

Dr. Geólogo Leandro J. de los Hoyos

Consultor Minero

M.F.N. - 27

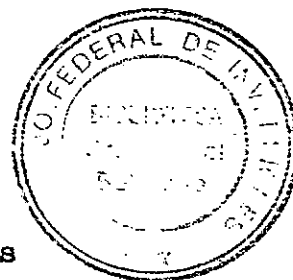
39613

I N F O R M E

LA SITUACION Y LA POTENCIALIDAD DE LA MINERIA EN
LA REGION PUNEÑA DE LA PROVINCIA DE CATAMARCA

-oOo-

Corresponde al Contrato de Prestación de Medios
suscrito con el CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES



O: 42222
H 265
H. 22232
O 322(?)

San Fernando del Valle de Catamarca
julio de 1993

INDICE

<u>Contenido</u>	<u>Página</u>
- INTRODUCCION	1
- CAPITULO I - ENCUADRAMIENTO ECONOMICO	
1. El Cuadro Internacional	4
2. El Cuadro Nacional	5
3. El Cuadro Provincial	7
- CAPITULO II - PANORAMICA DE LA INVESTIGACION Y LA NUEVA PRODUCCION MINERAS	
1. En el Orden Internacional	9
2. En el Orden Nacional	11
- CAPITULO III - PANORAMICA DE LOS MERCADOS	
1. Metales Preciosos	
1.1. Oro	17
1.2. Plata	23
2. Metales Básicos	
2.1. Cobre	27
2.2. Cinc	30
2.3. Plomo	35
2.4. Otros Metales	
2.4.1. Cadmio	37
2.4.2. Indio	39
3. Minerales y Rocas Industriales	41
3.1. Litio	42
3.2. Azufre	45
3.3. Boratos	50
3.4. Diatomita	54
3.5. Perlita	57
3.6. Sulfato de Sodio	61
3.7. Mármol Onix	63
- CAPITULO IV - INTRODUCCION A LA GEOLOGIA Y LA MINERALIZACION	
1. Generalidades	65
2. Ambiente Geográfico	65
3. Ambientes Geológicos y Mineralización	65
- CAPITULO V - LOS DEPOSITOS DE MINERALES METALIFEROS	
1. Area de Antofalla Este	69
2. Area de Diablillos	72
3. Area de la Sierra de Calalaste	74
4. Area del Cerro Galán (Laguna Diamante)	76
5. Area de La Borita	76
6. Comarca del Cerro Blanco	78
6.1. Area de La Hoyada	78

6.2. Area de Cerro Azul (Vernancia)	82
6.3. Area de Cueros de Purulla	84
6.4. Area de Cerro Chascón	86
7. Area de Tres Quebradas	86
8. Area de Río Don Segundo Este	87
9. Area de Río Don Segundo Oeste	89
10. Area de Valle Ancho	89
11. Area de Cazadero Grande Norte	91
12. Area de Cazadero Grande-Lampaya	91
13. Area de Los Aparejos	93
14. Area Incahuasi-San Antonito	95
- CAPITULO VI - LOS DEPOSITOS DE MINERALES Y ROCAS INDUSTRIALES	
1. Area del Salar del Hombre Muerto	98
2. Area del Salar de Antofalla	99
3. Depósitos de Azufre	100
3.1. Volcán del Azufre	101
3.2. Cerro Bayo	102
3.3. Dos Conos	104
3.4. Cerro Tipas	105
4. Depósitos de Boratos	106
5. Depósitos de Diatomita	107
6. Depósitos de Perlita	108
7. Depósitos de Sulfato de Sodio	108
8. Depósitos de Mármol Onix	109
- BIBLIOGRAFIA	112
- ANEXO GRAFICO	
- LAMINA I - Areas de Reserva de la Primera Selección	
- LAMINA II - Areas de Investigación Geológico-Minera de Catamarca	
- LAMINA III - Depósitos Epitermales de Metales Preciosos de los Andes Centrales de Perú, Bolivia, Argentina y Chile	
- LAMINA IV - Esquema Geológico del Noroeste - Ambientes Geológicos	
- LAMINA V - Geología de la Provincia de Catamarca	
- LAMINA VI - Area de Antofalla Este - Geología y Estructura	
- LAMINA VII - Area de Antofalla Este - Alteración y Mineralización	
- LAMINA VIII - Area de Antofalla Este - Sector Diseminado "Las Piritas"	
- LAMINA IX - Area de Diablillos - Geología	
- LAMINA X - Mapa del Depósito Calcáreo con Oxidados de Cobre del Sector de Mina Fénix - Area de Reserva n° 13, La Borita	
- LAMINA XI - Comarca de Cerro Blanco	
- LAMINA XII - Geología del Area de La Hoyada	
- LAMINA XIII - La Hoyada - Sectores Mineralizados	
- LAMINA XIV - Area de Cueros de Purulla - Mapa Geológico- Estructural del Sector Vega de Cueros	
- LAMINA XV - Mina Descubridora de Los Aparejos - Mapa Geológico Regional	

Dr. Geólogo Leandro J. de los Hoyos

Consultor Minero

C

- LAMINA XVI - Esquema Geológico del Salar del Hombre Muerto
- LAMINA XVII - Area de Cerro Bayo - Geología y Estimación de Recursos Geológicos

-0-

INTRODUCCION

El presente informe representa la documentación final elaborada en el marco del "Contrato de Prestación de Medios", suscrito entre el CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES y el autor, con vigencia de cuatro meses a partir del 1 de febrero de 1993.

La tarea abarcó a la Puna catamarqueña propiamente dicha, que es la parte austral de la Puna argentina y ocupa el departamento provincial de Antofagasta de la Sierra, y se la extendió a la más septentrional de la Cordillera Frontal, comarca occidental del departamento de Tinogasta, adoptando la denominación genérica de Región Puneña, pues ambas provincias geológicas merecen una consideración conjunta de sus perspectivas geológico-mineras en territorio catamarqueño y, por otra parte, la Cordillera Frontal tiene una serie de características físicas y geográficas semejantes a las de la Puna, sin contar que conviene tratar de la misma forma los aspectos económicos relacionados esencialmente con la infraestructura de la región considerada.

Al hacer referencia a la "situación" de la minería de Catamarca en ella, se ha pretendido encuadrarla tanto en el panorama provincial como en el nacional y el internacional. Y en lo que respecta a la "potencialidad", se ha descripto una cantidad relativamente amplia de depósitos y manifestaciones de minerales metalíferos y de minerales y rocas industriales, resumiendo en este solo documento la información que aparecía como más útil y que pudiera servir de base a las evaluaciones económicas que admite el actual grado de conocimiento que se posee de ellos.

Los trabajos principales realizados, y sus resultados, son estos:

1. Recopilación, análisis y selección de antecedentes

Se recogió información en la Secretaría de Minería de la Nación, el Centro de Investigación para las Industrias Minerales (CIIM-INTI), el Centro de Exploración NOA y el Centro de Exploración Salta, dependientes de esa Secretaría, con sedes en las ciudades de San Miguel de Tucumán y Salta, respectivamente, la Facultad de Ciencias Naturales e Instituto Miguel Lillo de la Universidad Nacional de Tucumán, la Facultad de Tecnología y Ciencias Aplicadas de la Universidad Nacional de Catamarca y las Direcciones Provinciales de Minería de Catamarca y Jujuy. La lista bibliográfica al final del informe es ilustrativa al respecto e incluye publicaciones que se ha debido consultar para conformar un texto coherente y completo.

2. Análisis de Mercados

Se ha empleado y comentado la información nacional e internacional más reciente disponible, cerrándola al 31 de mayo próximo pasado, que ha sido resumida en la medida que permitía la necesidad de contar con datos completos, que dieran la posibilidad de formarse una idea de la magnitud y condiciones de los mercados de las sustancias minerales existentes en la Región Puneña y de aquellas que pueden hallarse por sus características geológicas.

3. Los Proyectos Mineros

En la Región Puneña se ha puesto de manifiesto áreas promi-

sorias, cuyo grado de conocimiento es en general el de "áreas de interés", o prospectos si se prefiere, aunque en algunas de ellas se han hecho seguimientos exploratorios iniciales. Sobre esta base, la Provincia ha abierto el concurso de ofertas para la exploración, desarrollo y eventual explotación de los depósitos que se revelen como yacimientos, es decir, masas minerales que pueden explotarse con beneficio económico.

La actividad privada ha respondido presentando propuestas, de las cuales ha prosperado la referida a la exploración y desarrollo del depósito de litio del salar del Hombre Muerto, que se está llevando a cabo, a la vez que al cierre de este informe aún estaban en la etapa de negociaciones los proyectos Diablillos, Antofalla Este y La Hoyada.

Esto significa que la Provincia no ha encarado por sí misma la evaluación de la viabilidad de los proyectos potenciales representados por esas áreas y, obviamente, tampoco la formulación de los mismos, tareas cuya realización se ha ofrecido a empresas privadas.

Se estima que con este trabajo se ha reunido un cúmulo de información que permite orientar las expectativas de los eventuales inversionistas, señalándose las fuentes de la misma que pueden consultarse para ampliar la base que necesiten a fin de adoptar su decisión inicial de invertir en investigaciones más avanzadas.

4. Comentarios Generales

4.1. Sobre la Elaboración del Informe

Al elaborar este informe se ha tenido en cuenta: la necesidad de la Secretaría de Minería y la Dirección Provincial de Minería de completar su archivo, para pasar de ahí a integrar el Banco de Datos, y también la de disponer de una mayor cantidad de datos para, por un lado, estimar los problemas de la infraestructura que es preciso solucionar elementalmente para alentar el interés de los empresarios, entre los cuales se destaca ahora el de los accesos a algunas áreas mediante huellas mineras, y por el otro, presentar las posibilidades de la región, tanto en lo que respecta a los tipos de sustancias minerales como a la escala de las actividades que admitirían los depósitos minerales - grande, mediana o pequeña. Cabe aclarar que, cuando se hace referencia a la minería pequeña, no se piensa en una minería artesanal, sino en la que se sustentaría en depósitos de hasta 1,0 millón de toneladas de mineral, con un término medio de 300.000 toneladas de reservas, que admitirían operaciones de 100-200 t/día, según la duración óptima del proyecto.

En todo esto se ha actuado respondiendo a las iniciativas de los organismos provinciales mencionados y se ha contado en todo momento con su irrestricta colaboración.

Para evitar en alguna medida que la lectura del informe sea fatigosa, se ha distribuido la información en capítulos y temas que permitirían al lector seleccionar los que le sean particularmente interesantes.

4.2. Sobre el Contenido del Informe

De acuerdo con las características geológico-mineras de la Región Puneña y la potencialidad de los recursos minerales, a las que

hay que sumar las condiciones actuales y previsibles de los mercados, se estima que las perspectivas mejores son las que ofrecen:

- los depósitos epitermales de metales preciosos;
- los depósitos epitermales polimetálicos, portadores de metales preciosos;
- los depósitos de salmueras litíferas.

Hay otras sustancias minerales cuyos recursos aparecen como considerables y con mercados en expansión, entre las cuales se destacan los boratos, pero su prospectividad no es tan clara, porque son más sensibles a las condiciones de la infraestructura de la región y los costos que aún gravitan sobre el sector minero, especialmente los del transporte, lo que no significa descartarlas sino llamar la atención en cuanto a la situación que debería afrontar cualquier propósito de aprovecharlas.

Claro está que la pobreza de la infraestructura y los costos internos son problemas que afectan a todos los depósitos minerales, pero es un hecho que, al menos las grandes empresas, que se han mostrado especialmente interesadas en los minerales metalíferos mencionados y en el litio, están en disposición de hacer en sus proyectos provisiones destinadas a solucionarlos.

En otro orden de cosas, el autor ha estimado que para alcanzar los propósitos del informe era útil introducirse en el análisis de las perspectivas de la región, y de la Provincia, a partir de la consideración del cuadro económico general, para luego tratar de la investigación y la nueva producción mineras, en los órdenes interna - cional, nacional y provincial, de la situación y perspectivas de los mercados, de las características geológico-mineras generales de la región, de los depósitos de minerales metalíferos y de minerales y rocas industriales; de una lectura y análisis sencillos del mismo, seguramente se adquirirá una pauta del largo trecho que hay que recorrer para lograr que el desarrollo minero de la región esté en consonancia con su potencialidad, en otras palabras, que las expectativas deben proyectarse, como mínimo, al mediano plazo.

CAPITULO I - ENCUADRAMIENTO ECONOMICO

1. El Cuadro Internacional

El análisis de las perspectivas de la minería de la amplia región abarcada por este informe, obliga a comenzar por tomar en cuenta cuestiones referidas a la situación económica mundial y su evolución previsible, tanto en lo que respecta a los países ricos desarrollados, que insumen alrededor de las tres cuartas partes de los recursos del orbe, como a los países que están en vías de desarrollo.

En los informes del corriente año "World Economic Perspectives", del Fondo Monetario Internacional, y "Global Economic Prospects and the Developing Countries", del Banco Mundial (59) ambas instituciones coinciden en las excelentes perspectivas a mediano plazo de los países en desarrollo. Después de crecer más del 6,0% en 1992, las tasas de crecimiento previstas para nuestros países son del 5,0% en 1993 y 1994, y del 5,7% en 1995-1998, según el FMI. Para el BM, el crecimiento de los países en desarrollo se ha proyectado en un 4,7% anual para el período 1993-2002, en comparación con el 2,7% en 1982-1992.

El FMI señala que el mayor crecimiento está relacionado con: inflación baja previsible, balances fiscales estables, tasas de interés reales bajas aunque positivas, tipos de cambio competitivos y relativamente estables. A ello se agrega, inversiones más elevadas y eficientes, financiadas por altas tasas de ahorro interno, y fuerte incremento de las exportaciones, resultante del comercio dirigido al exterior y de políticas industriales que no establecen diferencias entre la producción para el mercado interno y para la exportación o entre la compra de bienes domésticos o extranjeros.

Por su parte, a través del economista "senior" D.C.Rao, el BM indica que el crecimiento en ese grupo de países será encabezado por Asia oriental, área en la que el PBI del conjunto aumentaría a razón del 7,3% anual y que en la actualidad tiene una producción que representa un cuarto de la del mundo en desarrollo, previéndose que a principios del próximo milenio alcance a un tercio de participación.

Para América Latina, la previsión de crecimiento es del 4,0% anual en los próximos diez años, lo que contrasta con la tasa de crecimiento del 1,9% en el período 1982-1992.

Las economías de Asia central y de Europa oriental se incrementarían a razón del 2,1% por año hasta el 2002.

Al menos en el corto plazo y de acuerdo con el FMI, las perspectivas son menos promisorias para la ex-URSS, que seguiría decreciendo por algunos años, mientras que los países europeos ex-socialistas volverían a crecer a partir de 1994.

Rao advierte que las previsiones del BM suponen que se mantendrá la recuperación de todas las grandes economías en 1994, con un crecimiento del 2,9%, aunque le preocupa la posibilidad grande de un crecimiento más lento, especialmente si la deflación de precios de los activos y la fragilidad financiera continúan limitando la demanda. Para los años 1993 y 1994, respectivamente, el crecimiento de los países más desarrollados, en cuanto a su PBI, tendría estos in-

dices: EE.UU., 3,2 y 3,2%; Japón, 1,3 y 3,5%; Alemania, -2,0 y 1,2%; Francia, 0,0 y 2,3%; Italia, 0,3 y 1,9%; Gran Bretaña, 1,4 y 3,1%, y Canadá, 3,2 y 4,4%; en el conjunto, 1,7 y 2,9%.

En los países de Europa oriental y la ex-URSS, el PBI disminuiría un 8,8% en 1993 y 1,6% en 1994.

La inflación prevista por el FMI para el grupo de países en desarrollo es del 33,6% en 1993 y del 20% en 1994; en los países industrializados, del 3,0% en 1993 y 1994, y en aquellos de Europa oriental y la ex-URSS, de 416% en 1993, bajando al 50% en 1994.

Esta información expone con claridad, por un lado, hacia que áreas - mercados - habría que dirigir la atención para tratar de establecer lazos comerciales crecientes, y por el otro, los condicionamientos que tienen varias de las hipótesis formuladas.

2. El Cuadro Nacional

En lo que respecta al ámbito nacional, para elaborar el presupuesto del año 1993, se previó un crecimiento del PBI del 4,5%, por debajo del 6,0% de los años 1991 y 1992, aunque desde el Ministerio de Economía se ha expresado que podría lograrse en 1993 un nivel semejante al de esos años. En cambio, el economista consultor M.A. Broda (58) ha estimado que el PBI crecerá entre 2,5 y 3,0% durante el corriente año, aunque ha previsto para la industria un crecimiento del 1,0%, ya que algunas ramas y empresas prosperarán y otras no.

La Fundación de Investigaciones Económicas Latinoamericanas (FIEL) ha estimado que la economía podrá crecer a razón del 1,0% anual durante 1993 y 1994, tasa que se remontaría al 4,0% con posterioridad y sólo a partir del año 2.000 comenzaría un crecimiento sostenido, (19).

Nudler (38) comenta las previsiones de la consultora Alpha, la que vaticina para 1993 un crecimiento del 5,0%, para el bienio 1994-1995 un índice anual del 5,7% y para el período 1996-1998 uno del 6,3%. De un producto bruto del año 1992 de \$ 226.549 millones, se pasaría a \$ 237.876 millones en 1993, \$ 258.601 millones/año en 1994-1995 y \$ 300.682 millones/año en el período 1996-1998.

El rubro minas y canteras crecería un 2,0% en 1993, 3,0% anual en 1994-1995 y 4,0%/año en 1996-98.

Alpha no espera modificación alguna de la paridad del dólar pero sí una progresiva revaluación del peso frente al marco (5,0% en 1993 y 3,0% en 1994) y una fuerte devaluación respecto del yen (18 y 5,0%, respectivamente). Esto significa que el país ganaría competitividad en el gran mercado del Extremo Oriente Asiático, que importa por un billón de dólares anuales y en el que la penetración argentina es ahora de sólo el 0,5 por mil, pero la perdería aún más frente al mercado europeo, que actualmente es más importante. Sin embargo, Llach (28) ha escrito que la política fiscal adoptada por el Gobierno Nacional permite al sector productor de bienes comercializables bajar estructuralmente sus costos de producción en el orden del 15%, en lugar de recurrir a una devaluación del peso frente al dólar.

Alpha, según Nudler, también menciona que la inmovilidad del tipo de cambio real sería superada por las concesiones impositivas anunciadas en el Plan de Mediano Plazo: eliminación del impuesto

a los activos y subsidio del 15% a los bienes de capital producidos localmente, entre otras.

Para la confección del presupuesto nacional del corriente año, se adoptó un índice de precios combinado - mitad precios al consumidor, mitad mayoristas - del 5,3%; el consultor Broda discrepó con las expectativas oficiales y pronosticó un 13% de inflación minorista y un 6,0% para la mayorista, lo que da como resultado un índice combinado del 10%.

Alpha ha vaticinado para 1993 un índice de precios al consumidor del 10% y de 4,0% en los precios mayoristas no agropecuarios; en 1994, de 4,0% y 3,0%, respectivamente.

Cabe agregar en cuanto al sector minero, que las leyes de Inversiones Mineras y de Reordenamiento Minero y el Acuerdo Federal Minero, en armonía con la aplicación correcta de la legislación subsistente, tienden también a instalar un "clima" de inversión que promueva el crecimiento. Además, se ha decidido la Asistencia Financiera a la Minería, a través de líneas de crédito que están siendo implementadas por el Banco de la Nación Argentina.

El autor del presente informe estima que está transcurriendo un período de transición, aún no se han traducido en la práctica los efectos de las medidas legales, económicas, financieras y técnico-organizativas adoptadas por los gobiernos nacional y provinciales, a la vez que todavía se sienten los de la situación anterior, que se trata de modificar. La información del Banco Central sobre la evolución económica del país entre 1980 y 1991 (5) muestra que cambió la actividad productiva por una fase comercial y financiera. Entre esos años, los sectores productores de bienes disminuyeron en dos puntos su participación en el PBI total. El lugar, y algo más, fué ocupado por el sector servicios, que ya tocaba el 54% de ese producto. Dentro del sector servicios, la parte comercial creció considerablemente en especial por la entrada de bienes de consumo importados.

La participación de los sectores productores de bienes disminuyó del 45,3% al 43,3%, a la vez que los de servicios la incrementaron del 51 al 53,9%. También aumentó la participación del sector agropecuario, del 6,4 al 8,3%. En los sectores productores, cayeron tanto la industria como la construcción.

Por consiguiente, mayormente en la década de los '80, los sectores manufactureros retrocedieron más que la economía en su conjunto y avanzaron los servicios. Los rubros financieros (seguros, transacciones bancarias, comercialización de inmuebles) tuvieron una gran alza.

En la parte industrial pasaron a tener gravitación los sectores productores de bienes de consumo durables, como automotores y artefactos del hogar, en detrimento de la siderurgia, la petroquímica y bienes de capital nacionales.

El comercio exterior mostró también la primarización de las exportaciones, con ventas significativas de cereales, alimentos y petróleo crudo, y notables caídas en las llamadas manufacturas de origen industrial.

Quiere decir que aunque haya índices positivos de crecimiento, la tendencia someramente descripta, de prolongarse, puede

//

producir un estrangulamiento en el balance de pagos y un achicamiento del mercado interno, ya que el país seguiría experimentando un déficit de su balance comercial porque dependería de importaciones de alto valor agregado y se especializaría en bienes primarios, de escasa elaboración. Por esto mismo, disminuiría aún más el factor multiplicador propio de la manufactura, con repercusiones negativas sobre el empleo y sobre el grado de integración nacional de la producción interna.

El inventario, y el eventual aprovechamiento ulterior, de los recursos minerales del país que se ha encarado, es básico para la planificación de la industria y del comercio exterior, aunque el desarrollo de la industria no depende necesariamente de la disponibilidad de todas las sustancias minerales, pues las carencias de algunas de ellas pueden ser eliminadas a través del intercambio comercial externo, particularmente en el marco regional latinoamericano.

Un ejemplo de los resultados que pueden lograrse aun en condiciones que no sean "ideales" lo da Bolivia. Este país tiene un sistema económico altamente dependiente del flujo de capitales externos. Desde 1987, en él se ha verificado un crecimiento sostenido, si bien moderado. En un contexto de: balanza comercial deficitaria, tarea de reducción del déficit público e inflación del 10,46% en 1992, juntamente con un aumento de los depósitos a plazo fijo en moneda nacional y extranjera en el sistema bancario y una tasa de inversión privada que casi igualó a la de la inversión pública en 1991, el sector minero experimentó un crecimiento del 12,5% en 1992. Claro que la plataforma de arranque del sector minero en ese país está muy por encima de la que puede contarse en el nuestro, pero al menos la situación anotada de modo breve, que tiene muchos puntos de semejanza con la de nosotros, sirve para demostrar que la minería puede desarrollarse con una dinámica propia, en sus diferentes niveles de magnitud.

3. El Cuadro Provincial

La provincia de Catamarca tiene 266.000 habitantes y una población económicamente activa de algo más de 80.000 personas (30%), de las cuales, 73.500 (92%) están ocupadas; el empleo público - provincia y municipios - absorbe 33.700 (46%), el industrial casi 7.000 (9,5%) y los sectores de servicios el resto.

Si el aporte de la provincia es de \$ 375 millones/año y se considera que el PBI nacional ha sido de \$ 226.500 millones en 1992, la participación del PBI provincial en aquél es de menos del 0,2%; cualquier ajuste o modificación estadística de estas cifras, no haría variar sustancialmente el orden de magnitud que ellas reflejan.

Al comenzar la década de los '90, los sectores de la producción de bienes representaban el 40% del PBI provincial, en comparación con el 41,6% de 1975. En el lapso 1975-1990, el sector de la industria manufacturera pasó de un aporte del 10% a uno del 23%, y el de la construcción, de 2,7 a 7,0%; el de la agricultura, caza, silvicultura y pesca disminuyó del 24,5% al 9,0% y el de minas y canteras, del 4,4% al 1,0%.

Dentro de los sectores de servicios, los de procedencia gubernamental mantuvieron una participación prácticamente invariable (34,3% en 1975; 34% en 1990); los de electricidad y asistencia sanitaria bajaron de un 1,4% en 1975 al 1,0% en 1990; los comerciales, pasaron del 9,4% al 6,0% en el período, y los de finanzas mostraron un incremento del 5,3% al 16% en el mismo lapso.

En este panorama resalta la escasa participación del sector minas y canteras y la involución que ha sufrido, en contraste con la potencialidad representada por la configuración geológica del territorio catamarqueño. Peor aún es la situación de la región puneña - en sentido amplio, geográfico - pues la contribución de la actividad minera en ella al producto bruto provincial es prácticamente nula.

CAPITULO II - PANORAMICA DE LA INVESTIGACION Y LA NUEVA PRODUCCION MINERAS /

1. En el Orden Internacional

Un interesante informe publicado a principios de este año (33) cuya autoría es de la Mining Journal Research Services (MJRS) contribuye a aquilatar las posibilidades de inversiones apuntadas hacia esta parte del mundo en el corriente quinquenio (1993-1997).

1.1. La Exploración

Con vistas al futuro potencial de proyectos, una investigación conducida por el Metals Economics Group de Halifax, Nova Scotia, muestra una caída en los gastos de las corporaciones por segundo año consecutivo. Según el estudio basado en 153 compañías, hubo una disminución neta en las inversiones presupuestadas para 1992, de u\$s 96,4 millones. Esto puede compararse con la de u\$s 122,8 millones en 1991, a la vez que con el incremento neto de u\$s 60,7 millones de 1990.

La inversión en exploración proyectada en 1992, de u\$s 1.700 millones por 161 compañías, representa estimativamente un 80% del desembolso mundial. De esta cifra, unos u\$s 363 millones (21,4%) están siendo dirigidos a los EE.UU., u\$s 324 millones (19%) a Australia, u\$s 302 millones (17,8%) a Canadá, y u\$s 256 millones (15%) a América Latina. Mientras esta última muestra un alentador incremento del 28% con respecto a los niveles de 1991 y en EE.UU. hubo un aumento del 6,5%, el gasto disminuyó cerca del 30% en Canadá y el 8,0% en Australia.

Los "blancos" de oro contabilizan el 52% del desembolso total (56% en 1991) y los metales básicos el 33%, en comparación con el 31% de 1991 y sólo el 18% de 1989.

Las inversiones en otros objetos - principalmente diamantes, minerales portadores de titanio y otros minerales industriales, y platino - están también en alza, pues en este año se ha previsto gastar u\$s 248 millones (15,4% del total) mientras que en el último año se invirtió u\$s 242 millones (13%).

La investigación identifica al grupo RTZ como el más grande inversor, con un presupuesto total de u\$s 209 millones, estrechamente seguido por el grupo Anglo American, con u\$s 208 millones.

El incremento del 28% en los gastos de exploración es ilustrativo con respecto a la posición que ocupa América Latina en las previsiones de las corporaciones en 1992, en relación con los de 1991, y puede representar el punto de partida de una tendencia creciente. Al mismo tiempo, da la pauta del esfuerzo que hay que realizar en nuestro país para atraer las expectativas de las mismas, que podrían dirigirse todavía en gran parte a países como Chile, Perú, Bolivia y Brasil, para citar a los más cercanos al nuestro, que tienen mayor desarrollo minero y conocimiento geológico de su territorio.

1.2. La Nueva Producción Minera

La información de MJRS sobre los proyectos de oro y de metales básicos (cobre, cinc, plomo y níquel) en perspectiva muestra //

que el oro continúa a la cabeza, con un desembolso de u\$s 5.970 millones, para producir 171,42 mill. t/año de mineral de nuevo minado, y es seguido muy de cerca por el cobre, con u\$s 5.451 millones, para la obtención de 166,75 mill.t/año de mineral. Mucho más atrás se escalonan el níquel - u\$s 2.022 millones y 24,25 mill.t/año - y el cinc - u\$s 1.921 millones y 13,34 mill.t/año. El plomo presenta una actividad menor, con sólo u\$s 5,0 millones en proyectos de inversión y 100.000 t/año de nuevo mineral; no obstante, la oferta de plomo metálico nuevo será más importante debido a que provendrá también de la coproducción en las minas de cinc, las que conviene recordar que suministrarían otros metales vinculados a él, como el cadmio.

Los proyectos incluidos en la investigación de MJRS son aquellos a los que se ha dado vía libre y los que han sido objeto de consideración y aún se hallan en ese estado. En cuanto a los proyectos que se hallan en etapa de propuesta, se abre el interrogante si la declinación de los precios de los metales básicos se prolongará con sus actuales preocupantes características, obligando a introducir ajustes y modificaciones sustanciales al conjunto de los proyectos.

En dicha investigación no se ha tomado en cuenta las operaciones programadas para el cierre; además, mucho sino todo el mineral detallado representará un tonelaje de reemplazo en el mercado mundial. No se dispuso para ella de datos confiables para incluir a China, la CEI y los países europeos centrales del ex-Bloque del Comecon en el análisis.

Las inversiones no incluyen modernizaciones ni restauraciones, pero sí expansiones de la capacidad. Sin embargo, tienen en cuenta costos de infraestructura donde ellos son aplicables, como en Papua Nueva Guinea, donde el costo del establecimiento de minas se incrementa grandemente por su ubicación remota. Esto tiene un importante significado para nosotros, pues demuestra que cuando el negocio es atrayente, las empresas encaran operaciones aun en regiones alejadas, de poca o ninguna infraestructura, como es la Puna.

El total de nuevo mineral de minado subterráneo se ha proyectado que sea de 50,391 mill.t/año. América del Norte abarca el 38% de ese total, seguida por Africa con el 26% y Asia con el 13%. Esta última posición es sustentada por proyectos nuevos en Turquía y expansiones en la India. Continúa Australasia, con el 9,0%, apenas por encima del 8,7% que corresponde a Sudamérica, en el quinto lugar en una serie de siete regiones (Norte, Centro y Sudamérica, Africa, Asia, Australasia y Europa).

Como cabe esperar por las tendencias actuales de las actividades mineras, el tonelaje de mineral procedente de la explotación superficial es mucho más alto, de 336,179 mill.t/año. Esta vez Sudamérica está a la cabeza con el 33% de ese mineral, seguida casi a la par por Norteamérica, con el 32,5%. Asia representa el 18%, nuevamente por encima de Australasia, con el 10,5%, debido principalmente a varios proyectos grandes de explotación aluvional y de corte abierto en Indonesia y las Filipinas.

En el total de las regiones, como se mencionó, el oro apenas supera al cobre con 171,42 mill.t/año, previéndose la obtención de 10,104 mill.oz/año (0,059 oz/t = 1,83 g/t). Se ha proyectado un volumen de mineral de cobre de 166,75 mill.t/año, para una producción

de 1.509.850 t/a del metal (9,05 kg/t = 0,9% de cobre). Del mineral de cinc nuevo se espera la cantidad de sólo 13,34 mill.t/año, con una producción de metal de 1.200.600 t/a (90 kg/t = 9,0% de cinc).

Norteamérica domina aún los nuevos proyectos de oro, con 4,407 mill.oz/a, 44% del nuevo metal proyectado. Más de una cuarta parte de ese volumen provendrá de tres proyectos: el de la mina subterránea Meikle, de la American Barrick, en Elko, Nevada, con 400.000 oz/a; el de minado subterráneo de la Echo Bay Mines, Juneau, Alaska, con 375.000 oz/a, y el de la mina a cielo abierto de la AMAX Gold en Fairbanks, Alaska, con 350.000 oz/año. Africa (15,4%), Sudamérica (14,7%) y Australasia (13,6%) esperan lograr cantidades semejantes de la nueva capacidad de oro, alrededor de 1,5 mill.oz/año.

En Sudamérica (13) la gran parte de la producción procedería de los proyectos del Refugio, Chile, de la Bema Gold Corp., con 233.000 oz/a; Andacollo, Chile, de la Dayton Mining, con 110.000 oz/año, y Yanacocha, Perú, de Newmont Mining Corp, con 100.000 oz/año.

En cuanto al cobre, en Sudamérica, particularmente en Chile, se verá el más grande incremento, con 640.750 t/a (42%) siguiendo Norteamérica con 469.350 t/a (31%) y Asia, con 283.300 t/a (19%).

Australasia, primordialmente debido al proyecto McArthur River (Australia) de MIM Holding Ltd. - 160.000 t/a de cinc - predomina en la nueva producción de este metal, con 571.600 t/a (48%), siguiéndola Europa, con 220.000 t/a (18%), en particular por desarrollos en Irlanda, luego están Norteamérica, con 165.000 t/a (14%) y Africa, con 135.000 t/a (11%).

Sobre la base de la mina a cielo abierto de Mount Keith, Australia, de la sociedad integrada por Outokumpu Metals y Western Mining Corp., Australasia también encabezará los nuevos proyectos de níquel del quinquenio, con 90.300 t/año(47%), aportando Norteamérica 82.600 t/a (43%) para llenar la mayor parte de las expectativas restantes en cuanto a este metal; la parte más grande de este volumen procederá de desarrollos nuevos (principalmente reemplazo de capacidades) por parte de las empresas Inco Ltd. y Falconbridge en Sudbury, Ontario, Canadá.

El efecto de la coproducción y la subproducción se refleja claramente en el caso del plomo, pues aunque sólo se ha proyectado una inversión directa de u\$s 5,0 millones, para producir nada más que 100.000 t/a, la nueva oferta del metal se ha estimado en 206.800 t/año. Otra vez McArthur River será la mayor fuente de suministro - 45.000 t/a - de las 119.300 t/a (57%) de la contribución de Australasia a la producción mundial considerada.

2. En el Orden Nacional

2.1. La Investigación

2.1.1. En la Provincia de Catamarca

La Secretaría de Minería ha estado alentando las expectativas de eventuales inversionistas, a través de una serie de acciones con los instrumentos legales y técnicos a su disposición que, por lo pronto, indujeron desde 1992 la visita a la provincia de representantes de 17 empresas internacionales. Como resultado, hasta la fecha, solamente en la región que es objeto de este informe, se hallan en

proceso de investigación las áreas: La Borita Norte, por la empresa Sovereign Gold, para oro, plata y cobre; La Borita Sur, por la empresa Pacific RIM Mining Corp., sobre los mismos metales; Salar del Hombre Muerto, por la FMC-Lithium International, para litio y potasio; Salar de Antofalla, por la empresa Boroquímica S.A., en lo referente a boratos; y Volcancito, Verdes y La Cueva, por Anglo American, para oro y cobre. A ellas se han sumado empresarios nacionales, como el Sr. Teodoro Tsolomitis, en el área de Volcán del Azufre, para azufre, y el Sr. Jorge Orquera, en Cerro Azul, en cuanto a arenas silíceas de alta pureza.

En proceso de adjudicación de la exploración, con opción a la eventual explotación, sobre la base de la propuesta empresarial inicial, se hallan las áreas: La Hoyada, a la empresa American Resource Corp., para oro, plata, cobre, cinc y plomo; Diablillos, a la misma empresa, para oro y plata, y Antofalla, a la empresa Pacific RIM Mining Corp., para oro, plata, cinc y plomo.

La base de la oferta en la región, sin entrar a tratar de los estudios puntuales llevados a cabo por la Dirección Provincial de Minería, está representada por las áreas de interés que puso de manifiesto la investigación geológico-minera a escala regional que tomó impulso en los años '70, merced a los trabajos del denominado Plan NOA-I. Este Plan abarcaba el noroeste del País y su ejecución fué compartida por la Dirección General de Fabricaciones Militares, que tomó a su cargo las provincias de Jujuy y Salta, y la Subsecretaría de Minería de la Nación (actualmente con el rango de Secretaría) que ha operado desde la ciudad de San Miguel de Tucumán, donde se instaló una sede que es ahora el Centro de Exploración NOA (CENOA) en las provincias de Tucumán, Catamarca y Santiago del Estero. El Plan NOA-I contó con el apoyo del Fondo Especial de las NN.UU. para el Desarrollo (PNUD).

En la primera selección de áreas, se delimitó 21 en la provincia geológica de la Puna (Dpto. de Antofagasta de la Sierra) y 7,0 en la Cordillera Frontal (parte occidental del departamento de Tinogasta), sobre 49 que correspondieron al territorio provincial. Las áreas sumaban una superficie de 3.708 km², de la cual el 79% - 2.932 km² - pertenecía a la Puna y el 21% - 776 km² - a la Cordillera Frontal (54 - véase Lámina I en Anexo Gráfico).

A lo largo del tiempo, según los resultados de seguimientos exploratorios preliminares y debido a las concesiones hechas a la actividad privada (por ej. La Borita; Salar del Hombre Muerto) se procedió a realizar descartes totales o parciales y nuevas reservas, y en la actualidad quedan delimitadas 9,0 áreas, que integran una superficie de 1.850,26 km², 8,0 en la Puna - 915,26 km²; 49,5% - y 1,0 en la Cordillera Frontal - 935 km²; 50,5%. Del total de la Puna, una área, la del Salar de Antofalla - 386,43 km²; 42,2% - se refiere a minerales industriales, tales como los de litio, potasio, boro y otros; las restantes - 528,83 km²; 57,8% - a metales preciosos y básicos. La de la Cordillera Frontal ha sido delimitada de acuerdo con las perspectivas de poner en evidencia también depósitos de esos metales (véase Lámina II, Anexo Gráfico); esta parte de la región se inscribe en el marco del acuerdo entre el Gobierno de nuestro país y el de los EE.UU. de América, para llevar a cabo un estudio de factibilidad destinado a la inversión minera en la Argentina, que se ha

traducido en el Programa DNM-TDP (Dirección Nacional de Minería - Trade Development Program), cuya ejecución se contrató con la empresa Northwest, dirigido a depósitos polimetálicos asociados al volcanismo andino Terciario, en particular a los portadores de oro, en la franja cordillerana de las provincias de Catamarca, La Rioja y San Juan, entre los 27 y 31° de latitud sur, previéndose para su realización un plazo de 18 meses, entre el cuarto trimestre de 1991 y el primero de 1993. En la provincia de Catamarca se afectó al programa una superficie de alrededor de 4.000 kilómetros cuadrados.

Haciendo un aparte, por su interés para nosotros, cabe mencionar un artículo publicado a fines de marzo próximo pasado en La Paz, Bolivia (la) del cual se agrega en el Anexo Gráfico el plano de la Lámina III, en el cual puede advertirse la reducida cantidad de puntos de interés que se ha asignado a nuestro territorio. Dicho artículo, denso e ilustrativo, se refiere al "Programa de Adiestramiento para la Investigación de Recursos Auro-argentíferos en Rocas Volcánicas en Bolivia, Chile y Perú" amparado por el Convenio de Cooperación Técnica del Banco Interamericano de Desarrollo ATN/SF-3427-RE, DIFEM 003/90, con fecha de conclusión a fines de marzo de 1993, después de dos y medio años de ejecución de su primera fase, dedicada al "potenciamiento de la capacidad técnica y el fortalecimiento institucional de los Organismos Nacionales de Investigación Geológica de los tres países participantes". "En el período abril-diciembre del presente año se tienen planificadas actividades de coordinación entre los Servicios Geológicos de Bolivia, Perú, Chile y Argentina para la implementación de un nuevo programa (Segunda Fase) a partir de 1994". (...) "los Servicios Geológicos del Perú y Chile (...) conjuntamente con sus similares de Bolivia y Argentina, tienen un acuerdo para impulsar un Proyecto de cooperación horizontal y asistencia técnica para la evaluación de recursos minerales en áreas limítrofes entre los cuatro países. Este acuerdo fué firmado en el marco de integración minera regional en la reunión de Ministros de Minería realizada en Santiago de Chile en mayo de 1992".

Los objetivos estratégicos del proyecto son:

- " a) Evaluación del potencial de recursos de metales preciosos de las rocas volcánicas neogeno-cuaternarias de las áreas seleccionadas.
- b) Contribución a la recuperación del sector minero nacional mediante la obtención y posterior divulgación de información básica, que incentive la inversión de capital privado en la exploración, con evidente impacto social".

Los objetivos tácticos:

- " a) Localizar blancos de exploración para oro, plata y otros metales asociados.
- b) Obtener información requerida para la preparación de una serie de informes y mapas descriptivos sobre rocas y minerales potencialmente aprovechables.
- c) Elaborar modelos conceptuales de depósitos mineros y prospectos que puedan ser aplicados en trabajos de exploración avanzada".
- d) Fortalecer las relaciones y cooperación interinstitucional entre los Servicios Geológicos Nacionales de Bolivia, Argentina, Chile

y Perú "a través del desarrollo de trabajos de investigación y exploración conjunta en áreas limítrofes". "El Programa contará con la asistencia técnica y asesoramiento especializado del USGS..." (Servicio Geológico de los EE.UU.).

De concretarse, la Provincia está en condiciones de hacer un aporte considerable a este programa, especialmente en lo que respecta al "inventario" disponible de áreas de interés, y esto se refiere tanto a las áreas de investigación geológico-minera que tiene bajo reserva, como a las anteriores, al menos una buena parte de ellas, que deberían ser revisadas a la luz de los conceptos actuales que se manejan en los campos científico-técnico y económico.

Obviamente, esto no obsta para que se continúe actuando en la promoción de la investigación y el desarrollo mineros y en las negociaciones presentes y futuras, ya que es impensable esperar los resultados del programa para relanzarse en esa dirección. Por otra parte, no se sabe cuáles son las "áreas limítrofes" que se tomará en consideración y, en todo caso, en ellas no se agotan las perspectivas geológico-mineras de la región que abarca este informe.

Retomando el hilo central del tema, las ofertas recibidas por la Provincia representan una inversión global (tarea de preinversión) de u\$s 3,5 millones en la región, en los proyectos para minerales metalíferos, especialmente de oro y plata, de Diablillos, La Hoyada y Antofalla, hasta la determinación de su factibilidad. A ellos se suman los casi u\$s 5,0 millones en las etapas de exploración y desarrollo del depósito de litio y potasio del Salar del Hombre Muerto. Además, la incorporación de otras áreas a la investigación por parte de empresarios privados, y del Estado Nacional, a través del Programa de Cartas Geológico-Mineras a escala 1:250.000 y de la acción del CENOA, podría llevar esa cifra a unos u\$s 10 millones, como mínimo, en el futuro próximo. La especulación no puede extenderse porque no se dispone de datos sobre las proyecciones que alcanzarían la participación de otras empresas y la realización de programas internacionales como el someramente descrito en párrafos anteriores. Fuera de esta región, la información consultada (55; 13; 39) registra la inversión de u\$s 7,0 millones en la exploración y desarrollo del proyecto de cobre-oro del Bajo de La Alumbraera, por la empresa IMZ-Musto, y la de u\$s 4,15 millones en el de cobre-oro de Bajo de El Durazno, por la empresa Recursos Americanos Argentinos S.A., subsidiaria de American Resource Corporation. En ambos casos se han establecido contratos de riesgo compartido con la empresa YMAD (Yacimientos Mineros Agua de Dionisio).

Aun sin cuantificar, no puede dejar de mencionarse la actividad de American Resource Corp., con la colaboración del Grupo R.A. (Ingeoma S.A., Minerales Patagónicos S.A., Horus S.A. y Bronsul S.A.) en los proyectos de cobre-oro Mi Vida y de cobre-oro Cerro Atajo, este último a través de un contrato de riesgo compartido con la empresa provincial SOMICA-DEM, en el que ARC tiene una participación del 60%.

2.1.2. En el Resto del País

En la revista Panorama Minero (39) se señala que en la provincia de Salta, la empresa ARC, juntamente con el Grupo R.A., ha previsto encarar la investigación de los proyectos de cobre-oro

Taca Taca Arriba, Taca Taca Abajo e Inca Viejo. Las previsiones de esa empresa se extienden a la provincia de San Juan, con el proyecto de cobre-oro Alcaparrosa, mediante un contrato de riesgo compartido con la empresa José Cartellone C.C.S.A., en el que tiene una participación del 60%; a la provincia de Mendoza, con los proyectos de cobre-oro San Jorge y Yalguaraz; a la provincia de Neuquén, con el proyecto de cobre-oro Campana Mahuida, según un contrato de riesgo compartido con CORMINE (Corporación Minera del Neuquén), en el que tiene una participación del 95%, para explorar una superficie de 32.000 ha, invirtiendo u\$s 1,0 millón, y en el proyecto de cobre-oro La Atravesada, con una inversión de u\$s 500.000 para explorar 46.000 ha; la información separada del Grupo R.A. menciona además el proyecto de oro-plata de Lago Fontana, en la provincia de Chubut, y los de oro-plata de El Dorado, Manantial Espejo, Laguna Guadalosa y Génesis, en la provincia de Santa Cruz.

En el sur de la provincia de San Juan, la Cía. Minera Aguilar ha estimado recursos o reservas geológicas de unos 890 millones de toneladas, con 0,61% de cobre y 0,16% de molibdeno, en el pórfido cuprífero de Pachón. Dentro de ese volumen ha destacado 186,4 mill.t, con una ley de 1,02% Cu y, dentro del espacio de este último mineral, ha calculado 75 mill. t con una ley media de 1,28% de cobre. A partir de 1990 se reactivó el interés por el proyecto y la empresa, con el apoyo de consultoría de empresas de Chile, EE.UU. y Canadá, procedió a actualizar los estudios para incorporar nuevas tecnologías de tratamiento del mineral. En el primer bimestre de 1993 realizó algunas perforaciones, que se agregan a los más de 4.000 m de sondeos efectuados en 1991-1992, incluyendo en las investigaciones la búsqueda de otras sustancias minerales necesarias para el proyecto. Hasta mediados de 1992, se había perforado más de 30.000 m en este depósito y ahora se está en la tarea de determinar su factibilidad, considerándose razonablemente un precio del metal en el nivel de u\$s 1,0/lb (u\$s 2,20/kg); sobre este valor véase Cap.III, apartados 2.1.1. y 2.1.6.

Dicha publicación (39) indica que CORMINE ha suscrito varios contratos: con la empresa Placer Dome, para la exploración de mineralización polimetálica portadora de metales preciosos y de metales básicos, en 17 áreas de reserva, sobre una superficie total de 173.108 ha, con una inversión inicial de u\$s 2,6 millones; con la empresa Aldermine, para la exploración de los aluviones auríferos del cerro Mayal y el río Neuquén, en una superficie de 9.000 ha, con una inversión de u\$s 150.000, y con Zukar S.R.L., también para la exploración de placeres de oro en el río Neuquén, abarcando 1.000 ha, con una inversión de u\$s 25.000. Por otra parte, por contrato con la empresa Catricura, se hará un seguimiento inicial de 10 cateos, que integran una superficie de 44.594 ha, para minerales de 1ra. y 2da. categoría - según la clasificación del Código de Minería - con una inversión de u\$s 100.000.

2.2. La Nueva Producción Minera

Según la información consultada (13) el País podría recibir en el quinquenio 1993-1997, un nivel de inversiones de u\$s 1.300 - 1.400 millones.

Ahora, los proyectos que se presentan con mayor claridad son los que se describe a renglón seguido.

2.2.1. En la Provincia de Catamarca

El objetivo fundamental del proyecto del Salar del Hombre Muerto es el de delimitar 324.000 t extraíbles de litio, sobre una superficie de 30.000 hectáreas. La inversión para la producción comercial de carbonato de litio sería del orden de los u\$s 70 millones, e incluso, las necesidades de expansión del proyecto podrían requerir de una inversión groseramente estimada de u\$s 150 millones. Existe la posibilidad de extender la actividad a la producción de cloruro de potasio, lo que implicaría una inversión adicional significativa.

El proyecto del Bajo de La Alumbraera se está desarrollando sobre la base de la existencia de 390 mill. t de mineral, con leyes de 0,56% Cu y 0,7 g/t Au, con el objetivo final de producir unas 100.000 t/año de cobre contenido en concentrados del 25-30% y 310.000-350.000 oz/año de oro en los concentrados. La inversión prevista está en el nivel de u\$s 450 millones, suma que podría incrementarse hasta los u\$s 500 millones.

El proyecto de Bajo de El Durazno tiene como fin una producción de carácter semejante, de alrededor de 15.000 t/año de cobre y 65.000 oz/a de oro, invirtiéndose una suma que excede los u\$s 100 millones.

2.2.2. En el Resto del País

En la provincia de Mendoza, se halla en la etapa de construcción el proyecto de minado por solución de Malargüe, de la Cía. Minera TEA, para la producción de 250.000 t/a de silvita (ClK) el que representa una inversión de u\$s 57 millones.

La CNEA (Comisión Nacional de Energía Atómica) lleva adelante el proyecto de minado a cielo abierto de Sierra Pintada, donde se explotará una depósitos de óxidos de uranio de 20 mill. t, en el que se ha previsto una inversión de u\$s 150 millones, con una meta de producción de 700.000 t/a de óxidos de uranio (13).

CAPITULO III - PANORAMICA DE LOS MERCADOS

1. Metales Preciosos

1.1. Oro

El oro se obtiene de la minería específicamente dedicada a su producción y como coproducto o subproducto del tratamiento metalúrgico de concentrados de algunos metales no ferrosos; la recuperación de oro - oro secundario - tiene una importancia creciente. En la década pasada, la minería del oro experimentó un gran cambio, introduciéndose para el tratamiento de los minerales, técnicas de lixiviación, entre las que se destaca la denominada lixiviación en pilas ("heap leaching") que permitieron la explotación de minerales de bajos contenidos del metal, con inversiones modestas y costos reducidos, lo que trajo aparejado el surgimiento de nuevas y considerables fuentes de oferta.

En efecto, en un corto plazo esas tecnologías influyeron para que hubiera un aumento de las reservas. Ya en 1987, por ejemplo, de los 322 nuevos proyectos mineros conocidos, 137 correspondían a explotaciones auríferas, las que absorbían casi el 20% de la inversión total prevista.

El volumen de las reservas mundiales estimado para 1992 (65) era de 44.000 t, en cifras redondas, excluyendo a China y otros países de los que no se disponía de datos; las reservas base (que incluyen las reservas económicas en la actualidad, las reservas marginalmente económicas y los recursos subeconómicos) sumaban 51.000 toneladas. Esas reservas estaban distribuidas así: República Sudafricana, 20.000 t de reservas y 22.000 t de reservas base; ex-URSS, 6.220 y 7.780 t, respectivamente; EE.UU., 4.770 y 5.050 t; Australia, 2.150 y 2.300 t; Canadá, 1.780 y 3.300 t; Brasil, 940 y 1.080 t, y otros países, 8.040 y 9.100 toneladas.

Los recursos mundiales han sido estimados en 75.000 t, de las que el 15-20% son recursos de coproducción. La República de Sudáfrica tiene alrededor de la mitad, y Brasil, la ex-URSS y EE.UU. abarcan 12% cada uno.

1.1.1. Precios

En 1991, el precio promedio fué de u\$s 362,31/oz, el más bajo en un período de seis años (10). En 1992, el oro se comercializó en la banda de u\$s 330-359/oz, el precio promedio fué de u\$s 343,99/oz, un 5,0% más bajo que el del año anterior. En marcos alemanes, libras esterlinas y francos suizos, el oro llegó a su nivel más bajo desde 1980, mientras que en términos de rands, el precio promedio descendió cerca del 2,0%, de R 999,53/oz en 1991 a R 979,85/oz en 1992 (14).

Según las cifras al cierre de quincenas y meses, adoptadas por el autor para este y los otros metales, y que en la práctica han mostrado diferencias ínfimas, cuando las hubo, con los datos de la estadística minuciosa, en los cinco primeros meses de 1993 (2) en el LME - Bolsa de Metales de Londres, tipo vendedor, el valor promedio fué de u\$s 342,43/oz, por debajo del ya bastante deprimido precio de 1992; la caída que trafa el metal continuó hasta la primera

quincena de marzo, desde la segunda quincena de ese mes hasta el fin del mes de mayo, el precio se recuperó en algo más de un 12%, esta alza se hizo particularmente acentuada desde la segunda quincena de abril. El valor máximo fué el de mayo, con u\$s 373,85/oz y el mínimo el de enero, con u\$s 329,10/oz; la diferencia entre ambos fué de casi el 12%, o sea, en los cinco meses el incremento del precio fué de aproximadamente el 12%. Los valores así calculados muestran que, por primera vez desde julio de 1992, en la segunda quincena de abril de 1993, el precio superó alentadoramente la barrera de los u\$s 350/onza.

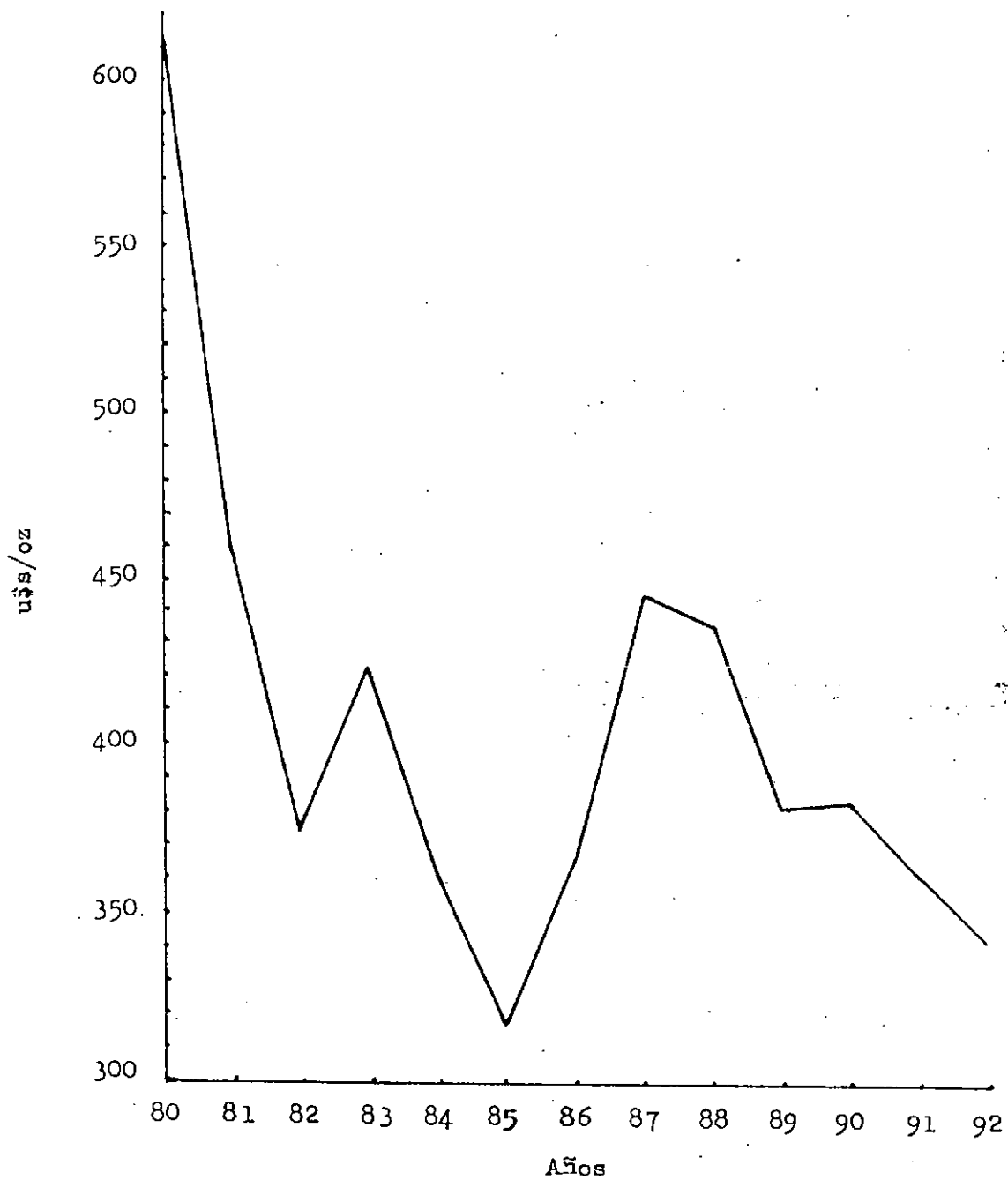
1.1.2. Oferta

La estimación para 1992 indica que la producción global de nuevo oro minado es de más de 1.800 t, sobrepasando las cifras de 1990 y 1991. Sin embargo, no aparece como probable que se reproduzca el aumento considerable de nuevo oro minado que caracterizó a los años '80, con una producción que creció de 962 t en 1980 a 1732 t en 1990, perfilándose una inflexión desde 1991, si se tiene en cuenta que en 1989 la oferta aumentó 128 t con respecto a 1988, en 1991 lo hizo en 51 t por sobre el año anterior, y en 1991 el incremento fué de 21 t en relación con 1990; la ligera recuperación estimada para el año pasado, no alcanza para definir una modificación significativa en esa tendencia.

En los años '90 no ha habido avances tecnológicos como los de los '80, que actuaron positivamente sobre la producción. Los precios declinantes desde 1988 han movido, en general, a reducir los gastos de exploración en el mundo, lo que disminuye las perspectivas de la nueva oferta minera, contrarrestando por este lado cualquier alteración en el precio del metal.

El panorama mundial ha estado mostrando alternativas diversas. Los graves acontecimientos en la ex-URSS, se tradujeron en aumentos de las ofertas en el mercado del oro, al venderse los stocks por la necesidad de intercambio externo. La producción y venta de oro de la ex-URSS, y también de China, se ha prestado a controversias. Se cree que la producción china supera las 100 t/año y se la emplea domésticamente. Se considera que la de la CEI (ex-URSS) está alrededor de las 240-250 toneladas. Se considera que la producción de la ex-URSS ha ido a los stocks centrales y ha sido vendida en el mercado internacional, manteniéndose unas 240 t en stock y otras 150 t han servido para obtener moneda extranjera. La incertidumbre política, minas y equipamientos envejecidos y carencia de inversiones en la industria podrían impedir que se mantenga el nivel de suministros.

Los costos de producción de Sudáfrica han aumentado considerablemente en comparación con los de los años '80. Además, la profundidad del minado y la madurez de muchas minas, han devenido en una constante declinación de la ley minada, que cayó de más de 13 g/t a principios de los '70, a los corrientes 5,3 g/tonelada. La aplicación de esquemas de contención de costos, ha hecho que su incremento en 1992 no exceda del 2,0%, en un escenario en el que la inflación ha sido del 14%/año. Aunque ha habido una disminución considerable de la rentabilidad de la industria, el nivel de la producción se ha mantenido en alrededor de 600 t/año, coadyuvando para ello la implantación de programas de racionalización, nuevas prácticas de trabajo, asistencia gubernamental y operaciones exitosas de ventas anticipa-



Promedios anuales cotización del oro - 1980-1992

das. En 1991 la producción fué de 597 t; en los nueve primeros meses de 1992 hubo un crecimiento del 1,9% con respecto a igual período del año anterior.

La producción de los EE.UU. creció constantemente, de 31 t en 1980 a unas 305 t en 1991. Mientras varias minas continuaron incrementándola, cayó el número de nuevas minas puestas en marcha y el de aquellas que se expandieron. Aunque muchas minas de EE.UU., y también de Canadá, están mostrando niveles de producción bajos, la oferta tiene potencial de crecimiento, si bien por debajo de los índices anteriores. Además, minas de EE.UU. y Canadá deberán trasladar sus operaciones a cielo abierto a las subterráneas, lo que inevitablemente producirá aumentos de costos. No se espera que en este lustro la producción de ambos países supere las 340 y las 180 t/año, respectivamente.

En Australia, la minería pasó a estar sujeta a las tasas impositivas normales desde el 1 de enero de 1991, esto combinado con el agotamiento de los depósitos auríferos superficiales y la necesidad de recurrir a operaciones subterráneas, como en los casos de EE.UU. y Canadá, continúa empujando los costos de producción hacia arriba. En 1990, la producción fué de 241 t, aumentando a 245 t en 1991, pero el proyectado cercano cese de las operaciones de 12 minas, hace que el cálculo del volumen de la producción australiana sea de 230 t para 1992 y habría una declinación a 170 t en el corriente año.

La producción de oro de América Latina cayó por segundo año consecutivo en 1992, debido principalmente a la disminución de la producción del sector "informal" de Brasil ("garimpeiros"). En este país, la producción alcanzó las 102 t en 1988 y luego bajó a 101 t en 1989, 78 t en 1990 y 76 t en 1991. En cambio, está en expansión el sector formal, aunque de una forma lenta, esperándose que la cifra de 1992 sea de 68-73 toneladas.

Por el contrario, se aguarda un rápido crecimiento de la producción de oro en Papua Nueva Guinea, sobre la base de tres nuevas minas principales, a pesar de grandes dificultades de la infraestructura y operacionales. Se considera que la puesta en marcha del rico depósito de Porgera conllevará una gran expansión de la producción, que sería de 100 t hacia 1995.

Las expectativas de una oferta creciente, se basan también en nuevas minas de Indonesia (mina Kelian), América Latina (mina chilena La Coipa), Filipinas (Antamok) y Africa (Ghana).

En Argentina (17) la producción estimada de mina en 1991 fué de 1.510,4 kg (contenido en concentrados polimetálicos, y en minerales de cobre, de manganeso y placeres), lo que representa un incremento del 26% sobre los 1.199,2 kg y del 31,3% sobre los 1.150 kg producidos en 1989. Entre 1980 y 1989 - 395,8 y 1.150 kg, respectivamente - el crecimiento fué de un 190,6%. La provincia de Catamarca aportó 553 kg en 1989, 544 kg en 1990 y 551 kg en 1991, procedentes de YMAD (Farallón Negro).

La producción de 2da. fusión fué de 9.500 kg en 1991, igual a la de 1990 y algo superior a la de 1989, que fué de 9.000 kilogramos.

Las importaciones de oro fino, excluidas las manufacturas,

de 1989 a 1991 fueron prácticamente inexistentes, sólo en 1989 se registró una cifra de menos de 0,5 kilogramos.

Las exportaciones de oro contenido en concentrados polimetálicos, incluyendo también exportaciones temporarias, fueron de 249,8 kg en 1989, incrementándose considerablemente, a 501 kg en 1990 y 619 kg en 1991.

De tal manera, la oferta de oro bruto ha sido de 9.900,2 kg en 1989, de 10.198,2 kg en 1990 y de 10.391,4 kg en 1991.

Estas cifras ponen en evidencia de qué manera está estructurada la escasa producción de oro en el país. La mayor parte de la actividad se refiere a la obtención de oro secundario, de 2da. fusión. En lo que respecta a la producción minera, en 1989 el 21,7% del oro fué dirigido a la exportación, bajo la forma de concentrados polimetálicos; en 1990, el índice se incrementó al 41,8%, y bajó ligeramente, al 41%, en 1991.

1.1.3. Transacciones del Sector Oficial

Los bancos centrales y las agencias monetarias gubernamentales constituyen el sector oficial y fueron compradores netos de oro durante la mayor parte de la década de los '80. Al iniciarse esta década, estas instituciones fueron marginalmente compradores netos, absorbiendo 40 t de oro. Por el contrario, los rápidamente industrializados países de Asia posiblemente ajustarán sus tenencias de oro y moneda extranjera, para asemejarlas más estrechamente a aquellas de las naciones más desarrolladas, las que típicamente retuvieron un gran porcentaje del valor total, en forma de oro.

Los pronósticos de 1991 sobre una venta poco sostenida en 1992, no se cumplieron. Cualquier caída del precio por debajo del nivel de u\$s 350/oz, aparecía como una buena oportunidad para los compradores oficiales. Cupo suponer que los bancos centrales no tienen interés en contemplar un precio bajo del oro, que degrada el valor de sus reservas y, por consiguiente, que las naciones industrializadas adoptarían la tendencia a mantenerse neutrales en cuanto al nivel del oro retenido, mientras que los países asiáticos se convierten en absorbentes netos de oro. Sin embargo, durante 1992 se produjeron ventas del sector oficial que afectaron el comportamiento del mercado. Durante el año, las principales ventas de "bullion" fueron emprendidas por los bancos centrales de Holanda (400 t) y Bélgica (202 t) así como por los de Uruguay, Filipinas, Irak y Jordania. El total de ventas del sector oficial en 1992, se estima que ha superado las 800 toneladas.

1.1.4. Demanda

El lado de la fabricación representó un desarrollo positivo en el mercado del oro en 1992. En una economía mundial deprimida, la demanda de oro, especialmente para joyería, continuó comportándose bien. Las estimaciones apuntaban a una demanda física total de 2.896 t en 1992, con una demanda de joyería de 2.200 t, en comparación con la de 1.986 y 1.975 t, de los primeros años de la década.

La demanda de joyería muestra que, mientras en los países industrializados continúa siendo restringida, salvo en Italia, como resultado del pobre crecimiento económico, se han registrado significativos incrementos en China (principalmente a través de Hong Kong)

Tailandia, Taiwan e India.

Otros usos que incluyen oro para electrónica, dentistería, aplicaciones industriales y decorativas diversas y monedas oficiales, regularmente contabilizan unas 400 t/año. Con frecuencia, el oro es considerado irremplazable en varias aplicaciones, tales como la electrónica y tiende a tener un precio inelástico. El empleo del oro en electrónica está en relación con el crecimiento de la industria y el económico en general. En ausencia de cualquier innovación tecnológica importante, esta demanda del metal probablemente continúe en los niveles corrientes.

El consumo del oro en dentistería ha estado en disminución y en 1992 y 1993 se mantendría alrededor de las 50 toneladas.

En tiempos recientes, la demanda numismática cayó al nivel más bajo en muchos años, como resultado de los muy bajos niveles de interés en el metal como vehículo de inversión en Europa y Norteamérica; allí, las monedas han sido los medios preferidos de inversión en oro, en contraste con el Oriente Medio y Asia, donde los atesadores han preferido los lingotes. El nivel de demanda total en esta categoría - "otros" - ha estado alrededor de las 380 t anuales.

Sobre los eventuales sustitutos, puede señalarse que los metales básicos cubiertos con aleaciones de oro se emplean ampliamente en productos de eléctrica/electrónica y joyería, para economizar oro; muchos de estos productos son continuamente rediseñados para mantener sus altas normas de utilidad con un contenido más bajo de oro. Generalmente, el paladio, el platino y la plata pueden sustituir al oro.

1.1.5. Inversión de Demanda

En las áreas tradicionales de atesoramiento, la inversión se elevó bruscamente en 1987, 1988 y 1989, sobre todo en Asia. Este crecimiento es atribuible al fuerte comportamiento económico de la región. La tendencia compradora ha sido evidente en Hong Kong, Singapur, Japón, Taiwan, Corea del Sur, Tailandia y Malasia. En los primeros años de esta década el nivel fué más bajo y su incremento depende del crecimiento de la economía mundial. En 1992 aún se mantuvo débil en la mayor parte del año. Las decisiones de invertir fueron influenciadas negativamente por las bajas expectativas inflacionarias, las incertidumbres en cuanto a las ventas del sector oficial, el buen comportamiento de los stocks de los mercados principales y el pobre y prolongado nivel del precio del metal.

En el corto plazo, varios factores podrían inducir un reavivamiento de la inversión de demanda, entre los cuales están la continuada incertidumbre económica y política en el este de Europa, dificultades en la profundización de la integración económica y monetaria de la CEE y un déficit presupuestario creciente, acoplados con altas expectativas inflacionarias en Alemania.

1.1.6. Conclusión

La demanda fué en disminución desde 1989, mayormente como resultado de la "lentitud" de la economía mundial, pero las previsiones con respecto a la recuperación de ésta abren una clara perspectiva de incremento de la misma. En 1992 han sido importantes el rebote

//

de la demanda para joyería, así como la capacidad de las minas de oro para mantener la producción en un período de márgenes de ganancia declinantes. Los presentes bajos niveles de inversión de capital y en exploración por parte de la industria, junto con la necesidad de numerosas operaciones mineras de trasladar su actividad del cielo abierto a la más cara explotación subterránea, afectará la nueva producción de mineral en el largo plazo. La reorientación del suministro de oro de nuevo minado y las perspectivas de crecimiento de la economía mundial, junto con la liberalización de los mercados del oro en India y China, podrían impulsar mejoras en el comportamiento del precio del oro en el mediano a largo plazo. (14).

1.2. Plata

La producción primaria mundial de plata procede en buena parte del tratamiento metalúrgico de algunos metales no ferrosos, en especial el plomo. La recuperación secundaria de plata ha estado cobrando cada vez más significación.

Las reservas mundiales de plata (65) estimadas en 1992 eran de 280.000 t, las reservas base de 420.000 t; su distribución principal era la siguiente: ex-URSS, 44.000 t de reservas y 50.000 t de reservas base; Canadá, 37.000 y 47.000 t, respectivamente; México, 37.000 y 40.000 t; EE.UU., 31.000 y 72.000 t; Perú, 25.000 y 37.000 t; y otros países, 106.000 y 174.000 toneladas.

Aproximadamente dos tercios de los recursos mundiales de plata están asociados con depósitos de cobre, plomo y cinc, el tercio remanente se halla en depósitos de vetas en los que la plata es el componente principal. Aunque los descubrimientos recientes han sido principalmente de depósitos de oro y plata, se espera que significativos reservas y recursos futuros sean el resultado de grandes descubrimientos de metales básicos que contengan plata como coproducto.

1.2.1. Precios

El metal continuó en la declinación general que comenzó a principios de la década pasada. Tomando en consideración la presente, puede constatar que de una cotización (COMEX - Mercado de Nueva York) de u\$s 4,82/oz en 1990, bajó a una de u\$s 4,05/oz en 1991 - un 16% menos - y a u\$s 3,93/oz en 1992 - 3,0% por debajo del año anterior (14).

En los primeros cinco meses de este año, el precio promedio se mantuvo por debajo de u\$s 4,0/oz, ha sido de u\$s 3,943/oz, aunque representa un ligero aumento con respecto al de 1992. Sin embargo, debe destacarse que la declinación general se prolongó hasta fines de febrero, mes en el que la cotización media fue de u\$s 3,626/oz entre el cierre de la 2da. quincena de marzo (u\$s 3,880/oz) y el de la segunda de mayo (u\$s 4,611/oz) el precio se incrementó un 18,8%. El valor mensual máximo fue el de mayo - u\$s 4,507/oz - y el mínimo el de febrero, con una diferencia del 19,5% entre ambos. Entre el precio medio de enero (u\$s 3,652/oz) y el de mayo, el aumento es del 23,4%, lo que marca una recuperación muy importante. Ya en abril el precio superó el nivel de los u\$s 4,0/oz y el alza considerable desde entonces es la que permitió colocar el promedio por encima de 1992. En los años pasados, el precio promedio anual fue más bajo que el de la apertura, la marcha de 1993 apunta hacia una reversión de esa ten-

dencia.

1.2.2. Oferta

Tal como en los años anteriores, en 1992 mucha de la producción de plata (corrientemente alrededor del 70%) ha sido como sub- o coproducto de la de las minas de cobre, plomo, cinc y oro. Pero según la información preliminar (14) la nueva producción de plata refinada procedente de mina (440 mill.oz) disminuyó un 3,0% con respecto a 1991 (454 mill.oz) y algo más en comparación con 1990 (456 mill.oz). Se estima que en 1993, la producción de mantendrá más o menos en el nivel del año precedente. Hubo una reducción significativa en Perú, donde se combinaron los precios bajos, la elevada inflación y las inquietudes políticas, para traer como resultado una declinación estimada en casi 9,0 millones de onzas (15%); y también se registró disminuciones de la producción en Canadá (4,0 mill.oz) y Chile (5,0 mill.oz) pero estas estuvieron primordialmente relacionadas con las operaciones mineras antes que con el precio. Considerando las difíciles condiciones presentes en una parte importante de la industria minera, incluyendo los precios bajos, complicaciones ambientales y dificultades en la obtención de fondos para proyectos de capital, puede concluirse que lo prudente es no esperar algún incremento significativo de la producción en los próximos años.

Además, los datos preliminares (14) indican que las fuentes secundarias de suministro permanecen estancadas. No obstante el prolongado período de precios bajos y declinantes, así como la reciente recesión de la economía, estas fuentes se han estabilizado en alrededor de 100 mill.oz/año. Buena parte de este metal es recuperado de materiales fotográficos, actividad que es económica aun con un precio por debajo de u\$s 4,0/onza.

En nuestro país, según las mediciones estadísticas (17) para 1989, 1990 y 1991, la producción de plata contenida en concentrados de plomo y de estaño, polimetálicos y mineral de manganeso, fué de 83.126 kg en 1989, de 75.798 kg en 1990, con una disminución del 8,8% y de 69.960 kg en 1991, con otra caída del 7,7% con respecto a 1990. La exportación para los mismos años ha sido de 36.200, 39.814 y 31.869 kg, respectivamente.

En cuanto al metal refinado, la producción de primera fusión, a partir de concentrados, fué de 35.600 kg en 1989, aumentó a 36.600 kg en 1990, un 2,8%, y disminuyó a 34.282 kg, un 6,3%, en 1991. La contribución de Catamarca para esos años fué de 4.283 kg, 4.617 kg y 4.819 kg, respectivamente, producidos por YMAD (Farallón Negro).

La producción de segunda fusión - recuperación secundaria - fué para el trienio de 70.000 kg, 75.000 kg y 75.000 kg, respectivamente. La importación, excluyendo manufacturas, fué bastante variable, de 1.057 kg en 1989, 4.801 kg en 1990 y 2.857 kg en 1991.

1.2.3. Demanda

Se ha estimado que la demanda total en 1992 (594 mill.oz) ha estado ligeramente por debajo de la de 1991, igualando la de 1990; la estimación para 1993 es de 607 mill. onzas. Se espera que el empleo del metal tenga un aumento en los próximos años, pero a una tasa que no afectaría sustancialmente al precio.

Entre 1990 y 1992, el uso industrial fué 568-570 mill.oz y para acuñación de moneda de 25-27 mill.oz; se cree que en 1993, el primero absorberá 582 mill.oz y el segundo se mantendrá en los 25 mill. de onzas.

El consumo aparente de nuestro país de 1989 a 1991 fué sucesivamente de 46.926, 35.984 y 38.091 kilogramos, en lo que se refiere al metal contenido en concentrados de plomo, de estaño y de plata, polimetálicos y mineral de manganeso. En cuanto al metal refinado, el consumo aparente fué de 106.657 kg en 1989, 116.401 kg en 1990 y 112.139 kg en 1991.

Sobre sustitutos de este metal, el aluminio y el rodio pueden reemplazarlo en espejos y otras superficies reflejantes. En elementos quirúrgicos, puede emplearse tantalio en lugar de plata. El acero inoxidable es un material alternativo de la plata en artículos para la mesa. Se está desarrollando baterías sin plata para usarlas en lugar de aquellas que la llevan, en algunas aplicaciones. Para algunos usos de la plata en fotografía son alternativas la película en blanco y negro sin plata, la película con reducido contenido de plata y la xerografía.

1.2.4. Inversión de Demanda/Inventarios

A pesar del panorama que ofrece la plata - oferta restringida/demanda creciente - los inversores no han mostrado interés en el metal. El aumento de los stocks en los EE.UU. puede haber sido parcialmente responsable de esa falta de interés. Aunque estos stocks se han incrementado considerablemente en los últimos años (en 1989 eran de 189 mill.oz y al final de los años 1991 y 1992, de 295 y 296 mill.oz, respectivamente) cuando se los compara con el consumo anual total, no aparecen como excesivos. Un estudio del Silver Institute en 1992 (14) que abarcó los stocks de plata en el mundo e incluyó el análisis de la ubicación, forma y tipo de los inventarios, confirma que el 82% del inventario global es mantenido bajo la forma de artículos comerciales y objetos de arte, y es improbable que vuelva a entrar al mercado a menos que haya un cambio considerable del precio. Los inventarios son mantenidos para otros propósitos que la inversión de corto plazo y por consiguiente, no habría una oferta adicional como resultado de la modificación del precio.

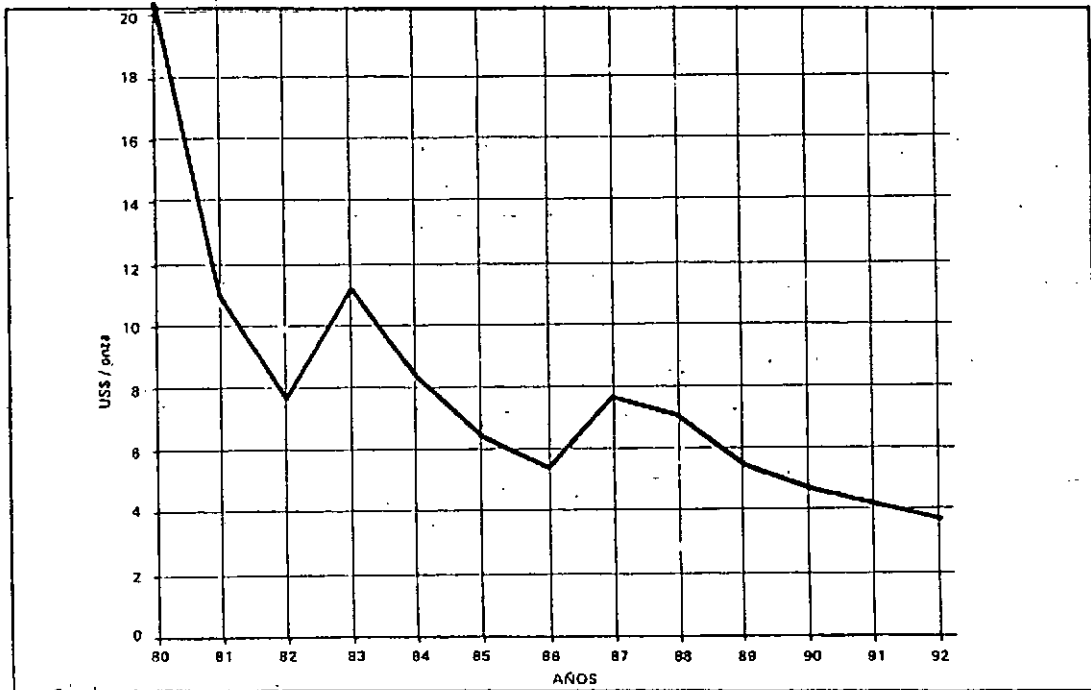
1.2.5. Perspectivas

La oferta-demanda para 1993 induce a pensar que habrá un incremento continuado del precio (véase ap. 1.2.1.). La demanda de fabricación es sólida a pesar de la debilidad de la economía mundial. No se espera que decline el consumo aunque haya un aumento de la inversión que produzca una elevación significativa del precio. De modo que, desde el punto de vista de los fundamentos del mercado, es altamente probable que la tendencia hacia precios más altos se consolide en este año y el próximo. El año pasado, cuando la plata estaba por debajo de los u\$s 4,0/oz, la proyección para 1992 fué de un precio en el rango de u\$s 3,50-4,50/oz y la realidad mostró que fué de u\$s 3,62-4,32/oz. La mayoría de los pronósticos para el corriente año señalaron un rango semejante o más bajo, pero de una forma alentadora, y a pesar de la subsistencia de algunas dificultades, el movimiento de los precios en el sentido creciente durante los primeros cinco meses ha estado en el rango de u\$s 3,62-4,50/onza (véase ap. 1.2.1.).

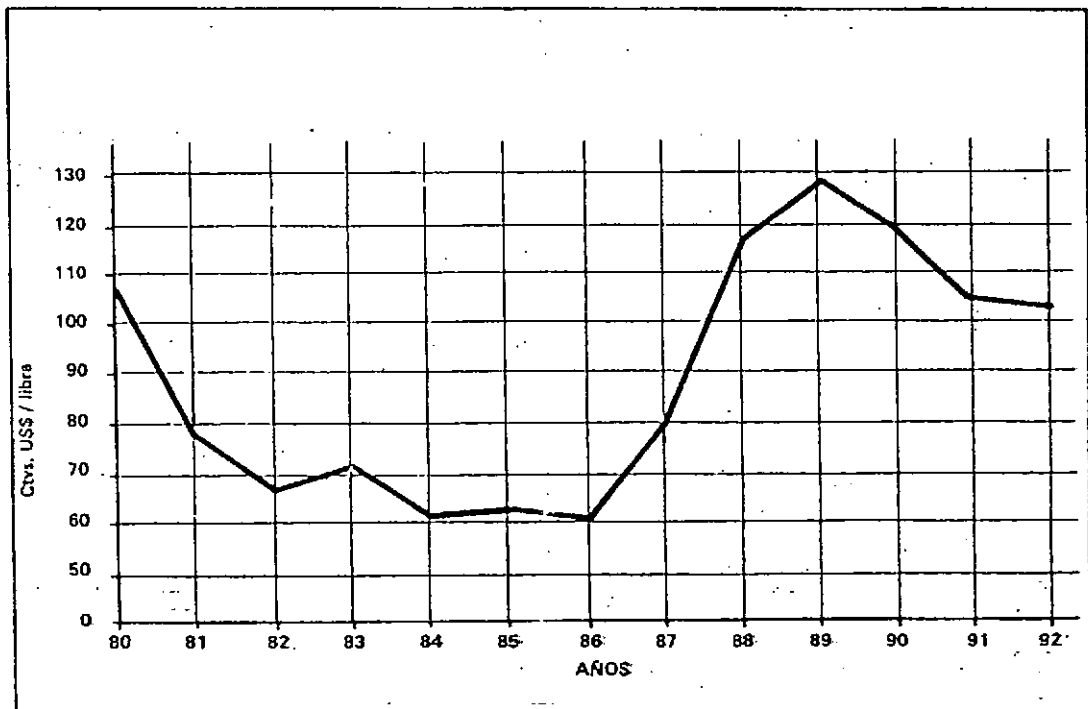
//

PLATA - COBRE

De: Revista PANORAMA MINERO n° 174/1993



Promedios anuales cotización de la plata - 1980-1992



Promedios anuales de la cotización de cobre 1980-1992

2. Metales Básicos

2.1. Cobre

El cobre es un metal abundante, pero sus reservas no tienen la distribución general de otros, se concentran preferentemente en determinadas regiones.

Las reservas y reservas base mundiales estimadas para el metal en 1992 (65) son respectivamente, de 310 y 590 mill. t, con esta distribución: Chile, 88 mill.t de reservas y 140 mill.t de reservas base; EE.UU., 45 y 90 mill.t; ex-URSS, 37 y 54 mill.t; Polonia, 20 y 36 mill.t; Zambia, 12 y 34 mill.t; Canadá, 11 y 23 mill.t; Indonesia, 11 y 17 mill.t; Zaire, 10 y 30 mill.t; Perú, 7,0 y 25 mill. t; Australia, 7,0 y 21 mill.t; Filipinas, 7,0 y 11 mill.t; China, 3,0 y 8,0 mill.t, y otros países, 50 y 98 mill. de toneladas.

2.1.1. Precios

Durante esta década, las cotizaciones al contado del metal en el LME (London Metal Exchange - Bolsa de Metales de Londres) si - guieron en declinación, en 1990 el precio fué de u\$s 121/lb (u\$s 2,66 /kg) un 12,4% inferior al de 1989, en 1991 bajó a u\$s 106/lb (u\$s 2,33/kg) y a u\$s 104/lb (u\$s 2,29/kg) en 1992 (14); en los primeros cinco meses de 1993, el precio promedio fué de u\$s 93/lb (u\$s 2,05/kg) con una disminución del 10,5% con respecto al del año anterior. Pero esta sola relación no refleja cabalmente el comportamiento del precio, pues de u\$s 99,8/lb (u\$s 2,20/kg) en enero, decreció a u\$s 80,1/lb (u\$s 1,766/kg) en mayo y el promedio del período se sustenta en las cotizaciones del primer trimestre. Hubo un ligero repunte en febrero, que no alteró la tendencia general. El valor máximo fué el de ese mes, u\$s 100,5/lb (u\$s 2,216/kg), el mínimo se registró en mayo, con una disminución del 20,3% entre ambos; de enero a mayo la baja fué de un preocupante 19,7%.

Según la información de la Comisión Chilena del Cobre, CO-CHILCO (40) se esperaba un precio de alrededor de u\$s/lb para 1993 y se señalaba que las dificultades que aún se observaban en la producción de Perú, Zaire y algunos países de Europa Oriental contribuirían a mantener el precio del metal en torno a esa cotización. El valor medio del período considerado de 1993 no está lejos de esa predicción, pero lo que realmente suscita al menos incertidumbre es el curso que ha tomado el precio, que de prolongarse puede influir en el ánimo de los eventuales inversionistas, introduciendo un factor negativo en un delicado tiempo de decisiones para la provincia de Cata - marca.

2.1.2. Producción

En 1991, la producción del que fuera llamado mundo no-socia - lista, de procedencia minera, fué de 7,41 mill. t, lo que representa una capacidad media de utilización en una proporción del 87% para la industria, con una pequeña diferencia con respecto al registro de años anteriores; no ha habido algún mejoramiento importante en 1992, año en el que la producción fué de 7,66 mill. t, con un 3,3% de incremento.

El crecimiento de la producción ha sido atemperado por el pobre comportamiento crónico de los productores más débiles. Las com

pañías más fuertes se han beneficiado grandemente de las dificultades de los operadores de los países en desarrollo, que hace una década fueron acusados del deterioro en el balance del mercado del cobre.

En algunos casos, la situación empeoró aún más en 1992. El más conocido es el ejemplo de Zaire, donde la producción puede haber caído por debajo de las 200.000 t, frente a las 500.000 t de cinco años antes. Los problemas políticos han sido todavía más severos en la ex-Yugoslavia y han estado aumentando en intensidad en este año. De otra parte, la producción tendió a estancarse en Filipinas, a pesar de la activación de una nueva mina; Perú tuvo un desajuste en el año, aunque no desastroso.

Sin embargo, en medio de tal cuadro hubo algunas tendencias alentadoras el pasado año. En Zambia se manejó la situación para incrementar la producción por sobre el 5,0% y recuperarse en algo de las pérdidas previas. Asimismo, CODELCO de Chile revirtió la caída de 1991, a la vez que las operaciones de Sar Cheshmeh, Irán, hicieron más progresos hacia el objetivo de la capacidad.

Mucho más significativos fueron los avances hechos como resultado del crecimiento de la capacidad. Durante 1992, la capacidad de la producción minera en lo que era el mundo no-socialista se elevó en alrededor del 3,0%. Como en los años anteriores, los principales contribuyentes fueron el sector privado de Chile y las operaciones de Freeport Indonesia, mientras que los productores de EE.UU. también recuperaron su impulso. Estos tres países contabilizaron más del 80% del crecimiento de la capacidad y entre ellos alcanzaron una producción de 300.000 toneladas. Tales éxitos contrastan con el retroceso de Canadá, donde el potencial de producción es ahora casi un 6,0% más bajo que hacia el final de 1991.

Se estimó que un 25% del crecimiento de la producción minera, como mínimo, se debió a las operaciones SX-EW (extracción por solventes y electroobtención), que tienen la ventaja de eliminar la necesidad de capacidad de fundición, sin contar que requieren menos capital por tonelada de producción, y en segundo lugar, a que la capacidad convencional de fundición se elevó en un 3,5%. Estos factores, sumados a términos más o menos favorables del tratamiento de concentrados y menos dificultades técnicas, habrían empujado hacia arriba la producción primaria de refinado, en un 4,0% o más.

En combinación con la recuperación a partir de desechos, los suministros totales de refinado de fuentes occidentales pueden haber alcanzado los 8,85 mill. t en 1992.

Las cifras estadísticas para nuestro país (17) muestran una producción de metal contenido en concentrados, inclusive los polimetálicos, de 653 t en 1989, 357 t en 1990 y 409 t en 1991; no hubo producción de refinado de primera fusión (a partir de concentrados) en esos tres años. La de 2da. fusión - recuperación secundaria - fué de 11.000 t en 1989 y de sendas 15.000 t en 1990 y 1991.

2.1.3. Consumo

Las estimaciones sobre el consumo (10;14) en 1991 han puesto de manifiesto en el área de la OCDE (Organización de Cooperación y Desarrollo Económico) que la demanda bajó en alrededor del 1,0%, con la aguda caída de los países angloparlantes de casi el 6,0% (si-

guiendo a una del 3,5% en 1990) sólo parcialmente compensada por el crecimiento, aunque más lento, del 2,3% en Japón y del 2,2% en Europa continental. Mas bien, lo que produjo un salto en el mercado fué la extraordinaria elevación del 19% en el consumo de las naciones que no pertenecen a la OCDE.

Dado que la mitad aproximadamente de ese comportamiento se debe a un solo país, Taiwan, sería sorprendente que se haya repetido en 1992. Sin embargo, con el crecimiento de los países asiáticos en aceleración, no hay duda que ellos han hecho una contribución considerable a los totales de 1992, como a través de la década pasada, especialmente ahora que la región, que está fuera de la OCDE, es responsable del 20% del total de la demanda de cobre del antiguo mundo no-socialista.

Por otro lado, el año 1992 ha presentado un cuadro de distintas alternativas. Si bien hubo una recuperación de la OCDE desde principios de año, el índice de la ampliación de la actividad de la construcción ha sido a la vez más lento. De forma semejante, la producción automotriz se elevó marginalmente en los primeros nueve meses, pero las ventas permanecieron débiles; sólo el mercado de los vehículos utilitarios mostró un crecimiento consistente, aunque EE.UU. fué el único contribuyente sólido.

Los indicadores económicos disponibles y los datos del consumo apuntan a una fuerte recuperación de la demanda estadounidense en 1992, pero también lo hacen hacia una brusca caída en Japón; la impresión es que ellas se cancelarán entre sí. En ciertos países europeos hubo animación de la demanda en la primera mitad del año, a ello se sumó una mejora en el Reino Unido, pero en la segunda mitad puede mostrarse más débil.

El efecto neto de todo esto fué que el consumo en el primitivo mundo no-socialista estuvo en alza otra vez en 1992, pero con un paso más lento que antes - menos del 1,0%.

En lo que respecta a nuestro país, el consumo aparente de metal contenido en concentrados fué de 211 t en 1989, de 25 t en 1990 y de 161 t en 1991. De metal refinado, en 1989 se consumió 26.108 t, en 1990, 25.069 t, y en 1991, 42.081 toneladas. Del total de 93.258 t, el 56% corresponde a la importación y el resto a la producción de 2da. fusión. Si se observa además que de 1.419 t de metal en concentrados, obtenidas en esos tres años, se exportó 1.022 t (el 72%) queda conformado un cuadro bastante ilustrativo sobre la dependencia y la debilidad del mercado de este metal en el país. La eventual explotación de los depósitos cupríferos que alberga el territorio catamarqueño, representaría un cambio fundamental, con proyecciones hacia la integración minero-metalúrgico-industrial y el comercio exterior.

2.1.4. Comercio Este-Oeste

Mientras el mercado occidental del cobre no ha sido perturbado por los embarques del primitivo Bloque Oriental en el mismo grado que el de los otros metales básicos, los flujos comerciales de cobre se han hecho más complejos, incluyendo los de sus derivados. Aun las relativamente constantes ventas polacas del metal, han crecido sustancialmente desde fines de los '80 y pueden haber alcanzado las 200.000 t en 1992. Los embarques de cobre refinado de la ex-URSS

se han remontado en los pasados cuatro años, las exportaciones de refinado de la CEI pueden haberse aproximado a las 200.000 t en el último año.

El balance del comercio este-oeste muestra que China ha surgido como el principal comprador de cobre en 1991 y 1992. Se estima que las importaciones netas de refinado de este país han llegado a las 150.000 t el pasado año. Esto aseguró que las importaciones netas totales de Occidente se mantuvieran, como en los años precedentes, alrededor de las 250.000 toneladas.

2.1.5. Balance del Mercado y Stocks

En los años recientes hubo un contraste entre los movimientos de los stocks y el balance oferta-demanda basado en las cifras informadas al World Bureau of Metal Statistics (WBMS). Mientras las estadísticas de oferta y demanda indican déficits en el mercado de cobre refinado a través de 1988-1991, así como en los cuatro años anteriores, los inventarios informados se elevaron más de 300.000 t en esos cuatro años.

Este enigma tampoco fué resuelto en 1992. Las estimaciones de un crecimiento más lento de la demanda, combinadas con una producción más animada y aun ventas netas altas de los países del ex-Bloque Oriental, señalan un modesto excedente del mercado de unas 50.000 toneladas. Lo cierto es que según el WBMS, en 1992 el incremento de los stocks en lo que fuera el mundo no-socialista, fué de 190.000 t y el nivel se elevó de las 860.000 t de 1991 a 1.050.000 t el pasado año, las que abarcaban seis semanas de consumo; estos niveles de inventario podrían haber influido negativamente sobre los precios.

2.1.6. Perspectivas

Los inversores pueden ser particularmente atraídos por las implicaciones de la salida del mundo del período de recesión. Sin embargo, hay que considerar con cautela las perspectivas que los fundamentos del cobre experimenten rápidamente un mejoramiento brusco. En primer lugar, aun si Japón se une a los EE.UU. en un firme crecimiento del consumo, los aumentos pueden ser atemperados por la debilidad de Europa (la que contabiliza el 35% de la demanda). En segundo, la capacidad minera tiende a incrementarse más, 2,0% durante 1993, con una cuarta parte de ésta procediendo nuevamente de las operaciones SX-EW, a la vez que la producción potencial de fundición puede elevarse hasta cerca del 2,5%. Manteniéndose fuertes los flujos netos del Este, los productores podrían estar así en posición de encontrar demanda mientras los aumentos de las dificultades de la oferta no se intensifiquen. Aun si esto sucediera, los stocks están ahora en condiciones de proveer una amortiguación superior que en años anteriores.

Por estas razones, la recuperación de los precios puede ser pospuesta hasta la última parte de 1993 o 1994.

2.2. Cinc

Se trata de un metal relativamente abundante que, en general, se presenta en menas complejas, siendo su paragénesis más frecuente con el plomo.

En 1992. (65), las reservas y reservas base mundiales de cinc

eran de 140 mill.t y 330 mill.t, respectivamente, y estaban distribuídas principalmente de este modo: Canadá, 21 mill.t de reservas y 56 mill.t de reservas base; Australia, 17 y 65 mill.t, respectivamente; EE.UU., 16 y 50 mill.t; Perú, 7,0 y 12 mill.t; México, 6,0 y 8,0 mill.t; China, 5,0 y 9,0 mill.t, y otros países, 72 y 125 mill. de toneladas.

2.2.1. Precios e Inventarios

En 1992, el precio al contado promedio del cinc (LME) fué de u/s 56,3/lb (u/\$s 1,24/kg) un 11,3% superior al de 1991, de u/s 50,6/lb (u/\$s 1,11/kg). En 1991 hubo varios factores que afectaron al cinc, incluyendo el mayor movimiento de las exportaciones netas de los países del ex-Bloque Socialista - incluso la ex-URSS - al mundo occidental; en ese año hubo sólo limitadas alteraciones de la oferta, a pesar que se produjo el cierre de minas de altos costos operativos, junto con algunas pérdidas considerables en minas de Canadá. La actividad económica mundial tocó fondo en 1991 y se deprimió la demanda de cinc, particularmente en Norteamérica y Europa, y en las postrimerías del año en Japón. Durante 1991 hubo incrementos en los inventarios, tanto para los concentrados como para el cinc metálico. Al final del año se anunció cierres de minas y reducciones de fundidoras, lo que parece haber contribuído a restaurar condiciones más equilibradas en 1992. Sin embargo, luego de un repunte del precio en mayo y junio, posteriormente fué disminuyendo y experimentó un acentuado bajón en el último trimestre.

Esta situación se prolongó en los cinco primeros meses de 1993, período en el que el precio promedio fué de u/s 46,2/lb (u/\$s 1,02/kg). El precio máximo fué el de enero, u/s 49/lb (u/\$s 1,08/kg) y el mínimo el de mayo, u/s 43,2/lb (u/\$s 0,95/kg), con una declinación del 12% entre ambos extremos.

El precio registrado en parte de 1992, más alto que el esperado, trejo como resultado una sobreoferta en los mercados de los concentrados y del metal, con un exceso de 163.000 t del metal en el mundo occidental. De tal modo, los inventarios de cinc refinado se elevaron en el LME, de 293.000 t a 950.000 t al cerrar 1992. Al parecer, hubo un desarrollo no informado de los stocks durante el segundo y el tercer trimestre de 1992, cuando factores técnicos provocaron precios por encima de las expectativas; estos stocks, luego fueron puestos de manifiesto en el último trimestre. Sin esto, el balance del metal podría haber sido más cerrado, de acuerdo con el incremento del stock.

Se estima que los inventarios normales del mundo occidental deben cubrir cinco semanas de consumo, 515.000 toneladas. Quiere decir que el exceso al final de 1992 fué de 435.000 t, comparado con uno de sólo 138.000 t a fines de 1991.

2.2.2. Producción Minera

La producción minera del mundo occidental disminuyó marginalmente en 1992, un 0,5%, a 5,55 mill. t (metal contenido); hubo sólo una pérdida mínima debido a huelgas y problemas de la producción. Los cambios del año en la capacidad minera fueron: aperturas, 266.000 t; cierres, 99.000 t, lo que da un incremento neto de 167.000 toneladas. Dos terceras partes de las clausuras se produjeron en Alemania, donde

cerraron dos minas pequeñas, Bad Grund y Meggen; además, se dispuso el cierre de cuatro minas pequeñas, tres en Canadá y una en México. Por la otra parte, abrieron seis minas nuevas, sólo una de ellas grande, la Bismarck en México, de 58.000 t/año. Además, hubo un número de reaperturas y expansiones.

Se estima que en 1992, las minas del mundo occidental impulsaron su capacidad efectiva de producción y obtuvieron concentrados que superaron los requerimientos de los fundidores de ese mundo. Durante el año, los inventarios de concentrados del mundo occidental disminuyeron significativamente, debido a los contratos de maquila con fundidoras de la CEI (Comunidad de Estados Independientes). El efecto neto en Occidente fué la reducción de los inventarios de concentrados y un aumento de los del metal.

Canadá continúa siendo el mayor productor minero de cinc de Occidente, seguido por Australia y Perú en el tercer lugar. En 1995, la corporación M.I.M. pondrá en marcha su principal depósito de McArthur River, con una capacidad de 160.000 t/año. Esta es la nueva mina más grande que se ha proyectado que entre en producción dentro de este lustro.

En Argentina, la producción de metal contenido en concentrados fué de 43.155 t en 1989, bajó un 10,4% en 1990, a 38.664 t, y se incrementó un 2,2% en 1991, a 39.253 toneladas.

2.2.3. Producción de Refinado

En 1992, la producción de cinc refinado de Occidente disminuyó en 1,2%, a 5,32 mill. de toneladas. Esto se debió a interrupciones en México y Perú, las únicas de importancia en el año. En el resto del mundo occidental, los niveles de producción de cinc experimentaron poco cambio con respecto al año anterior.

En Europa Occidental, la Union Minière cerró en enero de 1992 su vieja planta de cinc de Overpelt, Bélgica, de 120.000 t de capacidad, debido a los precios bajos. Esta pérdida de capacidad fué casi compensada por la expansión de la planta de cinc Asturiana, España, a 100.000 t de capacidad, completada en las postrimerías de 1991.

Durante 1992, las plantas de cinc occidentales operaron ligeramente por debajo de su capacidad real. Las altas cargas del tratamiento y una oferta adecuada de concentrados proveyeron el incentivo para producir a tasas altas, durante un año en el que el consumo del metal disminuyó de un modo leve.

En nuestro país, la producción del metal refinado de primera fusión fué la siguiente: en 1989, 31.567 t; en 1990, 31.517 t, y en 1991, se incrementó un 13,5%, a 35.766 toneladas.

La de segunda fusión - recuperación secundaria - se mantuvo alrededor del mismo nivel, 2.700 t en 1989 y en 1990, y 2.800 t en 1991.

2.2.4. Demanda

Las estimaciones (14) muestran que el consumo de cinc del mundo occidental disminuyó un 0,8% en 1992, a 5,36 mill. t, debido principalmente al decrecimiento de la actividad económica en Alemania y Japón. El declinante consumo del metal, de 2,7% en Europa y 9,5%

en Japón, no fué compensado totalmente por una elevación del 9,3% en los EE.UU. y del 0,4% en otros países. El brusco deslizamiento económico de Japón afectó adversamente las industrias automotriz y de la construcción. Aunque las pobres condiciones de este país impactaron negativamente sobre los países del sudeste asiático, éstos aún mostraron el crecimiento económico más alto del mundo, lo que representó un hecho positivo para el consumo de cinc en 1992.

La demanda de cinc del mundo es dominada por la galvanización, que representa un 47% de ella. La siguen la de cinc para bronce (19%) y las aleaciones para piezas moldeadas (14%). El remanente es insumido por óxido, semifabricados - especialmente chapa - y otros usos.

El crecimiento en el consumo de cinc ha sido motorizado por el del empleo de acero revestido de cinc, incluyendo la chapa galvanizada continua, para numerosas aplicaciones, tanto en la industria de la construcción como en la automotriz. El acero revestido de cinc ofrece una protección efectiva y de bajo costo a la herrumbre y su demanda ha crecido rápidamente en esas industrias. La cantidad de cinc consumido se ha cuadruplicado en el mundo occidental (incluyendo los países asiáticos de esa órbita) durante la pasada década y en la actualidad se aproxima a las 300.000 toneladas. Más del 60% de las chapas para automóviles son ahora galvanizadas y a medida que avance la década la cifra podría acercarse al 90%.

En diciembre de 1991, en los EE.UU. se aprobó un proyecto federal quinquenal de ley de caminos, que autoriza un gasto de u\$s 155.000 millones, el cual contiene la previsión de los costos que requieren los estados y municipalidades para dar más peso a lo que atañe al mantenimiento de largo plazo; se espera que esta previsión provea un significativo incremento de los componentes revestidos de cinc en la construcción de caminos.

En Argentina, el consumo aparente de metal contenido en los concentrados fué de 39.577 t en 1989, bajó un 16,2% en 1990, a 33.172 t, y repuntó un 5,8% en 1991, a 35.089 toneladas.

El metal refinado tuvo este comportamiento: se consumió 22.872 t en 1989, un 4,6% menos en 1990, 21.827 t, y un 31,1% más en 1991, 28.614 toneladas.

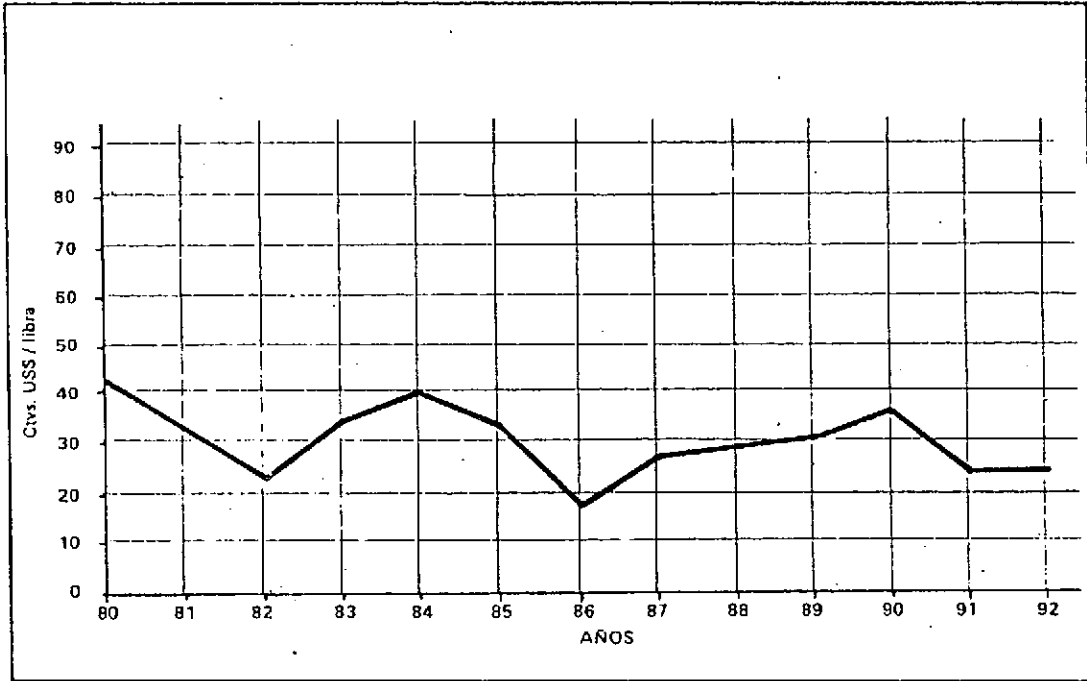
Los eventuales sustitutos del cinc son aluminio, plásticos y magnesio, que son los principales en el material de piezas moldeadas en matriz. Aluminio, acero y plásticos lo sustituyen en usos de láminas galvanizadas. En la protección de la corrosión el metal puede ser reemplazado por revestimientos plásticos, pinturas, cadmio y revestimientos de aleaciones de aluminio; aleaciones de aluminio son empleadas en lugar del bronce. Muchos elementos son competidores del cinc en productos químicos, electrónica y pigmentos.

2.2.5. Comercio Este-Oeste

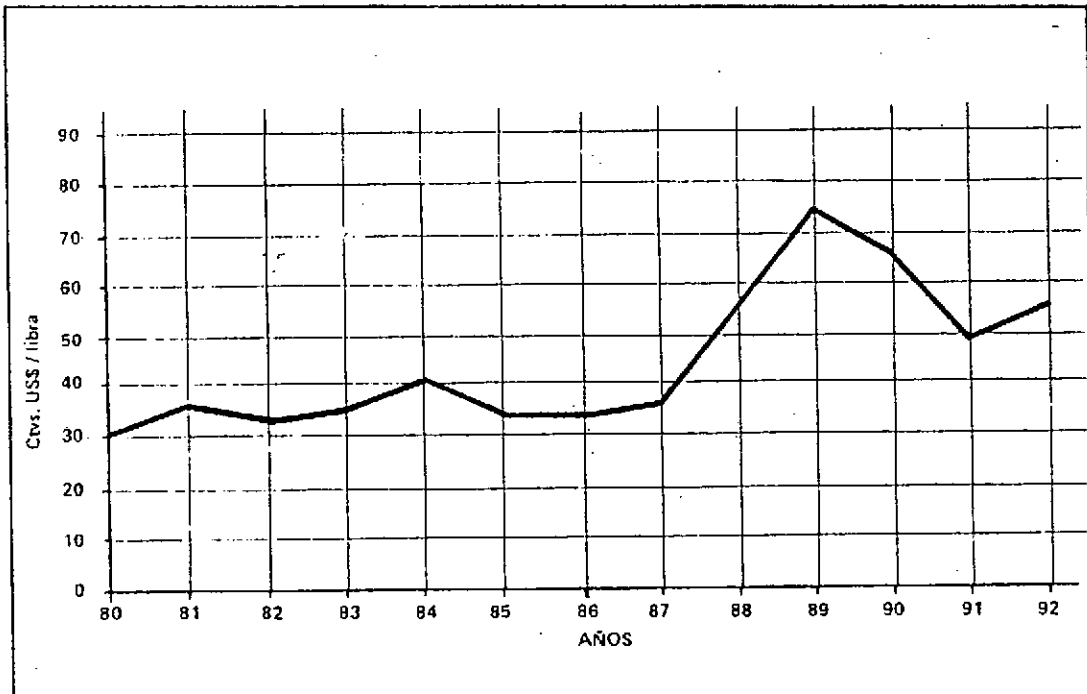
En 1992, las exportaciones de cinc metálico de los países del Este a los del Oeste, se duplicaron a 202.000 toneladas. La principal razón de este aumento abrupto fué la fundición a maquila de los concentrados occidentales en la CEI, con retorno del metal al Oeste. La combinación de un exceso de capacidad de fundición en la CEI y de uno en los concentrados occidentales, altas cargas de tratamiento y fletes internos más bajos en la CEI, abrieron el camino a esta tran-

PLOMO - CINC

De: Rev. PANORAMA MINERO n° 174/1993



Promedios anuales cotización del plomo 1980-1992



Promedios anuales cotización del zinc - 1980-1992

sacción; probablemente esto seguirá sucediendo en 1993.

Mucho del flujo externo de cinc de Polonia, Rusia y Kazajstán es vendido en Europa Occidental, a los consumidores y al LME. Los otros exportadores significativos hacia el Oeste son Corea del Norte y China, con este metal moviéndose en Corea del Sur, Japón y en el depósito del LME en Singapur, y hacia los otros países asiáticos. Estas exportaciones de 1992 causaron condiciones depresivas del mercado y bajas primas para el metal. Durante ese año, las exportaciones netas de 202.000 t del metal del ex-Bloque Oriental al Oeste, fueron más o menos iguales al excedente de cinc en el mundo occidental. Es decir, el mercado podría haber estado aproximadamente en equilibrio si no hubiera habido esta entrada desde los países del Este.

En los años 1991 y 1992, la actividad económica y el consumo del metal se contrajeron duramente en Rusia y otros países del Este, mientras que la producción de cinc se ha levantado bastante bien, lo que permite un incremento de las exportaciones netas del metal al Oeste. Puede transcurrir algún tiempo antes que el consumo se revierta y se eleve en los países del ex-Bloque Oriental, siempre que su producción pueda ser mantenida, de manera que el Oeste debe esperar un flujo externo por un tiempo.

2.2.6. Perspectivas

Durante 1992 la economía del mundo occidental creció un 1,8% en términos reales, comparado con el 1,3% de 1991. Sin embargo, la producción industrial que se relaciona más estrechamente con el consumo del metal, en 1991 declinó un 0,5% y nuevamente en 1992, otro 0,6%; esto explica la ligera caída en el consumo de cinc en 1992. En 1991, el consumo se elevó un 3,5%, pero esto se debió mayormente a un mejor registro en un número de países. Para 1993, se espera una continuada aunque modesta expansión en los EE.UU., pero probablemente el crecimiento en Europa y Japón sea lento, de modo que el conjunto occidental de países tendría un consumo sólo ligeramente superior. Para restaurar el balance en el mercado del cinc podrían ser necesarias reducciones de la producción en 1993.

2.3. Plomo

La paragénesis plomo-cinc tiene importancia en relación con el mercado de ambos metales; de alguna manera, el plomo tiende a convertirse en un coproducto del cinc.

Las reservas mundiales de plomo estimadas para 1992 (65) eran de 63 mill. t, y las reservas base de 130 mill. t; la distribución general se ha verificado así: Australia, 10 mill. t de reservas y 35 mill. t de reservas base; EE.UU., 10 mill. t y 22 mill. t, respectivamente; China, 7,0 y 11 mill. t; Canadá, 6,0 y 13 mill. t; Perú, 2,0 y 3,0 mill. t; Sudáfrica, 2,0 y 3,0 mill. t; México, 1,0 y 2,0 mill. t; Marruecos, 0,5 y 1,0 mill. t; Suecia, 0,5 y 1,0 mill. t, y otros países, 24 y 36 mill. de toneladas.

2.3.1. Precios e Inventarios

El precio promedio del metal en el año 1992 (LME) fué de u\$s 24,6/lb (u\$s 54,2/kg), con un pico de u\$s 29,7/lb (u\$s 65,5/kg) y un mínimo de u\$s 20,6/lb (u\$s 45,4/kg); esta cotización es un 2,9% inferior a la de 1991.

//

El precio medio de los cinco primeros meses de 1993 ha sido de u\$s 18,8/lb (u\$s 41,4/kg) con un máximo de u\$s 19,4/lb (u\$s 42,8/kg) y un mínimo de u\$s 18,2/lb (u\$s 40,1/kg) y una declinación del 6,2%, continuada desde el último trimestre de 1992.

El año pasado no hubo disminución del stock del metal. Los inventarios del LME tuvieron un excedente de 213.000 t al final del año, con un incremento de más de 86.000 t. Los embarques de la CEI y China contribuyeron a ese aumento. La estadística de la oferta y la demanda del ILZGS (Grupo Internacional de Estudio del Plomo y el Cinc) indica para 1992 un exceso de 81.000 toneladas (14).

2.3.2. Producción Primaria y Secundaria

En 1992, la producción de mina del mundo occidental se ha estimado en 2,27 millones de toneladas. El incremento de la producción minera más destacable es el de Canadá, a la vez que la declinación más aparente se produjo en Europa y los EE.UU. En Canadá el aumento fué del 19% sobre el año anterior. La disminución más significativa ocurrió en EE.UU., con un 14%. El ILZGS proyectó un decrecimiento de 49.000 t (2,1%) en relación con 1991, a los 2,27 mill. t mencionados.

La producción de refinado en 1992 fué de 4,36 mill. t, superando ligeramente la de 1991 (4,34 mill. t). Hubo aumentos en Canadá, México, el Reino Unido y Asia; esta última creció un 12% con respecto a 1991. El incremento más grande en esa región provino de Corea del Sur y fué de más del 43%. Compensando estas cifras, hubo disminuciones en la producción de España, EE.UU. e Italia.

En nuestro país, la producción de metal contenido en concentrados fué la siguiente: en 1989, 26.650 t; en 1990, 23.365 t, un 12,3% menos que en el año anterior, y en 1991, 23.697 t, apenas un 1,4% por encima de 1990.

La producción de metal refinado de primera fusión fué de 11.500 t en 1989, disminuyó a 5.500 t en 1990, un 52,2%, y aumentó a 11.000 t, un 100%, en 1991. La de segunda fusión fué de 13.000 t en 1989, se incrementó un 12,3% en 1990, a 14.600 t, y bajó un 4,1%, a 14.000 t, en 1991. Se estima que el reciclaje en el país es del 60%.

2.3.3. Consumo

Se ha previsto para 1992 una declinación de la demanda del mundo occidental, por tercer año consecutivo, a 4,36 mill. toneladas. Los ligeros aumentos en Africa y América han sido más que equilibrados por una disminución del 36% en Europa. En EE.UU. experimentó una baja, también por tercer año consecutivo.

Alrededor del 80% del consumo en EE.UU. corresponde a las baterías ácidas de plomo. La demanda mundial de plomo refinado sigue esta tendencia, de modo que la fabricación de baterías es un factor creciente de incremento. Se ha estimado que en la actualidad, este renglón contabiliza más del 60% del consumo del mundo occidental. Se espera que la estabilización política y el comienzo del crecimiento económico y la expansión de los países del ex-Bloque Oriental y el Tercer Mundo graviten positivamente sobre la demanda.

En Argentina, el consumo aparente de metal en concentrados ha sido de 9.777 t en 1989, disminuyendo bruscamente a 6.399 t en

1990, un 34,6%, y recuperándose en 1991, a 8.760 t, el 36,9% con respecto al año anterior. La demanda del trienio se caracterizó por un fuerte decrecimiento en comparación con los años anteriores.

El consumo de metal refinado mostró un comportamiento igualmente negativo, aunque con características mucho menos acentuadas. En 1989 fué de 20.674 t, cayó un 25,3% en 1990, a 15.436 t, y se elevó a 24.514 t, un 58,8%, en 1991.

La sustitución con plásticos ha reducido el consumo del plomo en la construcción de edificios, cobertura de cables eléctricos y latas y contenedores. Aluminio, estaño, hierro y plásticos compiten con el plomo en otros recubrimientos de embalaje y protección, y el estaño ha reemplazado al plomo en las soldaduras de los sistemas de agua potable, nuevos o de reemplazo, en los EE.UU.

2.3.4. Perspectivas

Con vistas a 1993, se espera que la producción de metal refinado sobrepase los 4,5 mill. t, una alza de 5,1% por sobre 1992. Sin embargo, el ILZGS ha previsto para el mundo occidental un crecimiento del consumo de sólo el 2,3%. Las previsiones del ILZGS son de un excedente estadístico de 216.000 t en la relación oferta-demanda.

2.4. Otros Metales

Ya se ha mencionado que el plomo se ha ido transformando en un coproducto del cinc prácticamente, pero también al considerar la importancia económica de éste, no puede dejar de recordarse a dos metales que suelen estar estrechamente vinculados con él, como son el cadmio y el indio.

2.4.1. Cadmio

Las reservas mundiales de cadmio estimadas para 1992 (65) eran de 540.000 t, y las reservas base de 970.000 toneladas. Estos volúmenes se distribuían de esta forma: Canadá, 80.000 t de reservas y 170.000 t de reservas base; EE.UU., 70.000 y 210.000 t, respectivamente; Australia, 55.000 y 145.000 t; México, 35.000 y 40.000 t; Japón, 10.000 y 15.000 t, y otros países, 285.000 y 390.000 toneladas.

Los recursos mundiales estimados fueron de alrededor de 6,0 millones de toneladas, sobre la base de los recursos de cinc que contienen más o menos 0,3% de cadmio. Los carbones portadores de cinc del centro de los EE.UU. y los carbones de edad carbónica de otros países, también albergan grandes recursos potenciales de cadmio. La cantidad de cadmio en recursos no descubiertos del metal ha sido estimada entre 5,0 y 50 millones de toneladas.

La información nacional (17) señala que en los concentrados de cinc que se han estado produciendo en el país (92,5% por parte de la mina El Aguilar, Jujuy) con una ley media del 50% de cinc, la ley del cadmio contenido ha sido de 0,18 a 0,40%.

2.4.1.1. Precios

Los precios internacionales del metal mostraron un comportamiento inusitado y de ello da cuenta la estadística del quinquenio 1987-1991 (17): de u\$s 4.321,06/t en 1987, en 1988 el precio se elevó nada menos que a u\$s 15.233,92/t, un 252,6%; en 1989, la cotización disminuyó un 9,1%, a u\$s 13.845/t; en 1990 bajó otro 46,3%, a u\$s

7.429,57/t, y en 1991 fué a colocarse en u\$s 4.850,16/t, declinando nuevamente, un 34,7%.

En lo que respecta a 1992, el precio en Nueva York al comenzar el año osciló entre u\$s 4.188,8 y u\$s 4.519,5/t; en los seis primeros meses del año, el precio siguió una tendencia constante hacia abajo y a fines de junio se situó en u\$s 1.322,8-1.543,2/t. Sin embargo, el mercado mostró signos de recuperación en julio y el precio llegó al final de setiembre a u\$s 1.763,7-2.204,6/tonelada (40).

2.4.1.2. Producción

La producción de refinería mundial que se ha estimado para 1992 (65) fué la siguiente: en total, 20.000 t, un 3,2% por debajo de la de 1991. Por países: Japón, 2.600 t; EE.UU., 1.700 t; Canadá, 1.500 t; Bélgica, 1.500 t; México, 1.000 t; Australia, 700 t, y otros países, 11.000 toneladas.

La producción doméstica de cadmio, a partir del tratamiento metalúrgico de los concentrados de cinc, pasó de 86 t en el año 1980, a 118 t en 1991, un incremento del 37,2% en poco más de una década, con un pico de 131 t en 1989 (17).

La de metal refinado de primera fusión, aumentó de 18 t en 1980 a 49 t en 1991, un 172,2%. Esta última cifra fué superada entre 1987 y 1990, con un máximo de 60 t en 1989. La refinación de 2da. fusión ha sido insignificante.

2.4.1.3. Consumo Nacional

El consumo aparente de metal en concentrados se elevó de 42 t en 1980 a 88 t en 1991, un 109,5%, manteniéndose por debajo de las 100 t en casi todo el período, ya que sólo pasó esa barrera en 1983, con 110 t, y en 1989, con 104 toneladas.

La demanda de metal refinado se mantuvo más o menos en el mismo nivel entre los extremos del lapso indicado, 32 t en 1980 y 34 t en 1991, pero llegó a las 58 t en 1984, estuvo en las 47 t en 1985 y 1986, se remontó a 53 t en 1987 y en 1988 cayó abruptamente a 16 t; esta cifra y la de 15 t en 1981 son las más bajas de la década de los '80.

2.4.1.4. Perspectivas

Obviamente, el desenvolvimiento del mercado del metal está ligado al del cinc y en general, al crecimiento de la economía nacional y mundial. Pero por otra parte, puede coadyuvar a aumentar el interés de cualquier proyecto minero o, más aún, un proyecto minero-metalúrgico-industrial para el cinc, por el cual se obtenga cinc y cadmio refinados y como subproducto ácido sulfúrico, y en disponibilidad de los metales, productos industriales derivados.

Los múltiples usos del cadmio deberían garantizarle un futuro promisorio, no obstante las crecientes regulaciones ambientales y algunas sustituciones. El metal se emplea principalmente en recubrimientos metálicos anticorrosivos y también en electrónica y elementos de precisión. Las aleaciones de níquel-cadmio, plata-cadmio y mercurio-cadmio se emplean en la fabricación de baterías para calculadoras, radios, teléfonos y equipos aeroespaciales. Los compuestos de cadmio son empleados en pinturas y pigmentos. Otras aplicaciones del cadmio se hacen en controles de reactores nucleares, aleaciones metálicas antifricción, soldaduras, tubos de rayos catódicos, etc. //

Los sustitutos que tiene son, por ejemplo, el cinc en electrodeposición; compuestos inorgánicos en pinturas y pigmentos; en aleaciones, bismuto, estaño, cinc, galio e indio; en soldaduras, las aleaciones de estaño-cinc. El estaño puede emplearse en lugar del cadmio en pigmentos, pero con el riesgo de un comportamiento inferior. Tales posibilidades pueden presionar sin duda al precio del metal.

2.4.2. Indio

El indio se halla predominantemente en solución sólida en la blenda (SZn) que es el mineral principal de la mena de cinc, pero a menudo se encuentra en menas de cobre, plomo y estaño; no se presenta en estado nativo.

El contenido de indio de los depósitos de cinc minados varía de 0 a 100 ppm. Las concentraciones de indio más altas conocidas se presentan en depósitos sulfurados vetiformes, de reemplazo y de contacto metasomático, especialmente aquellos que contienen minerales de estaño. Estas concentraciones típicamente varían de 100 a 21.000 ppm. Depósitos de este tipo incluyen los del distrito de Central City, en Colorado, EE.UU., los Andes Argentinos, el distrito estannífero de Cornwall, Inglaterra, y el depósito de Mount Pleasant, en New Brunswick, Canadá.

Como el indio es recuperado comúnmente como subproducto del cinc, las reservas de cinc de la mayoría de los países se basan en estimaciones ponderadas del contenido medio de indio en las menas regionales de cinc.

Las reservas mundiales estimadas de indio eran de 2.300 t y las reservas base de 4.600 t, en 1992 (65). Las cifras por países eran estas: Canadá, 600 t de reservas y 1.500 t de reservas base; EE.UU., 300 y 600 t, respectivamente; China, 200 y 500 t; ex-URSS, 200 y 300 t; Japón, 100 y 150 t; Perú, 100 y 150 t, y otros países, 800 y 1.400 toneladas.

2.4.2.1. Precios

Los precios del indio metálico (LME) sufrieron una declinación entre los comienzos de 1992 y mayo de 1993. A principios del año pasado, el metal (99,97%) se cotizaba en el nivel de u\$s 170-200/kg, bajando en febrero y marzo a u\$s 170-190/kg, una cotización que fue registrando una tendencia hacia la baja, que se tradujo en enero de 1993 en el precio de u\$s 140-160, en marzo se estacionó en u\$s 130-160/kg, que fue también el rango del mes de mayo.

2.4.2.2. Producción

La producción mundial de indio de 1991 fue estimada en 140 t, incrementándose 20 t con respecto a la de 1990. El aumento se atribuyó a la apertura de la refinería de Kidd Creek, en Canadá, y a una mayor producción de la Metaleurop, en Francia. Los países productores integran una lista que encabezan: Canadá, 30 t, con una capacidad de refinación al 31-12-91 de 70 t; Japón, 30 t, y una capacidad a igual fecha de 60 t; luego siguen, en los mismos órdenes, Francia, 25 y 35 t; Bélgica 20 y 25 t; Italia, 15 y 10 t; China, 12 y 20 t; ex-URSS, 3,0 y 15 t; Alemania, 2,0 y 10 t; Perú, 2,0 y 6,0 t, y Holanda, 1,0 y 3,0 toneladas. Completan la descripción, EE.UU., del que no se dispone de datos de producción y tenía una capacidad de 40 t, y el Reino Unido.

que no produjo pero su capacidad era de 6,0 toneladas. Quiere decir que frente a una producción de 140 t, la capacidad mundial de la refinería primaria era de 300 t al finalizar 1991.

En 1992 (65) la producción de refinería fué de 140 t, igual a la de 1991. Los países productores han sido: Canadá, 40 t; Francia, 25 t; Japón, 25 t; Bélgica, 20 t; Italia, 15 t; China, 10 t; Perú, 2,0 t; ex-URSS, 2,0 t, y otros países, 1,0 tonelada. No se dispuso de datos sobre la producción de EE.UU.

2.4.2.3. Demanda

El consumo mundial de indio ha sido estimado en unas 130 t/año. La reorientación de los nuevos usos del metal y la recesión económica del mundo atenuaron el rápido crecimiento del mercado en la década pasada.

El 35% del uso estadounidense de indio en 1991 fué absorbido por las películas de revestimiento de vidrio, que incluyen óxido de indio y óxido de indio-estaño. Estos revestimientos han sido el área más grande de crecimiento en los últimos 5-6 años.

Otro uso del indio ha sido como agregado a las aleaciones de bismuto, cadmio, plomo o estaño, para bajar el punto de fusión. Estas aleaciones pueden emplearse en aplicaciones tales como: interruptores eléctricos, eslabones fundibles, o material de retención para la amoladura de vidrio óptico.

El indio se emplea como agente para reforzar la soldadura de plomo y como material de base para una variedad de soldaduras de bajo punto de fusión (menos de 183°C). Además, las aleaciones con indio se mantienen flexibles a una temperatura más alta que las soldaduras de estaño-plomo. Las soldaduras de indio reducen la posibilidad de barrido del oro, un problema que se presenta cuando la soldadura de estaño-plomo que suele emplearse para ensamblar componentes de oro, lava gradualmente el oro de la superficie de contacto, debilitando o aun deteriorando el empalme de la soldadura.

El uso del indio en baterías creció en 1991, en la medida que varias aleaciones con indio se utilizaron para reemplazar al mercurio en las baterías alcalinas. Los componentes de indio se emplean para prevenir la formación de gas hidrogenado en el contenedor sellado, que puede causar un escape en la batería.

Las aplicaciones menores del indio incluyen las aleaciones de indio-paladio e indio-oro en dentistería; como aditivo en el aceite lubricante para evitar la corrosión, y otras.

2.4.2.4. Perspectivas

Desde la pasada década, el uso del indio ha sido impulsado por su creciente importancia en la electrónica de alta tecnología. El indio de alta pureza es empleado para semiconductores, películas de revestimiento y células solares. El metal de grado "standard" se emplea generalmente en soldaduras, compuestos químicos y aleaciones.

Las reservas mundiales y los incrementos de la capacidad de producción son suficientes para satisfacer la demanda prevista hasta el año 2.000; en este período se espera que el consumo aumente gradualmente y esté dirigido sobre todo a los revestimientos mencionados, ma-



teriales semiconductores, baterías y soldaduras de baja temperatura, a pesar que este metal puede ser sustituido por el arseniuro de galio en las células solares, por el óxido de plata-cinc, de bajo costo, en revestimientos conductivos transparentes para vidrio, así como por el hafnio en las aleaciones para controles de reactores nucleares.

3. Minerales y Rocas Industriales

La denominación que se adopta está en correspondencia con la también empleada de Minerales No Metalíferos y Rocas de Aplicación. En rigor de verdad, es algo difícil hallar una definición que pueda ajustarse estrictamente al vasto grupo de sustancias minerales que se pretende abarcar. Un criterio puede ser el de proceder por exclusión y expresar que son minerales industriales todos aquellos que no son energéticos, minerales metalíferos o rocas ornamentales o para la construcción, clasificándolos en dos subgrupos, sobre la base de las características por las cuales se determina su utilización principal:

- minerales de los que se aprovecha las propiedades químicas de uno o más de sus componentes;
- minerales que se emplean de acuerdo con sus características físicas o físico-químicas, así como su comportamiento en distintos procesos industriales (23).

Es evidente que en este segundo grupo puede incluirse tanto a minerales como a rocas en el sentido más amplio, si se considera a la construcción como una actividad industrial.

La definición dada por el Banco Mundial (16) para los minerales industriales utiliza ese criterio excluyente, al separarlos de todos los combustibles fósiles y los metales (preciosos y para uso metalúrgico) e incluyendo bajo esa denominación a los metales que no se aplican en metalurgia. A la gran variedad de sustancias minerales que pueden agruparse en esta categoría, se las ha clasificado en tres grandes grupos económicos: las de bajo precio y gran volumen, como arenas, canto rodado y otros materiales para la construcción; las de mediano precio y gran volumen, tales como la sal, el azufre, los fosfatos y el potasio, y los de mayor precio y poco volumen, como fluorita, talco, baritina y otros.

El informe n° 76 del Banco Mundial (16) menciona como casos extremos, la producción mundial de canto rodado y áridos calibrados para la construcción, excluyendo arena, que se estimó en 7.200 millones de toneladas, a un costo medio de u\$s 3,0/t, o sea, u\$s 21.600 millones, y en la otra punta, los diamantes industriales, cuya producción de 6,7 t, a un precio de u\$s 25 mill./t, representaba u\$s 167,5 millones.

El crecimiento de la demanda de estas sustancias minerales varía de acuerdo con la que se trate, pero en conjunto se lo estimaba superior al previsto para los metales y los combustibles fósiles.

Dublanc (39) señala que el conjunto de los minerales industriales tiene un valor económico significativo para América Latina y que del total de la producción minera proyectada para el año 2.000, según estimaciones de las NN.UU. (1989) de u\$s 20.000 millones, la participación de los minerales industriales es de un 20,5%, en comparación con la del hierro (26,9%), cobre (18,2%), cinc y plomo (8,1%),

romo y níquel (6,4%), bauxita (5,4%), manganeso y estaño (5,2%), oro y plata (3,7%) y otros (5,6%).

A continuación se hace referencia a los minerales y rocas industriales que más se destacan en la región puneña, ya sea porque han estado siendo objeto de explotación, si bien en una escala artesanal, o porque eventualmente - según la magnitud de los depósitos, el desarrollo de la infraestructura y la situación de los mercados - podrían incorporarse a la producción minera.

3.1. Litio

Las reservas actuales de litio - según las estimaciones para 1992 (65) - son de 2.200.000 t, y las reservas base, de 8.400.000 toneladas, en cifras redondeadas. Se dispone de los datos de algunos países, de los que se ha anotado estas cifras: Chile, 1.270.000 t de reservas y 1.360.000 t de reservas base; Australia, 372.000 y 435.000 t, respectivamente; EE.UU., 344.000 y 408.000 t; Canadá, 181.000 y 363.000 t; Zimbabwé, 23.000 y 27.000 t; Brasil, 907 t de reservas, y Bolivia, 5.440.000 t de reservas base. Se considera que la ex-URSS y China tienen reservas semejantes a las de EE.UU. Los recursos identificados de litio en el mundo se han estimado en casi 13 millones de toneladas. (31; 11; 1).

3.1.1. Precios

De acuerdo con la información del US Bureau of Mines (1) el precio del carbonato de litio experimentó una alza del 300% desde 1963 a 1990, a la vez que el del hidróxido de litio aumentó un 400% en el mismo lapso, porcentuales que dan una idea del crecimiento del mercado.

Según el Mining Journal (32) durante 1992 y hasta fines de enero de 1993, el precio del litio (99,9%) en el LME fué de u\$s 27,95/lb (u\$s 61,62/kg).

A fines de 1991, el precio del carbonato de litio en el Mercado de EE.UU. (American Metal Market - 31) era de u\$s 4,21/kg (u\$s 1,91/lb). Para los concentrados de espodumeno, el precio FOB era de u\$s 350/t, mientras que para el espodumeno "grado vidrio" era de u\$s 165/t, lo que significa u\$s 2,07/kg (u\$s 94/lb) y u\$s 1,46/kg (u\$s 66/lb) de LCE (CLE - carbonato de litio equivalente), respectivamente.

Harben (22) indica estos precios FOB: concentrados de espodumeno, u\$s 317-363/kg o u\$s 1,93-2,11/kg LCE (alto grado); u\$s 200-250/t o u\$s 1,55-1,78/kg LCE (grado vidrio). Carbonato de litio, u\$s 3,84/kg. Litio metálico, u\$s 66/kilogramo.

En 1992 (65) el precio del carbonato de litio fué de u\$s 4,42/kg en el mercado estadounidense, y el del hidróxido de litio se incrementó también, a u\$s 5,89/kilogramo.

3.1.2. Producción

La producción minera mundial estimada en 1992 (65) fué de aproximadamente 5.600 t de litio contenido, superior en un 3,7% a la de 1991, distribuyéndose así: Chile, 1.800 t; Australia, 1.500 t; ex-URSS, 1.100 t; Zimbabwé, 400 t; Canadá, 400 t; China, 310 t; Brasil, 30 t; Namibia, 20 t, y Argentina, 2,0 toneladas. No se ha dispuesto de datos específicos de EE.UU.

Los tres principales productores de minerales de litio son: Bikita Minerals en Zimbabue, Gwalia Consolidated Ltd. (antes Lithium Australia Ltd.) en Australia Occidental, y Tantalum Mining Corp. en Manitoba, Canadá. En Australia se procesa mineral de espodumeno que contiene 4,0% LiO₂, otro tanto sucede en Canadá, mientras que Bikita trata mineral de petalita con 2,0% LiO₂. En cuanto a la producción a partir de salmueras, hay que destacar a Chile y EE.UU.

Las capacidades de producción suman 65.000 t de LCE. La industria del litio expresa la producción y las ventas en términos de toneladas de carbonato de litio equivalente (LCE) el que contiene 40,4% LiO₂ (31; 11).

Harben (22) señala estos contenidos de los componentes principales de los concentrados de varias partes del mundo (en %):

	EE.UU. espodu- meno	Canadá espodu- meno	Australia espodu- meno (vi- drio)	Australia espodu- meno (es- pecial)	Zimbabue petalita	Zimbabue lepidoli- ta
LiO ₂	6,3	7,25-7,3	5,01	7,5	4,5	4,10
Fe ₂ O ₃	1,4	0,04-0,05	0,12	0,10	Máx.0,03	0,06

En lo que respecta a la composición química de salmueras ricas en litio (g/l):

	Chile Atacama	Bolivia Uyuni	Argentina Hombre Muerto	EE.UU. Silver Peak	EE.UU. Gt.Salt Lake	Jordania Mar Muer- to
Li	1,96	1,15	0,91	0,3	0,05	0,02
K	21,9	20,0	5,5	0,8	6,3	7,0
SO ₄	23,3	s/d	11,3	0,71	20,0	0,6
Mg	12,3	24,0	2,4	0,4	s/d	0,3
Acido bórico	4,8	4,6	1,9	-	-	-

Este autor cita en la bibliografía de su obra, una serie de publicaciones a las que habría que consultar detalladamente para saber la fuente de los datos transcritos sobre el Salar del Hombre Muerto, depósito sobre el que se trata en el Capítulo VI, Apartado 1, de este informe.

3.1.3. Demanda

A mediados de 1992 (11) se estimaba que el mercado para las aplicaciones corrientes y nuevas del mineral de litio estaba en expansión y presentaba un futuro promisorio, aunque aún con un crecimiento modesto debido a la recesión y la lenta recuperación de la economía mundial.

El consumo como materia prima para vidrio, cerámica e industrias metalúrgicas se ha estimado de 86.000 t (15.000 t de LCE) para 1991, lo que es un incremento del 7,5% con respecto a 1990. Otras

150.000 a 200.000 t fueron empleadas para obtener productos químicos de litio (31).

En la actualidad, tres mercados potenciales importantes para el litio, se encuentran en una etapa de desarrollo tecnológico (1). Estos son las aleaciones de aluminio-litio, baterías secundarias o recargables y los reactores de fusión nuclear. En la última década se puso de manifiesto un marcado interés por desarrollar aleaciones como las livianas de aluminio-litio, para su aplicación en la industria aeroespacial.

En los EE.UU. se está realizando investigaciones sobre las baterías secundarias-recargables- de alta capacidad, para su utilización en vehículos de propulsión eléctrica y en instalaciones de almacenamiento de energía. Si se obtuviera éxito, la demanda de litio podría ser de 9.000 t por cada millón de vehículos. La producción comercial de baterías y almacenamiento de energía sería una realidad después del año 2.000.

El uso potencial de litio de grandes expectativas es la producción de energía eléctrica mediante la fusión nuclear controlada de deuterio y tritio, provocándose una reacción que libere grandes cantidades de energía. El tritio es muy escaso, pero se obtiene irradiando litio con neutrones. Se podría requerir abundante litio para utilizarlo como escudo contra radiaciones, como refrigerante y como medio de transferencia de calor. De acuerdo con el diseño, el reactor podría emplear litio natural como envoltura protectora en estado líquido.

Hay sustitutos para los compuestos de litio, en la fabricación de vidrio, cerámica, grasas y baterías; por ejemplo, fluidificantes sódicos y potásicos en la manufactura de cerámica y vidrio; cinc, magnesio, calcio y mercurio, como material anódico en baterías primarias; materiales compuestos consistentes de vidrio, polímero o fibras de boro en resinas ingenieriles, como materiales estructurales, para reemplazar las aleaciones de aluminio-litio.

3.1.4. Perspectivas

El buen resultado y la aceptación de los minerales de litio en los más de cinco años pasados, ha asegurado su utilización en las industrias del vidrio y cerámica de todo el mundo. Además, la industria metalúrgica y otras aplicaciones enunciadas en el apartado anterior, han incentivado el interés en los compuestos de litio para diversos usos potenciales.

La presencia de tres productores principales con precios relativamente estables, ha mantenido el alto nivel de atracción en usos tradicionales y dado confianza a la permanencia de la oferta para alentar nuevas aplicaciones.

De particular interés para nosotros es la noticia que una segunda operación chilena en salmueras continúa siendo una posibilidad (65). Una compañía chilena adquirió los intereses de una compañía norteamericana en el proyecto, en 1992. En el estudio de factibilidad completado en 1989, se incluyó la producción de cloruro de potasio, litio, boro y sulfato de potasio. La firma chilena reformó la escala del proyecto, para considerar la producción de sólo cloruro de potasio y quizá litio. La producción de litio dependerá de un acuerdo entre la empresa chilena y el productor estadounidense de litio. Si ese acuerdo.

se alcanza en 1993, como se espera, la producción referida al litio comenzaría en 1995. De ocurrir tal cosa, Chile podría asumir la posición de productor de litio más grande del mundo, lugar que han ocupado los EE.UU. por muchos años.

Se aguarda que el crecimiento futuro esté en el rango del 5,0 al 15% anual. Suponiendo que los costos de los fletes y manipuleo puedan ser mantenidos, el futuro de los precios es de continuada estabilidad.

3.2. Azufre

Al tratar del azufre hay que pensar en su principal aplicación, que es la fabricación de ácido sulfúrico, la cual absorbe el 90% de la producción mundial del elemento en todas las formas, en cifras redondas.

En el mercado del azufre se da un hecho característico, que es la existencia del mismo como subproducto de la industria de los hidrocarburos y metalurgias, contribución que supone un alto porcentaje del mercado total y ejerce una presión considerable sobre los precios.

En 1992 (65) las reservas mundiales de azufre estimadas, en números redondos, eran de 1.400 mill. t, y las reservas base, de 3.500 mill. de toneladas. Por países: ex-URSS, 250 mill. t de reservas y 750 mill. t de reservas base; Canadá, 158 mill. t y 330 mill. t, respectivamente; EE.UU., 140 y 230 mill. t; Irak, 130 y 500 mill. t; Polonia, 130 y 300 mill. t; China, 100 y 250 mill. t; Arabia Saudita, 100 y 130 mill. t; México, 75 y 120 mill. t; España, 50 y 300 mill. t; Francia, 10 y 20 mill. t; Italia, 10 y 15 mill. t; Japón, 5,0 y 15 millones t, y otros países, 220 y 550 mill. de toneladas. Los recursos de azufre elemental en evaporitas y depósitos volcánicos, y sulfuros asociados con gas natural, petróleo, arenas bituminosas y sulfuros metálicos contabilizan alrededor de 5.000 mill. de toneladas. El azufre en yeso y anhídrita es casi ilimitado y unos 600.000 mill. t están contenidos en carbones, esquistos bituminosos y esquistos ricos en materia orgánica, pero no se ha desarrollado métodos de bajo costo para obtener azufre de esas fuentes.

3.2.1. Precios

El comercio internacional de azufre elemental en el mundo ha disminuído de un pico de 19,1 mill. t en 1988 a un estimado de 15,9 mill. t para 1992. La mayor parte de esa declinación (el 85%) es atribuible a la reducción de importaciones por Europa Occidental y el ex-Bloque Socialista.

Los exportadores clave rivalizaron por la participación en el mercado, con éste estrechándose, lo cual condujo a una "guerra comercial" que trajo como consecuencia casi un desbarajuste en las pautas normales de aquél. Los dos exportadores más grandes, Canadá y Polonia, tuvieron una disminución combinada de 3,1 mill. t de sus exportaciones de azufre elemental desde 1988, mientras que Arabia Saudita, el tercer exportador, las aumentó. Los mercados regionales también sufrieron variaciones, con Arabia Saudita ganando dominio en el mercado indio y Polonia incrementando su participación en los mercados norafri-cano y sudamericano. Canadá ganó sólo en sus exportaciones a EE.UU., sobrecompensando una declinación de las exportaciones mexicanas a ese país.

El impacto de estos movimientos comerciales sobre los precios del azufre es más visible si se tiene en cuenta que la producción fué ligeramente menor que la demanda en 1992. No obstante este equilibrio aparente, la disminución de los precios del azufre del bienio 1990-91 se aceleró en 1992, cayendo al más bajo nivel en 15 años. Los precios ex-Vancouver, una plaza clave para los precios mundiales, estuvieron por debajo de u\$s 35/t al comenzar 1993, en comparación con los valores de alrededor de u\$s 100-105/t en enero de 1992 y el pico de más de u\$s 150/t de mediados de 1985. Los precios en EE.UU., según los precios de la terminal de Tampa, Florida, estuvieron en el rango de u\$s 72-80/t en el inicio de 1993, en contraste con los de u\$s 132-140/t de enero de 1992.

Así, los precios han caído al punto en que los ofertantes de azufre se han visto precisados a restringir ventas y/o producción. Los observadores canadienses dudan que la mayoría de los productores de azufre a partir de gas del occidente de Canadá, puedan cubrir sus costos al contado relacionados con la producción, transporte y comercialización del azufre a través de Vancouver. La producción de azufre Frasch en EE.UU., México y Polonia afrontan situaciones semejantes (15).

3.2.2. Oferta

El conjunto de la producción de las cinco principales fuentes de azufre continuará moviéndose con el modelo establecido:

Fuentes de Azufre	Producción estimada, 1992 (mill.t)	%
- <u>Elemental</u>	<u>35,5</u>	<u>65</u>
- recuperado de gas natural	16,0	29
- recuperación de refinación de petróleo	11,3	21
- de minado	8,2	15
- <u>No Elemental</u>	<u>19,2</u>	<u>35</u>
- fundidores	10,1	18
- tostación de pirita	9,1	17
Total	54,7	100

El principal productor de azufre recuperado de gas natural es Canadá, con aproximadamente 5,7 millones t en 1992. Sin embargo, esta cifra puede elevarse sustancialmente cuando la Shell Canadá ponga en marcha su nueva planta de procesamiento Carolina, cerca de Sundre, Alberta. Se proyectó que una fase de la planta inicie sus operaciones en enero de 1993, alcanzando a pleno su capacidad de 1,4 millones t/a de azufre hacia fin de año. De tal modo, la producción canadiense de azufre recuperado podría alcanzar más o menos los 7,0 mill. t en los próximos varios años. Este incremento de la producción se verificaría en las condiciones del mercado expuestas en el apartado 3.2.1. Aun con el nivel de producción de 1992, los productores de azufre recupe-

rado de gas canadienses bloquearon casi 500.000 t del elemento debido a las desfavorables condiciones económicas; a menos que el comercio internacional experimente una mejoría abrupta, los productores del occidente de Canadá podrían tener un incentivo económico al hacer lo mismo con cerca de 2,0 millones de t por año.

La CEI es la otra área primaria para el nuevo desarrollo de la producción de azufre a partir de gas sulfuroso. Entre las fuentes actuales y las nuevas planificadas, la producción podría ser de casi el doble en los próximos cinco años, pasando de un estimado de 2,9 millones t en 1992 a 5,5 mill. t cerca de 1997.

No se espera que este tipo de producción cambie materialmente en otros países, tales como EE.UU., Arabia Saudita, Alemania o Francia. En total, la producción global de azufre procedente de gas natural podría aumentar de 16 mill. t en el último año, a 20 mill. t hacia 1997.

El nivel de la producción de azufre recuperado en la refinación de petróleo está determinado por varios factores, que incluyen: la demanda total de energía y el consumo de crudo; la calidad de éste, es decir, su contenido porcentual de azufre, y las reglamentaciones gubernamentales concernientes a las normas para los combustibles destilados.

Los EE.UU. están a la cabeza del orbe en términos de producción de azufre recuperado de esta forma, habiendo obtenido un estimado de 4,5 mill. t en 1992, lo que representa alrededor del 45% de esta producción en el mundo.

Los efectos de la guerra en el Medio Oriente han afectado la entrada a EE.UU. del crudo rico en azufre de Irak y Kuwait. No obstante, crudo de aún mayor contenido de azufre de Venezuela, México y Arabia Saudita reemplazaron a aquéllos, con el resultado del aumento de casi el 6,0% en la producción estadounidense de refinería en 1992.

Europa Occidental es la segunda región en importancia de esta producción, debido a las crecientes legislación y presión de los aspectos ambientales. Desde 1985, la obtención de azufre de las refinerías se ha más que duplicado, elevándose por sobre los 2,0 mill. t el último año. En los próximos cinco años, la producción podría exceder los 2,5 mill. toneladas. El Medio Oriente y el este de Asia están experimentando crecimientos semejantes.

En total, la producción de azufre de la refinación de petróleo se elevará del nivel actual de 10 mill. t a más de 12,5 mill. t en este quinquenio, sobre la base de los desarrollos en curso.

El azufre originado en otros tipos de producción se refiere al que se recupera bajo la forma de ácido sulfúrico de la fundición de minerales metálicos sulfurados no ferrosos y contabiliza unos 10,1 mill. t, cantidad que podría elevarse moderadamente con las expansiones planificadas por los fundidores existentes. Pero si se construyera cualquiera de las nuevas fundidoras que están en consideración en Indonesia, Japón o el Medio Oriente, esta producción podría incrementar-se en 1,3 mill. toneladas. En gran medida, los precios de los metales determinarán las futuras oferta y demanda de ácido de esta procedencia.

En nuestro país (17) el anhídrido sulfuroso (SO₂) desprendido de la tostación de las blendas, se recupera para la fabricación de ácido sulfúrico y la producción de azufre equivalente no supera las 21.000 t/año.

La tostación de pirita y pirrotita (15) es una operación parecida a las de la fundición de metales, en la que se obtiene ácido sulfúrico. Sin embargo, a diferencia de los fundidores, el residuo o sinter de la pirita es el coproducto y el producto primario es el ácido sulfúrico. La pirita es abundante en varios países, especialmente en China, la que es el más grande empleador y representa el único productor creciente en el mundo. El Este Europeo y la ex-URSS han sido duramente golpeados por la situación económica y muchos tostadores de pirita están tendiendo a tasas de operación muy bajas.

Los datos estadísticos disponibles sugieren que la producción de ácido sulfúrico en China registró logros de dos dígitos en 1991 y 1992, la mayor parte debido al incremento de la producción de pirita. Se estima que China produjo alrededor de 11,4 mill. t de ácido sulfúrico de pirita en 1992, aproximadamente la mitad del total mundial.

La producción minera de azufre (15) se está realizando actualmente por el método Frasch (inyección de agua caliente) o a cielo abierto, en unos 13 países. Las principales operaciones se hallan en EE.UU., Polonia, la ex-URSS, México e Irak.

El conjunto de los productores de azufre Frasch de los EE.UU. estarán en situación de producir un promedio entre 3,5 y 4,0 mill. t/año en el presente lustro. Las condiciones económicas ha afectado la producción Frasch mexicana, cerrándose cuatro minas en 1992. La mina Texistepec, que fué comprada por la Cía. Exploradora del Istmo, permanece en producción. Las reservas han sido estimadas en 12-16 millones de toneladas, volumen capaz de soportar 600.000 t/año de minado en el próximo siglo.

Polonia ha practicado duros cortes en la producción de azufre de tres minas; la producción total ha caído casi a la mitad en los pasados cuatro años, después de un pico de 5,0 mill. t en 1988. El promedio anual de la producción polaca será probablemente de 2,5 a 3,0 mill. t, en la medida que subsistan las actuales condiciones del mercado.

En la ex-URSS, los métodos denominados tipo Frasch se emplean en Ucrania y en Turkmenistán. Los depósitos volcánicos en Rusia son subterráneos y se cree que estas operaciones de alto costo han cesado el año pasado. La producción de la CEI declinó de 2,6 mill. t en 1990 a 2,0 mill. t en 1991 y cayó a menos de 1,7 mill. t en 1992. La obtención minera de azufre es probable que sea mayormente reemplazada por las crecientes ofertas de la producción de azufre de gas natural, de costo más bajo, en los próximos pocos años.

Irak tiene importantes reservas; las operaciones han sido afectadas por la llamada Guerra del Golfo hacia 1991. Antes de la invasión a Kuwait, la mina Mishraq había estado produciendo cerca de su capacidad de 1,2 mill. t/año, pero la producción fué suspendida a comienzos de 1991, durante la guerra. Se ha informado que desde los postimerías de 1991, las operaciones han continuado a una tasa de menos de 500.000 t/año, a despecho de las sanciones de las NN.UU., que pro-

hibieron el comercio con este país. Antes del conflicto, había planes para aumentar la producción minera a 2,0 mill. t/año. Hasta que las sanciones sean levantadas, toda la producción de azufre deber ser consumida localmente, en las plantas de fertilizantes fosforados de Al Qaim o depositada en stock. Eventualmente, la producción iraquí de azufre probablemente alcanzará el nivel de 1,5 mill. de toneladas.

Se ha previsto que la producción mundial en todas las formas, se eleve de los 54,7 mill. t estimados en 1992, a 64-68 mill. t hacia 1997. El volumen de la producción dependerá de la viabilidad económica de determinada producción minera y del impacto de las fuerzas políticas mencionadas con anterioridad.

Obviamente, los condicionamientos que se ha ido exponiendo, que se reflejan en el mercado, afectarán cualquier intención de aprovechamiento de las fuentes de azufre en nuestro país, o de incremento de la producción; en este escenario, resulta prácticamente anecdótico citar que durante los años 1990 y 1991 (17) hubo producción de azufre en Salta, 60 y 120 t, respectivamente.

3.2.3. Demanda

La demanda mundial de azufre procedente de todas las formas de producción alcanzó un pico de 60,4 mill. t en 1988 y ha disminuído apenas por debajo de los 55 mill. t en 1992, casi un 9,0%.

La demanda mundial de azufre elemental fué de 41,7 mill. t en 1988 y ha caído a alrededor de 35,5 mill. t en 1992, cerca de un 15%. La producción de fertilizantes contabiliza aproximadamente el 63% del consumo de azufre proveniente de toda forma de obtención y la demanda de azufre elemental continúa teniendo la participación más grande en la demanda total. Desde 1990, una parte significativa de la declinación del consumo de azufre elemental puede explicarse por el aumento del uso del azufre producido de otras formas, principalmente del ácido sulfúrico suministrado por los fundidores de metales. El consumo de azufre elemental abarcó aproximadamente dos tercios de la demanda total en 1992.

No todas las regiones han tenido un consumo más bajo. La demanda en Asia, la región más populosa, se ha elevado casi un 20%, de 10,3 mill. t a 12,4 mill. t desde 1988. Las modificaciones en las otras regiones son las que han compensado una con otra.

Se espera que la demanda global de azufre de cualquier tipo de producción tenga un rebrote en los años por delante, debido al crecimiento de la población y al cambio hacia los fertilizantes fosforados que usan más azufre. Proyecciones optimistas indican que la demanda total alcanzará 65-67 mill. t hacia 1996, un incremento de 19-22% respecto al nivel estimado en 1992, pero de sólo el 8,0% en relación con los niveles pico de 1988. Dentro de esas previsiones, la demanda de azufre elemental tendría un aumento de aproximadamente 5,0 mill. t, casi el 14%, sobre la de 1992.

En Argentina, el consumo aparente de azufre (17) fué de 74.610 t en 1988, elevándose continuamente a 84.619 t en 1989, 100.796 t en 1990 y 137.261 t en 1991, un 84 % con respecto a 1988. Estos tonelajes están expresados en términos de azufre elemental, tomando como base el anhídrido sulfuroso que se recupera de la tostación de blenda. La producción de los años 1990 y 1991 incluye la de azufre refinado. Esas cifras de consumo se obtienen del balance entre las de

la producción, a las que se ha sumado las de la importación, y los toneladas de azufre exportados, que tienen la característica de haber sido logrados a partir de materia prima importada. Más del 90% de las importaciones son de origen canadiense.

Retornando al panorama mundial (15) fuera de las consideraciones económicas y políticas en la ex-URSS, el desarrollo de fuentes piríticas de baja ley y una mayor expansión del azufre elemental basada en los fertilizantes fosfatados en Marruecos, significarán un sustento considerable del crecimiento de la demanda durante estos cinco años. Que haya o no un desplazamiento del consumo de azufre elemental hacia el de otras formas de producción, como se ha visto en los últimos dos años, dependerá de las tasas de crecimiento de la grandemente involuntaria producción de ácido sulfúrico de los fundidores y otros más.

No hay sustitutos adecuados para el azufre en los presentes o anticipados niveles de precios.

3.2.4. Conclusiones

No cabe duda que en 1993 la producción superará al consumo. Las decisiones mercantiles en todo el globo determinarán dónde y cómo mucho del azufre se agregará al inventario y qué pasará con los niveles de sus precios. Si aquellos que han visto disminuir la demanda en sus mercados continúan tratando de ubicar los excedentes en mercados de otros, los precios seguirán en baja y eventualmente se producirá menos azufre. Por otra parte, habrá que alimentar sustancialmente al inventario, para desanimar la erosión del precio hasta que se recupere la demanda.

Si bien hay que reconocer esta situación, es preciso recordar que la demanda creció constantemente en los 10 años anteriores a 1988, a razón de 1,0 millón de toneladas por año. Los fundamentos del crecimiento de la demanda a largo plazo permanecen incólumes: la necesidad de alimentar una población en aumento y la mejora en los niveles de vida.

3.3. Boratos

Las reservas mundiales estimadas de minerales de boro, en peso bruto, para 1992 (65) eran de 160 mill. t, y las reservas base de 630 mill. t, redondeando las cifras. La distribución por países era la siguiente: EE.UU. mill. t de reservas y 210 mill. t de reservas base; Turquía, 30 mill. y 50 mill. t, respectivamente; ex-URSS, 28 y 140 mill. t; China, 27 y 36 mill. t; Chile, 8,0 y 41 mill. t; Perú, 4,0 y 22 mill. t; Bolivia, 4,0 y 19 mill. t; Argentina, 2,0 y 9,0 mill. t, e Irán, 1,0 y 1,0 mill. toneladas.

La estadística muestra que nuestro país ha quedado detrás de Chile, Perú y Bolivia en cuanto a las reservas de las que se lleva cuenta mundialmente, no obstante la potencialidad de la Puna, tanto en la provincia de Catamarca como en las de Salta y Jujuy, lo que es una evidencia más de la precariedad del conocimiento geológico-minero del territorio nacional, y más aún, de la relativamente escasa atención que se ha prestado a los minerales industriales.

Los minerales de boro más importantes desde el punto de vista de las aplicaciones industriales y algunas de sus principales propiedades y características, son estos:

Mineral	Fórmula Química	Contenido teórico B ₂ O ₃ , %
Tincal (Bórax)	Na ₂ O. 2B ₂ O ₃ . 10 H ₂ O	36,5
Tincalconita	Na ₂ O. 2B ₂ O ₃ . 5 H ₂ O	47,8
Kernita	Na ₂ O. 2B ₂ O ₃ . 4 H ₂ O	51,0
Colemanita	2CaO. 3B ₂ O ₃ . 5 H ₂ O	50,8
Ulexita	Na ₂ O. 2CaO. 5B ₂ O ₃ . 16 H ₂ O	43,0
Probertita	Na ₂ O. 2CaO. 5B ₂ O ₃ . 10 H ₂ O	49,6
Priceita	4CaO. 5B ₂ O ₃ . 7 H ₂ O	49,8
Szaibelyita (ascharita)	2MgO. B ₂ O ₃ . H ₂ O	41,4
Hidroboracita	CaO. MgO. 3B ₂ O ₃ . 6. H ₂ O	50,5

La solubilidad en agua y el peso volumétrico de estos boratos adquieren importancia cuando se tiene que elegir la tecnología de concentración o purificación de los mismos. Por eso, es útil agregar a los datos anteriores, los correspondientes a esas propiedades:

Mineral	Solubilidad en agua	Peso volumétrico (g/m ³)
Tincal (bórax)	soluble	1,72
Tincalconita	soluble	1,88
Kernita	lenta en frío, fácil en caliente	1,91
Colemanita	insoluble	2,42
Ulexita	insoluble en frío, poco soluble en caliente	1,95
Probertita	soluble parcialmente	2,14
Priceita	insoluble	2,42
Szaibelyita	insoluble	2,62-2,90
Hidroboracita	insoluble	2,17

3.3.1. Precios

Harben (22) indica estos precios FOB de minerales y derivados: colemanita turca en terrones (40-42% B₂O₃) u\$s 500/t; ulexita turca (37% B₂O₃) u\$s 230/t; bórax pentahidratado (99,5% B₂O₃) u\$s 270-330/t; bórax anhidro (99% B₂O₃) u\$s 700-770/t; ácido bórico técnico granular (99,9% B₂O₃) u\$s 660-710/t, para fines de 1991.

En EE.UU., el precio estimado de 1992 (65) del bórax pentahidratado granular en bloque, FOB mina, ha sido de u\$s 272/t (Chemical Marketing Reporter).

De acuerdo con los números de la estadística nacional (17) para 1991, relacionando el tonelaje de las exportaciones del país con

su valor en dólares, la colemanita se cotizó a u\$s 193,4/t; la ulexita, a u\$s 198,6/t; la boracita e hidroboraquita, a u\$s 444,3/t; el borato de sodio, a u\$s 626,8/t, y el ácido bórico, a u\$s 573,4/tonelada.

3.3.2. Producción

Según la información de Harben (22) la producción mundial de minerales de boro creció en la última década, de un volumen del orden de las 2.945.000 t en 1980, a unas 2.980.000 t en 1989, un 17%, en consonancia con la expansión y las perspectivas del mercado, por la importancia que adquirieron los productos del boro en la construcción y en la economía en general, debido a los cambios tecnológicos habidos en la industria del papel, metalurgia, preservantes de madera y otros renglones.

En cifras redondas, en 1980 la producción minera de Turquía fué de 740.000 t, volumen que se incrementó durante la década a 1.405.000 t, un 90%, en 1989. En cambio, la de EE.UU. decreció un 20%, de unas 1.405.000 t en 1980, a aproximadamente 1.120.000 t en 1989. Los otros países productores, en conjunto pasaron de unas 400.000 t en 1980, a 455.000 t en 1989, un 14% de aumento.

Turquía, EE.UU., la ex-URSS, Argentina, Chile, China y Perú han estado cubriendo el 99% de la producción mundial. La gran producción de minerales ha estado limitada a Turquía y EE.UU.; hay un potencial de crecimiento en Argentina, México, Chile, Bolivia y China (22).

En 1991 y 1992, esta última estimada, la producción mundial fué de sendas 2.400.000 toneladas. Para 1992, la discriminación por países es esta: Turquía, 1.200.000 t; EE.UU., 575.000 t (en términos de contenido de B₂O₃); Argentina, 250.000 t; ex-URSS, 160.000 t; Chile, 130.000 t; China, 27.000 t; Perú, 15.000 t; Bolivia, 15.000 t, e Irán, 2.000 toneladas.

La Argentina (17) arrancó en la década pasada con una producción de 155.849 t y al terminar la misma, en 1989, produjo 261.308 t, con un crecimiento entre ambos extremos de casi el 68%. En ese lapso, el total fué de 1.726.762 t, procedentes en un 79,8% de Salta, 20,1% de Jujuy y el resto de Catamarca. De acuerdo con las cifras aún provisionarias de la estadística nacional, en 1990 la producción decreció a 144.020 t, un 44,9%, y en 1991 experimentó otro descenso significativo, de 19,7%, a 115.644 toneladas.

En el trienio 1989-1991, la producción nacional fué de 520.972 t, participando la provincia de Catamarca con algo más de 12.635 t, un 2,4%.

La estadística nacional detallada, muestra ya desde el comienzo de esta década los indicios del decrecimiento de la actividad boratera, especialmente en lo que se refiere a la producción de mina; las cifras que ilustran de la situación son estas:

Mineral/Producto	Producción, en t		
	1989	1990	1991
Colemanita	10.587	382	594
Ulexita	6.091	1.415	2.587
Boracita e hidroboraquita	3.623	3.240	1.926
Acido bórico	11.075	9.350	12.055
Boratos de sodio	20.589	10.599	14.313

3.3.3. Demanda

Los principales exportadores han sido Turquía, EE.UU. y Argentina. Los importadores, Brasil, Italia, Francia, Japón, España, Holanda, Canadá Alemania, Bélgica, Rumania y ex-Yugoslavia.

Los mayores compradores que ha registrado Argentina son: de boratos naturales, Brasil, que absorbía el 90%, Uruguay. En cuanto a los boratos elaborados y el ácido bórico, Brasil adquiriría el 90% de los boratos de sodio (elaborados sobre la base del tincal) y un 67% del ácido bórico (fabricado a partir de la ulexita). Otros países destinatarios de los productos han sido Uruguay, Chile, México, Bolivia, Holanda, Venezuela, Sudáfrica, Italia y Alemania.

En el trienio 1989-1991, las exportaciones de minerales y productos derivados fueron las siguientes:

Concepto	Exportaciones	
	en toneladas	en dólares
- <u>Minerales</u>	<u>30.445</u>	<u>6.607.228</u>
-colemanita	11.563	1.104.152
-ulexita	10.093	1.801.063
-boracita e hidroboraquita	8.789	3.702.113
- <u>Productos elaborados</u>	<u>78.611</u>	<u>48.492.247</u>
-ácido bórico	32.480	19.376.219
-boratos de sodio	45.771	29.116.028
Totales	109.056	55.099.475

En 1991, las exportaciones fueron de u\$s 17.367.355, lo que representa el 25,7% del total de las exportaciones de sustancias minerales y productos derivados del país, que fué de u\$s 67,6 millones. De ese porcentual, el 2,2% corresponde a los minerales de boro, el 10,2 por ciento al ácido bórico y el 13,3% a los boratos de sodio.

La información nacional publicada hasta la fecha, señala en cuanto a la vasta gama de aplicaciones de los productos derivados, que el 54,5% del borax se destinaba a vidrios, el 26,8% a esmaltes, porcelanas y fritas, el 4,9% a jabón y detergentes, el 3,3% a almidón y adhesivos, el 2,7% a la refinación de oro y plata, el 1,5% a metalurgia (hierro y acero) un 2,9% es absorbido por una serie de usos -cerámica, farmacia, medicina, fungicidas e insecticidas, y otros - y el restante 3,4% iba a distribuidores.

El ácido bórico se empleaba en un 30% para esmaltes y fritas, 18% para droguerías, 15% en cristalerías, 15% en química, 10% para cosmética, y el 12% en lácteos, metalurgia, farmacéutica y fotografía.

3.3.4. Conclusiones

A pesar que Harben (22) estimó en 1992 que el mercado mundial está en expansión y los números de la estadística abonan esta

opinión, la actividad nacional de los boratos y sus derivados está prácticamente en crisis. Gravitan para ello las desventajas debidas a los precios de los insumos y los costos de servicios y fletes, sobre todo teniendo en cuenta las áreas remotas de la producción minera. No pueden esperarse mejoras sustanciales en esos aspectos, al menos en el corto plazo, por consiguiente habría que actuar en dos direcciones principales: una es la de procurar una mayor industrialización de los minerales en las áreas de producción, para contrarrestar a través del valor agregado el peso excesivo de los fletes en la actividad; la otra es la de desarrollar una agresiva acción de recuperación, ampliación y diversificación de los mercados. Obviamente, en la base de todo esto deben estar la eficiencia de la producción y pretensiones adecuadas de rentabilidad.

Como lo ha expresado la CAEM (Cámara Argentina de Empresas Mineras) la particular recesión del mercado brasileño ha influido en la colocación de nuestra producción, pero tampoco puede ignorarse que está entrando ulexita de Bolivia y Perú al mercado brasileño, al precio de u\$s 160 la tonelada.

En Perú (65) una compañía continuó en 1992 con la segunda etapa de la expansión de la planta de Arica y comenzó la producción de colemanita sintética a partir de ulexita de la salina de Surire; la ulexita es convertida en colemanita sintética mediante el agregado de hidróxido de calcio; la producción será exportada.

Turquía fué el segundo más grande productor de compuestos de boro y minerales en el mundo durante 1992. Este país produjo colemanita, ulexita, bórax y ácido bórico para la exportación; toda la producción procedió de operaciones gubernamentales.

El productor mayor de compuestos de boro en el mundo, durante el año pasado, fué EE.UU. Casi la mitad de la producción del país fué para la exportación; los materiales exportados compitieron principalmente con los productos turcos.

Estas referencias puntuales, unidas a las cifras que muestran una creciente participación de eventuales competidores de nuestro país en la región, como son Chile, Perú y Bolivia, en el comercio internacional, dan una pauta de la necesidad de proceder de la forma someramente expuesta con anterioridad, en la que no se agotan las posibilidades de acción, pues el país dispone de recursos abundantes y los mercados están en actividad creciente.

3.4. Diatomita

La diatomita es una roca sedimentaria silícea, que comprende menudos restos fosilizados de diatomeas. Se trata de una sustancia mineral única, que en realidad es de origen biogénico. La tierra de diatomeas o diatomita se obtiene de acumulaciones naturales de conchas de diatomeas marinas planctónicas o lacustres. Las conchas producidas por el alga castaño dorada conocida como diatomea están compuestas de sílice hidratada amorfa, altamente estructurada. Expresándose estrictamente, la diatomita es una roca compuesta de sílice diatomeácea. La molera, o tierra de molera, es una diatomita impura (con hasta 30% de arcilla) que se emplea para ladrillos o losetas aislantes.

Las reservas mundiales estimadas de diatomita en 1992 (65)

eran de 800 millones de toneladas, y la cantidad de reservas base se consideraba grande, pero no se disponía de datos de un buen número de países. Las cifras de reservas referidas a EE.UU. indicaban un volumen de reservas de 250 mill. t, y de reservas base, de 500 mill. de toneladas. Una lista de otros países - Brasil, Dinamarca, Francia, Alemania, Islandia, Italia, Rep. de Corea, México, Rumania, España y ex-URSS - contabilizaban 550 mill. t de reservas y sólo de algunos se conocía las reservas base: Brasil, 2,0 mill. t; Francia, 2,0 mill. t; Islandia, 2,0 mill. t, y México, 2,0 mill. de toneladas.

Los recursos mundiales de diatomita cruda son adecuados para el futuro predecible, pero la necesidad que la diatomita esté cerca de los mercados alienta el desarrollo de nuevas fuentes del material.

3.4.1. Precios

Harben (22) indica un precio FOB de u\$s 200-400/t en 1991 (grado filtrante). En los EE.UU. (65) el precio medio FOB en planta fué de u\$s 197/t en 1992, inferior en un 14% al de 1991, en el que fué de u\$s 229/tonelada. La revista Panorama Minero (40) menciona el de \$ 0,30/kg más IVA (\$ 300/t más IVA) para la diatomita malla 325, en enero de 1993.

3.4.2. Producción

La producción mundial estimada para 1992 (65) fué de 1,6 millones de t, apenas un 2,8% superior a la de 1991, y se distribuyó por países de esta forma: EE.UU., 647.000 t (mineral procesado vendido y utilizado por los productores); Francia, 250.000 t; ex-URSS, 200.000 t; España, 100.000 t; Dinamarca (incluyendo molera) 65.000 t; Rep. de Corea, 60.000 t; México, 55.000 t; Rumania, 50.000 t; Alemania, 50.000 t; Islandia, 25.000 t; Italia, 25.000 t; Brasil, 20.000 t, y otros países, 53.000 toneladas.

La estadística minera nacional (17) registra una producción de 77.308 t en la década de los '80, con un pico de 14.362 t en 1986 y un mínimo de 4.972 t en 1981; en 1980 se arrancó con una producción de 6,527 t, en 1989 ésta fué de 6.301 toneladas.

La estadística provincial muestra cifras pobres y esporádicas. En el trienio 1989-1991 hubo una producción de sólo 264 t, procedente de la mina Pampa, de Pampa Grande Minera S.A., en el departamento de Antofagasta de la Sierra. En la década de los '80, solamente hubo una producción de 10 t en 1984, de la mina Carachi Pampa, y otra de 40 t de la mina Antofagasta IV, en el mismo departamento. Fuera de la región puneña, de la mina Corta Cajón, en el departamento Belén, durante 1984 se obtuvo 4,0 t, el mismo volumen en 1985, y en 1986, 36 toneladas.

3.4.3. Demanda

Los exportadores son EE.UU., Dinamarca (incluyendo molera), Francia, Islandia, Checoslovaquia, Hungría, Italia, España. Los países importadores: Holanda, Alemania, Canadá, Reino Unido, Japón, Australia, Arabia Saudita, Austria, Venezuela, Italia, Bélgica-Luxemburgo, Dinamarca, Francia, Suiza, Finlandia, Túnez (22).

La eventual producción de diatomita de Catamarca podría ser colocada en Japón, China, Corea, el Este Europeo, CEI, Suiza, Ecuador, Colombia, Venezuela, EE.UU., Canadá y México (56).

La diatomita comercial contiene: 85-94% SiO₂; más de 1-7% Al₂O₃; 0,4-2,5% Fe₂O₃; 0,1-0,5% TiO₂; 0,03-0,2% P₂O₅; 0,3-3% CaO; 0,3-1% MgO; 0,2-0,5% Na₂O, y 0,3-0,9% K₂O, a los que se agregan materia orgánica, sales solubles (0,1-0,2%) y diversos minerales componentes de las rocas. Las diatomitas natural, calcinada y calcinada de fluxión (flux calcined) de grados filtrantes (filter-aid grades) dependen de la constitución y la estructura del exoesqueleto de la diatomea.

Las características de la diatomita de grado filtrante son las siguientes:

Característica	Clases		
	Natural	Calcinada	Calcinada de fluxión
Poros medio (en micrones)	1,2-2,5	2,5-5	7-22
Permeabilidad (en Darciés)	0,057-0,062	0,068-0,53	1,2-30
Densidad seca	7-7,5	8,0	9-19,5
Kg/m ³ húmeda	256-272	304-368	288-320
Retenido malla 150, %	1-2	2-7	6-40
Humedad, %	1,3	0,5-1	0,1
pH	7-8	7,0	10
Velocidad relativa de flujo	100	135-300	500-7.500

Los productos de la diatomita tienen propiedades especiales: elevada área superficial, baja densidad, poca abrasividad y alta absorción de agua y permeabilidad, que la hacen útil para muchas aplicaciones, principalmente como filtrante depurador o como un relleno (filler) funcional.

Los filtrantes se emplean para prevenir el taponamiento de otros elementos filtrantes y para clarificar líquidos en la elaboración de cerveza, tratamiento de aguas, fabricación de vinos, refinación de azúcar y en la producción de jugos de frutas y químicos industriales.

La diatomita es utilizada como un relleno funcional, donde sus propiedades ayudan al buen comportamiento de pinturas, plásticos, productos farmacéuticos, pastas dentales, pulidos, adsorbentes y químicos para la agricultura.

En el terreno de la competición, puede ser reemplazada por varias otras formas de sílice, perlita, caolín calcinado y talco.

3.4.4. Perspectivas

Harben (22) considera que el mercado de la diatomita está en expansión y le asigna influencia en la economía en general.

Los fundamentos del mercado aparecen claros si se observa su amplia gama de usos y su vinculación con la obtención de productos que garanticen condiciones de vida cada vez mejores, para una población mundial en constante ascenso.

3.5. Perlita

La perlita es una roca vítrea volcánica liviana, que tiene composición riolítica, una estructura perlítica y generalmente más alto contenido de agua que la obsidiana, y está integrada por 70-75% SiO₂, 12-18% Al₂O₃, 4-6% K₂O y 2-5% de agua combinada (22; 57).

Desde un punto de vista comercial aparece como más apropiada la definición de Langford (26): "Perlita en el sentido comercial, es cualquier roca eruptiva silíceo vítrea, que se expande para formar un útil producto celular liviano con un rápido calentamiento hasta un punto adecuado en el rango del ablandamiento. Esta expansión se debe a la presencia en la estructura molecular de agua y gases, los que son movilizadas a temperaturas entre 760 y 1.100 °C".

Para identificarla, y compararla, cabe agregar otras características: la estructura mineral se compone de macro-microestructuras concéntricas, como las de una cebolla, formadas por contracción; el color es gris claro a negro; la dureza Mohs es de 5,5-7; cuando el agua contenida se vaporiza, los granos calentados y ablandados se hinchan en partículas celulares livianas, mullidas como un plumón; el coeficiente de expansión en volumen es de 10-20.

Los recursos mundiales de perlita, totales y distribuidos por regiones, en millones de toneladas, son estos (57):

Región/País	Reservas	Reservas base	Total
- Norteamérica	185	460	645
- EE.UU.	180	455	635
- México	5	5	10
- Europa	570	1.055	1.625
- Grecia	90	90	180
- Hungría	5	5	10
- Italia	5	5	10
- CEI	455	905	1.360
- Otros	15	50	65
- Asia, Africa y Oceanía	935	2.790	3.725
- Japón	10	25	35
- Nueva Zelandia	10	15	25
- Turquía	905	2.720	3.625
- Otros	10	30	40
Total mundial	1.690	4.305	5.995

La estadística del US Bureau of Mines, transcripta en el artículo consultado, no incluye la situación de los recursos chinos y tampoco hace referencia alguna a la región sudamericana, cuya potencialidad es considerable. De ella, se dispone sólo del cálculo de reservas hecho por Quartino et al. (48) de los depósitos Taurus y Anfitrite, en la provincia de Salta, por el cual se determinó la existencia de 6.257.000 t de perlita cruda, infiriéndose la de otras 2.310.000 toneladas.

3.5.1. Precios

Harben (22) indica para la perlita cruda un precio FOB de u\$s 33/t, y para la expandida uno de u\$s 187/tonelada.

El precio estimado para 1992 en los EE.UU. (65) fué de u\$s 26,83/t, FOB mina, ligeramente superior al de u\$s 26,61/t de 1991 y un 13,2% por debajo del logrado en 1988, de u\$s 30,90/tonelada.

Para nuestro país, si se relaciona el volumen físico de la exportación (17) con su valor en dólares, se observa que se ha estado vendiendo al exterior a estos precios: perlita cruda, año 1988, u\$s 75,8/t; 1989, u\$s 74,5/t; 1990, u\$s 72,7/t, y 1991 (cifra provisoria) u\$s 80,6/tonelada. Perlita activada, año 1988, u\$s 261,1/t; 1989, u\$s 257,4/t; 1990, u\$s 233,2/t, y 1991, u\$s 300/tonelada.

3.5.2. Producción de Perlita Cruda

La industria de la perlita produce actualmente alrededor de 3,0 mill. t/año. En la forma expandida, el peso volumétrico puede llegar a ser de nada más que 30 kg/m³, pero los valores más típicos rondan los 80 kg/m³, de modo que en términos de volumen esto representa más de 40 millones de metros cúbicos anuales de material granular ultraliviano, lo que es una cantidad importante para una industria que comenzó con poco conocimiento científico de la materia prima y cuya tecnología aún hoy está lejos de haber sido completamente desarrollada.

Es difícil obtener datos estadísticos seguros de la producción mundial, ya que no todos los países publican la estadística de su producción e incluso la de aquellos que lo hacen debe ser objeto a menudo de considerables interpretaciones.

Shackley y Allen (57) han conformado un cuadro de la producción anual de perlita cruda, sobre la base de datos de la World Mineral Statistics del British Geological Survey, que abarca puntualmente los años 1972, 1976, 1981, 1985 y 1989. En él puede verse que de 1972 a 1989, la producción mundial de perlita cruda se incrementó de 1.294.000 en 1972, a 2.317.000 t en 1989, un 79%. Se han destacado EE.UU., que en 1989 produjo 655.000 t, la actual CEI, que en el mismo año obtuvo 600.000 t, seguidos de Grecia, 570.000 t; Turquía, 142.000 t; Hungría, 108.000 t, y un grupo de países - Japón, Italia, Checoslovaquia, México, Australia y Filipinas - que completan la cifra señalada para ese año, con 242.000 toneladas. Se sabe ahora que China tiene una significativa industria de la perlita, pero no se conoce su cuantía; los delegados chinos a la reunión del Instituto de la Perlita en 1992, suministraron el dato de 600.000 a 800.000 t para la producción minada. El cuadro no incluye la producción de países de poca producción, de los que no hay información.

En nuestro país se produjo 167.252 t en la década de los '80 (17), observándose algunos altibajos en su transcurso; el pico fué el de 1986, con 22.049 t, y el mínimo se registró en 1981, con 6.829 toneladas. En 1990 y 1991 - cifras aún provisorias - la producción fué de 22.502 y 25.211 t, respectivamente. La estadística muestra que en los últimos años, la producción se consolidó y creció de una manera constante.

3.5.3. Demanda

Harben (22) indica que los principales países exportadores

son EE.UU., Grecia, Turquía y Hungría, a la vez que los importadores están representados por Canadá, Reino Unido, Alemania, Bélgica-Luxemburgo, Francia, España y Taiwan.

Las demandas de calidad pueden resumirse así: la perlita molida y tamizada puede ser producida en las mallas 8/12, 12/16, 16/30, 30/50 y 50/100, y la de malla -50, que a través de mezclas provee más de 20 variedades o grados. En el caso de la expandida, los grados varían de gruesa, malla -20, a fina, malla -100. El peso volumétrico requerido para la perlita expandida en diferentes aplicaciones, es de (kg/m^3): en productos para techados y revestimientos acústicos, 56 (malla 50-100); aislación de baja temperatura, 32-64; paneles para techumbre aislante, 64; relleno aislante de cavidades, 96; horticultura, 96-128 (malla 8-50); rellenos (fillers) y filtros, 112-192; yeso y agregado de hormigón, 120-136.

La composición química de la perlita comercial (en %) puede ejemplificarse con la de la perlita de algunas procedencias:

	EE.UU. Arizona	EE.UU. N.México	Grecia Milos	Italia Sardinia	Hungría	Bulgaria
SiO ₂	73,6	74,1	73-74	72,8	73,5	72-75
Al ₂ O ₃	12,7	13,3	12-15	13,8	13,0	13,15
Fe ₂ O ₃	0,7	1,8	0,7-1,2	2,1	1,8	1,5
Oxidos alc. y alc.térr.	9,0	9,2	7,4-9,9	10,2	9,2	9,1
TiO ₂	0,1	0,05	0,06	0,3	-	-
H ₂ O	3,8	3,0	2,5	s/d	3,0	3,6

La estadística nacional (17) muestra que las exportaciones del país, en lo que respecta a la perlita cruda, se incrementaron de 2.964 t en 1988 a 10.152 t en 1991 (cifra provisoria), un 242,5%, y las de perlita expandida (o activada) de 325 t en 1988 a 3.376 t en 1991 (p) un 938,8%.

De la misma forma, el valor de las exportaciones de perlita cruda aumentó de u\$s 224.626 en 1988 a u\$s 818.203 en 1991; en el mismo lapso, el de la perlita expandida, pasó de u\$s 84.843 a u\$s 1.012.845. En 1991, el total de u\$s 1.831.048 representa el 2,7% del valor de las exportaciones de sustancias minerales y productos derivados del país, de u\$s 67,6 millones.

El consumo aparente nacional de perlita cruda disminuyó de 16.800 en 1988 a 15.059 t en 1991.

En resumen, con respecto a los grados o variedades, la perlita expandida puede ser producida en un número de ellos, en dependencia del peso volumétrico y la distribución de los tamaños de las partículas. Los fabricantes tienden a desarrollar mercados alrededor de sus propios productos y se ha establecido pocas normas industriales. El material puede ser revestido superficialmente o tratado para mejorar las propiedades básicas del agregado expandido, dando lugar a una cantidad de tipos de productos. En general, los productos de los diferentes fabricantes caen dentro de esta gama: peso volumétrico, 40-300 kg/m^3 (valor típico, 80 kg/m^3) y tamaño de la partícula, 0-10 milímetros.

La perlita cruda encuentra unas pocas aplicaciones propias, tal como la de escoria coagulante en las industrias de la fundición y del acero, pero es sólo una fracción de la cantidad total utilizada. La mayoría de las aplicaciones corresponden a la perlita granular expandida ultraliviana, la que ganó rápidamente un sitio en el mercado de la aislación. La perlita expandida es un material muy versátil y aunque alrededor del 70% del consumo mundial es en la industria de la construcción, tiene muchos otros empleos, entre ellos en el mercado de los filtrantes, el que contabiliza aproximadamente un 20% de la producción mundial de perlita, horticultura, aislación criogénica, rellenos (fillers) de pinturas y plásticos e incluso como perlita siliconizada muy fina está hallando un uso considerable en componentes mezclados y listos para ensamblar paneles de yeso. Otras aplicaciones se refieren a la manufactura de abrasivos y absorbentes para aceites y explosivos.

Pueden competir con la perlita, en el área de la construcción, pumita, vermiculita y arcilla expandida, y en la horticultura, turba y vermiculita.

3.5.4. Perspectivas

La industria de la perlita es bastante nueva y ha ido creciendo a una tasa anual del 4,5%. La estadística de nuestro país es indicativa del amplio espacio que puede hallar la colocación de los productos. Las previsiones son que el mercado continuará creciendo en el futuro previsible y que hay un potencial para el desarrollo de nuevos productos basados en la perlita o con ella incorporada. Por ejemplo, en la actualidad hay un gran potencial para el empleo de la perlita en hidropónicos, que está ganando impulso. También, medidas presentes para reducir la producción de turba en terrenos de importancia ecológica, pueden conducir al reemplazo, al menos parcial, de ese material por perlita.

Indudablemente, el interés deberá crecer en los países en vías de desarrollo, como el nuestro, los que hasta ahora han hecho poco uso de la sustancia. Se sabe que un número de ellos tienen recursos inexplorados y aquí cabe recordar que la región puneña de Catamarca tiene las características geológicas aptas para su presencia. Una condición sería la de tener acceso a recursos cuya ubicación permita costos de transporte que no sean prohibitivos, por lo cual los depósitos de perlita que se hallare en la Puna podrían ver comprometida su explotabilidad si no se pudiera salir a mercados en expansión, pero en primer lugar a áreas de la región donde se la industrialice, lo que implica una ligazón con el desarrollo industrial y de la economía en general, que no se avizora a corto plazo pero no puede dejar de plantearse.

Esto no significa que deba descartarse el aprovechamiento de un tal depósito, por el panorama que presenta hoy la Puna catamarqueña, sino que la situación concreta tendría que ser objeto de un análisis de viabilidad en el momento concreto, tratando de hallar el punto óptimo en el que la perlita cruda pueda industrializarse y de allí proyectarse a las áreas de consumo de los productos. Un rasgo del movimiento de esta sustancia mineral es que conviene transportarla en su forma cruda, compactada, hasta donde se la activará, cerca del área de demanda.

Por otra parte, no debe olvidarse que las cifras de la estadística nacional que se ha transcripto y analizado, con la carga de perspectivas promisorias que ponen de manifiesto, han correspondido a la perlita extraída en los depósitos de la Puna salteña.

Se aspira a que estas consideraciones sirvan al menos para llamar la atención sobre una roca industrial que tiene un mercado receptivo y creciente, como otras que suelen hallarse en regiones de amplio desarrollo del volcanismo.

3.6. Sulfato de Sodio

Los minerales comerciales de este compuesto son la thenardita, que tiene un 100% del sulfato (SO_4Na_2) y es incolora a blanca, y la mirabilita, cuya fórmula es $\text{SO}_4\text{Na}_2 \cdot 10 \text{H}_2\text{O}$, con una participación del sulfato de 44,1%, de coloración blanca o amarilla.

Las reservas mundiales estimada para 1992 de sulfato de sodio natural (65) eran de 3.300 mill. t, excluyendo a Argentina e Irán, y las reservas de base de 4.600 mill. t, sin considerar a los dos países citados y a Turquía, de los cuales no se dispuso de información. La distribución por países es esta: ex-URSS, 1.814 mill. t de reservas y 2.268 mill. t de reservas base; EE.UU., 857 mill. t y 1.361 mill. t, respectivamente; España, 180 y 272 mill. t; México, 165 y 227 mill. t; Turquía, 100 mill. t y sin datos sobre reservas base; Canadá, 84 y 272 mill. t, y otros países, 100 y 200 mill. de toneladas.

Hay países con recursos identificados de sulfato de sodio natural: Botswana, China, Egipto, Italia, Mongolia, Rumania y Sudáfrica. A la presente tasa de consumo, los recursos mundiales de este mineral son suficientes para centenares de años, de modo que, en el campo de la competencia, uno de los factores que gravitará será el de su ubicación con respecto a los centros de consumo.

3.6.1. Precios

Harben (22) menciona un precio FOB de u\$s 68/t para la sal aterronada y de u\$s 115-135/t para el sulfato de sodio, en 1991. Los precios siguieron una tendencia creciente - en dólares de 1990 - hasta 1983, a partir de ese año fueron declinando de una manera constante hasta 1988, repuntando ligeramente desde 1989.

En EE.UU. (65) el precio del natural, FOB mina o planta, para 1992 fué de u\$s 89/t, y para el sulfato de sodio puro, FOB en los trabajos del Este, a granel, fué de u\$s 125,7 por tonelada.

La revista Panorama Minero (40) muestra una cifra de u\$s 350/t más IVA, para la cotización en Buenos Aires de sulfato de sodio (98,5%) procedente de Salta, en enero de 1993. No se dispone de datos para explicar la gran diferencia que surge de la sencilla comparación de estos números, pues si bien las cifras de Harben corresponden a 1991, las de los EE.UU. son del año 1992, y en cualquier caso, no aparece como probable que en tan corto tiempo, el precio haya experimentado un salto como el que representa el precio en la plaza de Buenos Aires.

3.6.2. Producción

La producción mundial de sulfato de sodio es del orden de las 4.732.000 t (22) y se distribuye geográficamente de esta manera:

EE.UU., 705.000 t; España, 615.000 t; ex-URSS, 608.000 t; México, 454.000 t; Alemania, 345.000 t; Canadá, 317.000 t; Japón, 268.000 t; Bélgica, 255.000 t; Turquía, 177.000 t; Francia, 155.000 t; Italia, 131.000 t; Austria, 120.000 t; Suecia, 100.000 t, y Reino Unido, 90.000 toneladas. Estos 14 países cubren casi el 92%, otros como Egipto, China, Holanda, Chile, Argentina e Irán, se suman para llevar el porcentual al 99%. La producción global se divide en partes más o menos iguales entre el sulfato natural y el sintético.

Los productores principales de sulfato de sodio natural son México, España, ex-URSS, EE.UU., Canadá, Turquía, Egipto, China, Holanda, Chile, Argentina e Irán. De sintético: EE.UU., Alemania, ex-URSS, Bélgica, Japón, España, Francia, Italia, Austria, Suecia, Reino Unido, Portugal y Chile.

La capacidad mundial es para el natural de 3,6 mill. t y para el sintético de 2,5 mill. de toneladas. La utilización de la capacidad es del 76% para el natural y del 100% para el sintético.

El sulfato de sodio es también un subproducto de la fabricación de rayon, celulosa, carbonato de litio, ácido bórico, ácido ascórbico, químicos de cromo, resorcinol, pigmentos silíceos y papel.

La producción nacional de sulfato de sodio (anhidro) fué de 162.988 t en la década de los '80; evolucionó con altibajos, mostrando un pico de 31.789 t en 1986 y un mínimo de 5.639 t en 1980; entre éste y el año 1989 - 10.281 t - el incremento ha sido del 82,3%. En 1990 y 1991 (cifras provisionarias) se produjo 14.735 y 16.100 t, respectivamente.

En la provincia de Catamarca, la mina Pedro T, del departamento Antofagasta de la Sierra, produjo en la década pasada 2.295,6 t, hallándose en la actualidad paralizada.

3.6.3. Demanda

Los principales exportadores son Canadá, México, España, Turquía, China, Alemania, Taiwan y Tailandia, y los importadores, Japón, Corea y Australia (22).

Los términos cualitativos de la demanda son los siguientes: sal aterronada (salt cake) sulfato de sodio impuro que contiene 90-99% de SO_4Na_2 . Sulfato de sodio refinado (sulfato anhidro) polvo cristalino blanco con un peso volumétrico de 1.233-1.394 kg/m^3 ; el de alta pureza tiene 99% (detergente y vidrio) mientras que el de pureza más baja está a menudo decolorado (pulpa). Grado vidrio: bajo contenido de hierro. La sal de Glauber es lo mismo que mirabilita, que contiene 55,9% de agua de cristalización. La mayoría de los productos comerciales tienen una pureza de 99,3-99,7%.

Como ejemplo de la composición química del sulfato natural puede transcribirse la siguiente de mineral de EE.UU. (en %): SO_4Na_2 , 99,52; Mg, 0,04; Cl^- , 0,14; H_2O , 0,01, y H_2O insoluble, 0,02. En distintos cuerpos salinos de la Puna salteña se ha puesto de manifiesto la presencia de sulfato de sodio bajo la forma de thenardita, con contenidos de 98,8-99% de SO_4Na_2 , 0,1% de K_2O , 0,2% de MgO , 0,3% de H_2O y 0,8-1,0% de residuo insoluble (3a).

El sulfato de sodio tiene una serie de aplicaciones: fuente de soda (Na_2O) y/o azufre en un número de industrias (empulpamiento

químico de madera; secado de lanas; suplemento de la alimentación animal; fotografía; tratamiento de aguas; aceites sulfonados). El sulfato decolorado, relativamente inerte y barato, puede emplearse como diluyente o relleno (detergentes). El sulfato también actúa para prevenir la formación de espuma o escoria (vidrio). Además, es empleado en la elaboración de sulfato de potasio; sulfuro de sodio; silicato de sodio (detergentes, catalizadores, pigmentos, adhesivos, papel, tratamiento de minerales); hiposulfito de sodio, y sulfato sodio aluminico.

El sulfato de sodio tiene competencia de la soda cáustica y el azufre emulsionado (pulpa) y del sulfato de calcio y el carbonato de sodio anhidro (vidrio).

La estadística nacional no registra movimiento alguno de sulfato de sodio en el comercio exterior, por lo cual tienen que asumirse como cifras de consumo del país, las de la producción.

3.6.4. Perspectivas

El mercado aparece en declinación. La contracción del mercado es crecientemente compensada por la vía del material subproducto (desecho industrial); (22).

En el caso de nuestro país, la estadística muestra un incremento de la producción desde el comienzo de la década y el desenvolvimiento del mercado está en dependencia del crecimiento general de la economía y del de la industria en particular, así como de la reducción de costos internos. El hecho que Japón, Corea y Australia sean importadores sugiere una perspectiva alentadora, aunque entre los exportadores se anotan China, Taiwan y Tailandia, y entre los productores, Chile. Esta cita se hace pensando en la salida hacia el Pacífico de una eventual producción de la Puna catamarqueña, sin contar su colocación en el mercado nacional y/o regional (NOA; MERCOSUR), en la medida que el costo del transporte, como factor de primera magnitud entre otros, no represente un hecho negativo y decisivo.

3.7. Mármol Onix

El ónix es una forma cristalina densa de carbonato de calcio depositada habitualmente de soluciones acueas calientes; suele ser traslúcido y mostrar una disposición en capas característica, que se debe al modo de acumulación.

3.7.1. Precios

La cotización del ónix en cantera, a principios del corriente año, estaba discriminada de esta manera (40):

- ónix en escalas para moler, 25 de Mayo, Mendoza	\$ 170,61/t + IVA
- mármol ónix para moler, San Rafael, Mendoza	\$ 244,89/t + IVA
- mármol ónix en bloques, 25 de Mayo, Mendoza	\$ 1.470/t + IVA
- mármol ónix en bochones, San Rafael, Mendoza	\$ 710/t + IVA

No se dispone de datos sobre los materiales de otro origen en el país.

3.7.2. Producción y Demanda

La estadística nacional (17) muestra que en la década pasa-

da se produjo: ónix en bloques, 4.650 t, con un pico de 1.331 t en 1985, y un mínimo de 35 t en 1989; entre 1980 - 648 t - y 1989, la caída ha sido enorme e inexplicable con la información disponible, sobre todo si se observa que en 1990, la producción se remontó brusca - mente a 670 t y en 1991 más que se duplicó, siendo de 1.490 toneladas. Onix en bochones, en el lapso de los '80, 9.889 t, con un máximo de 2.540 t en 1980 y un mínimo de 237 t en 1989, otra baja considerable; en el bienio 1990-1991 no está informada producción alguna. Onix en escallas: 108.857 t en los diez años, con un pico de 20.450 t en 1980 y un mínimo de 4.537 t en 1989, la declinación de las cifras de la producción tiene características semejantes a los casos anteriores; las de 1990 y 1991 son provisorias, en 1990 se ha registrado sólo 961 t y en 1991, 1.063 toneladas.

En la provincia de Catamarca se ha informado de la producción de 36,65 t en la década pasada, de las canteras Mónica, Inca y Laurita; en 1990, la cantera Inca produjo 10 toneladas. Habría un potencial de producción de 15.000-50.000 piezas de artesanía al mes, con destino a Europa y Oriente, y para trabajar hacia la concreción de ese objetivo, se ha instalado un taller de artesanías en la localidad de Antofagasta de la Sierra (56).

La base mineral está representada por un volumen de recursos de 380.000 t, en los depósitos de las canteras mencionadas. El ónix es de coloración amarillenta a verdosa clara, con algunas variedades rosadas y hasta azuladas ("Celeste Andino").

La experiencia de la provincia de San Luis (39) abona los propósitos expuestos precedentemente. En ella se obtiene variedades de mármol ónix de canteras próximas al cerro Tiporco, distante 35 km de la localidad de La Toma, en la cual están instalados talleres de artesanías cuya producción ha sido colocada en el mercado nacional e internacional.

El ónix puede tener buena demanda en la elaboración de productos para la construcción y ornamentales.

3.7.3. Perspectivas

Lo dicho con anterioridad puede desdoblarse para el caso de Catamarca. No aparece como promisoría la perspectiva del ónix con respecto a la construcción, por el peso del costo de los fletes desde la ubicación remota de los depósitos. Quizá la obtención de bloques, si las variedades disponibles entran en alguna de las corrientes de la "moda" que suelen presentarse, pueda excluirse de esa consideración. En cambio, la colocación de artesanías tendría un horizonte más claro siempre que, por un lado, haya creatividad y eficiencia, y por el otro, se lleve a la práctica una política comercial agresiva y acertada, para un mercado sensible al sobreofertamiento.

CAPITULO IV - INTRODUCCION A LA GEOLOGIA Y LA MINERALIZACION

1. Generalidades

Bajo la denominación genérica de Región Puneña, se abarca en este informe la parte austral de la provincia geológica de la Puna y la más septentrional de la provincia de la Cordillera Frontal, ya que ambas merecen una consideración conjunta de sus perspectivas geológico-mineras y, por otra parte, la Cordillera Frontal tiene una serie de características físicas y geográficas semejantes a las de la Puna. Políticamente, la Puna austral corresponde al departamento de Antofagasta de la Sierra, y la Cordillera Frontal, en el tramo indicado, a la comarca occidental del departamento de Tinogasta.

La Puna catamarqueña forma parte de la llamada Puna argentina, que es la prolongación del Altiplano boliviano y peruano. En el territorio provincial, está limitada hacia el este por las Sierras Pampeanas y hacia el oeste, por la Cordillera Principal, que se extiende a lo largo del límite argentino-chileno; por el sur, llega hasta la ladera austral de la Cordillera de San Buenaventura (26°45'S).

En Catamarca, la Cordillera Frontal se halla al poniente del Sistema del Famatina, separada de éste por el valle de Chaschuil; en el norte, está limitada por la Puna austral; hacia el sur y el oeste llega a la provincia de La Rioja y al límite internacional, respectivamente (véase Láminas IV y V - Anexo Gráfico).

2. Ambiente Geográfico

Desde el punto de vista geográfico y en términos generales, la región puneña se caracteriza por su aridez, cordones montañosos alineados, drenaje centripeto y bajos con evaporitas. Los cordones que la surcan tienen una dirección meridiana, corresponden a bloques de falla, que se elevan hasta 1.000-2.000 m sobre el nivel medio de la región y están separados por depresiones, buena parte de las cuales tiene un salar en la parte más baja. Se destacan en el relieve altos picos volcánicos, tales como el de Antofalla (6.100 m), los de Galán e Incahuasi (6.600 m), el de Peinado (5.740 m) y el del Ojo del Salado (6.637 m).

El clima es seco y mas bien frío en verano y muy frío en invierno, con temperaturas mínimas de hasta -30°C y medias de 15 a 20°C. Debido a sus características orográficas y precipitaciones pluviales escasas (entre las isocietas de 50 y 300 mm anuales) las condiciones son de suma continentalidad. La región es desértica a semidesértica (64).

3. Ambientes Geológicos y Mineralización

La Puna es una altiplanicie de unos 4.000 m de altura absoluta media, en cuyo cuadro estratigráfico intervienen metamorfitas y granitos, atribuibles al Precámbrico; sedimentitas paleozoicas de origen marino (Ordovícico); intrusivos ácidos asignados al Devónico; sedimentitas continentales del Carbónico; volcanitas ácidas permo-triásicas; sedimentitas continentales terciarias, con intercalaciones hipabisales mesoácidas y, volcanitas mesoácidas a básicas y sedimentos actuales a recientes del Cuartario.

En el cuadro estratigráfico de la Cordillera Frontal participan: el Basamento metamórfico (Precámbrico o Precámbrico-Paleozoico) sobre el que yacen las sedimentitas del Carbónico y el Pérmico, que alojan a pequeños cuerpos graníticos permo-triásicos cubiertos por volcanitas dacíticas y riolíticas; en ellas habrían penetrado cuerpos hipabisales de composición básica, asignados al Mesozoico. Otros cuerpos hipabisales, de composición andesítica, se hospedaron en los sedimentos continentales del Terciario superior, que están coronados por volcanitas de composición mesoácida a básica y depósitos sedimentarios del Cuartario.

Estructuralmente, en la Puna se observa que la morfología ha sido regulada por un fallamiento regional de alto ángulo, de rumbo NNE-SSO a N-S, que generó una estructura de bloques elevados, con los afloramientos de rocas antiguas, y de bloques hundidos intercalados, con depresiones rellenas por sedimentos continentales terciarios y cuartarios.

Los testimonios del volcanismo andesítico, dacítico y basáltico tienen su mayor desarrollo en la parte occidental de la región, aunque las manifestaciones llegan hasta el borde oriental de la Puna.

En la Cordillera Frontal actuó la tectónica variscica, produciendo el plegamiento del Carbónico y el Pérmico, y un posterior fallamiento inverso de bajo ángulo. A estos efectos, se sumaron los de las fases del Ciclo Andico, principalmente la tercera, que es la que ha condicionado el rumbo NNE-SSO de los afloramientos (54).

Por consiguiente, en la región punaína se presentan, al menos en gran parte, las condiciones litológicas y estructurales que Peralta (41) empleando una concepción antes descriptiva que genética, considera favorables para la metalización y suelen caracterizar el cuadro geológico de los depósitos subvolcánicos, ellas son:

- Basamento: granito o migmatita muy biotítica, gneises, o bien metamorfitas de bajo grado, con predominio de cuarcitas;
- Cobertura clástico-sedimentaria continental, con abundancia de conglomerados;
- Cubierta sedimentario-volcánica, con estratovolcanes calcoalcalinos de gran magnitud, en cuya conformación puede distinguirse dos eventos principales, el primero, andesítico-dacítico-riolítico, respondiendo a una acidificación progresiva, formándose al alejarse radialmente del foco central, grandes mesetas de ignimbritas; el segundo, andesítico a casi basáltico.

En cuanto a la estructura, predominan las características de subsidencia (fosas, pilares, bloques basculados) que habrían preservado de la erosión espesores considerables de la cubierta sedimentario-volcánica.

En su interesante y útil ensayo, dicho autor individualiza cuatro zonas alargadas de dirección submeridiana (NNE-SSO) en las que se presentan las diversas combinaciones posibles de ambientes litológico-estructurales:

- Zona I (Occidental). Comprende buena parte de la Puna y la Cordi -

llera Frontal. Los asomos de Basamento son escasos, algo más frecuentes los de la cubierta clástico-sedimentaria, y se destacan espesores muy potentes de volcanitas; tiene una disposición general en monoclin, con inclinación al poniente.

- Zona II (Central). Está casi íntegramente en la región puneña, incluye parte del Sistema del Famatina. Los afloramientos del Basamento son más extensos, siempre por causas tectónicas. La cobertura puede tener espesores muy grandes: en el caso de la cubierta clástico-sedimentaria, como relleno de fosas, en el de la sedimentario-volcánica, por la existencia de importantes focos volcánicos. En la primera escasean los niveles conglomerádicos de extensión regional. Predomina el estilo tectónico de fosas y pilares, alternante con el de bloques inclinados.

- Zona III (Oriental). Domina ampliamente el Basamento, que está bastante peneplanizado, localmente con espesores significativos de las cubiertas descritas, aunque los mayores están circunscriptos a la fosa que se extiende desde Jujuy y Salta y converge hacia el sur en la Zona II; la disposición más saliente es la monoclin, que en Catamarca inclina al oeste.

- Zona IV (Valles Calchaqufes). Se la cita por su importancia estructural, ya que en su mayor parte está fuera de la región puneña. Se observa el predominio regional del Basamento y grandes espesores de las coberturas mencionadas, especialmente de la sedimentario-volcánica en el complejo volcánico de Farallón Negro. Se destaca el estilo de fosa, con potentes depósitos meso-cenozoicos, rasgo que abandona algo al sur del límite Catamarca-Tucumán.

En la región se ha puesto de manifiesto una mineralización que se atribuye al Paleozoico antiguo (Mina Incahuasi, oro) y otra mucho más difundida y promisoría económicamente, que puede calificarse de "moderna" y se asigna al Cenozoico, con particular desarrollo en el Terciario alto (Diablillos, oro y plata; Antofalla, plomo, cinc, plata, oro; Comarca del Cerro Blanco, plata, oro, cobre, plomo, cinc; Lampaya, cobre, hierro; Tres Quebradas, cobre, plomo, cinc; y otras de filiación volcánica).

En lo que respecta a los minerales y rocas industriales:

- la Puna es la única región morfoestructural del país que cuenta con depósitos de boratos cenozoicos, cuya potencialidad en Catamarca es digna de atención. La intensa y amplia actividad volcánica, con emanaciones y vertientes boracíferas y calcáreas, produjo la formación de distintos boratos, cloruros, sulfatos y carbonatos, que están albergados en diversas cuencas endorreicas del altiplano.

En relación con el volcanismo póstumo, cabe mencionar los depósitos de mármol ónix.

Asimismo, es preciso señalar la probabilidad de ubicar depósitos explotables de perlita, como los existentes en la Puna salteña, y de otros materiales volcanogénicos útiles.

En un ambiente netamente volcánico, se hallan varios depósitos y manifestaciones de azufre, vinculados a procesos de exhalación o sublimación en solfataras y cráteres, durante el Terciario superior-Cuaternario.

- en la Cordillera Frontal puede citarse al depósito de azufre del cerro Tipas, pero en general no se ha registrado hasta ahora alguna actividad minera indicativa de la presencia de estas sustancias minerales; las tareas exploratorias no las han tenido como objetivos específicos.

CAPITULO V - LOS DEPOSITOS DE MINERALES METALIFEROS

1. Area de Antofalla Este (Pb, Zn, Ag, Au)

Esta importante área mineralizada de la Puna ha sido investigada de un modo preliminar por el CENOA (Centro de Exploración Noroeste Argentino) de la Secretaría de Minería de la Nación, tarea que ha estado a cargo del Dr. E. H. Peralta, en cuya información escrita y gráfica se han basado estas notas (véase Láminas VI, VII, VIII - Anexo Gráfico).

1.1. Ubicación

El área de interés se halla en la ladera oriental del volcán de Antofalla, comarca noroccidental del departamento de Antofagasta de la Sierra. Su superficie es de cerca de 50 km²; en la primera selección de áreas promisorias (54) se delimitó una superficie de 325 kilómetros cuadrados. Las coordenadas geográficas son: 67°50' de longitud oeste y 25°40' de latitud sur. La altura sobre el nivel del mar supera los 4.000 metros.

1.2. Geología

En la constitución geológica participan el Basamento Paleozoico, representado por metamorfitas de bajo grado, andesitas y gabros ordovícicos, areniscas y conglomerados devónicos y tonalitas y porfidos carbónicos, a los que se sobreponen en el cuadro estratigráfico, sedimentos terciarios miopliocenos y coladas riolíticas-andesíticas pliocenas, cubiertas parcialmente por volcanitas andesíticas cuaternarias, coronando el Cenozoico los sedimentos eluviales y aluviales recientes.

Las rocas paleozoicas conforman un bloque ascendido por falla sobre los sedimentos y volcanitas terciarios. Las estructuras principales del área tienen una dirección latitudinal.

La alteración hidrotermal ha afectado masivamente a las volcanitas y en franjas a las sedimentitas.

Estos elementos integran la estructura de un gran estratovolcán terciario, en el cual se ha desarrollado un sistema epitermal que ha quedado expuesto por la erosión de las volcanitas posminerales modernas. En la zona se han puesto de manifiesto otros sistemas semejantes, aunque no tan evidentes.

1.3. Mineralización

El emplazamiento de la mineralización ha sido regulado por la litología y la estructura.

Se trata de un distrito polimetálico argento-aurífero, con mineralización de dos tipos, vetiforme y disseminada (45).

En la vetiforme se ha observado dos asociaciones paragenéticas: argentífera y polimetálica, y un buen desarrollo de perfiles de lixiviación-enriquecimiento supergénico. Los antecedentes mineros registran leyes históricas de 0,5 a 6,0 kg/t de plata. Salvo en un caso, las vetas están alojadas en sedimentitas terciarias.

La "asociación argentífera" presenta sulfosales complejas de plata, aún no bien discriminadas, con argentita supergénica visi-

ble, en ganga de cuarzo sacaroide bandeado. Hay un pobre contenido de sulfuros (menos del 1,0%), habiéndose reconocido marcasita, pirita, blenda, galena y sólo vestigios de oro.

La "asociación polimetálica" es la más común y sus contenidos de plata son más bajos, aunque más regularmente distribuidos. Se presenta integrada por galena, blenda, pirita y escasa calcopirita, en ganga generalmente de cuarzo-alunita, y es susceptible de enriquecimiento supergénico, constituyendo así sectores ricos, o en ganga carbonatada, en sectores pobres. El contenido de oro supera ligeramente 1,0 g/tonelada.

Es posible que de la asociación argentífera se pase a la polimetálica en profundidad (conglomerados).

La mineralización argentífera del sector Los Jesuitas - que corresponde a una zona de falla mineralizada - fué la preferida de los antiguos mineros y su explotación probablemente se prolongó hasta principios de siglo. Como testimonio, han quedado allí tres niveles de laboreo: uno superior, explotado totalmente a cielo abierto; otro intermedio, rajado parcialmente mediante trabajo "al pirquén", y un tercero inferior, en el que se ejecutó cortavetas, sin llegar a la proyección del eje aparente del "clavo".

Peralta (45) resume sus observaciones sobre el tipo de mineralización vetiforme, reconociendo en él las características paragenéticas que son normales en estos depósitos epitermales, y de tal modo, distingue las "vetas pobres en sulfuros" (caso "Jesuitas") en las que se presentan clavos de roca alterada, en especial por alunitización, que alojan vetas y guías relativamente continuas de sílice sacaroide, con mineralización de plata y muy escasos sulfuros comunes, y en las que hay una zona marginal de ley muy baja, consistente de alteración meramente argilítica, advirtiéndose en ella sólo venillas escasas de sílice argentífera, de las "ricas en sulfuros", polimetálicas, con abundante galena y blenda, más o menos argentíferas, en ganga de sílice, carbonatos o alunita, y a veces baritina.

La mineralización diseminada muestra "sombreros de hierro" con contenidos geoquímicamente anómalos de plata y de oro (el más importante de 0,288 ppm Au). La "diseminación" está vinculada a zonas extensas de "blanqueo" hidrotermal sílico-alunitico y predomina en los complejos ignimbríticos, de composición riolítico-riodacítica, en cuyos márgenes existen cuerpos de brecha hidrotermal. Esta mineralización está confinada a la ignimbrita alterada (sílice-alunita-caolín) en la que las microfracturas están rellenas por cuarzo y pirita, y cubre una superficie de 80-100 ha, con intensidad muy variable. En partes, la densidad de las venillas ha hecho que se formara una "brecha mineralizada". Los afloramientos están limonitizados, debido a intensa lixiviación y también a transporte.

En el sector se hizo un muestreo litoquímico, con un intervalo medio de 150 m, revelándose el valor medio mencionado de 0,288 ppm Au y uno de 13 ppm Ag, en un rango entre vestigios y 1,9 ppm para el oro y de 5,0 a 45 ppm para la plata. Se registró algo de plomo y arsénico y contenido nulo de cobre.

1.4. Recursos Minerales

Los depósitos vetiformes son los más conocidos y los únicos

que han sido objeto de explotación. Los primeros y solos trabajos realizados - que representan un seguimiento exploratorio inicial inconcluso - permitieron realizar una evaluación muy parcial de reservas en la categoría indicadas + inferidas, de 230.000 t, con leyes de 4,5% Pb, 7,2% Zn y 270 g/t Ag. Los recursos potenciales estimados rondan 1,0 millón de toneladas, especulación que abarca los sectores de las vetas Los Jesuitas, Los Españoles, Crucero, Números 5 y 6, Larga y El Pila.

La veta Larga es de hábito bolsoneo, tiene una corrida visible de 1.100 m y una potencia de alrededor de 0,60 metros. En 1988, la Dirección General de Fabricaciones Militares (DGFM) practicó una perforación que atravesó mineralización lixiviada a 100 m por debajo del afloramiento, dato digno de tenerse en cuenta para especular sobre la extensión en profundidad de la subyacente mineralización sulfurada, aunque se sabe que un único sondeo no es decisivo ni mucho menos, porque favorecida por una circunstancial mayor permeabilidad del relleno de la fractura, la lixiviación pudo avanzar hasta una profundidad considerable. Los "clavos" explotados en otras vetas de la zona contenían tenores de 1,0 a 3,0 kg/t de plata y ha habido casos de 6,0 kg/t de plata.

La veta Los Españoles, de potencia de 1,70 m, es parcialmente conocida por su mineralización de plomo, cinc, plata y algo de oro.

En la veta Los Jesuitas, cuya potencia es de 7,0 m, se explotó los niveles superiores de un "clavo" muy productivo en plata.

En el sector Crucero, la mineralización muestra una potencia de 30 m, a la vez que el espesor de las vetas 5 y 6 es de 1-2 metros.

El de El Pila es un pequeño sector virgen, que tiene también mineralización polimetálica y argento-aurífera; la veta tiene 7,0 m de potencia.

Resumiendo y cuantificando las perspectivas de estos depósitos, el volumen potencial de recursos del orden de 1,0 mill. t mencionado, sobre la base de los antecedentes mineros, las características y observaciones geológicas y analogías razonables, puede distribuirse por sectores de esta manera: Los Jesuitas, 150.000 t; Los Españoles, 100.000 t; Crucero, 500.000 t; Vetas 5 y 6, 100.000 t, y Larga, 200.000 t, pudiéndose asignar al de El Pila, que aflora muy poco, otras 100.000 toneladas. La suma arroja 1.150.000 t, pero como se trata ante todo de fijar el marco a la eventual exploración, se ha adoptado la cifra global citada primeramente.

La mineralización diseminada y en brechas del sector que se ha denominado "Las Pirritas", en razón de la pirita (aurífera ?) que lo caracteriza, prácticamente no ha sido explorada.

El área de los "diseminados" es grande y de baja ley. Una superficie de 80-100 ha, con una zona de lixiviación-oxidación hasta 25-30 m de profundidad, representaría un volumen de 50-60 millones de toneladas recuperables de mineral. En estos casos, los sulfuros en profundidad generalmente tienen una importancia muy relativa.

Los cuerpos de "brechas" suelen tener poca extensión, pero pueden proyectarse de manera significativa en profundidad. Si bien típicamente las leyes metálicas son altas, su distribución es muy

irregular. Aunque pueden desarrollarse zonas de lixiviación con ley de oro relativamente alta, los tonelajes de mineral no son muy grandes; son más importantes como fuentes de sulfuros de ley elevada. De estos cuerpos cabe esperar volúmenes del orden de 1,0 a 3,0 millones de toneladas, pero sus contenidos metálicos son impredecibles, en particular porque no han sido investigados en profundidad.

En suma, de un modo tentativo, las expectativas en lo que respecta a la mena oxidada, deben orientarse a la delimitación de 50 millones de toneladas, como mínimo, con un contenido de oro de alrededor de 2,0 g/t, o a 1,0 g/t de oro con una compensación en contenidos de plata de 90-100 g/tonelada.

En lo que se refiere al mineral sulfurado de brechas y/o vetas, puede especularse tomando en consideración la perspectiva de poner de manifiesto 1,5-2,0 millones de toneladas.

2. Area de Diablillos (Au, Ag)

El distrito aurífero de Diablillos ha sido objeto de estudios preliminares por el CENOA, bajo la responsabilidad directa del Dr. O.E. González; en los informes de éste, así como de otros suministrados por el Dr. E.H. Peralta y el Geólogo H.I. Ricci, se basan las notas que se ha elaborado (véase Lámina IX - Anexo Gráfico).

2.1. Ubicación

El área está enclavada en una región elevada (altura absoluta de alrededor de 4.000 m) entre los salares de Diablillos y Hombre Muerto, al sudeste del cerro Ratones y al norte del cerro Galán, en el departamento de Antofagasta de la Sierra, a unos 700 km de la capital de la provincia y, según el recorrido que se haga, a 380-460 km de la ciudad de Salta. Tiene una superficie de 70-80 km² (8,0 por 10 km); el área de reserva original (54) tenía 63 kilómetros cuadrados.

La parte central tiene como coordenadas geográficas los 66°50' de longitud oeste y los 25°20' de latitud sur.

2.2. Geología

En la constitución geológica de la región participan metamorfitas - cuarcitas y esquistos - y granitoides, que integran el Basamento ordovícico-silúrico. El componente volcánico característico de la Puna es escaso en el área y sólo en el flanco oeste y en contacto por falla, afloran unidades volcánicas extensas. Este hecho se repite con las rocas hipabisales, pues los cuerpos que se presentan son relativamente pocos y pequeños, y lo hacen como diques de pórfido y de brecha.

En las fotografías aéreas, las estructuras (fallas) más evidentes tienen un rumbo submeridiano (N-S a NNO-SSE), y las que han regulado la alteración hidrotermal y la mineralización o el emplazamiento de los diques son en su inmensa mayoría prácticamente transversales - latitudinales - a aquéllas (E-O a ESE-ONO). La relación de estos elementos con las conspicuas estructuras de magnitud regional aparece como escasa o nula.

2.3. Mineralización

Se conoce por lo menos una decena de zonas, focos o centros aparentes de hidrotermalismo, como cerro Blanco, cerro Granito, Abra

de Pedernales, cerro Guacho, Diablillos Sur, Los Pozuelos, El Jasperoide, Agua de las Palomas, cerro Bayo y Condor Yaco, y otros más pequeños.

A pesar de la intensidad de las zonas de alteración hidrotermal y la presencia de oro, no se conoce casi de antecedentes de minería en relación con el metal.

El CENOA llevó a cabo el mapeo geológico y el muestreo gequímico del área. Merced a esos trabajos, además de constatarse la existencia de oro, se definió que el distrito tiene un alargamiento general meridiano y puede dividirse en tres sectores: Norte, con cerro Blanco y cerro Granito; Centro, con Abra de Pedernales, cerro Guacho, Diablillos Sur y Los Pozuelos, y Sur, con El Jasperoide, Agua de las Palomas, cerro Bayo y Condor Yaco.

La central parece ser la faja más importante y tiene un desarrollo de 1,0 km en dirección meridiana y de más de 3,0 km en la latitudinal. El límite norte de la franja es abrupto, debido a la falla de Pedernales, mientras que el sur es transicional. La faja disminuye de altitud hacia el naciente, pero se la puede considerar prácticamente llana y con un fuerte desarrollo de suelos residuales. En ella afloran como cuerpos aislados, las cuatro manifestaciones mencionadas, aunque quizá haya una continuidad enmascarada por los materiales de derrubio y la faja central deba considerarse una sola gran zona de alteración hidrotermal, a diferencia de los sectores Norte y Sur.

De este a oeste, las manifestaciones de la faja central pueden describirse así:

- Los Pozuelos. Afloramiento aislado de unas 20 ha visibles, cercano al salar de Diablillos, de granito alterado (argilitización, silicificación menor) en el que se obtuvo 30 muestras que no tenían contenido de oro (González, 1974);

- Diablillos Sur. Afloramiento discontinuo de más de 100 ha mapeables. Se trata de granito, cuarcita y frecuentes cuerpos o diques de pórfido o brecha, generalmente pequeños y afectados por alteración predominante argílico-alunítica. Hay partes con una turmalinización llamativa e importante. También se presentan fajas de silicificación, que parecen diques de sílice-alunita, con evidente contracolor estructural.

En el muestreo se extrajo 461 muestras, de las cuales más del 40% - 186 - arrojaron un promedio absoluto de 0,06 g/t de oro. El muestreo se hizo según una red de cuadrículas de 50 m de lado; las muestras fueron de esquirlas de rocas ("chip sampling") tomadas en parte del regolito no transportado (González, 1974);

- Cerro Guacho. Es el afloramiento más pequeño y se presenta alargado en dirección E-O; está constituido por granito con fuerte alteración argílico-alunítica, bastante jarosita y ópalo amarillo, así como guías de cuarzo. El muestreo realizado según la dirección de la elongación abarcó unas 10 ha, obteniéndose 15 muestras, de las cuales 13 revelaron la presencia de oro, con un contenido medio absoluto de 0,11 g/t. Este muestreo fué también de esquirlas de rocas extraídas del afloramiento, salvo cuatro muestras que se recogió del regolito no transportado (González, 1974);

- Abra de Pedernales. Este afloramiento puede subdividirse en una par-

te norte y una sur. En la norte se presenta un cuerpo manteado, con inclinación de $10^{\circ}SO$, de aspecto de planchón apoyado sobre la misma roca alterada del sector Sur. Muestra una especie de bandeamiento subhorizontal, que en parte ha sido descripto como capas de brecha de sílice porosa ("sinter silíceo" ?); también abunda la alunita.

En la parte sur, el afloramiento parece ser de una roca volcánica brechoidea, pero la intensa alteración sericito-alunítica enmascara sus características. Se observa también una notoria silicificación del tipo de "diques" (contralor estructural).

El muestreo de ambas partes en conjunto, en una red de 50 m, con el mismo método, dió como resultado la obtención de 117 muestras, cuyo análisis reveló en 57 de ellas la existencia de oro, siendo el tenor medio absoluto (sobre el total de muestras) de 0,206 g/t del metal, registrándose una oscilación entre vestigios y 3,9 g/t de oro (González, 1974).

Topográficamente, el sector es el más alto de la faja central.

Otras características geoquímicas parecen ser: bajos contenidos de plata, anomalías muy puntuales pero bajas de cobre e insignificantes de molibdeno, y "parches" anómalos en plomo, que coinciden a menudo con el oro.

En tiempos recientes (Ricci, comunicación verbal) la empresa BHP-Utah ejecutó en el área 55 perforaciones, de entre 50 y 250 m de profundidad, con un volumen total de más de 6.800 metros.

2.4. Recursos Minerales

Peralta (1993; comunicación escrita inédita) señala que en este distrito merece destacarse: la extensión de las mineralizaciones auríferas; la distribución aparentemente homogénea del oro, aunque no la de sus tenores, sobresaliendo como más interesante la zona de Abra de Pedernales; la intensísima meteorización-lixiviación de los afloramientos, lo que unido al comportamiento del oro en estos ambientes, sugiere la posibilidad de una mejoría de los tenores bajo la capa superficial eluviada; la escasez de cobre, la ausencia de pirita en superficie (lixiviada) y la de minerales arsenicales.

En cuanto a los recursos hipotéticos o especulativos (potenciales) elige como de mayor perspectiva a la zona de Abra de Pedernales; considerando una superficie de 200 ha (2.000.000 m²) y con un espesor mineralizado de sólo 5,0 m, se estaría en el orden de los 10 millones de metros cúbicos y de los 15-20 millones de toneladas (dado el bajo peso volumétrico). Si se supone que sólo el 30% de ese volumen de recursos supere los 2,0 g/t de oro recuperable, puede esperarse un cuerpo mineralizado de 5-6 millones de toneladas.

De acuerdo con Ricci (comunicación verbal) la empresa BHP-Utah habría puesto de manifiesto un volumen de recursos de 4,5 mill. t, con leyes de 2,4 g/t de oro y 60 g/t de plata, explotables a cielo abierto, estimando un potencial de al menos 10 mill. t, de calidad semejante.

3. Área de la Sierra de Calalaste (Au)

Esta área llevaba el número 10 en la primera selección de

Buenos Aires, 18 de noviembre de 1997

Sr.
Lic. Edmundo SZTERENLICHT
Area Red de Información
Consejo Federal de Inversiones
San Martín 871
FAX 313-6113

Me dirijo a Ud. a los fines de solicitar a través de préstamo interbibliotecario los informes:

Geomorfología del Area de Fiambalá.

Autor: V. VIERA (1982)

N° X,12 1151

BIAUSA SA. APROV. MINERO, Prov. MINERO CATAMARCA

Potencial Minero de Catamarca

Autor: HOYOS

N° o/H.2222/H265

o/H.2222/H260

VOL. XIV, XV, XVII

TOTAL 6

El Dr. DANIEL G. RUBIOLLO consultará dicho material. La necesidad de la consulta es urgente y a los fines de la ejecución del Programa Nacional de Cartas Geológicas. Solicito se autorize el préstamo a la mayor posible.

Sin otro particular, saludo a Ud. muy atentamente

Receido. 17/11/97
Vence 28-11/97

[Signature]
LIC. MARI SANITENS
BIBLIOTECA
DIR. NAC. MINERIA Y GEOLOGIA

Biblioteca
Subsecretaría de Minería de la Nación
Avda. J.A. Roca 651 - piso 9
(1322) Buenos Aires

Tel 349 -3200
FAX 349 -3198

áreas de interés, que realizara el actual CENOA en 1972 (54).

3.1. Ubicación

Se halla en el departamento de Antofagasta de la Sierra, a unos 4.000 m sobre el nivel del mar; su superficie era de 271 kilómetros cuadrados (véase Lámina I - Anexo Gráfico).

3.2. Geología y Manifestaciones Minerales

El área fué objeto de un reconocimiento regional, a escala 1:50.000, y de una prospección geoquímica del mismo carácter, seleccionándose en principio por la presencia de una amplia faja de alteración, relacionada espacialmente con fracturación, y de mineralización plumbífera en vetillas en la quebrada de Agua Amarilla.

En la primera descripción de la misma, se expresa que las rocas más antiguas aflorantes son metamorfitas esquistosas - micacitas y filitas verdosas - de edad precámbrica (?) sobre las que se apoyan en discordancia las areniscas rojas del Terciario medio (Calchaquense) coronando la columna estratigráfica un complejo volcánico moderno, constituido por andesitas, coladas de basaltos y piroclásticas asociadas.

Las metamorfitas están alteradas según una faja que coincide con la fracturación de dirección submeridiana predominante; en ella se observa silicificación y en menor grado, sericitización; abundan limonitas y venillas de cuarzo.

Un seguimiento posterior más detallado, efectuado sobre una superficie de unos 50 km², de un sector que se extiende en abanico entre el poniente y el sudsudoeste del Puesto Cortaderita - situado unos 35 km por huella hacia el sudoeste de la localidad de Antofagasta de la Sierra - permitió ajustar las observaciones y revelar que las rocas del Basamento son esquistos verdes plegados del Paleozoico (Ordovícico) y en él aparecen emplazados un gabro bandeado y serpentinitas, resaltando en partes la presencia abundante de limonitas.

Hacia el SSO de Cortaderita, en el área de los afloramientos de gabro y serpentinitas, se presenta una manifestación de mineral de cobre, de 1,20 m de espesor, integrada por calcopirita y bornita, acompañadas de arsenopirita, con contenidos de 0,5% Cu y 0,3 g/t Au, y más alejada, otra de antofilita (amianto).

El muestreo litoquímico en esa misma área reveló, en las partes situadas en el NE y en el S, contenidos de 0,3-0,5 g/t Au, y en la parte central, sobre más de 30 muestras, tenores de 1,0-1,4 g/t de oro.

Los lavados de batea de sedimentos fluviales, practicados en algunos puntos regularmente distribuidos entre Cortaderita y unos 10 km hacia el SSO del puesto, también pusieron de manifiesto la presencia de oro, aunque con contenidos mas bien bajos, de modo que ahora se les puede dar ante todo un valor indicativo.

Este conjunto de datos muestra al menos el grado primario, insuficiente, de conocimiento de las posibilidades que ofrece el área de Calalaste y la conveniencia de seguirla teniendo en cuenta.

4. Area del Cerro Galán (Laguna Diamante - Au, Ag, Cu, Pb, Zn)

Esta área es uno de los objetos de investigación de la Secretaría de Minería de la Provincia y del CENOA, por la potencialidad de algunos sectores en cuanto a la existencia de depósitos de minerales preciosos y básicos, que suelen estar relacionados con calderas volcánicas como la de este cerro y responden a modelos genéticos del tipo epitermal. En la documentación gráfica de la Secretaría, el área aparece bajo la denominación de Laguna Diamante (véase Lámina II) y tiene una superficie de 200 km², pero el CENOA se propone abarcar una de 4.200 kilómetros cuadrados.

4.1. Ubicación

Se halla en la comarca del límite entre las provincias de Catamarca y Salta, en el borde oriental de la Puna catamarqueña. Las coordenadas geográficas del centro de Laguna Diamante son las de 66° 55' de longitud oeste y 25° 55' de latitud sur. La altura absoluta oscila entre 4.000 y 5.000 metros.

Desde el este, el acceso puede hacerse por Cafayate (Salta), y desde el oeste, por la localidad de Paycuqui, en las cercanías de Antofagasta de la Sierra. En ambos casos, a partir de los puntos citados, el traslado terrestre debe hacerse a lomo de bestia.

4.2. Geología y Mineralización

La comarca corresponde a la Puna austral y afloran en ella rocas de la Faja Eruptiva Oriental (Paleozoico-Ordovícico) y volcánicas del Cenozoico.

Se ha observado sectores con alteración hidrotermal, manifestaciones piríticas y zonas de silicificación, en los que muestreos geoquímicos puntuales han permitido revelar contenidos metálicos anómalos. Se carece de otra información.

5. Area de La Borita (Cu)

Esta área es también un resultado de la primera selección efectuada para la región en 1972 (54) y en ella se le asignó el número 13; con posterioridad fué objeto de investigaciones (49; 49a; 49b) sobre cuyos resultados se basa la descripción siguiente.

5.1. Ubicación

El área está enclavada en la Puna austral, departamento de Antofagasta de la Sierra, al sudoeste de la localidad homónima. El área seleccionada en un principio tenía una superficie de 609 kilómetros cuadrados. Su altura absoluta es de alrededor de 4.500 metros.

5.2. Geología

De acuerdo con el mapeo geológico regional, a escala 1:50.000, se estableció que en la constitución geológica de la comarca intervienen el Basamento metamórfico ordovícico, penetrado por granitos posordovícicos, cubierto en discordancia por sedimentitas continentales carbónicas (Paganzo I); sobre este conjunto yacen sedimentos atribuidos al Terciario, que han sido invadidos por un pórfido aparentemente ácido, de posible edad miopliocena. La columna estratigrá-

fica está coronada por sedimentos clásticos y evaporíticos cuartarios.

La fracturación regional más conspicua tiene una dirección NNE-SSO y ha regulado el emplazamiento de cuerpos de composición granítica, que se presentan así alineados con esa dirección (54).

Las investigaciones posteriores citadas permitieron ajustar las observaciones y delimitar dos sectores de interés:

- el de la mina "Fénix", ubicado en el paraje conocido como Salar del Plomo, aproximadamente en la parte centro-norte del área de reserva original, que abarca una superficie de 9,0 kilómetros cuadrados (véase Lámina X - Anexo Gráfico);
- y el Sur, situado casi en el ángulo sudoeste de la reserva original, en la quebrada de Coquena y los Altos de Soriano, cuya superficie es de 48 kilómetros cuadrados.

En el sector de la mina "Fénix", el ambiente geológico se compone de sedimentitas del Calchaquense, de edad Miopliocena (Terciario), rocas calcáreas travertínicas del Pleistoceno inferior y piroclastitas del Holoceno (Cuartario), que conforman juntamente con los sedimentos modernos que se distribuyen en faldeos y depresiones, la cuenca de tipo irregular del Salar del Plomo y sus vecindades.

En principio, este sector fué tomado en consideración por la presencia de vetas delgadas de fosgenita - $(Cl_2CO_3)Pb_2$ - pero el estudio sistemático amplió las expectativas por tratarse de un depósito "exótico" de minerales oxidados de cobre en rocas calcáreas.

El afloramiento principal del depósito está representado por un cuerpo alargado en dirección submeridiana, de 400 m de largo, 140 m de ancho y una altura máxima que no sobrepasa los 40 metros. Evidentemente, este cuerpo está vinculado a la tectónica y el volcanismo subcrecientes; los fluidos mineralizantes se canalizaron por fracturas y superficies de estratificación, depositándose guías y venas de minerales como fosgenita, calcita, aragonita y ferrocacita, y difundiendo una mineralización de cobre, plomo, cinc, plata, oro y arsénico.

El muestreo geoquímico sistemático de superficie arrojó una ley media de 1,0% de cobre, 0,95% de plomo y 0,17% de cinc.

Esta información sustentó la realización de un programa de laboreos mineros superficiales, cuyo muestreo confirmó la existencia de contenidos semejantes, obteniéndose para el arsénico valores de 1,2%, y de cuatro sondeos hasta 30 a 35 m de profundidad, que desalentaron las expectativas en cuanto a la extensión vertical de la mineralización.

La investigación del CENOA identificó a los minerales de cobre malaquita, azurita, atacamita y freirinita.

Por fin, Ricci (1986) determinó la existencia de 1.114.430 toneladas de reservas en la categoría demostradas - 53,2%, medidas; 46,8%, indicadas - con una ley media de cobre de 0,7%. Se adoptó para el cálculo una profundidad de la mineralización de 2,50 metros.

En el sector Sur afloran sedimentitas (conglomerados, areniscas tobáceas, etc.) permo-carbónicas (?) de la F. Alto de La Borita; basaltos, tobas e ignimbritas cuartarios, y depósitos de sedimen-

tos modernos.

Los bancos conglomerádicos tienen un rumbo N 45°E e inclinan 40°SE, su potencia es de 15 a 20 metros. Los clastos, en especial los de pórfido riodacítico-dacítico, presentan calcopirita y calcosina diseminadas, mientras que la matriz y el cemento muestran mineralización oxidada de cobre (malaquita).

En un informe de G.M. Potter (1975) dirigido al Dr. J.H. Harris, asesor de geología y minería de la División Recursos y Transporte de las NN.UU. (Nueva York) se da cuenta de las determinaciones mineralógicas y las pruebas preliminares mediante lixiviación amoniacal, practicadas sobre dos muestras de mineral oxidado de cobre de La Borita. En ese informe se señala que:

- en la mena del "Cuerpo La Borita", de color verde, mediante investigación microscópica y determinaciones por rayos X, se estableció la presencia de malaquita y granos esporádicos de calcopirita, en una ganga de principalmente calcita y aragonita. Los análisis químicos arrojaron contenidos de 2,2% de cobre, 1,2% de arsénico, y 0,002 onzas de oro y 0,08 onzas de plata por tonelada corta "avoirdupois".

La lixiviación amoniacal, con solución al 5,0% de NH₃ durante más de tres días, permitió extraer de la muestra el 62% del cobre y una pequeña cantidad de arsénico;

- en el mineral de "Salar La Borita", de color azul, se reveló también a calcita y aragonita como minerales de ganga predominantes. El mineral de cobre azul se presentaba como granos libres y cubierto por calcita y aragonita. Los análisis de fluorescencia de rayos X de un concentrado del mineral azul, pusieron de manifiesto la presencia de cobre, arsénico y una pequeña cantidad de cinc; esta composición, unida a características ópticas, sugería que el mineral fuera probablemente freirinita, un arseniato complejo de sodio y cobre. Los análisis químicos mostraron contenidos de 1,4% Cu, 1,45% As, y 0,002 onzas de oro y 0,07 onzas de plata por tonelada corta.

La prueba tecnológica, con solución amoniacal al 5,0%, dió una extracción del 96% del cobre, mediante lixiviación con agitación, durante más de tres días. Además, se disolvió el 52% del arsénico.

Los análisis espectrográficos de ambas menas indican que no hay cantidades de metales básicos de alguna importancia comercial, fuera del cobre.

6. Comarca del Cerro Blanco (Ag, Au, Cu, Pb, Zn)

Se introduce esta denominación para abarcar un centro efusivo que aparece como una gran caldera, con otra menor muy evidente en su interior - Cerro Blanco. El proceso volcánico está asociado por lo menos a cuatro "campos" epitermales: La Hoyada, Cerro Azul (o Vernencua), Cueros de Purulla y Chascón (véase Láminas II y XI - Anexo Gráfico). Se estima que cualquier investigación debiera considerarlos en su conjunto.

6.1. Area de La Hoyada

El área de reserva primeramente delimitada (54) llevaba el número 38 y tenía una superficie de 168 kilómetros cuadrados.

6.1.1. Ubicación

Esta área de reserva provincial está en el faldeo austral de la Cordillera de San Buenaventura, unos 135 km en línea recta al NNO de Tinogasta, en el departamento homónimo, a una altura media sobre el nivel del mar de 4.050 m; su superficie es de 96 kilómetros cuadrados.

6.1.2. Geología

Se halla en el borde austral de la Puna, en una zona de transición a las Sierras Pampeanas y al Sistema del Famatina.

En la constitución geológica de la región participan: un Basamento metamórfico precámbrico - esquistos, pizarras, filitas y anfibolitas -; una Basamento de granito calcoalcalino devónico; aglomerado basal, tobas rosadas, brechas andesíticas y dacitas pliocenos (Terciario); brechas tobáceas, tobas andesíticas, pórfidos dacíticos, andesitas y vitrófiros, obsidias y perlitas pleistocenos (Cuarta - rio).

En el cuadro estructural predomina un fallamiento directo de dirección aproximadamente latitudinal, transversal a la estructura regional de dirección general meridiana, y con inclinaciones de 52-75° al norte (51; 51a).

Se considera que la mineralización se ha generado en los procesos volcánicos cenozoicos (véase Láminas XII y XIII - Anexo Gráfico).

6.1.3. Mineralización

Se interpreta que se ha desarrollado un sistema epitermal argento-aurífero en andesitas, con fuerte regulación estructural de la mineralización y alteración hidrotermal (alunitización, argilitización y silicificación).

Se puede discriminar dos tipos de asociaciones minerales:

- pirita aurífera en brechas silíceas, stockworks y algunas vetas;
- sulfuros polimetálicos con plata y escaso oro.

En ambos se han conformado perfiles de lixiviación y enriquecimiento supergénico (Peralta, comunicación escrita).

En la potente y compleja pila sedimentario-volcánica del área se presentan zonas de "blanqueo" hidrotermal extensas e irregulares, con pirita diseminada. Por las descripciones de Ricci et al. (51; 51a) algunas de ellas albergan vetas polimetálicas, mientras que otras sólo tienen pirita diseminada; estas últimas, más extensas, están mejor representadas en los sectores conocidos bajo la denominación de "Cabezas" (del río La Hoyada) y "Alumbrera".

Los tipos de alteración hidrotermal más frecuentes parecen ser silicificación (con algo de alunita ?) argílico-sericitización y propilitización, y afectan sobre todo a los niveles geológicos medios de dicha pila, más extensos en el mapa y quizá más potentes (46). La falta de continuidad entre los sectores mencionados puede deberse al enmascaramiento de la cubierta volcánica y ser sólo aparente. Las rocas más alteradas son las que se ha descrito como tobas, brechas y coladas andesíticas; hay también cuerpos hipabisales, pero no ha

brían sido afectados.

Las alteraciones que parecen corresponder a diseminaciones serían más altas estratigráficamente que las vetiformes y se presentan en el terreno desplazadas hacia las cabeceras de las quebradas.

Esas alteraciones fueron muestreadas siguiendo perfiles, con un intervalo variable (promedio de alrededor de 250 m), cubriendo en conjunto poco más de 1,0 km² cada una; se operó con una base cartográfica a escala 1:12.500.

El sector que aparece como mejor expuesto por la erosión es el de "Cabeceras" y su muestreo se estima representativo. El de "Alumbrera", que tiene un comportamiento geoquímico semejante, es menos conspicuo (46).

En el sector "Cabeceras" se extrajo 60 muestras geoquímicas, que fueron analizadas por cobre, plomo, cinc, oro, plata y molibdeno, sobre una superficie de algo más de 1,0 km²; o sea, la densidad del muestreo fué de 0,6 muestra por hectárea.

Para el caso, se procesó sólo los resultados de oro y plata, pero dada su significación mineralúrgica, es preciso señalar que el contenido medio de cobre es menor de 500 partes por millón.

Los valores registrados han sido de entre NR (no revelado) y 2,0 ppm para el oro y desde NR hasta 140 ppm para la plata. Los respectivos valores medios de "fondo" eran de 0,2 ppm y 7,16 ppm.

Como suele suceder en este tipo de depósitos, la distribución de los valores de plata es más irregular que la del oro. La plata se presenta más localizada, por lo cual el promedio para ella responde a unos pocos valores altos (70 a 140 ppm) y una gran mayoría de muestras en las cuales no se reveló contenido alguno del metal. La distribución del oro es más constante; pero es evidente la coincidencia espacial de los valores máximos de ambos metales.

De la elaboración de los datos (46) se adoptó tres categorías de anomalías:

- posibles (entre 0,1 y 0,2 ppm)
- probables (por sobre el fondo, es decir, más de 0,2 ppm)
- francas (mayores de 0,5 ppm, que en la práctica representarían ya una manifestación mineral)

Con respecto a la plata sólo puede escribirse de "puntos anómalos" altos, pues el menor de ellos es de 20 ppm, frente a un fondo de 7,16 partes por millón.

Las zonas anómalas circumscriptas por el valor de fondo tienen un alargamiento de dirección NE-SO y son bastante continuas; en cambio, en las alteraciones que acompañan a las vetas de más al sur predomina la dirección latitudinal.

Dentro de la faja principal se destaca un centro muy anómalo en oro y plata, con valores entre 0,5 y 2,0 g/t de oro (o lo que es lo mismo, 0,5 y 2,0 ppm Au); la superficie que abarca aparentemente es de por lo menos 10 hectáreas.

Los depósitos vetiformes de sulfuros polimetálicos ricos en plata son los primeros que concitaron la atención, ya en la época colonial, y han sido objeto de explotación.

Se presentan asociados a una megaestructura de unos 3,0 km de largo y 50 m de ancho. En esta zona, se llevó a cabo una exploración superficial consistente principalmente del mapeo geológico en la escala subminera 1:25.000, y el muestreo geoquímico detallado y la prospección geofísica (métodos de polarización inducida y electromagnético TURAM) en los sectores Descubridora y Rosario, que suman una superficie de 7,0 kilómetros cuadrados. Complementariamente, se practicó en el sector de la mina Descubridora tres sondeos hasta profundidades de 100 a 180 m, dentro de un programa que quedó inconcluso y hasta aquí sirvió en esencia para demostrar la continuidad de las estructuras mineralizadas hasta una profundidad superior a los 80 metros.

Las conclusiones sobre la perspectiva de estos depósitos se basan fundamentalmente en los mejor conocidos sectores Descubridora y Rosario (5l; 5la).

La mineralización está compuesta de los minerales primarios galena argentífera, blenda, calcopirita, bornita, calcosina, argentita, sulfosales de plata y pirita, en ganga de cuarzo predominante, acompañados de los secundarios stromeyerita, calcosina, cerusita, anglesita, malaquita y azurita.

Las fajas de alteración más importantes se encuentran en el sector Descubridora, siguen la dirección general latitudinal, son casi continuas y tienen un ancho máximo de 110 m en el área de la mina homónima y un mínimo de 0,30 m en la de Mogotes Colorados, mientras que en el sector Rosario son menos conspicuas y de corto recorrido. La alteración predominante es la argílico-sericítica, presentándose venillas y vetas silicificadas portadoras de mineralización, cuyo espesor varía desde pocos milímetros a casi 3,0 m; subsidiariamente, también hay propilitización y limonitización.

El muestreo geoquímico a lo largo de las fajas alteradas, del que se analizó Cu, Pb, Zn y Ag, reveló valores interesantes de plata, con un valor medio del orden de los 100 g/t, aunque en las muestras puntuales de algunas labores se registró 4,0 kg/t; un comportamiento semejante se observó para cobre, plomo y cinc. Los valores de oro son relativamente bajos y se ha estimado que están en relación de 1 a 150 con los de plata.

La observación y el muestreo de una quincena de vetas de ambos sectores pusieron de manifiesto que se trata de estructuras de inclinación generalmente parada (media a subvertical), corridas visibles de unos 70 a 220 m, potencias de 0,12 y 2,12 m y contenidos metálicos medios de 0,11 a 6,41% Pb, 0,1 a 0,9% Zn, 0,06 a 0,35% Cu y 11,8 a 474,3 g/t Ag; este muestreo se hizo en superficie principalmente y en labores antiguas subterráneas, cercanas a la superficie.

Mediante la prospección geofísica se puso en evidencia numerosas anomalías, en correspondencia con la mineralización sulfurada y las zonas de alteración.

6.1.4. Recursos Minerales

La asociación pirítica oxidada y los valores geoquímicos revelados, alientan sobre la perspectiva de hallar recursos que, de un modo especulativo o hipotético, puede expresarse que sustentarían un proyecto de "cielo abierto con lixiviación en pilas", de hasta 3.000 t/día (46).

La potencialidad de los depósitos de sulfuros polimetálicos, con tendencia al Pb-Zn, sería de unos 5,0 mill. t (recursos hipotéticos - 46).

Para el sector Descubridora solamente, Ricci(51; 51a) ha estimado recursos especulativos del orden de las 675.000 t, con leyes de 0,62-0,67% Pb, 13,4 a 49 g/t Ag y 0,07 a 0,38% Cu, ateniéndose seguramente al muestreo de las vetas, aunque los valores geoquímicos apuntan hacia contenidos metálicos mucho más altos. De ello dan la pauta, por ejemplo, los valores geoquímicos de 0,1 a 13,2% Pb, 0,1 a 0,92% Zn, 0,1 a 0,48% Cu y 10 a 160 g/t Ag, para la zona denominada Campamento; los de 0,5 a 6,0% Pb, mayores del 0,1% de cobre y de cinc y 10 a 90 g/t Ag, en la zona Chucula, y los de 1,75% Pb, 0,07% Cu y 291,6 g/t Ag, en el sector Rosario.

Por fin, cabe aclarar que de la información consultada sobre "La Hoyada", se ha segregado la correspondiente al área de Cerro Azul, que ha quedado afuera de la actual reserva provincial y se la trata por separado.

6.2. Area de Cerro Azul (Vernancua)

La denominación más difundida es la de Cerro Azul, debido a la presencia de la mina del mismo nombre, pero el área que la incluye es la más amplia de Vernancua.

6.2.1. Ubicación

Los depósitos y manifestaciones minerales se hallan en la Cordillera de San Buenaventura, prácticamente en el límite del departamento Antofagasta de la Sierra con el de Tinogasta, a los 67°35' de longitud oeste y 26°57' de latitud sur y a una altura absoluta entre 3.300 m, en la quebrada de Vernancua, y 3.600 m, en el cerro Azul.

6.2.2. Geología

El área forma parte de la zona marginal de un centro efusivo importante, de ahí que predomine el paisaje volcánico, presentándose una sucesión Mio-Pliocena de más de 1.000 m de espesor, que en sentido ascendente, está integrada por:

- tobas andesíticas, muy semejantes por su aspecto a las de Farallón Negro; espesor de unos 500 m;
- brechas dacítico-andesíticas, en general muy oscuras y compactas; se observa también grandes diques de la misma composición; el espesor oscila en los 200 metros;
- conglomerados, en la forma de una intercalación aparentemente lenticular pero potente, de más de 200 m de espesor; es continental, bien estratificada y los clastos son de metamorfitas dominantes y algo de granitoides;
- ignimbritas ácidas, frecuentes y muy extensas en la región; su espesor es variable, de 50 a 200 metros.

La serie sedimentario-volcanogénica se apoya en discordancia sobre un Basamento ígneo-metamórfico, que comienza a aflorar unos 500 m al poniente y predomina netamente hacia el sur.

La estructura regional más extensa es la aparente gran caldera volcánica ya mencionada, con la menor y muy evidente del cerro Blanco.

En el área de Vernancua se pone de manifiesto una zona de fallamiento premineral, con ramificaciones, de dirección general aproximada noroeste-sudeste.

A lo largo de la zona de fallas, los fluidos hidrotermales han producido alteración argilítica, alunitica y silícica.

6.2.3. Mineralización

En el curso superior de la quebrada de Vernancua, las zonas de fallas mineralizadas suman en conjunto unos 12 km de corrida visible. Se puede subdividir en una estructura principal de más de 6,0 km de corrida y dos ramas de 3,0 km cada una. Aparecen esbozadas otras, cubiertas por suelos residuales y detritos de ladera y, por lo menos en un caso, reveladas por perfilajes geofísicos, que no han sido consideradas en esta sumatoria.

En todas ellas abunda la pirita diseminada y en venillas, observándose también lentes o lenticulas de sulfuros polimetálicos argento-auríferos. No obstante, el cobre es escaso, tal vez por la intensa lixiviación meteórica sufrida por la zona. Los contenidos de oro, en menor grado los de plata, son relativamente homogéneos y se han presentado en el 80% de las muestras tomadas, con un valor geoquímico de fondo de casi 1,0 g/t, por consiguiente, se trata de una área netamente anómala.

La mayor dificultad para el mapeo y el muestreo está representada por la cubierta de suelo residual y/o regolito de ladera (coluvio). Aun así, la coloración conferida por la roca blanqueada y la abundancia de limonitas, permiten verificar la continuidad de las estructuras.

Se llevó a cabo un muestreo orientativo. Debido a que se trata de alteración hidrotermal regulada por fallas, su afloramiento se presenta en fajas. Por eso, el muestreo se hizo por perfiles de esquirlas de rocas ("chip sampling")-transversales a la corrida, midiéndose la potencia muestreada como si fuera una veta. La escasez de afloramientos impidió una distribución más regular, sistemática, de los puntos de muestreo o una distancia menor entre ellos; el espaciamiento medio ha sido de unos 500 m, oscilando entre 200 y 800 metros.

Si bien en el sector sur del área se ha obtenido muestras sobre una potencia de centímetros, no son representativas, porque teniendo en cuenta el tipo de manifestación, el temperamento adoptado fué el de atravesar varios metros. La potencia media de muestreo ha sido de casi 9,0 metros (8,93 m) y los contenidos medios puestos de manifiesto son de 0,72 g/t de oro y 2,5 g/t de plata. Los contenidos de todas las muestras con potencia inferior a 5,0 m fueron diluidos a ese espesor mínimo.

En 1978, el CENOA ejecutó perfilajes geofísicos (Turam) revelando al menos, como se expresó anteriormente, una corrida o ramal

adicional.

Por otra parte, es muy factible que las manifestaciones se prolonguen hacia el naciente, en una área no reconocida hasta ahora.

Tomando en consideración la intensa meteorización superficial de la zona y los nuevos criterios que puede emplearse en cuanto al ciclo geoquímico del oro en condiciones supergénicas, es posible especular sobre un comportamiento como el que se describe a renglón seguido:

- zona superficial (de iluviación). El contenido medio de 0,72 g/t Au puesto en evidencia representaría al primer metro de profundidad, como máximo;
- zona subsuperficial (de lixiviación). Aparece como razonable y muy probable un contenido de 2,0 g/t Au. Esta zona puede profundizar hasta los 10-15 m, sin que interfieran aún óxidos de cobre y restos de sulfuros;
- zona de sulfuros. Correspondería a las clásicas de sulfuros enriquecidos y primarios, con una transición entre los 15 y los 30 m (?) y probablemente no tenga más de 0,5-1,0 g/t de oro.

Sobre la plata es demasiado aventurado hacer aun especulaciones y no se la considera en los cálculos que contiene este informe, sin embargo, en una mina abandonada del sector occidental del área - la Cerro Azul - se ha registrado contenidos de 4,1 g/t Au y 28 g/t Ag en la mineralización oxidada y de 1,1 g/t Au y 457 g/t Ag en la sulfurada.

La zona superficial es escarificable con facilidad. La subsuperficial, con 9,0 m de ancho medio y virtualmente sin sobrecarga, podría explotarse a cielo abierto hasta los 10 m de profundidad, sin problemas de taludes en el rajo. El mineral sería susceptible de beneficio mediante lixiviación en pilas, pues sus contenidos de cobre están por debajo de las 300 partes por millón.

6.2.4. Recursos Minerales

Teniendo en cuenta una corrida integrada de más de 12.000 m, un espesor medio de 9,0 m, una profundidad de explotación en mineral de 10 m y una densidad de 2,7, se puede especular sobre recursos hipotéticos del orden de los 3,0 millones de toneladas (8).

6.3. Area de Cueros de Purulla

Esta área llevaba el número 37 en la primera selección de áreas de reserva (54) y cubría una superficie de 322 kilómetros cuadrados.

6.3.1. Ubicación

La actual área de reserva provincial tiene una superficie de 25 km²; se halla en el departamento de Antofagasta de la Sierra, a unos 4.000 m sobre el nivel del mar.

6.3.2. Geología

En la constitución geológica de la región participan:

- leptometamorfitas y sedimentitas. En general, lutitas y limolitas afectadas por metamorfismo regional, de rumbo meridiano, de la F. Falda Ciénaga (Ordovícico);
- pórfido dacítico. Se presenta en pequeños afloramientos; edad Silúrico-Devónica;
- sedimentitas clásticas. Complejo de sedimentitas continentales - conglomerados, arcosas, areniscas y lutitas - de la F. Agua Colorada (Carbónico);
- areniscas rojas. Se trata de areniscas con delgadas intercalaciones de lutitas y areniscas conglomerádicas, de la F. de la Cuesta (Pérmico);
- porfiritas ácidas y mesosilícicas. Cuerpos de composición dacítica y riódacítica asignados al Permo-Triásico, alojadas en las sedimentitas de la F. Agua Colorada;
- diques andesíticos y diabásicos. Conjunto de estructuras tabulares atribuido al Mesozoico medio-superior;
- andesitas del Plioceno (Terciario) luego de un hiatus considerable;
- tobas andesíticas, vitrófiros, aglomerados, brechas y volcanitas de edad Cuarteria (véase Lámina XIV - Anexo Gráfico).

La estructura regional se debe a una tectónica de bloques, desarrollada según fracturas de rumbo N 20-30° E y N 55-60° O. La estructura de plegamiento se manifiesta en los anticlinales que afectan al Basamento Ordovícico y la disposición monoclinial de las sedimentitas suprayacentes.

La alteración mejor representada en una conspicua área de blanqueo es la argilítica, de fuerte a intensa; siguiéndola la sericitica, de moderada a fuerte, luego una silícica fuerte y una limonítica de fuerte a muy fuerte como producto de la meteorización de la pirita diseminada; hay también alteraciones alunitica y potásica escasas. En esta área de "blanqueo" es notoria la presencia de fajas silicificadas separadas por "islotes" con alteración propilítica (52).

6.3.3. Mineralización

La zona considerada de interés (área de "blanqueo") presenta dos tipos de mineralización: diseminada, con sulfuros, en relación con las partes de alteración silícica o bien propilítica; vetiforme, frecuente en la zona craquelada intensamente y con alteración silícica.

En el sector mineralizado principal, el contralor estructural se pone en evidencia en el contacto por falla de las porfiritas riódacíticas con las sedimentitas carbónicas, a las que han penetrado. Las fajas alteradas reflejan también regulación estructural en el área de "blanqueo", pues presentan una dirección semejante a la de las estructuras de rumbo N 20-30° Este.

La mineralización en el cuerpo de porfiritas ácidas y mesosilícicas es del tipo diseminado y está constituida esencialmente por pirita, reemplazada total o parcialmente por limonita, y poca calcopirita. El estudio calcográfico puso de manifiesto calcopirita diseminada en granos alotriomórficos y "chispas" de oro nativo escasas, en granos de 10 a 15 micrones.

//

El muestreo litoquímico (esquirlas de rocas) mostró los siguientes valores máximos: cobre, 410 ppm; plomo, 400 ppm; cinc, 350 ppm, y molibdeno, 104 partes por millón. Los análisis arrojaron valores de oro y plata, aunque muy bajos (52).

6.4. Area del Cerro Chascón

Se trata de una área de reserva provincial, que tiene una superficie de 45 km² y de la cual no se ha podido obtener más que una información verbal, no sabiéndose a ciencia cierta el origen de su selección.

Corresponde a una zona de alteración desconocida, en el núcleo de un volcán andesítico de la Cordillera de San Buenaventura, en la que se habría registrado contenidos anómalos de cinc, indicios de piritización y posible alunitización.

-o-

En la parte occidental del departamento de Tinogasta se ha delimitado el área de reserva provincial denominada Salina Verde (o Tres Quebradas), cubriendo una superficie de 935 km², sobre la que aún no se dispone de información elaborada recientemente; pero por su relación directa con ella, se ha recopilado en este informe la que se conoce de las áreas Cerro Tipas (Véase Capítulo VI), Tres Quebradas, Río Don Segundo Este, Río Don Segundo Oeste y Valle Ancho, y de otras dos, Cazadero Grande Norte y Cazadero Grande-Lampaya, todas las cuales fueron seleccionadas originalmente (54), y por fin, la de Los Aparejos; las tres últimas son vecinas de la de Salina Verde, hacia el naciente (véase Láminas I y II - Anexo Gráfico).

7. Area de Tres Quebradas

Esta área era la n^o 15 de la primera selección (54).

7.1. Ubicación

Se hallaba circunscripta entre los 68°37'30" y 68°44' de longitud oeste y entre los 27°17'30" y 27°23' de latitud sur. La altura absoluta media es de 4.200 metros (60).

7.2. Geología

Se trata de una zona de transición, ya que posee unidades litológicas características de la Cordillera Frontal (porfiritas permo-triásicas) y rasgos morfoestructurales de la Puna austral.

Las rocas más antiguas conforman la Serie Porfirítica Permo-Triásica, sobre la que yacen sedimentos continentales terciarios, que han sido penetrados por stocks y diques andesíticos asignados al Plioceno. Los sectores noroeste y nordeste del área están cubiertos por coladas de lavas andesíticas pleistocenas. También afloran en la zona piroclastitas y calizas travertínicas. La columna estratigráfica es coronada por la cubierta sedimentaria reciente y actual.

Estructuralmente, el área está en una depresión tectónica y topográfica, puesta en evidencia hacia el sur por la presencia de Basamento precámbrico, con un desnivel positivo de aproximadamente

1.000 m y por estar delimitada, tanto al naciente como al poniente, por volcanes alineados en la dirección meridiana.

Hay dos importantes fracturas paralelas de rumbo NO, que limitan la laguna de Tres Quebradas, acompañadas de los juegos de fracturas donde se emplazaron los diques andesíticos.

La Serie Porfirítica está subdividida en bloques, entre los cuales se depositaron las areniscas del Calchaquense, y avanza a su vez sobre el oriental por fallas inversas, montando y empujando a los depósitos terciarios que la flanquean por ese lado.

7.3. Mineralización

Salvo una manifestación de cobre color, no se presentó mineralización alguna a la observación directa preliminar.

Las expectativas mayores se han basado en la presencia de intrusivos terciarios, sumada a valores geoquímicos anómalos. Se ha registrado una débil alteración predominantemente propilítica y reducida limonitización.

El muestreo geoquímico (litoquímico - esquirolas de rocas) permitió obtener 217 muestras, que fueron analizadas para Cu, Pb, Zn, Mo, Au y Ag, mediante A.A., en el laboratorio del CENOA en Tucumán. Los análisis no revelaron la presencia de Mo, Au o Ag, y sus otros resultados se elaboraron estadísticamente, conformándose dos grupos de datos:

- 1er. Grupo, 17 muestras

Elemento	Fondo Geoquím.	Umbral	Anomalías		
			Posible	Probable	Franca
Cobre (Cu)	117	157	158-197	198-237	237
Plomo (Pb)	36	56	57-76	77-96	96
Cinc (Zn)	85	130	131-180	181-230	230

- 2do. Grupo, 200 muestras

Cobre	17	25	25-65	66-90	90
Plomo	30	119	120-209	210-300	300
Cinc	115	169	170-229	230-285	285

8. Area de Río Don Segundo Este

El área original tenía el número 20.

8.1. Ubicación

Las coordenadas geográficas del centro del área eran las de 68°45' de longitud oeste y 27°39' de latitud sur; abarcaba una superficie de 16 km², a 4.200-4.500 m sobre el nivel del mar (6).

8.2. Geología

Afloran en el área pórfidos y brechas andesíticos miocenos,

andesitas y aglomerado volcánico pliocenos, basaltos pleistocenos y acarreos holocenos.

El pórfido andesítico está representado por dos cuerpos que asoman en el sector este del área, cerca del río, y que están rodeados por andesitas y basaltos, de los cuales hay relictos sobre el pórfido. La alteración predominante es la sílico-sericítica, fuerte, y subordinadamente, la roca está afectada por alteración propilítica. El cuerpo mayor está atravesado por diques de composición andesítica y ácida, que tienen una dirección meridiana, corridas superiores a los 100 m y potencias de 1-6 metros.

Las brechas andesíticas afloran cerca del cuerpo porfírico más pequeño. Los clastos son de andesitas y algunos de dacitas (?).

Las rocas más comunes son las andesitas y muestran en partes hematización y en otras, alteración argilítica suave. En la quebrada Blanca se observa alteración potásica suave en un afloramiento reducido, acompañada de argilitización y propilitización; poco más al N, se presentan dos fajas de silicificación y finas guías de cuarzo en andesita, y junto con ellas guías de specularita y limonitas; en conjunto, la alteración es argílico-sericítica, con alteración potásica en menor grado.

El aglomerado volcánico es de andesitas y también dacitas, aflora poco y está montado sobre ambos cuerpos porfíricos.

Los rasgos estructurales están enmascarados por basaltos y sedimentos sueltos. No obstante, se nota una alineación sugestiva del drenaje en la dirección NO-SE, lo que coincide aproximadamente con la dirección de la fractura del río Valle Ancho, más al norte.

En la parte oriental del área, los niveles volcánicos son subhorizontales y los diques se emplazaron con dirección submeridiana. En la occidental, las andesitas yacen con ángulos mucho más acentuados y en la quebrada Blanca se puede medir ángulos de 45° y 85° este.

8.3. Perspectivas

Los sectores del pórfido andesítico y alrededores y la zona de alteración de la quebrada Blanca, en términos relativos, son los que han inspirado mayor interés.

En general, los valores que puso de manifiesto el muestreo geoquímico corresponden a pequeñas anomalías de cobre, plomo, cinc y molibdeno. Dos muestras de pórfido andesítico dieron sendos valores geoquímicos de 1.050 y 500 ppm de cobre; 500 y 1.600 ppm de plomo; 600 y 800 ppm de cinc, y 12 y 4 ppm de molibdeno. Una muestra de brecha andesítica alterada arrojó 640 ppm de molibdeno. Por observaciones macroscópicas y estudios calcográficos, se estableció que los sulfuros primarios eran pirita y cantidades exiguas de otros, a los que se deberían las anomalías reveladas.

La descripción consultada, que corresponde a estudios preliminares, sólo permite llegar a la conclusión que la prospectividad del área es incierta, aunque el conocimiento que se posee de ella es un aporte, como el de las otras consideradas, a las investigaciones que se ha estado efectuando en la región occidental del departamento Tinogasta.

9. Area de Río Don Segundo Oeste

En la selección original se le asignó el número 19 (54).

9.1. Ubicación

Se extendía sobre una superficie de 33 km² en la cabecera del río Don Segundo Oeste, a una altura absoluta de 4.700 metros. Las coordenadas geográficas de su parte central eran las de 68°52'30" de longitud oeste y 27°35'13" de latitud sur (6a).

9.2. Geología

La observación estuvo limitada a la quebrada del río, por que el resto del área está cubierto por basaltos cuaternarios.

En la base del perfil afloran andesitas y brechas andesíticas pliocenas, a las que se superpone una colada andesítica de poco del pleistoceno, que yace debajo de basaltos de esa edad; por último, se halla la cobertura de acarreos holocenos.

Las andesitas muestran alteración argilítica fuerte a suave, acompañada de silicificación y en menor cuantía, sericitización y/o propilitización. Las brechas andesíticas tienen un espesor máximo de 6,0 m, en algunos casos no llega a 1,0 metro. Los clastos son de andesitas y tienen de 1,0 a 30 cm de diámetro; se observa alteración argilítica en clastos y matriz, y una muy difundida silicificación; en ambos márgenes del río, hay una faja de silicificación intensa, al igual que en dos afloramientos aislados situados al naciente; se registró la existencia de alunización en "parches" dentro de la zona silicificada.

En la parte sudoccidental del área están presentes argilitización y silicificación, aunque son menos intensas, y subordinadamente se presenta una alteración propilítica suave. Hacia el este afloran andesitas y brechas, que están alteradas de una forma semejante.

9.3. Perspectivas

Se llevó a cabo un muestreo geoquímico, obteniéndose 65 muestras de rocas. Los valores máximos que arrojaron los análisis por A.A. fueron de 20 ppm Cu, 85 ppm Pb, 90 ppm Zn y 8,0 ppm de molibdeno.

La abundancia de limonitas se asigna a la alteración de pirita, único sulfuro reconocido.

El área merece los mismos conceptos que la anterior.

10. Area de Valle Ancho

Llevaba el número 18 en la primera selección.

10.1. Ubicación

Era una área de 57 km², situada a una altura absoluta media de 4.350 m, cuyo centro tenía como coordenadas geográficas las de 68°49'30" de longitud oeste y 27°34'49" de latitud sur.

10.2. Geología

La columna estratigráfica se compone de:

Dr. Geólogo Leandro J. de los Hoyos

Consultor Minero



- pórfido monzodiorítico y pórfido diorítico (Pérmico);
- pórfido riodacítico y dacitas (Permo-Triásico);
- andesitas I y basandesitas (Plio-Pleistoceno);
- andesitas II y basaltos (Pleistoceno), y
- terrazas de acumulación y acarreos (Holoceno).

El pórfido monzodiorítico está afectado por alteración propilítica en su mayor parte; en la parte centro-oriental del área hay dos sectores donde predomina una fuerte alteración argílico-sericítica. Una alteración semejante se presenta en el pórfido diorítico.

El cuerpo de pórfido riodacítico tiene 1.200 m de largo por 500 m de ancho; en la parte norte, muestra una alteración sílico-sericítica, y en la sur, argílico-sericítica; ambas están separadas por una ancha faja de silicificación, que atraviesa al cuerpo en su parte central; éste está intensamente fracturado, la dirección principal del diaclasamiento es la latitudinal. La limonitización tiene escaso desarrollo, las limonitas son exóticas en su mayor parte, en pocos casos son indígenas y proceden de la alteración de pirita, aunque se ha observado también calcopirita.

Las dacitas afloran al sur, oeste y noroeste de dicho cuerpo; en el afloramiento se puso de manifiesto alteración propilítica predominante, suave a moderada, en la parte central se presenta también un núcleo de alteración silícico-alunítica. Al naciente de éste, se observa alteración argilítica de intensidad suave, y junto a ella, un pequeño sector con fuerte alteración argílico-sericítica. En un afloramiento del borde SE del área, hay una fuerte alteración sílico-sericítica. Sobre las dacitas se apoyan relictos de tobas.

Las andesitas I muestran estas alteraciones: sílico-sericítica, intensa; propilítica, la más difundida, suave a moderada, a veces fuerte; argílico-sericítica, en tres sectores del borde SO del área, moderada a fuerte, pero subordinada a la propilítica.

En las basandesitas, la alteración es propilítica, suave. Sobrepuesta a ella, en las inmediaciones del pórfido riodacítico, se ha revelado alteración potásica.

Las andesitas II están afectadas por hematitización.

Estructuralmente, cabe mencionar una fractura de rumbo NO-SE, que coincide con la trayectoria del río Valle Ancho. En el pórfido monzodiorítico hay dos fracturas de la misma dirección, rellenas por cuarzo brechoideo cementado por limonitas. Otra fractura correría por el borde occidental del pórfido riodacítico. Las volcanitas pliocenas y pleistocenas, así como los sedimentos cuaternarios, enmascaran al cuadro estructural.

10.3. Perspectivas

El mayor interés relativo reside en dos zonas de alteración bien definidas, una en el pórfido riodacítico y la otra, en el borde oriental del pórfido monzodiorítico.

No se ha puesto de manifiesto mineralización útil. Los análisis de las muestras geoquímicas de rocas dieron valores máximos de 40 ppm Cu, 100 ppm Pb, 130 ppm Zn y 80 ppm Mo, pero corresponden a distintas muestras y se los ha considerado erráticos y sin importancia (6b).

En este caso se estima también que esta área podría ser revisada, junto con las otras que se está describiendo de la región, en relación con las investigaciones que se llevarían a cabo en la reserva provincial de Salina Verde.

11. Area de Cazadero Grande Norte

En la selección original tenía el n° 42 (54).

11.1. Ubicación

Se trataba de una área de 240 km², delimitada por las coordenadas geográficas de 68°03'-68°06' y 68°07'-68°13' de longitud oeste y 27°00'-27°15' de latitud sur. La altura absoluta media es de unos 4.200 metros.

11.2. Geología

La constitución geológica está conformada por:

- epidiotas, esquistos anfibólicos y esquistos glauconíticos del Basamento metamórfico (Precámbrico);
- en discordancia sobre el Basamento, conglomerados y areniscas con glomerádicas, tobas riolíticas y riolitas de la F. Lampaya (Ordovícico) con un espesor de más de 300 metros;
- apoyadas discordantemente sobre la F. Lampaya, las sedimentitas - areniscas principalmente y limolitas - de la F. Agua Colorada (Carbónico) de más de 500 m de espesor, en la que se intercalan numerosos filones-capa andesíticos y basálticos;
- andesitas del Plioceno superior, que forman el cono volcánico del cerro Morocho; en la parte central del área cubren a las formaciones Lampaya y Agua Colorada;
- lavas de composición andesítica y basáltica (Pleistoceno);
- acarreos holocenos.

Al sur del cerro Lampayita y en las inmediaciones del río Las Lajas, se ha encontrado varias zonas de silicificación en las volcanitas de la F. Lampaya.

El rasgo característico de la estructura es el levantamiento en bloques de cordones paralelos, a lo largo de fallas de alto ángulo, de rumbo N-S a N 10° E. El diaclasamiento de las volcanitas paleozoicas no tiene rumbos predominantes, están fuertemente fisuradas en todas direcciones. En cambio, en las sedimentitas carbónicas hay dos rumbos de la fracturación, N 60° E y N 30° O, subrayados por guías de hematita y vetas de cuarzo, que se alojaron en las fracturas (6c).

11.3. Perspectivas

La descripción que se ha consultado, y tratado de resumir, no inspira interés en esta área, a la cual podría retornarse si se encara la investigación regional de las formaciones volcanogénicas.

12. Area de Cazadero Grande-Lampaya

Se le dió el número 16 en la primera selección (54).

12.1. Ubicación

El área tenía una superficie de 247 km² y se la dividía en

dos sectores: el de Cazadero Grande, hacia el norte, circunscripto por las coordenadas geográficas de $68^{\circ}07'49''$ - $68^{\circ}12'30''$ de longitud oeste y $27^{\circ}15'$ - $27^{\circ}25'42''$ de latitud sur, y el de Lampaya, con las coordenadas geográficas de $68^{\circ}10'39''$ - $68^{\circ}15'$ de longitud oeste y $27^{\circ}23'10''$ - $27^{\circ}25'42''$ de latitud sur. La altura absoluta media es de 3.700 metros.

12.2. Geología

En la constitución geológica participan:

- esquistos biotíticos y cuarzo-feldespáticos, con intercalaciones de anfibolitas, calizas y metacuarcitas del Basamento metamórfico (Precámbrico);
- la F. Lampaya (Ordovícico) que yace en discordancia sobre el Basamento y está integrada por un complejo volcánico - riolitas, rioclititas y dacitas, y sus respectivas tobas - en el que se intercalan bancos de conglomerados y areniscas conglomerádicas;
- diques de composición ácida (Devónico) alojados en el Basamento metamórfico;
- areniscas de la F. Agua Colorada (Carbónico) aflorantes en el ángulo sudeste del área;
- cuerpos hipabisales básicos (gabros) intrusivos en la F. Lampaya, en la parte central del área (Cretácico superior ?);
- diques de composición dacítica, escasos, y andesítica, más numerosos, que atraviesan el Basamento (Plioceno superior);
- basaltos pleistocenos;
- acarreos holocenos.

En el complejo volcánico de la F. Lampaya se ha observado una elevada proporción de sílice. En los diques originados en el Plioceno superior, se presentan alteración propilítica fuerte, y argilitica y sericitica moderadas a suaves.

La estructura se caracteriza por el levantamiento en bloque, a lo largo de una falla regional inversa de alto ángulo, de rumbo NNE-SSO e inclinación al poniente. En la quebrada de Lampaya se presenta una falla de menor envergadura, que corta oblicuamente a la anterior, y correría por las estribaciones orientales del afloramiento del Basamento.

El Basamento muestra plegamiento y fracturación intensos. En cambio, los sedimentos carbónicos están poco deformados y fracturados.

12.3. Mineralización

En los afloramientos del Basamento metamórfico y de las areniscas carbónicas apoyadas en discordancia sobre él, se puso de manifiesto anomalías de cobre en guías mineralizadas y diques felsíticos alterados. En el caso de los diques, hay impregnaciones de malaquita, con valores geoquímicos de 100-400 ppm de cobre.

La mineralización vetiforme consiste de guías y venas calcíticas con calcopirita y malaquita, alojadas concordantemente en los esquistos, de escasa corrida y potencia.

En la mina "Lampaya", ubicada en la quebrada homónima, se presenta una veta de corrida no determinada, rumbo de $N 50^{\circ} E$ y potencia de 0,40 m, concordante con los esquistos verdes de la caja, en la

que hay calcopirita en ganga de calcita, acompañada de malaquita y azurita.

En las volcanitas de la F. Lampaya se han puesto de manifiesto guías de specularita de hasta dos centímetros de espesor, vetas de cuarzo con nódulos del mismo mineral, de dirección meridiana y espesor de pocos centímetros, que excepcionalmente llega a un metro, y corridas inferiores al centenar de metros, y vetas de specularita masiva, cuyas corridas son también variables, aunque de sólo algunas decenas de metros, de dirección meridiana y potencia de 15 a 30 cm; en el borde septentrional del área, se presenta un cuerpo vetiforme de rumbo semejante, vertical, que tiene 200 m de corrida visible y 10 m de ancho promedio.

12.4. Perspectivas

Cravero (6d) considera que la perspectividad del área es nula, pero se estima que cualquier programa destinado al estudio de las formaciones volcánicas de la región y de los depósitos metalíferos - especialmente de metales preciosos - relacionados eventualmente con ellas, podría incluir una revisión de la misma.

-0-

13. Area de Los Aparejos (Cu, Au, Ag)

Se trata del área de la mina "Descubridora de Los Aparejos".

13.1. Ubicación

Las coordenadas geográficas de la mina son las de 68°25' de longitud oeste y 27°46' de latitud sur, lo que la sitúa en el departamento de Tinogasta. La altura absoluta es de 4.250 metros.

13.2. Geología

El ambiente geológico regional se caracteriza por la presencia de los metasedimentos de la F. Laguna Amarga - calizas, hornfels, esquistos - que han sido penetrados por un granito rosado (F. Narváez ?), que constituyen el Basamento; el granito produjo en las calizas la formación de skarns, que se presentan como pequeños asomos alineados meridionalmente y tuercen hacia el poniente en el extremo austral. Estos fenómenos de contacto abarcan hasta un centenar de metros, desde el contacto del granito (al este) y las calizas (al oeste); los skarns son localmente portadores de mineralización. El Basamento está en contacto tectónico hacia el este con las areniscas y conglomerados carbónicos de la F. Agua Colorada y cubiertos por los conglomerados pérmicos de la F. de La Cuesta. El conjunto está cubierto por los pórfidos dacíticos y andesíticos de la F. Las Tunas, que también se han emplazado según una fractura de dirección meridiana en las formaciones más antiguas. Las cuencas locales albergan rellenos sedimentarios tobáceos de la F. Los Aparejos (Terciario). Por último, las formaciones anteriores se hallan casi totalmente enmascaradas por coladas basálticas y aglomerados morénicos y glaci-fluviales de edad cuaternaria (véase Lámina XV - Anexo Gráfico).

En el área de la mina se destacan dos unidades principales: metasedimentos al oeste e intrusivos ácidos - granito, granodiorita, monzonita - al este, muy cubiertas por sedimentos detríticos. Los metasedimentos son calizas intercaladas con niveles de hornfels muy cra-

quelados y, en las vecindades del contacto, los cuerpos lenticulares de skarn que alojan a los minerales cupríferos. El contacto tiene rumbo meridiano, pero en la parte sur de la zona pasa a tener uno latitudinal. Parte del Basamento está cubierta por coladas dacíticas, andesíticas y basálticas, y sedimentos aterrazados.

13.3. Estructura y Mineralización

La mineralización está asociada a los cuerpos de skarn, que están en relación con el granito oriental y sudoriental, ocupando secciones selectas de dicho skarn, bajo la forma de lentes de límites difusos.

Su disposición estructural es poco clara, pero sería paralela o subparalela a la orientación principal de los metasedimentos, o sea, rumbo norte a nordeste, con inclinación de alto ángulo hacia el este.

Se distingue dos sectores principales, al norte y al sur de la quebrada de la mina, cuya vinculación, si la hubiere, no es posible precisar por el mencionado enmascaramiento superficial; ellos son:

- sector Norte ("A"). Se trata de un skarn granatífero, cuyo espesor varía de 3,0 a 30 m, en el que la mineralización se aloja hacia el piso, formando un cuerpo lenticular de 3,0 a 8,0 m de potencia. Aquí se profundizó dos piques, actualmente casi tapados, y una trinchera, revelándose una potencia de 3,2 m; sin embargo, la potencia media es de 6,0 metros.

La mineralización está compuesta de crisocola y malaquita, en nódulos diseminados o rellenando fisuras. Se observa relictos de minerales como calcopirita y calcosina, acompañadas de magnetita y hematita. No hay procesos notables de enriquecimiento supergénico.

- sector Sur ("B"). Desde el punto de vista estructural, se puede destacar dos tipos de manifestaciones:

- de bajo ángulo;
- de alto ángulo.

Las primeras están representadas por tres pequeños lentes de skarn epidótico-granatífero, de 0,2 a 2,0 m de espesor y 20 m de corrida, rumbo N-S e inclinación de 35-45° oeste.

Las de alto ángulo se encuentran al naciente de las anteriores y son lentes de skarn mineralizado con crisocola y malaquita, que entran como apéndices en el granito; su desarrollo horizontal alcanza algunas decenas de metros.

Un sondeo efectuado en el sector "A" mostró la presencia de mineralización entre 82,5 y 89,2 m de profundidad, con un espesor real de 3,27 m y una ley media ponderada de 2,89% Cu. Otro en el mismo sector comprobó mineralización en dos niveles de la mitad inferior del cuerpo de skarn; en el más bajo estructuralmente, entre los 68,5 y 71,55 m de profundidad, en un espesor real de 2,10 m, el contenido era de 0,97% Cu; el nivel superior se cortó entre 89,65 y 91,15 m, registrándose un espesor de 1,0 m y un tenor de 4,1% Cu (27).

El muestreo de superficie (34) puso de manifiesto, en el sector "A", contenidos de 1,2-5,6% Cu y vestigios a 0,9 g/t Au, no revelándose alguno de plata, sobre espesores de 1,05 a 1,90 m; en el sector "B", tenores de 0,34 a 3,4% Cu, tampoco se reveló plata y la presencia de oro oscilaba entre vestigios y 0,4 g/t Au, en espesores de

0,35 a 4,60 metros.

Ferrer (1949 - cit. en 34) llevó a cabo el muestreo de varias labores de ambos sectores, comprobando espesores de 0,50 a 1,65 m, con contenidos de 1,71 a 7,31% Cu, vestigios a 2,0 g/t Au y 5,0 a 22 g/t Ag; en mineral seleccionado, 1,97 a 15,3% Cu, vestigios a 2,0 g/t Au y 5,0 a 10 g/t de plata.

Angelelli (1945 - cit. en 34) practicó el muestreo de siete labores, constatando tenores de cobre de 0,07 a 8,16%, en espesores de 0,55 a 5,0 metros.

Catalano (1944 - cit. en 34) comunicó leyes de 16% Cu para mineral seleccionado, 6,0% Cu en mineral mediano común y 3,0% Cu para mineral pobre.

13.4. Perspectivas

Navarro García (34) sobre la base del conocimiento adquirido del depósito, opina que no ofrece perspectivas, pero plantea la posibilidad que en el área haya otros cuerpos minerales ocultos.

El autor de este informe no conoce en qué medida se ha investigado el área de la mina, si se lo ha hecho, y estima que el tipo de depósito, así como la presencia de metales preciosos, deberían alertar la revisión de la misma, sobre todo si se hiciera una exploración sistemática de la región.

14. Area Incahuasi-San Antonito (Au)

Con la denominación de San Antonito-Incahuasi esta área fue reservada en la selección original del Plan NOA-I (54) y llevaba el n° 6.

El autor la incluye en este informe porque estima que, no obstante las investigaciones que se ha llevado a cabo, aún no se ha de limitado ni evaluado cabalmente este interesante campo filoniano.

14.1. Mina Incahuasi

14.1.1. Ubicación

La mina se halla en la parte nororiental de la Puna catamarqueña, vecina al borde sudoccidental del Salar del Hombre Muerto, en el Departamento Antofagasta de la Sierra. Las alturas absolutas van de los 3.900 m junto al salar, a los 4.100 m en los filos circundantes.

14.1.2. Geología

El cuadro estratigráfico es sencillo, ya que sólo aflora un paquete de sedimentos ordovícicos, integrado por lutitas, limolitas y metagrauvas.

En el área de la mina se ha reconocido zonas con alteración hidrotermal de tipo sericítico, en distintos grados, acompañada en algunos casos por cuarzo, en cantidades significativas, y también alteración clorítica, subordinada y variable.

El rumbo predominante de los bancos rocosos es N-S a N-10-20° O e inclinan 40-60° al este.

Se observa una combinación mecánica e histórica de pliegues

//

y fallas; por su frecuencia y magnitud, el fallamiento adquiere más importancia que el plegamiento.

Se ha individualizado un fallamiento antiguo de dirección general meridiana; otro sistema de fallas es el de dirección ONO-ESE, y hay un tercero de dirección NE-SO.

Los sedimentos están afectados por pequeñas fallas y flexuras, que modificaron la disposición original de las vetas.

14.1.3. Mineralización

El depósito se presenta constituido por varias vetas - unas ocho - algunas de ellas con ramificaciones.

En la zona que fué objeto de explotación se identificó cuatro vetas, la principal, la del Este, a 160 m de la anterior, y dos en el oeste, a 100 y 230 m de la principal, respectivamente (3b). Los filones conforman un sistema aproximadamente paralelo, de rumbo concordante con el de las sedimentitas encajantes y de inclinación variable.

La veta principal sigue una dirección general meridiana y tiene una inclinación de 45° E hasta la vertical, a lo largo de unos 220 m, a partir del socavón del nivel 4.015 se muestra flexurada. Monchablon (1947 - cit. en 3b) al referirse a este hecho, expresa que el "clavo" mineralizado ha sido regulado por un pliegue, en un desarrollo de 180 m; en el tramo norte, en las vecindades del pliegue, el rumbo medio es N 20° E, con una inclinación de 60° E, que en el centro del mismo es de $45-50^{\circ}$. En profundidad se acentúa la inclinación hasta los 66° y más en el nivel IV, tanto en el centro como en el extremo sur del "clavo". La potencia de esta veta es variable: en la parte N del sector explotado tiene 30 cm, en la parte central 78 cm y en la parte S, 27 centímetros. En superficie, la veta está integrada por tres guías de 20 a 40 cm de espesor, que a escasa profundidad se unen y forman un filón de algo más de 1,0 m de potencia; en el sector mineralizado por encima del nivel 4.015, se midió una potencia de 40-60 centímetros.

La mineralización consiste de cuarzo aurífero, blanco y manchado superficialmente por óxidos de hierro. El oro libre se presenta finamente diseminado y también en granos bien visibles; se ha registrado la presencia de escasas pirita, calcopirita y arsenopirita.

La ley de la mena ha sido variable, desde pocos gramos a valores muy altos. En las labores superiores se registró contenidos de 18-20 g/t Au; los tenores medios señalados por Monchablon (1947) para los bloques más profundos están entre 12,6 y 54 g/t Au, para potencias medias de 27 y 78 cm, respectivamente. Esto demuestra que las leyes de oro se mantenían hasta la profundidad alcanzada por el laboreo, de 150 metros, a partir de los afloramientos. El contenido de plata, en general, era inferior al de oro.

Los numerosos trabajos mineros efectuados permitieron reconocer la veta principal hasta la profundidad indicada y en una corrida de cerca de 400 metros.

Chirila (1954 - citado en 21; 21a) menciona para otras vetas semejantes, prácticamente vírgenes, valores de 8,0, 12 y 15 g/t de oro.

Según la Estadística Minera Nacional (3b) en los ocho años que van de 1938 a 1945, la Nueva Cía. Minera Incahuasi obtuvo 879 kg de oro. En la planta de amalgamación y cianuración que estaba instalada, de 40 t/d de capacidad, en los cuatro años entre 1940 y 1943, se trató 30.750 t de mineral con una ley media de 19,2 g/t de oro. El oro de amalgamación tenía 911 milésimos de oro fino y 825 el de cianuración.

14.2. Mina San Antonito

14.2.1. Ubicación

Se halla 10 km al sur de la mina Incahuasi.

14.2.2. Geología

El depósito mineral está emplazado en el mismo ambiente geológico que la mina Incahuasi y tiene características generales semejantes.

14.2.3. Mineralización

El depósito está representado por guías y vetas subparalelas de cuarzo aurífero, en partes manchado por óxidos de hierro, cuyas potencias varían de 5,0 a 40 cm, llegando a 1,0 m en un bolsón; unas están orientadas en la dirección N-S y otras siguen direcciones NO-SE y NE-SO, e incluso las menos, la E-O; las inclinaciones son variables, pero predominan las de 60-70°0, con valores de 42-45°0 y 86-89°0, en ocasiones inclinan al este (3b; 18).

Las labores mineras están distribuidas en dos grupos: norte y sur. El muestreo de piques y socavones afectó vetas de 3,0 a 100 cm de potencia, determinándose sobre 43 muestras, una ley media de 3,4 g/t Au, con valores entre vestigios y 39,5 g/t Au, evidentemente en correspondencia con el hábito bolsoneo de estos depósitos. El contenido medio de plata fué de 6,0 g/t, con valores entre vestigios y 48 g/tonelada.

CAPITULO VI - LOS DEPOSITOS DE MINERALES Y ROCAS INDUSTRIALES

1. Area del Salar del Hombre Muerto (Li, K)

1.1. Ubicación

El depósito de litio, potasio y otros elementos se halla en una característica depresión de altura de la parte nororiental de la Puna catamarqueña, a una altura absoluta de 4.000 metros. Las coordenadas geográficas son las de 66°54' y 67°15' de longitud oeste y de 25°15' y 25°30' de latitud sur.

1.2. Geología

En el área del salar participan de la constitución geológica:

- el Basamento ordovícico, integrado esencialmente por lutitas verdosas grisáceas a pardas amarillentas por la meteorización, con intercalaciones de grauvacas y metagrauvacas, de la F. Acoite, la que está afectada por metamorfismo de bajo grado;
- sobre éstas se apoyan en discordancia las areniscas rojas y rosadas, con intercalaciones de bancos conglomerádicos, de la F. Pozuelos y las limolitas, dacitas y tobas grises a pardas oscuras de la F. Sijes (Terciario - Mioceno);
- y por último, se hallan dacitas y fenobasaltos, y depósitos evaporíticos, aluviales y eluviales del Cuaternario (véase Lámina XVI).

La estructura tiene un alineamiento general meridiano y se caracteriza por una combinación de plegamiento y fallamiento, con predominio de éste. El plegamiento del Basamento es intenso, de baja longitud de onda. El fallamiento es directo; las fallas de rumbo meridiano han levantado los bloques del Basamento (30; 42).

1.3. Mineralización

El depósito del salar consiste de:

- una costra salina seca, que está compuesta de cloruro de sodio en su mayor parte, acompañado de cantidades subordinadas de sulfato de sodio, yeso y boratos;
- una "costra húmeda", representada por un depósito químico de cloruros y sulfatos, precipitados por sobresaturación de la solución madre; tiene alta porosidad (alrededor de un 60%) pero escasa permeabilidad, pues sólo el 18% de los poros está interconectado. Por consiguiente, sólo aproximadamente un 10,8% de la salmuera sería bombeable. Esta cifra puede experimentar alguna variación, pero la experiencia mundial tiende a confirmarla, con oscilaciones menores, en dependencia de la cantidad de material arcilloso;
- limos y arcillas, que se encuentran también en una playa marginal saturada de compuestos sódicos; los sedimentos son recientes o en formación, muestran laminación horizontal y son impermeables en la dirección vertical.

Las salmueras corresponden al tipo clorurado sódico, con 330 a 335 g/l de sólidos totales disueltos (salmueras saturadas) y las muestras analizadas arrojaron contenidos de 0,7 a 0,8 Li⁺, en un 44%

de ellas, y de 7,0 a 8,0 g/l K^+ , en el 50%. Los otros constituyentes son: Mg^{2+} , 0,5 a 0,9 g/l (53% de las muestras); Ca^{2+} , 0,9 a 1,2 g/l (58%); $B_4O_7^{2-}$, 1,3 a 1,7 g/l (47%) y, SO_4^{2-} , 11,5 a 12,5 g/l (36%).

La variabilidad de la composición química de las salmueras - cuyo nivel superior está entre 0,70 y 0,90 m de profundidad, para la mayor parte del salar - es mucho menor en profundidad (hasta los 15 m que alcanzaron los sondeos ejecutados) que hacia la superficie. Los valores extremos han sido de 0,688 y 0,758 g/l para Li^+ , y de 6,75 y 7,33 g/l para el K^+ .

En la mitad occidental del salar, las salmueras presentan pocas diferencias de los contenidos, mientras que en el resto del mismo, se ha registrado variaciones importantes, especialmente de norte a sur. En el área próxima a la intersección de los ejes meridiano y latitudinal, se ha observado una disminución de los sólidos disueltos, en coincidencia con el principal aporte hídrico al salar, procedente del sudeste. Se estima que en la parte occidental, la salmuera ha alcanzado un relativo equilibrio.

Hasta los 15 m, hay un predominio casi absoluto de sales (más del 90%) sobre los sedimentos, excepto entre -8,1 y -10,1 m, donde la proporción salina es de 91 a 78%; en este nivel, se ha notado una leve disminución del contenido de litio en la salmuera.

Las variaciones de los contenidos de Mg^{2+} , SO_4^{2-} y $B_4O_7^{2-}$, en general se correlacionaban con las de los metales alcalinos; en cambio, el Ca^{2+} mostró variaciones inversas a las de Mg^{2+} . Se ha comprobado una correlación significativa de Li^+ y K^+ , así como entre Cs^+ y Rb^+ , los que siguen las variaciones de los anteriores, aunque con gradientes muy superiores (30; 37; 42).

1.4. Recursos Minerales

Sobre la base de los resultados de los trabajos exploratorios realizados, se ha seleccionado una superficie de mayor interés de 30.000 ha, adoptándose una profundidad de 15 m, con una porosidad del 10%, un contenido medio de litio de 0,06% y un peso volumétrico de 1,2 t/m³, para desarrollar una tarea de exploración detallada destinada a confirmar la existencia de 324.000 t de reservas recuperables de litio, como prioridad, a partir de los recursos identificados. Esta cifra se ha obtenido relacionando los parámetros de esta forma:

$$30.000 \text{ ha} = 300 \cdot 10^6 \text{ metros cuadrados}$$

$$(300 \cdot 10^6 \text{ m}^2) 15 \text{ m} = 4.500 \cdot 10^6 \text{ metros cúbicos}$$

$$(4.500 \cdot 10^6 \text{ m}^3) 10/100 = 450 \cdot 10^6 \text{ metros cúbicos}$$

$$(450 \cdot 10^6 \text{ m}^3) 1,2 \text{ t/m}^3 = 540 \cdot 10^6 \text{ t de salmueras}$$

$$(540 \cdot 10^6 \text{ t}) 0,6 \text{ kg Li/t} = 324 \cdot 10^6 \text{ kg Li} = \underline{324.000 \text{ t Li}}$$

2. Área del Salar de Antofalla (Li, K)

En este salar se ha delimitado una área de reserva provincial de 38.643 ha de superficie, prácticamente en la zona central de la fosa larga y angosta, de 500 km², que abarca. El área se halla unos 65 km al ONO de la localidad de Antofagasta de la Sierra, en plena Puna, y las coordenadas geográficas de su centro son las de 68°01' de

longitud oeste y 25°50' de latitud sur.

En el ambiente geológico del salar predominan netamente volcánicas - dacitas, andesitas y sus tobas.

La mayor parte de su superficie está cubierta por una costra salina grisácea, de 0,50 m de espesor. No se ha observado agua en superficie.

El interés principal reside en la presencia subsuperficial de salmueras portadoras de litio y de potasio, acompañados de los elementos que se ha descripto para el salar del Hombre Muerto.

En este salar se llevó a cabo investigaciones geoquímicas preliminares, comprobándose que se trata de salmueras del tipo clorurado sódico, en las que sobre 19 muestras analizadas se registró un coeficiente de correlación Li/K de 0,85 y una relación aproximada Li/K de 1:4, calificada de relación intermedia, valores que subordinan su importancia frente a otros depósitos de salmueras de la Puna argentina, como por ejemplo, el del salar del Hombre Muerto, en el que se estableció un coeficiente de correlación Li/K de 0,92 y una alta relación de 2:3 entre ellos (36). De acuerdo con la interpretación de este autor del gráfico de la Fig. 5 de la información consultada, la concentración de Li^+ es de 40 miliequivalentes por litro y la de K^+ de 154 miliequivalentes por litro, mientras que los valores para el salar del Hombre Muerto son de 180 y 280 miliequivalentes por litro, respectivamente.

3. Depósitos de Azufre

En la región predominan las rocas volcánicas, representadas principalmente por coladas andesíticas, ignimbríticas y basálticas y tobas, que conforman un relieve en el que alternan lomadas de pendientes relativamente suaves y amplias depresiones, y resaltan los picos elevados de los conos volcánicos. La actividad volcánica se ha prolongado desde el Mioceno (Terciario) hasta el presente, adquiriendo su máxima expresión en el tiempo Plioceno-Pleistoceno.

La estructura muestra una alineación de dirección meridiana, subrayada por una serie de centros efusivos sobre el límite internacional con Chile, integrada hacia el norte del Volcán del Azufre por los volcanes de los cerros Estrella, Llullaillaco y Socompa, y hacia el sur de él, por los cerros Bayo, Dos Conos, Incahuasi, El Fraile y Tipas.

Esta alineación es la que corresponde a las fracturas regionales, según las cuales se desarrolló la actividad volcánica que dejó como testimonio las rocas mencionadas y depósitos de azufre de forma y magnitud diversas, en la parte occidental de la región puneña.

Los depósitos de azufre están relacionados genéticamente, y también de un modo espacial, con fuentes sulfurosas calientes y fumarolas, y aunque en muy pequeña escala, son también el resultado de la efusión natural de azufre fundido.

La formación posvolcánica de diaclasas traccionales condujo al aumento de la permeabilidad de los complejos volcánicos y ha facilitado el movimiento ascendente de los vapores sulfurados - S , SO_2 ,

SH₂ - produciéndose la depositación del azufre nativo al reaccionar el SH₂ con el oxígeno del aire y por sublimación directa del vapor de S; de ahí que se considere a estos depósitos del tipo de sublimación.

La mineralización de azufre tiene una coloración típica amarilla fuerte, ocasionalmente con matices anaranjados y verdosos; se presenta de un modo habitual en agregados cristalinos granudos, radiados o terrosos, formando mantos, bolsones, nidos, venas, venillas y diseminaciones. Suele estar acompañada de sílice, yeso, anhidrita, jarosita, alunita, caolinita y otros minerales arcillosos.

3.1. Volcán del Azufre

3.1.1. Ubicación

Los depósitos se hallan aproximadamente 1,0 km hacia el sur del cerro Volcán del Azufre, en el departamento de Antofagasta de la Sierra. Las coordenadas geográficas del cerro son las de 68°28' de longitud oeste y 25°07' de latitud sur; la altura absoluta del mismo es de 5.680 metros. El Volcán del Azufre está situado en el extremo septentrional del denominado Cordón del Azufre, en el ángulo noroccidental de la Puna catamarqueña.

3.1.2. Geología

El área del Volcán del Azufre participa de las características descritas de la región, tanto en lo que respecta a la geología como a la mineralización.

De una forma esquemática, puede expresarse que en el área aflora un complejo volcanogénico estratiforme, en el que alternan facies lévicas y piroclásticas de composición andesítica, que han sufrido una intensa alteración hidrotermal y solfatárica causada por los procesos exhalativos posvolcánicos; aún se observa el desprendimiento de vapores de fumarolas.

Las rocas piroclásticas presentan coloraciones blancuzcas, pardas, verdosas y amarillentas, en sucesión de abajo hacia arriba, y en partes están coronadas por una delgada colada basáltica negra.

Estas rocas son de grano fino y la estratificación es bien visible por las diferencias de coloración, a la vez que según los distintos niveles, hay también variaciones en su granometría y en su porosidad.

El conjunto muestra opalización y alteración arcillosa, debido a la silicificación y a la argilización de los feldespatos.

La estratificación tiene una dirección general meridiana, aunque se observa direcciones que van desde la NE-SO a la NO-SE, e inclinación suave al naciente, con algunos valores angulares medianos, y excepcionalmente al poniente en la parte sur del sector llamado San Sebastián.

3.1.3. Mineralización

La mineralización se presenta con la forma y la composición ya mencionadas en la descripción general.

Los depósitos están localizados en dos sectores: Volcán del Azufre y San Sebastián; el primero abarca una superficie de 3,6 ha y el segundo una de 44 ha, en total 47,6 ha, sobre una superficie reconocida de 6,0 kilómetros cuadrados. //

Como es característico de este tipo de depósitos de azufre, los cuerpos se proyectan con formas irregulares en el plano; el espesor medio no ha sido determinado, pero las observaciones de campo han permitido constatar que el espesor de los cuerpos es también irregular y varía de algunos a más de 15 metros.

Se ha adoptado un contenido límite de la mineralización eventualmente económica, el de 8,0% S, el que ha servido para trazar de un modo aproximado el contorno de los cuerpos minerales tomados en consideración según el muestreo geoquímico, juntamente con las observaciones geológicas (47; 62).

De tal manera, ha quedado delimitado un cuerpo de 3,6 ha de superficie en el sector Volcán del Azufre, y ocho cuerpos que suman 10,9 ha en el sector San Sebastián. Esto significa que del total de 14,5 ha, el 25% corresponde al primero y el 75% restante al segundo, y además, que la superficie que abarcan dichos cuerpos representa el 30% de las áreas en las que se ha puesto de manifiesto la mineralización de azufre (47).

3.1.4. Recursos Minerales

Tomsic y Estrada (62) efectuaron el cálculo de los recursos identificados inferidos en el área, con estas condiciones:

- contenido límite (ley crítica) para delimitar los bloques de cálculo, 10% S; de tal forma obtuvieron seis bloques de cálculo para el sector San Sebastián, cubriendo una superficie de 87.106 m², y un bloque para el de Volcán del Azufre, de 5.000 m², en total, 92.106 metros cuadrados;
- espesor medio estimado, 8,0 m para San Sebastián y 10 m para Volcán del Azufre, para el total, 8,11 metros;
- peso volumétrico, 2,0 t/m³;
- leyes medias de azufre, para San Sebastián, 17,7%, resultante de una variación en los contenidos medios de los bloques de 15,5 a 29,40%, y para Volcán del Azufre, 16,5%; para el total, 17,64%.

Estos autores aplicaron además un descuento del 20% por "incertidumbre cartográfica", pero en el informe de la empresa Fromaser Ingeniería S.R.L. (47) se desecha este parámetro o coeficiente de ajuste, y empleando los otros establecidos por aquéllos, se recalculó los recursos, llegándose al resultado de 1.493.696 t, con una ley de 17,64% de azufre.

También, dicha empresa llevó a cabo el cálculo adoptando el contenido límite de 8,0% S y un espesor medio de 6,0 m para todos los bloques, obteniendo como resultado un volumen de 1.740.000 t, con una ley media del 20% S, con esta distribución: 1.308.000 t para el sector San Sebastián y 432.000 t en el sector de Volcán del Azufre.

En resumen, puede especularse que en el área hay un volumen de recursos identificados inferidos de 1,5-1,7 millones de toneladas, con una ley de 18-20% de azufre.

3.2. Cerro Bayo

Esta área limítrofe ha estado en litigio con la República de Chile, por eso en este informe se emplea la documentación disponi-

ble (63) pero se advierte sobre esta situación, ya que una parte o aun la totalidad del depósito, podría quedar en definitiva en territorio chileno. El señor Carlos O. Cerutti, delegado argentino en la Comisión de Límites, por nota de fecha 31-03-89 comunicó al ingeniero Beni de Franz Bloser, jefe del Centro de Exploración Salta (DNMG) que se trataba de una zona en litigio. Después, las altas autoridades nacionales manifestaron públicamente que habían quedado solucionados los problemas de límites con Chile, salvo los del sur patagónico, pero el autor no conoce cuál es la solución que se ha dado en este caso concreto.

3.2.1. Ubicación

El depósito del cerro Bayo está 30 km al sur del de Volcán del Azufre, en el Cordón del Azufre, departamento de Antofagasta de la Sierra; la concesión abarca 1.000 hectáreas. Las coordenadas geográficas son las de 68°35' de longitud oeste y 25°25' de latitud sur. La altura absoluta es de 5.230 metros.

3.2.2. Geología

Las depositaciones de azufre siguen un rumbo predominantemente meridiano, entre los cerros Aspero y Bayo y se presentan tanto en el interior de cráteres como en las laderas (véase Lámina XVII - Anexo Gráfico).

La litología corresponde a un aparato estratiforme integrado por una secuencia calcoalcalina, en la que alternan facies lávicas y piroclásticas de composición andesítica. Se ha reconocido una ignimbrita alterada, una volcanita alterada y una andesita fluidal.

La alteración que se observa es solfatárica-hidrotermal; silícica, bajo la forma de ópalo, zeolítica, alunítica, arcillosa e incluye la formación de yeso.

La ubicación tectónica del depósito en una zona de distensión cortical y la permeabilidad de las piroclastitas regularon la depositación del mineral, por sublimación de los vapores sulfurados, en grietas, poros e impregnaciones en las rocas circundantes.

3.2.3. Mineralización

La mineralización muestra un alto grado de variabilidad en su distribución espacial; en cuanto a su forma, se presenta diseminada, en bolsones, en mantos, en vetas y venillas, y en nódulos.

Merced a la ejecución de seis pozos "criollos" cortos, hasta 5,0 m de profundidad, se pudo comprobar el empobrecimiento de la ley de azufre en profundidad, y sobre esa base se estableció un coeficiente de ajuste para obtener valores representativos (63).

3.2.4. Recursos Minerales

Tomsic (63) estimó un volumen de recursos identificados inferidos de 3.640.000 toneladas, con una ley media de azufre de 31,42%. En el sector del cerro Aspero calculó 2.440.000 t, con un contenido medio de 31,75% S, distribuidas en los subsectores Norte, Principal, Silverio, Oeste, Central y Este, con volúmenes de mineral entre 120.000 y 915.000 t y leyes de 18,38% a 39,15% de azufre. En el sector del cerro Bayo determinó la existencia de 1.200.000 t, con 30,75% de azufre.

3.3. Dos Conos

3.3.1. Ubicación

El depósito azufrero de Dos Conos está situado en el departamento de Tinogasta y abarca 18 hectáreas. Las coordenadas geográficas son las de $68^{\circ}10'$ de longitud oeste y $26^{\circ}52'$ de latitud sur. La altura absoluta es de 5.380 metros.

3.3.2. Geología

Se observa en el área una secuencia estratigráfica integrada por:

- andesitas, intercaladas con piroclastitas; se distingue dos generaciones, una inferior y otra superior con respecto a las piroclastitas;
- tobas brechoideas, fuertemente litificadas, ya sea en sectores mineralizados o no;
- tobas finas, en posición subconcordante con las anteriores, de consistencia mediana, más pobremente mineralizadas que las precedentes;
- tobas gruesas y medianas, en posición angular sobre las finas, de consistencia variable, estratificación poco definida, alta porosidad y muy mineralizadas;
- tufitas, formando cuerpos ovoidales, en visibles crestones duros; la mineralización se presenta en nidos.

A este ciclo andesítico se sobrepuso uno basáltico, representado por:

- basaltos, en forma de coladas, en las partes N y NE del depósito;
- tobas, sin mineralización aparente.

Coronando la secuencia, se encuentran los sedimentos de cobertura: fragmentos de las rocas descritas, que suelen estar fuertemente cohesionados por congelamiento.

La alteración es solfatárica-hidrotermal, semejante a la ya descrita.

3.3.3. Mineralización

La mineralización está localizada en la secuencia andesítica. El azufre se presenta como relleno de fracturas y poros que facilitaron la circulación y la depositación de los vapores sulfurados, que también impregnaron irregularmente a las rocas.

En las tobas gruesas y medianas se observa niveles enriquecidos, cuya potencia varía de 0,50 a 1,50 m, disminuyendo lateralmente el grado de mineralización. El rumbo es NE y la inclinación de 25° E, de acuerdo con la pendiente topográfica. El azufre está dispuesto en agregados granulares y terrosos; los contenidos son de 16 a 37,20% de azufre.

En las tobas finas y las brechoideas, la mineralización rellena superficies de disyunción, formando venillas y nidos, con un espesor de dos y tres centímetros. El espesor de sectores enriquecidos alcanza los 40 m, pero en general es menor. El azufre forma nódulos, costras y drusas, es de color amarillo a verdoso y los contenidos varían de 15 a 34%.

En las tufitas la mineralización es pobre, forma nidos o pequeños bolsones distribuidos irregularmente y está acompañada de yeso; el mayor desarrollo de estas unidades alcanza los 30 m y los contenidos de azufre son inferiores al 10%.

El azufre se presenta también en bolsones o reventones, formando masas compactas y duras; se trata de cuerpos aislados, pequeños e indicadores de mantos tobáceos mineralizados; su forma es elíptica y no tienen más de 2,0 m según el eje menor. Los tenores de azufre en ellos superan el 50%.

En las coladas andesíticas, el azufre se depositó en grietas orientadas al azar, formando venillas de azufre nativo de 5,0 a 7,0 cm de espesor.

Resulta evidente que la mineralización más promisoría es la alojada en las tobas.

La composición química media del mineral es la siguiente: azufre, 20,65%; sílice, 55,79%; sulfato, cloruro e impurezas, 21,13%. Además, cualitativamente se determinó la presencia de arsénico, plomo y cinc.

El azufre suele estar acompañado de anhidrita, yeso, caolín y sílice.

3.3.4. Recursos Minerales

Entre los años 1975 y 1980, se llevó a cabo el levantamiento topográfico y geológico del área, en escala 1:1.000, 588 m lineales de trincheras, con una profundidad media de 1,30 m, y 14 pozos "criollos" hasta una profundidad media de 1,50 metros.

Esta tarea, las observaciones geológicas y los muestreos realizados, han permitido que Navarro García (35) delimitara cinco bloques de cálculo que integran una superficie de 23.800 m² y, adoptando una profundidad estimada de 10 m y un peso volumétrico de 2,0 t/m³, determinara un volumen de recursos identificados de 476.000 t, con un contenido medio de azufre del 18,7%.

El autor del presente informe estima que se las puede clasificar como reservas base y discriminarlas según las cifras de Navarro García, en:

- medidas,	74.199 t,	ley de 19,50% de azufre
- indicadas,	110.625 t,	ley de 19,50% de azufre
- inferidas,	291.176 t,	ley de 18,25% de azufre

3.4. Cerro Tipas

Corresponde al área de reserva n° 14 de la selección original (54).

3.4.1. Ubicación

El área se halla en la parte media del cordón montañoso de los Nevados del Ojo del Salado, en el departamento de Tinogasta. Las coordenadas geográficas son las de 68°32' y 68°35'30" de longitud oeste y de 27°10' y 27°14' de latitud sur. La altura absoluta es de 5.200 metros.

3.4.2. Geología y Mineralización

En el área afloran andesitas del Terciario superior, que tienen una amplia distribución y son la base de la mayoría de los aparatos volcánicos de la región, y rocas andesíticas, piroclastitas y coladas basálticas típicas del Cuartario.

En la parte central del área hay piroclastitas con intercalaciones lávicas. En las cabeceras de la quebrada del Azufre se observa brechas volcánicas silicificadas, con clastos de lavas andesíticas y cemento hematítico, que sobresalen en el relieve con respecto a las piroclastitas (ignimbritas). Estas últimas están alteradas y tienen coloraciones rojizas amarillentas y anaranjadas por procesos hidrotermales relacionados con la actividad solfatárica; la alteración es arcillosa y abundan limonitas y yeso, relleno de fisuras.

Al finalizar la actividad volcánica, las fracturas traccionales sirvieron de vías de circulación a los vapores ricos en SH₂. Se destacan dos fracturas paralelas de rumbo NE, que cruzan el área, y otra central de rumbo NO, en la intersección se ha registrado el enriquecimiento del mineral.

La mineralización se presenta en la forma de:

- impregnación general, de tobas e ignimbritas;
- relleno de fracturas, con un espesor de 2,0 a 20 cm;
- bancos, de 30 a 80 cm de espesor, en las piroclastitas.

Se llevó a cabo un muestreo selectivo de esquiras, obteniéndose 73 muestras, en un espesor medio de aproximadamente 1,0 m, que fueron analizadas por el método de extracción mediante solvente, en el laboratorio del CENOA en Tucumán. El valor medio determinado fue de 9,0% S; en 52 muestras, el contenido fue de menos del 9,0%; en 13 muestras, de 9,0 a 27% S, y en las ocho restantes, de más de 27% de azufre.

La zona relativamente más interesante corresponde al sector N de los afloramientos de piroclastitas, donde la mineralización está dispuesta en bancos de rumbo aproximadamente latitudinal. La sigue en importancia, una segunda zona en la parte central de dichos afloramientos.

Los bancos portadores son los que muestran contenidos más altos del elemento.

La superficie que abarcan las manifestaciones minerales es de unos 2,5 km², entre los 5.000 y 5.500 m de altura absoluta.

La distribución espacial de las manifestaciones es irregular, tanto vertical como lateralmente; otro tanto sucede con las leyes.

4. Depósitos de Boratos

En la Puna, se ha constatado la presencia de boratos: en depósitos lacustres de su parte nororiental - en el salar del Hombre Muerto - y yendo hacia el poniente, en el Salar de Antofalla, y casi en el límite con Chile, en las salinas de Aguas Calientes.

De un modo irregular y en cantidades pequeñas, se ha extraído boratos en las minas Barreal I, Redonda I, Los Patos, Aurelio, Rafael y Redonda IV, situadas en la parte SE del salar del Hombre Muerto.

to, y en la mina Jenny, que está en la parte sur del mismo.

Se estima que el potencial catamarqueño es considerable, tanto en lo que se refiere a los boratos de formación más reciente (Cuarterios) del tipo de los existentes en las cuencas mencionadas, como a los que están en relación con estratos terciarios, sedimentario-evaporíticos, plegados en anticlinal, con bancos y/o "papas" de ulexita, pero no se ha hecho evaluación alguna.

La Secretaría de Minería de Catamarca ha elaborado un programa de investigación de boratos y otras evaporitas asociadas, cuyo objetivo fundamental es seleccionar depósitos potencialmente explotables, estimar el orden de magnitud de sus recursos y llevar a cabo la pre-evaluación de su viabilidad económica, pero aún no se ha puesto en práctica.

5. Depósitos de Diatomita

5.1. Ubicación

Los depósitos de hallan en el área de Carachi Pampa, al sur de la localidad de Antofagasta de la Sierra y al oeste de la de El Peñón, en el departamento de Antofagasta de la Sierra. La empresa Pampa Grande Minera S.A. dispone de una reserva para exploración de 15.000 ha, de las cuales 36 ha corresponden a la mina "Pampa", y la empresa asociada Siogat S.A., para el mismo fin, ha abarcado una superficie de 4.800 hectáreas.

5.2. Geología

Según Candiani (4) afloran en el área sedimentitas ordovícicas del Basamento, penetradas por intrusiones paleozoicas, y sedimentos continentales cretácico-terciarios. Sobre ellos se desarrollaron las cuencas continentales terciarias y los edificios volcánicos, que constituyen las mayores alturas de la región.

Los lineamientos tectónicos importantes, de rumbos NO-SE y submeridianos, regularon la formación de los altos estructurales que delimitan las cuencas y ejercieron un marcado control estructural sobre las efusiones mio-pliocenas (NO-SE) y sobre el volcanismo estratiforme pleistoceno (N-S).

Los depósitos de diatomita se habrían acumulado en el Pleistoceno superior, asociados a limos y arenas lacustres.

5.3. Depósito Mineral

De acuerdo con las observaciones realizadas en la mina "Pampa", el depósito está constituido por un material compacto, de coloración blanca, en el que predominan netamente las frústulas de diatomeas, que tiene un encape blando, de sedimentos incoherentes, cuyo espesor varía de 15 a 25 centímetros.

Mediante la ejecución de pozos exploratorios, se extrajeron 30 muestras, que fueron agrupadas en un "común" enviado al Laboratorio Nacional de Química, donde se comprobó que se trataba de una tierra filtrante de alta calidad (4).

Nuevos descubrimientos permitieron acopiar mineral, que fue tratado en planta piloto, junto con el anterior. Del material tratado se remitió 50 t al Instituto Nacional de Vitivinicultura para su análisis.

lisis, aprobándoselo como apto para uso enológico.

5.4. Recursos Minerales

Sobre la base de los resultados de la exploración en la mina Pampa, que consistió de la excavación de pozos someros en una área de 5.000 km², en una red con una cuadrícula de 50 por 50 m, Candiani (4) estableció que el manto de mineral tiene un espesor medio de 30 cm, con un valor máximo de 60 cm y uno mínimo de 20 cm, y calculó un volumen de reservas positivas (medidas) de 15.350 t, distribuidas así: 5.850 t en la pertenencia n^o 1, 5.000 t en la n^o 2 y 4.500 t en la n^o 3.

En el sector del depósito que dicho autor denomina Central, distingue dos zonas: Sur y Norte. En la Sur, la exploración afectó una superficie de 4.000 por 3.000 m (1.200 ha) y se hizo mediante pozos en una red con una cuadrícula de 500 por 500 m, con los que se comprobó un espesor medio del manto de 45 cm y un encape de 17 cm de potencia media, obteniéndose 37 muestras de las excavaciones y de superficie. El volumen de material que se estimó es de 1.620.000 t, clasificándolo en la categoría positivo (medido), aunque convendría considerarlo como un recurso identificado demostrado, a lo sumo.

En la zona Norte se ha previsto aplicar la misma metodología sobre una superficie de 4.000 por 3.500 m (1.400 ha) mientras tanto, según observaciones que indicaban un espesor del manto, a la vista, de 20 cm y extrapolando en profundidad otros 20 cm, Candiani (4) estimó reservas positivas (medidas) de 840.000 t, y probables (indicadas) de 840.000 t, en total, 1.680.000 toneladas. En este caso también es cuestionable la categorización aplicada, ya que se trataría de recursos identificados inferidos, en opinión del autor de este informe.

6. Depósitos de Perlita

La información sobre los depósitos de esta roca volcánica vítrea es prácticamente nula, aunque se ha observado algunos calificados de importantes en el departamento de Antofagasta de la Sierra, particularmente hacia el sudoeste de la comarca de Antofalla, incluso habría habido allí pertenencias mineras, aunque no se sabe si referidas a la perlita. Por consiguiente, se trata ahora de recursos hipotéticos.

7. Depósitos de Sulfato de Sodio

Según la información disponible en la Dirección Provincial de Minería, se han puesto de manifiesto depósitos de esta sal en:

- Laguna Colorada, situada unos 5,0 km al oeste de la localidad de Antofagasta de la Sierra. Allí se encuentra la mina "Pedro T", de la Compañía Minera Antofagasta de la Sierra S.A., que ha estado en actividad.

El material útil contiene 80-90% de SO₄Na₂ y se ha comprobado que tras la extracción, se producía la afloración de salmueras saturadas y se activaba el proceso mineralizante, que en un plazo relativamente breve restituía la capa mineralizada, de 40 cm de espesor.

- Laguna Verde, al oeste del Salar de Antofalla, en el ángulo noroeste del departamento de Antofagasta de la Sierra, de características semejantes a la anterior; se habría cosechado la sal en la superficie del salar.

- Laguna Archibarca, al noroeste de la anterior, donde se registró la mina "Blanca Elena", que fué objeto de explotación en la década pasada; el depósito muestra semejanzas con los mencionados precedentemente.

Además, se ha observado la presencia de sulfato de sodio al poniente del volcán de Antofalla, en las lagunas de Patos, y en la parte austral del salar de Antofalla.

Las características de la región mueven a pensar en la posibilidad que haya recursos no descubiertos, y en lo que respecta a los de los depósitos citados, sólo cabe considerarlos genéricamente como recursos identificados, pues no hay datos que permitan especular sobre su magnitud.

8. Depósitos de Mármol Onix

8.1. Cantera "Inca"

8.1.1. Ubicación

Se halla 16 km al ESE de la localidad de Antofagasta de la Sierra, cabecera del departamento homónimo, en el borde oriental de la cuenca Carachi Pampa-Antofagasta.

8.1.2. Geología

El ambiente geológico regional se compone de un Basamento metamórfico, integrado por pizarras, filitas y cuarcitas, al que se superponen coladas andesíticas y depósitos de origen glacial con intercalaciones de piroclastitas (24).

El Basamento está intensamente deformado, con una alineación meridiana de las estructuras.

8.1.3. Depósito Mineral

El depósito ha sido reconocido sobre una superficie de 20 ha (500 por 400 m) y está representado por dos bancos principales, de rumbo predominante NE-SO e inclinaciones desde subhorizontales a 32° al noroeste, cuyas potencias varían de 20 a 30 centímetros. Estos bancos están intercalados en una sucesión alternante de estratos de origen glacial, de carácter torrencial, y tobas.

El perfil general del depósito muestra, en el piso, una brecha de origen glacial, con clastos de metamorfitas y cemento calcáreo, sobre la que yace un banco de ónix masivo, de 30 cm de espesor, al que se superpone una brecha semejante a la anterior, con una intercalación tobácea, en un espesor de 2,80 m; sobre ella se apoya un banco de ónix listado con oquedades, al que siguen hacia arriba, una brecha glaciaria con matriz tobácea e intercalaciones calcáreas, de 1,90 m de espesor y por fin, cubierta moderna, con un espesor de 0,80 metros.

El banco inferior es el que tiene el material de mejor calidad, de estructura masiva y coloración amarilla pálida a verde amarillenta, en el que observa venillas de coloración rojiza, debida a óxidos de hierro. El banco superior contiene muchas impurezas y oquedades con calcita.

8.1.4. Recursos Minerales

Los recursos identificados - demostrados e inferidos - están

mados por Jurado Marrón (24) eran de 256.000 toneladas para ambos bancos.

8.2. Cantera "Mónica"

8.2.1. Ubicación

Se encuentra a 6,0 km de la cantera "Inca" y 22 km al ESE de la localidad de Antofagasta de la Sierra, en el paraje Aguas Blancas.

8.2.2. Geología

El depósito se inserta en el mismo ambiente geológico que el de la cantera "Inca", y ambos pueden ser relacionados con una misma cuenca alargada en la dirección latitudinal.

8.2.3. Depósitos Minerales

Se ha distinguido tres sectores, Mónica, La Curva y La Pepa, representados por sendos afloramientos mineralizados separados entre sí por metamorfitas.

En general, el ónix se presenta en un banco de rumbo NE-SO y yacencia subhorizontal a horizontal, cuyo espesor varía de 8,0 a 70 centímetros. Jurado Marrón (24) describe el perfil expresando que, de arriba hacia abajo, se observa: 2,50 m de material coluvial; 2,0 m de una brecha friable y 2,0 m de aglomerado brechoideo consolidado, el que se asienta sobre el banco de ónix, que a su vez se apoya sobre un aglomerado.

Por lo común, el ónix tiene una estructura masiva y es de coloración verde amarillenta, presentándose también una variedad rosada - en el sector La Curva - y además, capas alternantes de óxidos de hierro.

Considerando separadamente esos sectores, dicho autor señala para el de Mónica recursos muy limitados, para el de La Curva una superficie de la mineralización de 5,0 ha (250 por 200 m) y en el caso de La Pepa estima que es un jirón aislado. En Mónica, el espesor medio del banco es de 30 cm, en La Curva de 70 cm y en La Pepa, de 8,0 centímetros.

El material de mejor calidad es el de La Curva, el de Mónica es descartable por su cantidad, al igual que el de La Pepa, donde por añadidura es de calidad inferior.

8.2.4. Recursos Minerales

Jurado Marrón (24) infirió para el sector La Curva un volumen de recursos de 77.280 toneladas.

8.3. Cantera "Laurita"

8.3.1. Ubicación

Corresponde al departamento de Tinogasta y se halla en el borde sudoriental de la Puna, al sudeste de la vega de Pasto Ventura, desde la cual el trayecto hasta el paraje Los Quirquinchos, donde está la cantera, es de 31 kilómetros.

8.3.2. Geología

En la constitución geológica del área participan: esquistos inyectados, que se presentan en las partes más altas del relieve, a los que se superponen brechas compactas de origen glacial, con clastos de metamorfitas y también volcanitas, en las que hay intercalaciones calcáreas, de sedimentos pelíticos y de piroclástitas, y por último, la cobertura sedimentaria moderna.

8.3.3. Depósito Mineral

El depósito está representado por un banco de ónix, reconocido en una superficie de 1,6 ha, de rumbo preferente NE-SO e inclinación suave tanto al NO como al SE, cuya potencia es de 1,20 a 1,40 m, y que se presenta intercalado entre niveles clásticos, piroclásticos y calcáreos impuros, en un perfil que de arriba hacia abajo es el siguiente (24):

- sucesión de brechas y areniscas tobáceas, calizas impuras y yeso, de 4,0 m de espesor;
- ónix, listado hacia el techo y masivo hacia el piso, espesor medio de 1,30 metros;
- calizas impuras, con intercalaciones pelíticas y tobáceas, espesor de 1,70 metros;
- pelitas oscuras, 1,20 metros;
- brechas y areniscas tobáceas, 1,0 m de espesor;
- en el piso, limo rojo, friable.

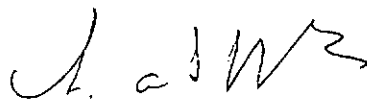
El ónix es de coloración gris azulada, de la variedad "Celeste Andino", y también se presentan bancos verdes amarillentos; la estructura del material es masiva en el metro inferior aproximadamente, en la parte superior - 0,20 a 0,40 m - muestra impurezas y oquedades con relleno calcítico (24; 53).

8.3.4. Recursos Minerales

Jurado Marrón (24) ha inferido recursos de casi 44.000 t, considerando sólo el ónix de mejor calidad.

-000-

San Fernando del Valle de Catamarca
julio de 1993



Dr LEANDRO J. DE LOS HOYOS

BIBLIOGRAFIA

- 1 . Agenda de Minería y Metalurgia, 1992. Suplemento especializado diario "HOY", Año 1, n° 68, pág.4, 25-02-92. La Paz, Bolivia
 - a. 1993. Potencial auro-argentífero en los Andes Centrales. Supl.esp. diario "HOY", Año 3, n° 122, 23-03-93. La Paz, Bolivia
- 2 . Ambito Financiero, 1992-1993. Suplemento Económico entre enero 1992 y junio 1993. Buenos Aires
- 3 . Angelelli, V. et al., 1970. Descripción del mapa metalogenético de la República Argentina. Anales XV, DNMG, SEM. Buenos Aires
 - a. 1983. Especies minerales de la República Argentina. Pub. Esp., SMN, SIM. Buenos Aires
 - b. 1984. Yacimientos metalíferos de la República Argentina. CIC, Prov. de Buenos Aires. La Plata
- 4 . Candiani, J.C., 1990. Estudio sobre la diatomita del yacimiento de Carachi Pampa, Prov. de Catamarca. SIOGAT S.A.
 - a. 1990. Exploración de los yacimientos de diatomita Carachi Pampa, Prov. de Catamarca. Inf. Preliminar. SIOGAT S.A. y Pampa Grande Minera S.A.
- 5 . Clarín, 1993. La primarización de la economía argentina. 10-05-93. Buenos Aires
- 6 . Cravero, O.V., 1978. Area de investigación minera n° 20, Río Don Segundo Este, Dpto. Tinogasta, Prov. Catamarca. CENOA, DNMG, SM. S.M. de Tucumán
 - a. Id. n° 19, Río Don Segundo Oeste, Dpto. Tinogasta, Prov. Catamarca. CENOA, DNMG, SM. S.M. de Tucumán
 - b. Id. n° 18, Valle Ancho, Dpto. Tinogasta, Prov. Catamarca. CENOA, DNMG, SM. S.M. de Tucumán
 - c. Id. n° 42, Cazadero Grande Norte, Dpto. Tinogasta, Prov. Catamarca. CENOA, DNMG, SM. S.M. de Tucumán
 - d. Id. n° 16, Cazadero Grande-Lampaya, Dpto. Tinogasta, Prov. Catamarca. CENOA, DNMG, SM. S.M. de Tucumán
- 7 . Cruz Zuloeta, G. et al, 1986. Proyecto minero Cerro Azul - Oro, Plata, Plomo; Evaluación previa, Catamarca. CENOA, DNMG, SM. S.M. de Tucumán
- 8 . De los Hoyos, L.J., 1991. Las manifestaciones minerales auríferas del área de Vernancia, Prov. de Catamarca. Inf. inédito. S.S. de Jujuy
 - a. 1992. La situación de la minería jujeña y sus perspectivas. CFI-DPM y RE, S.S. de Jujuy
- 9 . Dublanc, E.A., 1991. Boratos - Minerales industriales. Rev. Panorama Minero, Ed. n° 158, set./oct. 1991. Bs.As.
10. Engineering and Mining Journal, 1992. 123rd. Annual Survey and Outlook. Vol. 193, numbers three and four. Chicago, USA
11. - 1992. Vol. 193, number six. Chicago
12. - 1992-1993. American Metal Market (números de esos años). Chicago

13. Engineering and Mining Journal, 1993. Project Survey 1993. Vol. 194, number one. Chicago
14. - 1993. 124th. Annual Survey and Outlook. Vol. 194, number three. Chicago
15. - 1993. Vol. 194, number four. Chicago
16. Estadística Minera de la República Argentina, 1988 (setiembre). Minerales industriales, pág. 216. SM. Bs.As.
17. - 1992. Dción. Eval. Yacimientos, SM. Bs.As.
18. Fernández Lima, J.C. et al., 1954. Informe sobre la mina San Antonio, Dpto. Antofagasta de la Sierra, Catamarca. DNMG. Bs.As.
19. FIEL, 1993. Diario Página 12, 08-06-93. Bs.As.
20. Foster, R.P.(ed.), 1991. Gold Metallogeny and Exploration. Blackie and Son Ltd. Glasgow and London
21. González, O.E., 1991. Geología de mina Incahuasi. CENOA, DNMG, SM. S.M. de Tucumán
a. ;Ramírez, M.E.V. de, 1992. Geología de la mina Incahuasi, Dpto. Antofagasta de la Sierra, Catamarca. 4º Congreso Nac. Geol. Econ. 1er. Congr. Latinoamericano de Geología Econ. Córdoba, Rep. Arg.
22. Harben, P.W., 1992. The Industrial Minerals Handybook. A guide to markets, specifications and prices. Ind. Min. Div., Metal Bull. PLC. London, UK
23. Instituto Tecnol. Geominero de España, 1991. Manual de Evaluación Técnico-Económica de Proyectos Mineros de Inversión. Madrid
24. Jurado Marrón, H., 1978. Informe sobre las canteras de mármol ónix Inca, Mónica y Laurita, Catamarca. Dción. Prov. Minería. S.F. del V. de Catamarca
25. Kennedy, B.A. (ed.), 1990. Surface Mining; 2nd. Ed. AIME, Soc. for Min., Metall. and Explor. Inc. Littleton, Colorado
26. Langford, R.L., 1979. Perlite. BGS Minerals Resources. Consultative Committee Mineral Dossier 21
27. Lencinas, A.N., 1970. Informe geológico de Los Aparejos (inédito). Carp. 1553, DPM. S.F. del V. de Catamarca
28. Llach, J.J., 1993. Más equidad y más eficiencia. Suplem. CASH, diario Página 12, 23-05-93. Bs.As.
29. Mackenzie, B.W., 1985. Economic guidelines for exploration planning. McGill Univ., Dep. of Min. and Metall. Eng. Canadá
30. Méndez, V., 1988. Yacimiento de litio en las salmueras del Hombre Muerto. Rev. Panorama Minero, nº 118. Bs.As.
31. Mining Engineering, 1992. 1991 Industrial Minerals Review. Vol.44, 6. Littleton, USA.
32. Mining Journal, 1992-1993. Varios. Cuadros de precios. London
33. Mining Journal Research Services, 1993. Five-year mine plan. Mining Magazine, Jan. 1993. London
34. Navarro García, L.F., 1987. Proyecto mina Descubridora de Los Aparejos, Cobre. Evaluación Previa. Prov. de Catamarca. CENOA, DNMG, SM. S.M. de Tucumán
35. - 1987. Proyecto Dos Conos. Eval. Previa. Dpto. Tinogasta, Prov. Catamarca. CENOA, DNMG, SM. S.M. de Tucumán
36. Nicolli, H.B. et al., 1980. Características geoquímicas generales de aguas y salmueras de la Puna argentina. Acad.

37. Nac. Ciencias, Misc. n° 63. Córdoba, Argentina
- 1982. Salmueras ricas en metales alcalinos del Salar del Hombre Muerto. Prov. de Catamarca, Argentina. Actas del 5° Congr. Latinoam. de Geología. Bs.As.
38. Nudler, J., 1993. Análisis y comentarios sobre previsiones de la consultora Alpha. Diario Página 12, 09-05-93. Bs.As.
39. Fanorama Minero, 1993. Ed. n° 173. Bs.As.
40. - 1993. Ed. n° 174. Bs.As.
41. Peralta, E.H., 1984. El área metalogenética puneña. Publ. Fac. de Tecnol. y Ciencias Aplic. Univ.Nac.Catamarca. S.F. del V. de Catamarca
42. - ; Martínez, L. del V., 1986. Proyecto Salar del Hombre Muerto. Eval. Previa. Catamarca. CENOA, DNMG, SM. S.M. de Tucumán
43. - 1987. Proyecto mina Cerro Azul. Eval. Previa. Dpto. Tinogasta, Prov. Catamarca. CENOA, DNMG, SM. S.M. de Tucumán
44. - 1989. Catamarca, potencial minero y limitaciones. Inf. inédito. S.F. del V. Catamarca
45. - 1993. Area Antofalla Este, Dpto. Antofagasta de la Sierra, Prov. Catamarca. Informe basado en otros previos inéditos de los años 1981, 1983 y 1984. CENOA, DNMG, SM. S.M. de Tucumán
46. - 1993. Manifestaciones auríferas diseminadas del distrito La Hoyada, Prov. de Catamarca. CENOA, DNMG, SM. S.M. de Tucumán
47. Promaser Ingeniería SRL, 1988. Volcán del Azufre, Catamarca. Formulación de proyecto. Bs.As.
48. Quartino, B.J. et al., 1971. Estudio geológico económico de los yacimientos de perlita Taurus y Anfitrite, Salar de Pocitos, Prov. de Salta. Primer Simposio Nac. de Geol. Econ. CAG, T.II. San Juan
49. Ricci, H.I., 1973. Informe parcial del área de reserva n° 13, La Borita, Dpto. A. de la Sierra, Prov. Catamarca. Plan NOA-I, SNMG. S.M. de Tucumán
- a. 1983. Nueva manifestación cuprífera en rocas calcáreas en la Puna catamarqueña. Rep. Argentina
- b. 1986. Proyecto La Borita, sector mina Fénix. Eval. Previa. Prov. Catamarca. CENOA, DNMG, SM. S.M. de Tucumán
50. - ; Valladares, H.; Jurado Marrón, H., 1981. Investigación geológica minera del área n° 38 - La Hoyada, Dpto. Tinogasta, Prov. Catamarca. CENOA y DPM Catamarca
51. - 1985. Proyecto La Hoyada, plomo-plata-cobre. Eval. Previa. Prov. Catamarca. CENOA, DNMG, SM. S.M. de Tucumán
- a. 1985. Proyecto La Hoyada, Dpto. Tinogasta, Prov. Catamarca. CENOA, DNMG, SM. S.M. de Tucumán
52. - ; Cruz Zuloeta, G., 1987. Cueros de Purulla. Eval. Preliminar, Dpto. Antofagasta de la Sierra, Prov. Catamarca. CENOA, DNMG, SM. S.M. de Tucumán

53. Schalamuk, I. et al., 1983. Los yacimientos de minerales no meta-
líferos y rocas de aplicación de la región NOA.
Anales XX. Subsec. Min. Bs.As.
54. Servicio Nac. Minero Geológico, 1972. Exploración geológica-minera
del noroeste argentino. NOA-I (Area Tucumán-Cata-
marca-Santiago del Estero). Subsec. Min. Bs.As.
55. Secretaría Minería Catamarca, 1992. Una nueva política minera en
la provincia de Catamarca. S.F. del V. de Cata-
marca
56. - 1992. La minería. S.F. del V. de Catamarca
57. Shackley, D.; Allen, M.J., 1992. Perlite and perlite industry.
Minerals Industry International (setiembre)
58. Sosa, D., 1992. Bien, por ahora. Suplem. CASH, diario Página 12,
12-07-92. Bs.As.
59. - 1993. Volver a vivir. Suplem. CASH, diario Pági-
12, 16-05-93. Bs.As.
60. Tomsic, S., 1984. Area de investigación minera n° 15, Tres Quebra-
das, Dpto. Tinogasta, Prov. Catamarca. CENOA,
DNMG, SM. S.M. de Tucumán
61. - 1985. Area de investigación minera n° 14, Cerro
Tipas. Inf. final. CENOA, DNMG, SM. S.M. de Tu-
cumán
62. - ; Estrada, D., 1986. Proyecto San Sebastián. Eva-
luación Previa. CE Salta, DNMG, SM. Salta
63. - 1988. Proyecto Cerro Bayo. Eval. Previa. CE Sal-
ta, DNMG, SM. Salta
64. Turner, J.C.M., 1972. Puna. Geología Regional Argentina, pp. 91-
116. Acad. Nac. Ciencias. Córdoba, Argentina
65. US Bureau of Mines, 1993. Mineral Commodity Summaries. Washington
D.C.
66. Valoy, M.G. de, 1991. Informes petrográfico y calcográfico preli-
minares del proyecto mina Incahuasi. CENOA, DNMG,
SM. S.M. de Tucumán

Dr. Geólogo Leandro J. de los Hoyos

Consultor Minero

A N E X O G R A F I C O

=0=

Dr. Geólogo Leandro J. de los Hoyos

Consultor Minero

INFORME

LA SITUACION Y LA POTENCIALIDAD DE LA MINERIA EN LA REGION PUNEÑA DE
LA PROVINCIA DE CATAMARCA - JULIO DE 1993 /

ERRATAS Y OMISIONES

<u>Página</u>	<u>Línea</u>	<u>Dice</u>	<u>Debe decir</u>
27	31	...u/s/lb para 1993...	...u/s 100/lb para 1993...
39	22	...las reservas de cinc de la mayoría..	...las reservas de indio de la mayo- ría...

L. J. de los Hoyos

Dr LEANDRO J. DE LOS HOYOS

Dr. Geólogo Leandro J. de los Hoyos

Consultor Minero

INFORME

LA SITUACION Y LA POTENCIALIDAD DE LA MINERIA EN LA REGION PUNEÑA DE LA PROVINCIA DE CATAMARCA - JULIO DE 1993

ERRATAS Y OMISIONES

<u>Página</u>	<u>Línea</u>	<u>Dice</u>	<u>Debe decir</u>
27	31	...u/s/lb para 1993 u/s 100/lb para 1993...
39	22	...las reservas de cinc de la mayoría...	...las reservas de indio de la mayo - ría...

L. de los Hoyos

Dr. LEANDRO J. DE LOS HOYOS