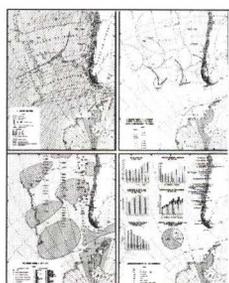


RECURSOS MINERALES OCEANICOS Y AREAS POTENCIALES DE LA ZEE DE CHILE

Su exploración y formación de recursos humanos.

Hernán Vergara Cortés *



Como es sabido, Chile cuenta con una gran Zona Económica Exclusiva (ZEE) de 4.264.560 kms². Si se la compara con la superficie del territorio continental, resulta ser más de cinco veces

mayor. Es en este espacio marino donde coexisten cordilleras submarinas, una de las fosas más extensas, cordones volcánicos y grandes llanuras abisales.

No hay un conocimiento pleno acerca de los recursos minerales en nuestra área de responsabilidad jurídica. Hasta ahora sólo podemos hablar de recursos potenciales porque se han muestreado en un área con latitud, longitud y profundidad conocida, pero no se sabe aún si son explotables con provecho económico. Faltan elementos de juicio para su mejor evaluación que, entre otros, son el precio a futuro de los metales, el costo de las nuevas tecnologías y la cubrición de los prospectos específicos.

Minerales potenciales y áreas de interés económico para explorar en la ZEE.

De acuerdo a la información batimétrica, geológica, geofísica y geoquímica que se posee de la ZEE chilena, habría varios sectores potencialmente importantes (véase figura) y que de norte a sur son los siguientes:

a) Fosforitas marinas: es una roca sedimentaria de importancia económica por su alto contenido de fosfato (P₂O₅). Se explota para su uso como fertilizante (80%), pero también como fuente de fósforo para detergentes (~7,5%) y para la producción de otros alimentos (9%). El 3,5% restante se usa para plastificar, como aditivo de la gasolina, en metalurgia como desoxidante y para muchos otros productos. Como subproducto se puede extraer también uranio y vanadio. En las fosforitas el contenido de tierras raras es también de importancia económica potencial.

Las áreas de interés potenciales respecto de este recurso se encuentran asociados al margen continental, ligado al proceso de surgencia de aguas frías profundas ricas en contenido de nutrientes. Los sectores son:

- *Península de Mejillones*: estudios efectuados por la Corporación de Fomento (CORFO) han evidenciado la existencia de un depósito de fosfatos cuya eventual continuidad con la plataforma submarina del sector hace interesante esa área. El depósito continental se encuentra en un graben que contiene 56x106 toneladas de mineral con una ley entre 6 y 7% de fosfato.

- *Cuenca de Caldera*: estudios efectuados por la CORFO revelan la existencia de un depósito continental de fosfatos con una ley media de 18% de P₂O₅ en un horizonte de 1 metro de espesor con nódulos y carbonatos. En bahía Inglesa se han encontrado restos fosfáticos en la playa con un diá-

* Profesor, Instituto de Oceanología, Universidad de Valparaíso.

metro de 50 cms. y una ley de 18%. Considerando que el graben de bahía Inglesa constituye la prolongación hacia el norte del graben de Caldera, cabe suponer que bajo aguas someras (1-50 m.) se podría hallar el horizonte fosfático de 1 m. de espesor que ya se reconoció en el graben.

b) *Sulfuros polimetálicos hidrotermales*: son depósitos de origen hidrotermal que se hallan a lo largo de la zona de fractura de las dorsales o cordilleras meso-oceánicas, con altas velocidades de separación. Estas chimeneas alcanzan alturas muchas veces superiores a 30 metros. Aunque a la fecha no se ha muestreado sistemáticamente ningún depósito, el programa alemán Geometep realizó tres cruces exploratorios en la Dorsal del Pacífico Oriental o East Pacific Rise, al norte y sur de isla de Pascua, donde se han fotografiado y muestreado chimeneas y fumarolas negras de alta temperatura a la profundidad de 2.550 mts. Por inferencia de tales estudios los posibles yacimientos podrían contener 300 a 500 gramos por tonelada de plata, 5 a 10 gramos por tonelada de oro, 10 a 20% de zinc, 5 a 10% de plomo y 1 a 10% de cobre [Flückiger y Valenzuela⁽¹⁾].

- Nódulos de manganeso: se encuentran cubriendo grandes áreas del lecho marino. Son los recursos minerales oceánicos más estudiados. El manganeso es un elemento de gran importancia en la fabricación de aceros y los países industrializados del mundo occidental y oriental dependen en gran medida de los recursos de manganeso extranjero. Los depósitos de mayor interés comercial se encuentran a profundidades entre 4.000 y 5.500 metros, a razón de 10 a 25 kgs. por metro cuadrados, con un contenido de Ni+Cu+Co sobre 2,5%. En Chile se conocen los siguientes sectores:

- *Alrededor de isla Róbinson Crusoe*, a 3.820 metros de profundidad. Se muestreó

un campo de nódulos de 4 a 5 kgs./m², con una ley combinada de Ni+Co+Cu = 0,87%.

- *En el sector que bordea el flanco oceánico de la fosa*, a la latitud de la desembocadura del río Loa, a 4.332 metros de profundidad. Se muestreó un campo con un contenido de Cu+Ni de 1,38%.

d) *Costras ricas en manganeso*: se encuentran adheridas a la superficie rocosa de montes submarinos. Los depósitos de mayor ley se ubican a profundidades entre 1.000 y 2.000 mts. Las costras típicas tienen leyes de 0,65% de cobalto, 0,45% de níquel, menos de 0,1% de cobre, 20 a 25% de manganeso y algunas décimas de gramo de platino por tonelada. Un yacimiento hipotéticamente explotable debería tener costras de 4 a 5 cms. de espesor, con 0,8 a 1% de cobalto, 0,5 a 0,7% de níquel, menos de 0,1% de cobre, 20 a 25% de manganeso y 0,3 a 0,7 gramos de platino por tonelada.

El área chilena más promisoría parece ser el cordón volcánico del cual forman parte las islas Salas y Gómez, San Félix y San Ambrosio y, en segundo lugar, las cuencas sedimentarias que rodean a isla de Pascua, que contienen costras ricas en cobalto. El contenido metálico de los primeros es bajo en cuanto a Cu+Ni (0,25 a 0,30%), pero es relativamente interesante en cuanto a manganeso (10%).

Impacto de la minería oceánica sobre la terrestre.

Flückiger y Valenzuela¹, para determinar el impacto en la minería terrestre de la posible explotación de minerales submarinos, construyeron la Tabla adjunta, basada en una serie de estimaciones y supuestos extraídos de los antecedentes disponibles a la fecha². Ella muestra la producción mundial de cobre, manganeso, zinc, níquel, cobalto,

1 M. Flückiger y E. Valenzuela (1994); "Impacto de la minería submarina en la producción minera de Chile". En: Actas del VII Congreso Geológico Chileno, Universidad de Concepción, volumen 1, pp. 286-289.

2 John W. Pada (1990); "Commercial recovery of deep seabed manganese nodules: twenty years of accomplishment". Marine Mining, volumen 9, pp. 87-103.

TABLA 1.- IMPACTO DE LA MINERÍA SUBMARINA EN LA MINERÍA TERRESTRE.

	MINERÍA TERRESTRE			MINERÍA SUBMARINA								
	Prod. mundial de 1992 en miles de ton de metal contenido	Tasa de crecimiento 1992-2000. %	Prod. Mundial estimada al año 2000 en miles ton de metal contenido	Proyecto de explotación de nódulos a razón de 3 millones de ton. al año.			Proyecto de explotación de costras a razón de 1x10 ton. al año.			Proyecto de explotación de sulfuros a razón de 1.5x10 ton. al año.		
				Ley de mineral %	Prod. en miles ton. de metal contenido.	% prod. del año 2000	Ley de mineral %	Prod. en miles ton. de metal contenido	% prod. del año 2000	Ley de mineral %	Prod. en miles ton. de metal contenido	% prod. del año 2000
COBRE	9.725	1.5	11.000	1	30	0.3	-	-	-	5	75	0.7
MANGANESO	9.225	-	9.255	25	750	8.1	22	220	2.4	-	-	-
ZINC	7.217	1.5	8.130	-	-	-	-	-	-	15	225	2.7
NIQUEL	834	1.5	940	1.3	39	4.2	0.6	6	0.6	-	-	-
COBALTO	28	1	30	0.22	6.6	22	0.9	9	30	-	-	-
PLATA	14	1.5	16	-	-	-	-	-	-	400+	0.6	3.8
PLATINO	0.29	0.5	0.3	-	-	-	0.5+	0	0	-	-	-

+gr/ton.

plata y platino del año 1992 y se hace una estimación de las perspectivas de producción para el año 2000. Se presume que un proyecto de explotación de nódulos operaría a razón de 3 millones de toneladas de mineral al año, uno de costras de manganeso a razón de 1 millón de toneladas al año y una de sulfuros a razón de 1,5 millones de toneladas al año. También se asume una recuperación de 100% de metal extraído. Las posibles leyes del mineral a explotar se basan en los antecedentes disponibles en la literatura científica.²⁻³

Del análisis de la Tabla se concluye que la explotación de nódulos y costras de manganeso hacia el año 2000 tendría un impacto muy fuerte en el mercado del cobalto, un impacto menor en el mercado del manganeso y del níquel y un impacto muy poco relevante en el mercado del cobre. Actualmente la explotación de sulfuros polimetálicos tendría un impacto muy poco significativo en los mercados mundiales, los que se encuentran muy bien abastecidos desde fuentes terrestres de cobre, zinc y plata.

Teniendo en cuenta que hacia el año 2000 las estimaciones de producción de cobre por parte de Chile serán del orden de 3 millones de toneladas, un proyecto de explotación de nódulos de manganeso produciría el equivalente al 1% de la producción

nacional de cobre y un proyecto de sulfuros polimetálicos un 2,5%.

En un análisis a más largo plazo, debe tomarse en consideración que las técnicas de exploración e investigación científica de los fondos marinos están en permanente perfeccionamiento, por lo que es razonable pronosticar el descubrimiento de nuevos yacimientos, algunos de ellos con mejores leyes o bien mezclados con otros metales de los encontrados a la fecha. En un futuro cercano no se desecha la posibilidad de mayor demanda de otros metales, lo que unido al desarrollo de nuevas tecnologías de extracción y procesamiento, podría hacer rentable la minería de los fondos marinos. Esto es de importancia para aquellos países altamente dependientes de la importación de metales.

¿Cómo se ha llegado a conocer el lecho marino chileno?

Respecto al conocimiento de los fondos marinos, Chile constituye una paradoja: con un maritorio tan extenso, 5 veces mayor que su territorio, y sin una actividad programada en geología ni geofísica marina, es uno de los países latinoamericanos que mayor información tiene respecto a sus fondos marinos ¿La razón de ello? En este maritorio se hallan una gran variedad de ras-

3 Charles J. Johnson, Allen L. Clark y James M. Otto (1985); "Pacific Ocean Minerals: The next twenty years", pp. 21-39. En: Pacific Minerals Resources: Physical, economic, legal issues. Charles J. Johnson y Allen L. Clark (editores).

gos geológicos que en otras partes del planeta se hallan diseminados. Como lo afirmara anteriormente, tenemos aglutinados en nuestra área de responsabilidad una extensa fosa submarina; cordones submarinos (uno de ellos intersecta al continente frente a la zona central y otro que se ha originado por distintas fuentes de magma); una cordillera activa que intersecta y se sumerge bajo el continente a la altura de la península de Taitao; un margen activo asociado a la surgencia en superficie de aguas más frías, ricas en nutrientes, que contribuyen a la formación de nuevos minerales; dos microplacas; cañones submarinos y extensas llanuras abisales (véase figura).

Esto ha traído como consecuencia que la actividad de investigación básica que han desarrollado instituciones universitarias y gubernamentales de varios países, iniciada en 1972 se intensificó especialmente en las décadas de los años 70 y 80. Los países que han efectuado investigaciones en la ZEE chilena entre 1972 y 1997 son, en orden decreciente, Estados Unidos 52 cruceros, Alemania 5, Italia 3, Reino Unido 3, Francia 1 y la ex Unión Soviética 1. El conocimiento de lo estudiado en nuestros fondos marinos está a buen nivel ya que unido a lo anterior, la información se ha diseminado rápidamente en congresos, revistas especializadas, Internet y correo electrónico y otros medios

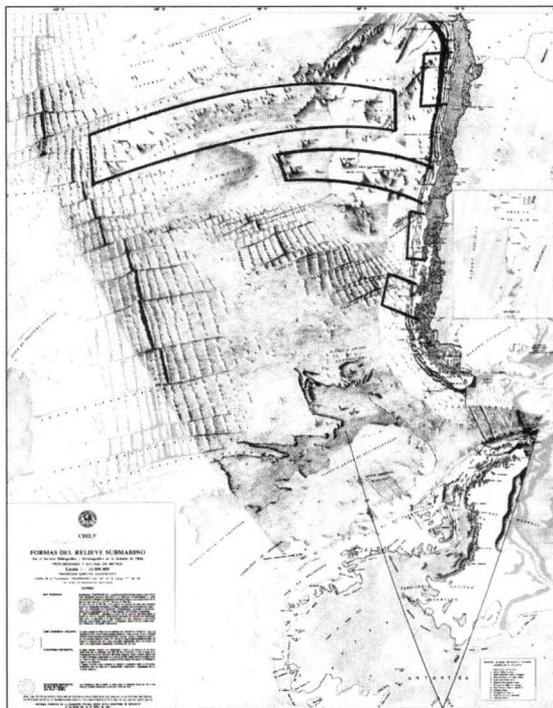
de publicación. En resumen, el conocimiento está al alcance de nosotros.

Progresión de la población mundial: futuras necesidades de minerales.

De acuerdo con las estadísticas de las Naciones Unidas, la población actual del mundo es de aproximadamente 5.800 millones de habitantes, pronosticándose un aumento a 9.800 millones para el año 2050, lo que significa que, en promedio, la población mundial se incrementará en 75 millones de personas al año durante los próximos 50 años.

En la actualidad, el consumo global anual de recursos minerales⁴ es de 3.500 millones de toneladas de carbón, 3 mil millones de toneladas de petróleo, 650 millones de toneladas de hierro y acero, 20 millones de toneladas de aluminio, 12 millones de toneladas de cobre, 900 mil toneladas de níquel y alrededor de 25 mil toneladas de cobalto. Gracias al consumo de estos recursos muchos de nosotros vivimos comfortable-

mente. Tal cual se mencionó anteriormente, la población continuará incrementándose y lo mismo sucederá con los métodos de vida. Ello implica que nos veremos enfrentados a un consumo cada vez mayor de recursos minerales como nunca antes lo hubo. En 1972, en el informe "Los límites del crecimiento", el Club de Roma afirmó que hay



Formas del relieve submarino.

de publicación. En resumen, el conocimiento está al alcance de nosotros.

4 T. Sakasegawa y K. Matsumoto (1997); "Deep sea manganese nodule mining". Marine Industrial Technology, Emerging Technology Series, volumen 1/97, pp. 1-18.

un límite en los recursos que la Tierra puede proporcionar; en consecuencia, el Hombre debería hacer esfuerzos por reciclar y conservar los productos. Como he explicado precedentemente estos recursos no sólo existen en tierra sino también en el lecho del mar. Al ritmo en que actualmente se explotan los recursos minerales en tierra, se estima que en el futuro cercano los necesitaremos para mantener los estándar de vida al cual el mundo está acostumbrado.

Formación de recursos humanos.

“Cuando el gobierno británico cedió el territorio de Michigan al final de la guerra estadounidense, lo hizo mostrando tan poco interés en él como si hubiera sido de puro granito, por lo que me atrevo a decir que ellos ignoraban que en el corazón de este territorio existía un campo de carbón de 30.720 kms², más grande que el más grande de la Gran Bretaña...”

Esta cita fue escrita el siglo pasado y corresponde a William Ernest Logan, primer director del Servicio Geológico de Canadá y es un ejemplo de la importancia del conocimiento de los recursos naturales existentes en una región o país para las decisiones que se toman a nivel gubernamental. Es probable que este ejemplo lo hallamos vivido en el transcurso de nuestra historia; que el desconocimiento de la potencialidad de las riquezas escondidas en el subsuelo continental nos haya llevado a situaciones similarmente desfavorables. Ojalá que ello no ocurriera con los fondos marinos.

No obstante, la necesidad de conocer los potenciales naturales no sólo debe satisfacer situaciones concretas como las antes señaladas y enmarcadas en litigios internacionales, sino también, y sin lugar a dudas, con mayor validez en diseñar una estrategia que simultáneamente con el cabal conocimiento de nuestros recursos minerales situados en el lecho marino, se ini-

cie la formación de nuevos especialistas, a la vez que se desarrolle la Geología Marina. La ley otorga esta responsabilidad a un organismo especializado, el Servicio Nacional de Geología y Minería, el que por falta de personal, y por ende la carencia de una política clara que proponer, no ha sido capaz de generar los recursos necesarios.

En el caso de Chile, se constata que sin la preparación de recursos humanos orientados específicamente a la Geología Marina y sin el empleo de los más avanzados equipos de muestreo, será muy difícil contribuir significativamente a la delimitación de cualquier yacimiento oceánico.

Una forma de acortar los tiempos perdidos, una forma viable es la unión con una nación con mayores medios y experiencia en este campo, contemplando, entre otros aspectos, la preparación de personal científico y técnico, tanto en el mar como en laboratorio, así como el análisis de parte de las muestras en Chile, a pesar que en el país hay buenos laboratorios mineros debido a la experiencia adquirida en la actividad minera terrestre. Esta forma de “joint venture” podría centralizarla alguna institución ya existente que, con los profesionales idóneos en la materia, actuara como contraparte internacional y, simultáneamente, como nexo con otras instituciones nacionales que proporcionen especialistas y equipamiento. Cada nación debe tener un servicio geológico nacional fuerte, adecuadamente dotado de profesionales y equipos. El postulado económico de la actividad minera oceánica cobra vigencia para Chile por el hecho histórico -y por lo tanto verdadero- que nuestro progreso material ha estado íntimamente vinculado a la disponibilidad de minerales que satisfagan las necesidades internacionales, fuente de generación de divisas para nuestra economía.

* * *