V. E., Ref. 13, p. 3.

³⁰McKelvey y otros autores, Ref. 14, p. 747.

de nódulos. Si nuestros supuestos fueran correctos, en 1990 podría disponerse de una producción anual comprendida entre 12 y 15 millones de toneladas anuales de nódulos³¹. Un nivel de producción de ese orden representaría los siguientes tonelajes anuales de metales:

	Contenido metálico %	Producción miles ton/año ³²	Consumo estimado del mundo occidental en 1990 miles ton/año ³³	Producción/ consumo %
Cobre	1	120 a 150	11.300	1,06 a 1,33
Níquel	1,3	156 a 195	1.130	13,80 a 17,30
Cobalto	0,22	26 a 33	40	65 a 82,50
Molibdeno	0,05	6 a 7,5	150	4 a 5
Manganeso	25	3.000 a 3.750	—	—

Es difícil evaluar el impacto económico que tendrá esta futura actividad minera y metalúrgica ya que, entre otros factores, será función de la fecha y de los volúmenes iniciales de producción, de su tasa de crecimiento en los primeros 5-10 años y, sobre todo, del comportamiento de la demanda mundial de metales frente a la mayor oferta adicional y a las posibles reducciones de sus respectivos precios.

Si la industria comienza en 1985 produciendo un volumen moderado de nódulos (alrededor de 10 millones de toneladas) y va expandiendo gradualmente sus operaciones a un ritmo similar al del crecimiento de la demanda de los metales (e.g.: cobre y níquel, al 6% anual), es probable que no se produzcan efectos negativos sobre los mercados con excepción del de cobalto que, de acuerdo a nuestros cálculos, se aproximaría a su saturación desde los primeros años de operación de esta industria.

Alternativamente, para considerar los efectos posibles de un más rápido desarrollo de la industria extractiva y metalúrgica de los nódulos de manganeso, hemos preparado el cuadro siguiente que supone un volumen de producción de 50 millones de toneladas de nódulos (¿en el año 2.000?) y un crecimiento de la demanda de cobre y níquel, a razón de 6% anual, y de cobalto y molibdeno, a

³¹Blissenbach, E., Ref. 11, p. 85, adopta supuestos similares y llega a resultados comparables a los nuestros en términos de la relación producción/consumo para cobre y níquel. La relación que obtiene para el cobalto es solamente 25%. No menciona al molibdeno.

³²Se supone un rendimiento teórico de 100% en el proceso metalúrgico.

³³Cálculos del autor, sobre la base de datos de John L. Mero, Ref. 11, p. 78 y estimaciones de tasas de crecimiento del consumo mencionadas en Wang y McKelvey, Ref. 5, p. 260.

razón de 5% anual³⁴. Dicho volumen de producción podría alcanzarse mediante unas 17 operaciones mineras (a razón de 3 millones de toneladas anuales cada una) en el área de Clarion-Clipperton lo que, como ya hemos indicado, está en el terreno de lo factible.

IMPACTO SOBRE LOS MERCADOS MUNDIALES DE METALES DE UNA PRODUCCION AGREGADA DE 50×10^6 TON/AÑO DE NODULOS PROVENIENTE DE CLARION-CLIPPERTON (¿AÑO 2.000?)

	Contenido metálico %	Producción anual de metales a partir de 50×10^6 ton/año de nódulos (En miles de ton/año)	Consumo estimado del mundo occidental, año 2000 (En miles de ton/año)	Producción/consumo %
Manganeso	25	12,500	—	—
Cobre	1	500	20,200	2,5
Níquel	1,3	650	2,030	32
Cobalto	0,22	110	65	169
Molibdeno	0,55	25	240	10,4

Como puede apreciarse, el metal más afectado sería el cobalto. La producción de origen oceánico sería casi el doble de la demanda mundial. Su precio tendería a aproximarse al costo de producción, vale decir, a unos 25 centavos de dólar la libra³⁵. El precio del níquel también se vería fuertemente reducido, aunque no de manera tan drástica como el del cobalto. El mercado del cobre, con una demanda 10 veces superior a la del níquel, no parece enfrentar riesgos serios de desorganización, si se da el supuesto de crecimiento de su demanda en torno al 6% anual. Tampoco prevenido problemas en el mercado de molibdeno, dado su escaso contenido porcentual en los nódulos y el crecimiento previsible de su demanda. Es casi imposible hacer una predicción con respecto al manganeso, ya que todo parece indicar que este metal será producido, mediante procesos de recuperación secundaria, a partir de una fracción de los nódulos residuales (procesados previamente para obtener los metales ya indicados).

En todo caso, cabe precisar que las cifras indicadas son teóricas, y solamente pretenden dar órdenes de magnitud, ya que no contemplan que la explotación de nódulos pueda llevarse a cabo con menores contenidos metálicos que los indicados, ni tampoco con-

³⁴Ver nota 33.

³⁵Según la hipótesis de John L. Mero, Ref. 11, p. 78.

sideran los menores rendimientos reales de recuperación que se obtienen en los procesos metalúrgicos, los que varían entre 40 y 90%, dependiendo de la tecnología empleada.

Los países productores eventualmente afectados en América Latina serían, en cada caso, los siguientes:

a) Cobalto: Cuba (produce alrededor de 1.700 toneladas anuales, que representan cerca del 6% de la producción mundial).

b) Níquel: Cuba (produce alrededor de 40.000 toneladas anuales, que representan algo menos del 6% de la producción mundial). Además, República Dominicana, Brasil y Colombia.

c) Cobre: Chile (produjo 1 millón de toneladas en 1978), 16% de la producción mundial, Perú, México, Bolivia, Nicaragua, Haití, Cuba y los futuros nuevos productores, entre ellos, Panamá y Argentina.

d) Molibdeno: Chile (produjo 10.800 tons. en 1977, 13% de la producción mundial); Perú, México.

e) Manganeso: Brasil (produjo 2,4 millones de tons. en 1973, cerca del 13% de la producción mundial); México, Chile, Argentina, Perú, Bolivia, Guayana y Trinidad-Tobago.

f) Vanadio: Chile (produjo 1.000 toneladas en 1973); Venezuela (?).

g) Platino: Colombia, Brasil, Chile, Costa Rica, El Salvador, México, Panamá, Uruguay y Venezuela.

A la luz de los antecedentes expuestos, conviene que los países latinoamericanos afectados, adopten un conjunto de estrategias complementarias, a saber:

a) Que continúen defendiendo el poder adquisitivo de sus materias primas en la Tercera Conferencia sobre el Derecho del Mar y en otros foros. Todo parece indicar que si se logra regular internacionalmente la expansión de la producción de níquel a partir de los nódulos oceánicos, de modo que ésta no sobrepase el ritmo de crecimiento de su respectiva demanda, los precios de los restantes metales, salvo quizás el del cobalto, no se verían afectados en forma significativa.

b) Que contribuyan a evitar que la minería de los nódulos se inicie y desarrolle en forma unilateral en la zona internacional, fuera del marco jurídico que eventualmente proporcionará la Ley sobre el Derecho del Mar. Deberán continuar abogando por que los beneficios que se deriven de dicha actividad, más allá de los límites de la jurisdicción nacional de cualquier estado, se repartan equitativamente entre todos los países miembros de la comunidad internacional.

c) Que inicien a la brevedad posible, los estudios, investigaciones y exploraciones destinadas a hacer posible la participación de sus propias empresas nacionales, estatales, privadas o mixtas —posiblemente en consorcio con empresas multinacionales—, en la minería de los nódulos oceánicos.

En particular, Chile y Perú, por la especial configuración de su plataforma y su talud continental, que descienden abruptamente a profundidades comprendidas entre 4 y 5 mil metros a pocos kilómetros de sus costas disponen, según las evidencias ya citadas, de condiciones favorables para iniciar a corto plazo este tipo de operaciones, con el beneficio adicional de que las mismas podrían llevarse a cabo dentro de su zona económica exclusiva de 200 millas. Estas operaciones no sólo no estarían sujetas a las incertidumbres y posibles represalias internacionales de tipo jurídico (aparentemente uno de los obstáculos que han impedido hasta el presente que las empresas de los países industrializados hayan comenzado a operar unilateralmente en la zona internacional), sino que, además, se beneficiarían de la amplia experiencia minera y metalúrgica con que cuentan los mencionados países. Por añadidura, cabe indicar que ambos poseen vastas costas desérticas, donde se podrían instalar las respectivas plantas procesadoras, a corta distancia de transporte marítimo de los yacimientos de nódulos.

Chile y Perú disponen, dentro de sus respectivas zonas económicas exclusivas de 200 millas, entre los paralelos 3º y 31º, latitud Sur, de un área de 995.000 km²³⁶. En general, y dada la especial configuración geológica y tectónica de sus márgenes continentales, se trata de una zona de aguas muy profundas, condición aparentemente necesaria para la formación abundante de los nódulos polimetalícos. (Ver Gráfico III).

Dicha área equivale al 40% de la zona Clarion-Clipperton, analizada previamente. Cada uno de los países mencionados podría estudiar la factibilidad de establecer, dentro de sus aguas patrimoniales, un sitio de minería comercial a partir de nueve a diez posibles sitios diferentes de 50.000 km². cada uno³⁷.

De acuerdo a nuestras estimaciones, una operación frente a las costas de Chile o Perú, con capacidad para extraer y procesar tres millones de toneladas anuales de nódulos, requeriría una inversión del orden de 600 millones de dólares y tendría costos operacionales de aproximadamente 220 millones de dólares anuales³⁸.

A los precios prevalecientes en los mercados de metales, un pro-

³⁶Según cálculos del autor.

³⁷Según cálculos del autor.

³⁸Estimaciones del autor sobre la base de datos de Erich Blissenbach, Ref. 11, p. 84, y de John L. Mero, Ref. 11, p. 78. Valores corregidos a dólares de 1980.

yecto como el indicado podría generar beneficios suficientes para recuperar la inversión inicial en los tres primeros años de operación³⁹.

F. CONCLUSIONES

Hemos evaluado el orden de magnitud de las inversiones y ciertas condiciones adicionales requeridas para que los países de América Latina puedan acelerar en los próximos años la explotación moderna de sus recursos marinos.

Creemos posible que la región, antes de 1995, pudiera estar en condiciones de duplicar su actual volumen anual de pesca; de suministrar entre un 15 y un 20% del petróleo proveniente de yacimientos submarinos en el mundo, y de convertirse en una región pionera en el desarrollo de la minería y el procesamiento de los nódulos polimetálicos.

Si bien las inversiones anuales necesarias son significativas, ya que representarían alrededor del 2% del producto bruto de la región, estimamos que las restricciones más serias que deberán superar los países latinoamericanos para alcanzar dichas metas en forma simultánea, serán la necesidad de desarrollar políticas nacionales y regionales coherentes que estimulen la investigación, la capacitación y el desarrollo de los sectores mencionados, pero que, a la vez, contemplen la necesidad de mantener el medio ambiente marino libre de toda contaminación y, dentro de él, a las especies vivas fuera del peligro de sobre explotación.

Es necesario darle libre curso al impulso dinámico de la extracción y la comercialización de los recursos marinos renovables y no renovables en el contexto empresarial. Sin embargo, es imprescindible que, al mismo tiempo, las políticas globales velen por la protección adecuada de los equilibrios biológicos y ecológicos prevalentes en los mares desde épocas geológicas inmemoriales.

Creemos, como Jacques Yves Cousteau⁴⁰, que el destino que nos depara el mar va a depender de la dosis de racionalidad con que abordemos su uso, en ésta y en las próximas generaciones: o será la fuente generosa que permitirá, mediante el cultivo de sus algas y de sus peces, alimentar a una población varias veces superior a la actual y suministrarnos recursos energéticos y minerales en cantidades prácticamente ilimitadas, o se convertirá en la gran fosa inerte donde habrán terminado para siempre las esperanzas de sobrevivencia de la especie humana.

³⁹Según estimaciones del autor y precios de los metales publicados en el Wall Street Journal durante febrero de 1980.

⁴⁰Jacques Yves Cousteau, "Man and the Sea", Ref. 11, pp. 20-21.

... Formulemos votos porque América Latina cumpla la tarea que le corresponde en esta nueva era de las exploraciones y explotaciones marítimas. Los países de la región ya han tenido oportunidad de expresar su convicción profunda de que la vieja noción de la libertad de los mares ha sucumbido ante las necesidades y los desafíos de la época moderna. Solamente la aceptación del concepto de que el mar es el patrimonio común de la humanidad puede conducirnos a adoptar, por consenso, políticas marítimas más responsables y equitativas.

REFERENCIAS

1. Biggs, Gonzalo, "Explotación minera de los océanos: impacto sobre América Latina y urgencia de una política regional", publicado en la Revista Foro Internacional de El Colegio de México, 1976.
2. Luna, Julio, "América Latina y su potencial pesquero. Perspectivas y Tareas", Departamento de Análisis de Proyectos, Banco Interamericano de Desarrollo.
3. FAO, "World Fisheries and the Law of the Sea", 1979.
4. H. D. Hedberg, J. D. Moody y R. M. Hedberg, "Petroleum prospects of the deep offshore", publicado en The American Association of Petroleum Geologists Bulletin. Vol. 63, Nº 3, marzo 1979.
5. Wang F. y McKelvey V. E., "Marine mineral resources", publicado en "World Mineral Supplies", Elsevier Scientific Publishing Co., 1976.
6. McKelvey V. E. y Wang F., "World subsea mineral resources", u.s. Geological Survey, 1969.
7. Grossling, Bernardo, "The petroleum exploration challenge with respect to the developing nations", presentado ante la Conferencia sobre oferta futura de petróleo y gas, Laxembourg, Austria, julio 1976.
8. Grossling, Bernardo, "A long-range outlook of world petroleum prospects", presentado ante el subcomité sobre Energía del Congreso de los Estados Unidos, 1978.
10. Grossling, Bernardo, "Brief on Reforma Campeche's (Mexico) Petroleum Prospects", u.s. Geological Survey, 1978.
11. Varios autores, "Technology assessment and the oceans", conjunto de trabajos presentados ante la Conferencia que, con el mismo título, se llevó a cabo en Mónaco, octubre 1975.
12. Hedberg D. Hollis, "Continental margins from viewpoint of the petroleum geologist", Bulletin of the American Association of Petroleum Geologists, Vol. 54, Nº 1, enero 1970.
13. McKelvey, V. E., "Potential subsea mineral resources", u.s. Geological Survey, 1980.
14. McKelvey, V. E., Wright N. y Rowland R., "Manganese nodule resources in the Northeastern Equatorial Pacific", u.s. Geological Survey, 1979.
15. Tello, Manuel, "México y el régimen del mar", Secretaría de Relaciones Exteriores, México D. F., 1974.

GRÁFICOS

GRÁFICO I

"World subsea mineral resources", V. E. McKelvey y F. Wang, Ref. 6, pág. 11.

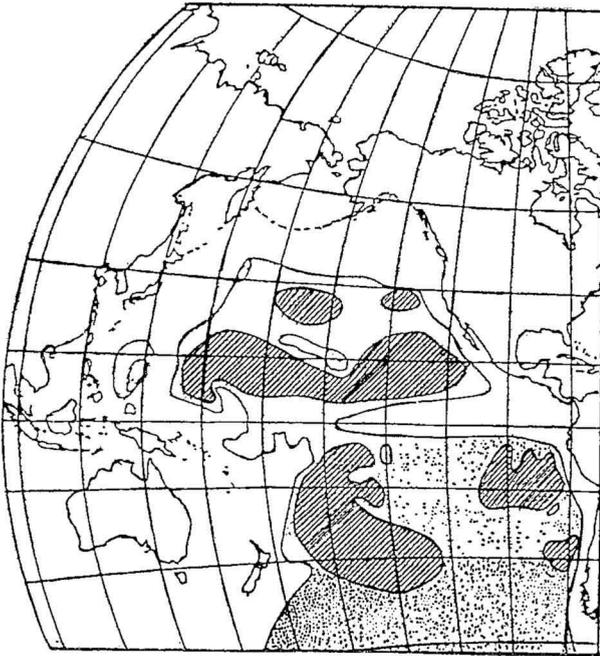


Figure 6. Generalized regional variations in abundance of manganese-oxide nodules on the surface of the sea loor in the Pacific (Skormyakova and Andrushchenko, in Strakov and others, 1968, p. 128). Nodules are absent or sparse in blank areas and where present may be small or consist of films or coatings of oxides on other materials. They may cover as much as 20 percent of the bottom in stippled areas, and 20 to 50 percent of the bottom or more in ruled areas. Although the outlines of these provinces are generally consistent with the available data, bottom photographs and samples are not sufficient to infer continuity or absence of nodules in any given area.

GRÁFICO II

"Manganese nodules resources in the Northeastern Equatorial Pacific", V. E. McKelvey y otros autores, Ref. 14, pág. 749.

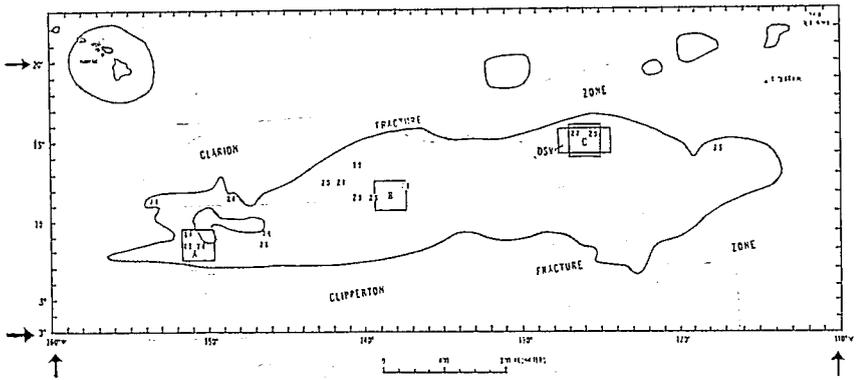


Fig. 1. Areas in the northeastern equatorial Pacific in which manganese nodules contain more than 1.8 percent nickel plus copper. The numbers represent the average percent nickel plus copper of samples in one-degree squares where analyses are available at five or more station (See Table 1). The rectangles outlines the Deepsea Ventures, Incorporated (DSV) "claim" and the DOMES sites (A, B, and C).

GRÁFICO III

"Continental margins from viewpoint of the petroleum geologist", Hollis D. Hedberg, Ref. 12, pág. 171.

Los cortes AA' y BB' muestran la profundidad a que se produce el encuentro del talud continental con el fondo oceánico frente a la costa chilena a las latitudes sur 27° y 36°, respectivamente. El mismo aro indica la posición del eje de la fosa Perú-Chile.

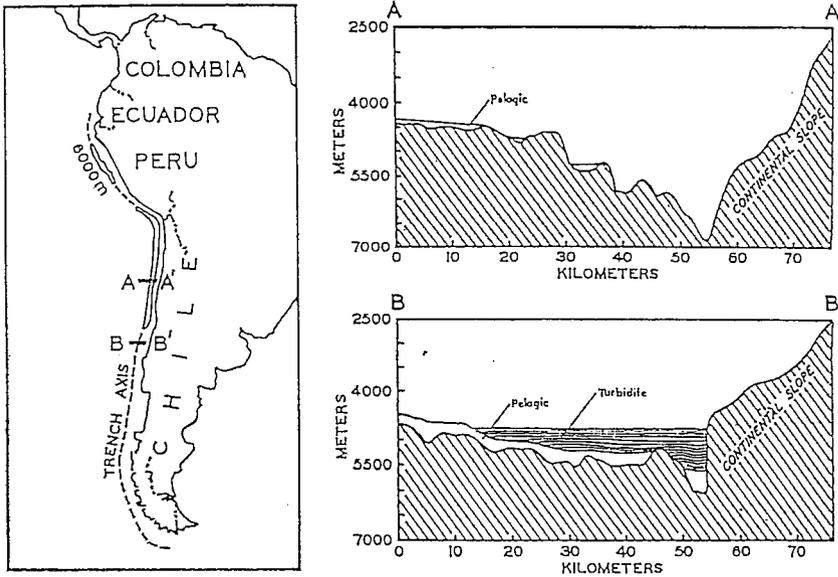


Fig. 16. Perú-Chile Trench (redrawn from Scholl *et al.*, 1968b, Figs. 1, 2, p. 869-870). A-A', Seismic reflection profile across trench at about 27° lat. B-B', Seismic reflection profile across trench at about 36° lat. Vertical exaggeration about 8-1. Northern part of trench lacks sedimentary fill; southern part is partly filled with sediments.