

O/H.2222
H268

M FN - 25

39614

Dr. Geólogo Leandro J. de los Hoyos

Consultor Minero



I N F O R M E

OPORTUNIDADES MINERAS EN LA PROVINCIA DE CATAMARCA
Conceptualización Técnica y Económica

-oOo-

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

San Fernando del Valle de Catamarca
abril de 1994

O/H.2222
H265

INDICE

<u>Contenido</u>	<u>Página</u>
INTRODUCCION	1
CAPITULO I - APROXIMACION CONCEPTUAL	2
CAPITULO II - EL APROVECHAMIENTO DE LOS DEPOSITOS MINERALES MAS PEQUEÑOS	4
1. Escalas de Explotación Adoptadas	4
2. La Pequeña Minería	
2.1. Escala Operativa	4
2.2. Importancia Económica Relativa	5
2.3. Características Generales	6
2.4. Ventajas de las Operaciones en Pequeña Escala	7
2.5. Desventajas de las Pequeñas Operaciones	8
2.6. Las PYMES Mineras: sus Posibilidades	8
CAPITULO III- OPORTUNIDADES MINERAS EN LA PROVINCIA DE CATAMARCA	
1. Conceptos Generales	13
2. Situación Actual y Perspectivas	14
3. Oportunidades Identificadas	
3.1. Manifestaciones y Depósitos de Minerales Meta líferos en el Basamento Paleozoico	15
3.1.1. Area Aurífera de la Mina Incahuasi	19
3.1.2. Sierra de Calalaste - Area Aurífera de Oire-Tramontana	21
3.1.3. Area de la Sierra de Quebrada Honda	22
3.1.4. Sierra de Famatina - Area Polimetálica con Oro de Quebrada del Río Colorado	23
3.2. Manifestaciones y Depósitos de Minerales Meta líferos del Terciario Mio-Plioceno	24
3.2.1. Distrito del Cerro Galán	25
3.2.2. Distrito Cerro Socompa-Cerro Bayo	26
3.3. Depósitos Detríticos Auríferos - Area de Yan- quenco	26
3.4. Depósitos de Minerales y Rocas Industriales	28
3.4.1. Boratos	28
3.4.2. Sulfato de Sodio	29
3.4.3. Diatomita	30
3.4.4. Perlita	31
3.4.5. Mármol Onix	31
3.4.6. Cuarzo y Arenas Silíceas	33
3.4.7. Mica	34
3.4.8. Calizas	35
3.4.9. "Granito Negro"	36
3.4.10. Materiales para la Construcción	37
CAPITULO IV - CONSIDERACIONES TECNICAS Y ECONOMICAS	
1. Conceptos Elementales	39
2. Miscelánea Final	44

Dr. Geólogo Leandro J. de los Ríos

Consultor Minero

B

BIBLIOGRAFIA

49

ANEXO GRAFICO

- LAMINA I - Ubicación de las Oportunidades Mineras Identificadas
- LAMINA II - Esquema Geológico de Catamarca
- LAMINA III - Geología del Area de la Mina Incahuasi
- LAMINA IV - Geología del Area Oire-Tramontana
- LAMINA V - Geología del Area de la Sierra de Quebrada Honda

-oOo-

INTRODUCCION

Este informe representa el documento final elaborado en virtud del contrato de prestación de medios suscrito entre el CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES y el autor, con vigencia de seis meses, entre el 1 de setiembre de 1993 y el 28 de febrero de 1994.

La tarea ha estado referida primordialmente a manifestaciones y depósitos de minerales metalíferos y de minerales y rocas industriales y ha tenido como objetivo fundamental la identificación de oportunidades mineras en el territorio provincial, fuera de las que ya están siendo objeto de tareas que van desde las relacionadas con la adquisición de derechos a aquellas de la fase preproductiva del proceso minero, por empresas interesadas.

Los objetivos derivados principales han sido la descripción de las áreas, depósitos y manifestaciones minerales en sus aspectos esenciales, sobre la base de la información disponible, y la formulación de conceptos técnicos y económicos para encuadrarlas.

El Estado Provincial ha realizado una amplia y efectiva tarea informativa y promocional destinada a eventuales inversionistas, a través de la Secretaría de Minería y la Dirección Provincial de Minería, y esta información pretende hacer un aporte a ella llamando la atención sobre sustancias minerales que tienen buenas perspectivas mercantiles que, si se demuestra su viabilidad, podrían abrir el camino a nueva producción minera, que abarcaría diferentes escalas operativas.

De cierta forma, el informe está ligado al anterior del autor - "La Situación y la Potencialidad de la Minería en la Región Punaña de la Provincia de Catamarca", 1993 - cuya consulta puede ser de utilidad.

CAPITULO I - APROXIMACION CONCEPTUAL

En el "clima" propicio para la inversión que han creado:

- medidas legales e impositivas alentadoras;
- áreas atractivas para la exploración y eventual explotación;
- estabilidad política y económica; y,
- reglamentaciones ambientales tolerables,

se ha estado produciendo en Catamarca un inusitado movimiento de empresas y operadores interesados en su potencialidad geológico-minera, de ello son ejemplos prácticos los emprendimientos que han sido encarados en Bajo de La Alumbraera - cobre y oro - y el Salar del Hombre Muerto - litio.

De más de medio centenar de empresas extranjeras registradas por la Secretaría de Minería de la Nación en el país, con proyectos en distinto grado de avance y negociaciones para su instalación y desenvolvimiento, un 25% se ha hecho presente en la Provincia.

Los bienes transables (commodities) de alto o relativamente alto valor unitario continúan siendo los más atrayentes, destacándose netamente entre ellos el oro, no sólo por el número de manifestaciones y depósitos minerales portadores, sino también porque las posibilidades de transporte no están bien desarrolladas. Dicho sea de paso, el Estado ha programado la ejecución de "accesos mineros troncales" (huellas mineras) en la Puna, que representa la satisfacción de la necesidad inmediata de facilitar los movimientos de los interesados en la región, y es un progreso hacia el mejoramiento de su infraestructura.

El interés por el oro no es excluyente, las expectativas se dirigen además al cobre, el litio, los boratos, por citar sólo ejemplos. Este es un dato basado en las aspiraciones de inversionistas que incursionan especialmente en el campo de la "gran minería", ya instalados en la Provincia o desarrollando tratativas en ella.

Pero el autor estima que la política minera provincial debe abarcar: "horizontalmente", el amplio espectro geográfico que ofrece el potencial natural catamarqueño, y "verticalmente", la gama que va de la "gran minería" a la "pequeña", pasando por la "mediana", empleando la "batería" de instrumentos legales, económicos, financieros y técnicos disponible, para inducir o promover toda actividad minera que represente un "negocio".

De un modo creciente, grandes empresas han ido reconociendo las nuevas oportunidades en Catamarca, en cambio no hay un movimiento perceptible de las pequeñas y medianas (PYMES), más aún, parece no haber en el empresariado provincial un conocimiento extendido de las medidas de aliento adoptadas con respecto a ellas.

La Secretaría de Minería y su brazo ejecutor, la Dirección Provincial de Minería, tienen que afrontar una serie de tareas ardua y múltiple, entre ellas y no la menor, el análisis y eventual aprobación de las ofertas que se van presentando y de los arreglos resultantes, con un reducidísimo equipo profesional, aunque para cuestiones puntuales ha podido contar con la colaboración de las Delegaciones Tucumán y Catamarca de la Secretaría de Minería de la Nación, y el Consejo Federal de Inversiones. Sin embargo, en este aspecto, una vez que se ha conformado la operación, las grandes empresas se desenvuelven por sí mismas

y sólo acuden al Estado para tratar determinados asuntos relacionados con la marcha de los proyectos y el cumplimiento de los contratos.

En cambio, en cuanto a las PYMES, particularmente las pequeñas, la tarea estatal tendría que arrancar desde una concientización generalizada de su importancia para lograr un desarrollo minero integral, a la luz de las oportunidades que ofrecen la Provincia y los instrumentos que se ha mencionado. Evidentemente, la acción de las grandes empresas, de larga maduración, puede producir un avance considerable de la economía provincial, sin contar el salto cualitativo en la conciencia de la sociedad sobre la importancia del sector minero, no obstante, sería caer en un facilismo negativo pensar que allí se agotan prácticamente todas las posibilidades de aprovechamiento del potencial minero.

Un bien planificado desarrollo de las PYMES, atento a las necesidades industriales y, si cupiere, a las del comercio exterior, a la par que la de la generación de empleo, puede conducir también, a lo sumo en el mediano plazo, a una difundida y significativa reactivación de la economía.

Esta concepción del desarrollo minero, que no necesita de otras consideraciones con respecto a la gran minería, cuyas actividades correrían por cuenta del sector privado, en el marco de la legislación adoptada y los acuerdos hechos a su amparo, requiere de algunas otras en lo que se refiere a la explotación de los depósitos minerales más pequeños y el campo de acción de las PYMES, y para hacerlas se ha abierto el siguiente capítulo.

CAPITULO II - EL APROVECHAMIENTO DE LOS DEPOSITOS MINERALES MAS PEQUEÑOS /

Por debajo, o por fuera, de los grandes depósitos minerales, que hoy concitan el interés de empresas de primera línea, se halla el amplio campo de aquellos que, de una forma genérica y relativa, se denominan aquí "depósitos minerales más pequeños".

1. Escalas de Explotación Adoptadas

A través de la generalización del Cuadro I, se intenta dar la pauta de las magnitudes que caracterizan a las distintas escalas operativas:

Cuadro I

Tipo de Explotación	Escala	Tonelaje de Mineral Extraído, en t/año
A. A Cielo Abierto	Pequeña	Hasta 500.000
	Mediana	De 500.000 a 2.000.000
	Grande	Más de 2.000.000
B. Subterráneo	Pequeña	Hasta 100.000
	Mediana	De 100.000 a 500.000
	Grande	Más de 500.000

Desde un punto de vista global, la única vara de medición es el tonelaje. Algunos utilizan la cantidad de personal empleada, otros el tamaño de la concesión minera, el volumen de los recursos o reservas, la capacidad productiva, la productividad del trabajo, el ingreso bruto anual, el grado de capitalización o mecanización y la continuidad de las operaciones.

Quizá lo que puede considerarse como una gran mina en un país en vías de desarrollo podría ser visto como mediana en uno desarrollado. Por otro lado, puede aplicarse consideraciones muy diferentes a depósitos de gran volumen y bajo valor comparados con los de poco volumen y valor elevado.

2. La Pequeña Minería

2.1. Escala Operativa. Los límites de la pequeña minería han sido objeto de interpretaciones que Noestaller (1987; en McDivitt et al., 1990) ha resumido así:

Cuadro II

Valores Clasificatorios para la Minería en Pequeña Escala (en toneladas de mineral extraído por año)

Menos de 50.000	Naciones Unidas	1972
Menos de 60.000	G. del Castillo	1980
Menos de 100.000	D.N.De Bord y W.G.Mikutowicz	1981
Menos de 100.000	G.F. Leaming	1983
Menos de 100.000	USBM (US Bureau of Mines)	1983

De 20.000 a 200.000	D.Ingler	1983
Menos de 50.000	J.C.Fernández	1983
Menos de 100.000	J.S.Carman	1985
Menos de 50.000	P.C.kotschwar	1986
Menos de 150.000	Mining Magazine	1986

Salvo las cifras de Ingler, que abarcarían una gama que trasciende a la minería artesanal, y a través de la minería en pequeña escala en el llamado Tercer Mundo, va hasta la pequeña minería en las naciones industrializadas, las restantes estimaciones permiten situarse en una cifra promedio, que aparece como racional, de hasta 100.000 toneladas por año.

2.2. Importancia Económica Relativa. El autor no ha hallado una estadística actualizada sobre la participación de la pequeña minería en la producción mundial de minerales, exceptuando los combustibles. Pero el tema no puede soslayarse y estima que puede ilustrarse suficientemente con los datos de la elaborada por J.S.Carman y A.R.Berger (en McDivitt et al., 1990) referida al valor estimado del sector de la minería pequeña, con la mención a excepción de los combustibles, que corresponden al año 1982.

Durante muchos años se difundió que la pequeña minería contabilizaba el 10% de la producción mundial de esos minerales. Sin embargo, ya en la primera mitad de la década pasada, el valor bruto de la producción había llegado a casi u\$s 137.000 millones y la participación de la pequeña minería era de algo más de u\$s 21.600 millones, al menos un 16%, porque como puede leerse en el Cuadro III, para casi un tercio de los 41 minerales de la lista, señalado como de producción insignificante, no se ha tenido en cuenta a un gran número de pequeños empresarios que aprovechaban las oportunidades de casi cualquier mineral, mucha de cuya producción era absorbida por los grandes operadores y así entraba en la estadística en el crédito de los mismos.

Cuadro III

Mineral	Participación Porcentual del Pequeño Minado en el Valor Bruto de la Producción Mundial
- Berilio,	100
- Mercurio; fluorita; grafito; talco y pirofilita; vermiculita; pumicita; c/u	90
- Tungsteno; feldespatos; c/u	80
- Arcillas,	75
- Yeso,	70
- Baritina,	60
- Cromita,	50
- Antimonio,	45
- Arena y grava; "piedra"; c/u	30
- Sal,	20

- Manganeso,	18
- Estaño,	15
- Mena de hierro,	12
- Plomo; cinc; c/u	11
- Oro; plata; cobalto; asbestos; roca fosfática; c/u	10
- Cobre,	8
- Grupo del platino; cadmio; bismuto; columbio; molibdeno; níquel; titanio; magnesio; azufre; potasio; boro; bromo; bauxita; c/u	Insignificante

2.3. Características Generales. El típico operador minero en pequeña escala de los países del mundo en vías de desarrollo es aún un productor, a menudo esporádico, de depósitos minerales con pocas reservas conocidas y no susceptibles del minado en masa, voluminoso. La producción corresponde a una operación sin mucho empleo de energía mecánica y conducida comúnmente con impericia gerencial, técnica y comercial.

El pequeño minado puede llevar a una merma significativa de recursos no renovables al aplicarse selectivamente sólo a los contenidos minerales de ley elevada y, al mismo tiempo, es capaz de hacer un aporte a la economía al "barrer" con los remanentes de explotaciones grandes dejados de lado, por ejemplo, en placeres. En otro orden de cosas, por unidad de producción puede ser un buen generador de empleo.

Varios grupos de los minerales principales son aptos para las operaciones pequeñas: los minerales de las pegmatitas (mica, litio berilio) metales preciosos, depósitos de placer (oro) y minerales industriales. La pequeña escala también requiere generalmente una deposición en la superficie o cerca de ella, muy poco desecho o sobrecarga, mineralurgia sencilla y acceso relativamente fácil (Skelding, 1972; Meyer, 1980).

El minado en pequeña escala y los pasos que conducen a la producción involucran generalmente la aplicación de tecnología probada, baja o intermedia, en términos de "bajo costo", ya sea en los métodos de prospección como en el minado artesanal. Muchas de las técnicas de exploración y de explotación han sido prácticamente universales, como en el minado de placeres, aunque a veces se ha desarrollado métodos únicos o modernos para, por ejemplo, el caso de las rocas ornamentales. Se ha señalado las posibilidades de la aplicación de la lixiviación en pilas a pequeñas operaciones mineras, así como la utilización de plantas móviles de tratamiento (McDivitt et al., 1990).

En términos globales, una amplia mayoría de pequeñas minas es trabajada por sólo algunas personas (placeres), por equipos de personal reducidos (minerales industriales; metales básicos), por diversas formas de arriendo o de tributación, donde los mineros participan de la producción con el propietario de los derechos mineros, por arreglos de riesgo compartido de todas formas y cooperativas. La distribución y las ventas pueden involucrar a organismos estatales, a través de la compra de oro, por ejemplo, o a compradores privados del mismo o de otros minerales (por ej., mica), si bien los minerales y rocas industriales (o, no metalíferos y rocas de aplicación) suelen ser procesa-

dos localmente.

West y Colli (en Meyer, 1980) han puntualizado que las operaciones en gran escala son probablemente menos viables que las pequeñas en el caso de minerales de bajo valor neto, que no pueden transportarse lejos debido al costo. Asimismo, aquellos depósitos sujetos a grandes y erráticas fluctuaciones del mercado - demanda y precio - generalmente no pueden sostener los altos costos superestructurales de las operaciones grandes, mientras que el operador pequeño habitualmente tiene una flexibilidad que le permite la suspensión del trabajo en los tiempos desfavorables.

2.4. Ventajas de las Operaciones en Pequeña Escala. En este aspecto puede agregarse que:

- es una actividad de mano de obra intensiva, las pequeñas operaciones mineras suelen emplear un número grande de trabajadores, generalmente en áreas remotas. De acuerdo con Argall (1978; en McDivitt et al., 1990) el 97% de las minas en operación en la India estaban clasificadas como de pequeña escala y empleaban cerca del 50% del total de la fuerza de trabajo minera, casi medio millón de trabajadores; 30.000-40.000 personas fueron absorbidas en los primeros tiempos de la producción en minas de diamantes en Sierra Leona; más de 40.000 trabajaron en las pequeñas minas de Bolivia; 15.000-20.000 en la República Centroafricana; 15.000 en Venezuela, y así de seguido. Una ventaja particular es que un minado artesanal puede engranar, sobre una base estacional, por ejemplo con las demandas de mano de obra de la agricultura;
- las operaciones pequeñas pueden llevar a poner de manifiesto depósitos de envergadura considerable y muchas de las grandes minas tuvieron su origen en ellas. A este respecto cabe mencionar que durante la exploración extensiva de Canadá, en la década de los '50, las empresas mineras más pequeñas fueron muy efectivas, siendo las responsables del 62% de todos los hallazgos económicos, con un gasto de menos del 30% del total de los fondos invertidos en la exploración de metales;
- las pequeñas explotaciones mineras pueden ser la base de industrias locales de procesamiento y transformación, ya sea en una escala reducida o como fuentes de suministro de plantas centralizadas más grandes. Ejemplo de ello pueden ser el corte y pulido de onix o de piedras semipreciosas, la obtención de productos normalizados de la mica, el empleo de arcillas para ladrillos y cerámicos, de arena silícea para vidrio, de yeso para cemento, y otros;
- el desarrollo de depósitos de pequeña escala es casi siempre cumplimentado mucho más rápidamente que el de los grandes y, a despecho de una extendida creencia, el costo por unidad productiva puede no ser sustancialmente más grande que el de una operación mayor. Además, la pequeña minería elimina generalmente los grandes problemas del gran minado en los países en vías de desarrollo - de financiamiento, de tratos con las transnacionales, de construcción de una extensiva infraestructura, de adquisición y aplicación de tecnología importada y de aporte de la necesaria experiencia;
- la formación y la capacitación ganadas por profesionales y técnicos jóvenes en la construcción y operación de una mina pequeña podrían ser muy importantes; el ambiente es mucho más propicio que en la atmósfera

burocrática de una organización grande y bien establecida (McDivitt et al., 1990).

2.5. Desventajas de las Pequeñas Operaciones. Como lo ha mostrado la historia y sabe quien haya estado relacionado de alguna manera con estas operaciones, el minado en pequeña escala puede experimentar inconvenientes serios:

- con bastante frecuencia se ha caracterizado por ser una tarea muy dura y extenuante para los operarios y no se ha tenido en cuenta la higiene y la seguridad del trabajo;
- a menudo, el pequeño minado ha conducido al fraccionamiento en cuerpos minerales de un solo depósito de varios millones de toneladas, por ejemplo, debido a la división en propiedades de diferentes poseedores, que podían trabajarlas en distintos tiempos y ritmos, en un todo sin coordinación y muy antieconómico, o mantener al menos a algunas de ellas sin actividad. Cuando tales propiedades han sido reunidas por un solo operador, con la pretensión de llevar a la práctica un definido programa de explotación, habiendo labores subterráneas, la tarea confrontaba obstáculos para su racional ejecución. Especialmente en el caso de los placeres, el volcado de materiales de desecho sobre recursos adyacentes puede reducirlos a una categoría submarginal (Brower, 1979; en McDivitt, 1990);
- los problemas de la regulación y el contralor de las pequeñas explotaciones mineras pueden ser considerables, sobre todo cuando están involucrados metales valiosos como el oro. Pero en general es dificultoso el monitoreo de la producción en pequeña escala de cualquier mineral, lo que se traduce en perjuicios para el gobierno en términos de retornos impositivos. Además, suele haber problemas en la provisión de financiamiento con garantías adecuadas, en inducir un proceso eficiente y establecer relaciones con la industria y en obtener arreglos satisfactorios en el mercado;
- todos estos son aspectos negativos de la actividad, en la que la incapacidad gubernamental para supervisar el pequeño minado o la reticencia del sector privado local a invertir en pequeñas operaciones pueden resultar en la anulación de la posibilidad de obtener beneficios significativos para la economía provincial y para el inversor. Por consiguiente, se produce la carencia de fondos genuinos para sostener inspecciones de campo, para alentar la investigación, para mejorar la experiencia local y para promover la inversión privada. Así se hace prácticamente imposible el monitoreo y la regulación del pequeño minado y demostrar los beneficios que podrían derivarse de él. Obviamente, como no puede renunciarse a instalar actividades necesarias para el desarrollo de la economía, sobre todo para el de nuestras deprimidas economías regionales, para romper este círculo vicioso se ha concebido una estrategia gubernamental, a varios de cuyos instrumentos se hace referencia en adelante, extendiendo las consideraciones a las empresas medianas, que dicha estrategia ha tomado también en cuenta.

2.6. Las PYMES Mineras: sus Posibilidades

2.6.1. Conceptos Generales. Ya caracterizada de un modo general la minería en pequeña escala, algunos de los rasgos de la minería mediana - y aun la grande - se hacen evidentes. La empresa mediana tiene un mejor acceso al capital y a la disponibilidad de un grupo técnico

de dirección ("staff") y asimismo, a un más alto grado de mecanización, habitualmente en versiones del equipamiento más pequeñas que las empleadas en las grandes minas. De tal manera, el cambio de las operaciones muy pequeñas o artesanales a las pequeñas y medianas es muy gradual. A lo largo de este camino hay un punto definido, en el cual las características de la mina u otros motivos técnicos y económicos, provocan un movimiento de la pequeña a la mediana minería. Esto variará de país a país, de región a región, de mineral a mineral y aun, quizá, de mina a mina. Sin embargo, en todos los casos este punto de transición puede ser relacionado con el equipamiento y la forma de su utilización. Por eso conviene transcribir información básica sobre el mismo, que puede ayudar a los pequeños mineros a transitar el camino indicado, mejorando la efectividad de sus operaciones.

2.6.2. Instrumentación Técnica

Para identificar el equipamiento adecuado para esta gama de usuarios puede definirse un número de categorías amplias, que se superponen parcialmente y pueden contener duplicaciones. Según McDivitt et al. (1990) ellas son:

a. Equipamiento Normalizado ("Standard"), que puede emplearse tanto en minas pequeñas como grandes. Mucho del equipamiento minero entra en esta categoría, incluyendo camiones, topadoras, palas de arrastre y otros equipos para la remoción y movimiento de materiales, perforadoras, instrumentos de medición, algunos equipos de concentración y de bombeo, y otros. Las unidades vienen en varios tamaños, pero hay modelos "standard" que pueden emplearse en pequeñas minas que producen, por ejemplo, 200 a 300 t por día;

b. Equipamiento Fabricado Especialmente para Minas Pequeñas. En muchos casos, este podría ser un equipamiento cuyo diseño corresponde a épocas pasadas de la minería, tales como vagonetas diseñadas para ser empujadas a mano o arrastradas por animales, y herramientas y equipos que combinan la energía manual con la mecánica. En esta categoría habría un especial interés por equipamiento procedente de China e India, pues son de los pocos países en el mundo que tienen la combinación de una minería creadora de una significativa demanda de tal equipamiento y una industria manufacturera capaz de satisfacerla. Brasil es otro ejemplo;

c. Equipamiento de Tecnología Intermedia, que puede ser hecho localmente a un costo relativamente bajo, sobre la base de los diseños existentes, aun de aquellos que se usaban en el pasado. La categoría incluye palas cargadoras, carros de perforación y varios tipos de trituradoras, molinos y plantas. Este equipamiento puede hacerse más efectivo con el empleo agregado de elementos modernos de apoyo, componentes y unidades de accionamiento, por ejemplo, pequeños generadores y motores eléctricos, y cañerías y cables plásticos livianos, que pueden incrementar considerablemente la efectividad de la tecnología de ayer, haciendo al equipamiento muy útil en las pequeñas minas de hoy;

d. Equipamiento de Alto Costo de Capital. Obviamente, hay mucho equipamiento que podría ser de valor para los pequeños mineros, pero está fuera de su escala de trabajo o de su alcance por el precio. Tal podría ser la planta de tratamiento o el equipamiento para contralor de calidad, realización de pruebas y otros. En estos casos, el equipamiento puede ser a menudo objeto de un empleo colectivo sobre una base cooperativa.

En general, sobre el equipamiento - y el desenvolvimiento - de las operaciones en escala reducida, McDivitt (1990) especifica acertadamente con respecto a los criterios para encararlas, que deberá:

- exigir pequeñas cantidades de capital;
- aprovechar los materiales disponibles localmente;
- ser relativamente de mano de obra intensiva, pero más productivo que muchas de las tecnologías tradicionales;
- tener una escala lo suficientemente pequeña como para ser abordado por grupos locales;
- ser conocido, operado y mantenido por personal local, sin un alto nivel de entrenamiento;
- a menudo poder ser fabricado por talleres locales;
- ser flexible y adaptable a las circunstancias locales;
- estar en armonía con las necesidades locales, las tradiciones y el ambiente;
- extender el trabajo humano y facilitar su capacitación;
- reducir al máximo las limitaciones de la infraestructura y la insuficiencia de mano de obra altamente capacitada.

La expresión "local" no excluye la posibilidad que las actividades tengan una influencia comarcal o regional.

Estos criterios son de difícil o imposible consideración en los programas de grandes organizaciones, pero pueden adaptarse bien a proyectos llevados a la práctica por grupos pequeños o relativamente pequeños.

2.6.3. Instrumentación Promocional

2.6.3.1. Institucional. Lo expresado en el párrafo anterior es una de las razones por las que muchas actividades relacionadas con el aprovechamiento de los "depósitos minerales más pequeños" están siendo realizadas por organizaciones no gubernamentales (ONG) tales como la Asociación de Geocientíficos para el Desarrollo Internacional (Association of Geoscientists for International Development - AGID) y el Grupo de Desarrollo de Tecnología Intermedia (Intermediate Technology Development Group - ITDG) si bien, en alguna medida debido a la iniciativa de estas organizaciones, las grandes están mostrando un interés creciente, lo que se demuestra en el apoyo financiero a este tipo de proyectos por parte del Banco Mundial y el Banco Interamericano de Desarrollo.

Un claro aspecto promocional tienen las acciones del Consejo Federal de Inversiones en cuanto a los muy pequeños (micro-) pequeños y medianos emprendimientos y a la cooperación técnica con las provincias.

Otro tanto puede expresarse con respecto a la Secretaría de Minería de la Nación y la asistencia que se ha propuesto realizar para la generación y/o reconversión de las PYMES, a través de sus Delegaciones Regionales, que trabajan coordinadamente con los organismos mineros provinciales, de lo cual son testimonio las tareas de diversa índole de las Delegaciones de Tucumán y Catamarca en la Provincia.

En dependencia de la Secretaría de Minería de la Nación, aunque con el carácter de descentralizado, se ha creado el Instituto Nacional de Tecnología Minera (INTEMIN) para el apoyo tecnológico

amplio de los productores minero-industriales, garantizándose la participación sectorial al integrar en su Consejo Directivo a representantes de las Provincias, a través del COFEMIN (Consejo Federal de Minería), del empresariado minero por medio de las Cámaras Mineras y del área Tecnológica Industrial con el representante INTI (Instituto Nacional de Tecnología Industrial). Este importante Instituto está en la tarea de coordinar su funcionamiento por intermedio del SINATEM (Sistema Nacional de Asistencia en Tecnología Minera) con los institutos de investigación minera - nacionales, provinciales y universitarios. Por otra parte, participará en la estructuración del Sistema Integrado de Informática de Mercados, que desde el ámbito de la S.M. de la Nación, suministrará información completa y actualizada sobre las condiciones de los mercados nacionales, regionales y mundiales.

La Secretaría de Minería de la Nación, incluyendo sus delegaciones, y el INTEMIN asistirán a las PYMES en la gestación y formulación de proyectos mineros, para la gestión por ellas de apoyos financieros destinados a sustentar su ejecución.

2.6.3.2. Legal y Financiera. De acuerdo con la información que suministraran al autor el INTEMIN y el CFI, y a la propia, ha sido posible conformar el siguiente panorama de las ofertas de la plaza financiera para proyectos de desarrollo tecnológico, inversión, reconversión, bienes de uso y capital de trabajo:

a. Para Pequeñas y Medianas Empresas (PYMES)

- Ley n° 23.877, de Promoción y Fomento de la Innovación Tecnológica, con un monto de financiamiento acorde con el proyecto;
- Modernización Tecnológica de Empresas-Fondo Tecnológico Argentino (FONTAR)- Ministerio de Economía y Obras y Servicios Públicos. Financiamiento: hasta u\$s 2.000.000
- Programa de Financiamiento para la Promoción y Mejoramiento de la Competitividad (PROME - CON 1) - Consejo Federal de Inversiones y Banco de la Nación Argentina. Financiamiento: hasta u\$s 100.000
- Programa de Financiamiento para la Promoción y Mejoramiento de la Competitividad (PROME - CON 2)- CFI y BNA. Financiamiento: hasta u\$s 250.000
- Línea de Financiamiento de Proyectos de Inversión y/o Reconversión Productiva (Resoluciones 401/89 y 208/93 - ME y OSP)-BNA. Financiamiento: hasta u\$s 1.000.000
- Línea de Financiamiento para la Adquisición de Bienes de Capital (Resoluciones 401/89 y 208/93 - ME y OSP) - BNA. Financiamiento: hasta u\$s 400.000
- Línea de Financiamiento para Capital de Trabajo (Res. 401/89 y 208/93 - ME y OSP) - BNA. Financiamiento: hasta u\$s 100.000

b. Micro- y Pequeñas Empresas (MYPES)

- Financiamiento de Microemprendimientos Productivos - CFI y BNA. Financiamiento: hasta u\$s 15.000
- Programa Global de Crédito para las Micro- y Pequeñas Empresas - ME y OSP y Banco Interamericano de Desarrollo. Financiamiento: hasta u\$s 20.000

Por fin, cabe mencionar que a las conocidas leyes de Inversiones Mineras y de Reordenamiento Minero, y al Acuerdo Federal Minero, se ha sumado a mediados de marzo, la media sanción del Senado de la Nación de la ley de creación del Territorio Aduanero Especial (TAE) cuya aprobación final y puesta en funcionamiento representaría un aliento sumamente importante para las actividades en la Puna catamarqueña, especialmente si se lo complementa con el de una Zona Franca en el territorio provincial, debido al tratamiento diferencial que se ha previsto para el movimiento de mercaderías entre esas áreas y el territorio aduanero general.

CAPITULO III - OPORTUNIDADES MINERAS EN LA PROVINCIA DE CATAMARCA

1. Conceptos Generales

En el ambiente positivo para la inversión que se ha mencionado anteriormente, el estímulo básico para ella está dado por una relación económica favorable entre la situación y las perspectivas del mercado para los bienes minerales y la disponibilidad de esos bienes en la naturaleza.

La actividad de inversión procede a través de tres etapas secuenciales: inversión - o preinversión - en la exploración para el descubrimiento y la delimitación de los yacimientos minerales, el desarrollo de minas y las facilidades de procesamiento vinculadas y la producción de minerales para abastecer al mercado (Figura 1)

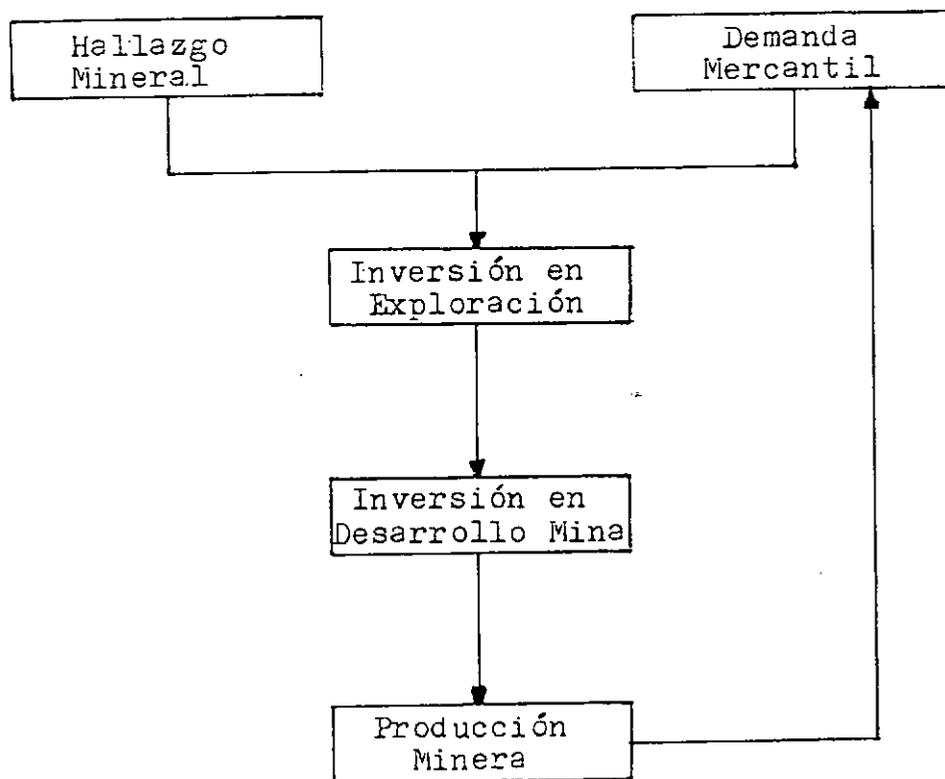


Figura 1 - Proceso de la Inversión en Minería

Los cuatro tipos de organización que tienen responsabilidades directas en este proceso, son:

- a. El Gobierno Federal, responsable de la política minera, para garantizar que las actividades mineras hagan la mejor contribución posible a la economía nacional y a la satisfacción de las necesidades sociales;

- b. El Gobierno Provincial, que posee los recursos minerales en su territorio y asume las responsabilidades del propietario;
- c. Una organización responsable de la localización y delimitación del depósito mineral;
- d. Una organización responsable del desarrollo, la producción minera y el procesamiento de las reservas.

A la luz de los "esquemas" planteados - en la figura 1 y los enunciados puntuales - se estima que el proceso se está verificando de una forma cada vez más armónica e integral:

- en los Capítulos I y II ya se ha hecho referencias generales a una serie de componentes de la política minera y a acciones que se están llevando a cabo, tanto por el gobierno nacional como por el provincial;
- de una manera sostenida el Estado está transfiriendo responsabilidades al sector privado, esto es particularmente cierto en lo que respecta a las grandes empresas, desde la inversión en exploración hasta la nueva producción minera; se ha creado las condiciones para que las asuman también inversionistas que aspiren a llevar a la práctica operaciones más reducidas;
- el Estado continúa "alimentando" al proceso a través de acciones conducentes a poner de manifiesto nuevos "blancos" de exploración y eventual explotación (Plan de Cartas Geológicas a escala 250.000; tareas de prospección en áreas promisorias, tendientes a generar proyectos; asistencia a la elaboración, evaluación y presentación de proyectos).

2. Situación Actual y Perspectivas

La dinámica propia del proceso descrito exige que se incorpore nuevas ofertas, porque el "barrido" que están efectuando las empresas interesadas especialmente en el potencial metalífero catamarqueño está agotando las existentes, lo que puede influir en la armonía creciente que se ha señalado para el mismo.

El desempeño de la empresa International Musto Explorations Ltd. en Bajo de La Alumbraera y la FMC Lithium International en el Salar del Hombre Muerto han abierto un panorama justificadamente optimista, pero conviene recordar que ellas han tenido como punto de partida, en el primer caso, el grado de conocimiento avanzado del yacimiento alcanzado por YMAD, y en el segundo, el que aportaron los trabajos de la Dirección General de Fabricaciones Militares, sin contar que las características del depósito mineral y la eficiencia de la empresa han permitido un progreso rápido hacia su desarrollo.

Por distintas causas - demoras de algunas empresas en concretar sus intenciones y de otras en la ejecución de los trabajos comprometidos o aparentes desestimientos, negociaciones que llevan un tiempo para arribar a los acuerdos correspondientes, un grado de conocimiento muy elemental de los objetos de interés, que obliga a los operadores a desarrollar todas las fases exploratorias, en plazos que se miden en años - es previsible que en el futuro inmediato no haya novedades semejantes, al menos en el campo de la "gran minería".

Como es un hecho que las grandes ofertas llevan vías de ago-

tarse, sobre la base de la información recogida principalmente en la Provincia y en la Delegación Tucumán de la Secretaría de Minería de la Nación, inédita y publicada, y especulaciones razonables, el autor ha estimado útil formular las opiniones que le han sugerido las mismas en cuanto a oportunidades mineras en el territorio provincial, eventualmente para distintas escalas operativas, recomendándose al lector la consulta de su informe anterior, de julio de 1993, sobre la "Situación y la Potencialidad de la Minería en la Región Puneña de la Provincia de Catamarca", si estima necesario tener un cuadro más completo de la perspectiva minera catamarqueña o hacer sus propias apreciaciones.

3. Oportunidades Identificadas

3.1. Manifestaciones y Depósitos de Minerales Metalíferos en el Basamento Paleozoico /

El Ordovícico, cuyos terrenos son el objeto principal de este apartado, está distribuido en una faja de la Puna que penetra en territorio argentino desde Bolivia y se extiende por las provincias de Jujuy, Salta y Catamarca hasta la Cordillera de San Buenaventura; su litología se compone de sucesiones alternantes de areniscas y pelitas, en las que se intercalan frecuentes materiales volcánicos.

La franja ordovícica ha experimentado un intenso plegamiento preandino atribuido a la fase Oclóyica (Turner y Méndez, 1979; en Mon et al., 1987). El plegamiento tiene muy buen desarrollo, los pliegues principales tienen longitudes de onda de 3-4 km, en los de segundo orden esas longitudes son de centenares de metros y, por fin, se observa pliegues decamétricos y micropliegues.

Peralta (1994) menciona de un modo general que en la Puna Austral afloran unidades sedimentario-volcánicas del Paleozoico inferior - cámbricas y ordovícicas - constituidas por lutitas, areniscas, calizas y mantos dacíticos, de miles de metros de espesor, con frecuencia penetradas por granitos devónicos, las que pueden presentar un metamorfismo desde bajo a mediano, que ha originado pizarras, esquistos y gneises. Las sedimentitas y las metamorfitas de bajo grado habitualmente están muy piritizadas y en extensos sectores son geoquímicamente anómalos en As, Ba, Pb, Zn, Au, y localmente, en Se y Sb. En muchos casos, las intrusiones devónicas han provocado la removilización de estos elementos llevándolos a concentraciones expuestas en manifestaciones minerales.

En un informe anterior (1993) el mismo autor le ha asignado mayor perspectiva a los terrenos ordovícicos, refiriéndose al concepto de "herencia metalogénica" al señalar que los fenómenos magmáticos que afectan a este tipo de unidades o series sedimentario-volcánicas actúan como focos de irradiación calórica, movilizándolo y/o concentrando selectivamente elementos valiosos - sobre todo el oro - en determinados puntos, originándose así los "sistemas hidrotermales", los que pueden llegar a constituir depósitos minerales. Por analogía con ejemplos típicos mundiales, y tomando en consideración las características que se conoce actualmente de la región, ha escrito que pueden plantearse como expectativas tres tipos principales de depósitos:

- horizontes de sulfuros masivos, especialmente de Zn o, en menor grado, Pb-Zn-Ag, Au en piritita y otros; se trata generalmente de sistemas hidrotermales ("Sedex" y/o discordantes) que afectan a rocas de fuerte poder reductor - ultrabásicas o lutitas organógenas - o reactivas calizas y margas;
- sistemas hidrotermales "clásicos", en general "stockworks" asociados a intrusivos ácidos, zonas de alteración hidrotermal y otros caracteres de tales sistemas; su interés se refiere a Au, Sb y a veces, Ag-Sn;
- sistemas "mixtos" - hidrotermal más contralor "Sedex" - con mantos silíceos plegados en crestas de anticlinales e invadidos por venas de cuarzo, que interesan particularmente por oro y normalmente se presentan en fajas milonitizadas.

De acuerdo con observaciones hechas por el autor de este informe en áreas de depósitos filonianos de cuarzo aurífero, alojados en el complejo Ordovícico (el Basamento aurífero de la Puna) y los resultados de los trabajos de Bonnemaïson (1986) llevados a cabo durante tres años, sobre un centenar de depósitos semejantes, en las investigaciones que se realizaren en el Basamento Paleozoico de la Puna catamarqueña, un objetivo de primera importancia es el de determinar si los filones de cuarzo auríferos se han originado en la impregnación por mineralización de oro, de viejos filones de cuarzo estériles triturados.

Bonnemaïson ha logrado mostrar que la génesis del mineral difiere notablemente del modelo filoniano en la medida que la ganga no es el resultado de un fenómeno de relleno sino de uno de trituración, y además, que estas menas se relacionan en realidad con un tipo de depósito mucho más general: las zonas de cizalla auríferas (en Catamarca, área de Incahuasi ? por ejemplo - el autor).

Según Bonnemaïson, ellas corresponden a estructuras mineralizadas de orden hectométrico y una potencia decamétrica, las cuales se insertan en "corredores" tectónicos que han funcionado durante largo tiempo. En estas estructuras, la mineralización aurífera se presenta en las zonas que han experimentado una trituración intensiva en el curso de los fenómenos de cizallamiento. Esta trituración, o molimiento, puede afectar facies variadas correspondientes ya sea a las series encajantes o a las formaciones emplazadas en los corredores de cizallamiento: filones de cuarzo blanco lechoso, diques ácidos, escamas de rocas ultrabásicas.

La captación del oro puede efectuarse por incorporación en un sulfuro o por precipitación bajo la forma de reducidas acumulaciones de partículas pequeñas en la proximidad inmediata de un cristal de sulfuro. Este último mecanismo sólo es activo en un medio particular constituido por una milonita de cuarzo y un gel de sílice, cuya recristalización da origen a un cuarzo microsacaróide.

Este cuarzo microsacaróide es nacido de rocas ricas en sílice y removilizado en el lugar por los fenómenos de trituración, y es receptivo de la mineralización aurífera; su abundancia, al igual que la riqueza en sulfuros, determina la potencialidad de una zona de cizalla aurífera.

De acuerdo con las relaciones entre el oro y la paragénesis

sulfurada, es posible definir los indicadores geoquímicos semiestratégicos, tal como el As, que caracterizan a la zona de cizalla aurífera en su conjunto, y los indicadores geoquímicos tácticos, como el Pb, característico de las zonas ricas en oro.

Los fenómenos de alteración supergénica, particularmente activos sobre estas menas, provocan la desagregación selectiva de la mineralización aurífera y generalmente, un aumento concomitante del tamaño de las partículas de oro; el nivel de alteración de las zonas de cizalla auríferas es también el sitio privilegiado para la formación de pepitas.

Siguiendo con las referencias en procura de analogías que permitan establecer criterios de búsqueda, puede emplearse el conocimiento disponible sobre depósitos vetiformes del distrito Yani-Aucapata, zona N de La Paz, Bolivia.

Las mineralizaciones auríferas del distrito pertenecen a una faja de depósitos de oro que se alarga desde el sur del Perú hasta el norte de Argentina. Características de todos ellos son su confinamiento a terrenos ordovícicos así como su morfología manteada o vetiforme ondulada o serpenteada, que sugieren una historia común, más allá de las variaciones paragenéticas regionales.

Tistl (1990) señala que los filones auríferos de este distrito están alojados en las lutitas negras piritosas, limolitas y areniscas del Ordovícico medio a superior, de la vertiente NE de la Cordillera Real, agregando que en la parte inferior de esta secuencia han sido puestos de manifiesto filones-capa ("sills") volcánicos y almohadillas ("pillows") espilitizadas, lateralmente asociados con pepitas negras enriquecidas en pirita aurífera (cerca de 1,0 g/t Au) que testimonian el carácter sedimentario-volcánico de la serie. Al SE se produjo la penetración del plutón granítico sincinemático alargado de Zongo-Yani, al que se atribuye edad hercínica, el que ha inducido en los terrenos circundantes y suprayacentes una sucesión de aureolas termometamórficas de temperatura decreciente, cuyo alcance vertical llega a unos 3.000 metros.

Los depósitos auríferos se escalonan en la prolongación axial del batolito, dentro de la aureola externa de menor grado metamórfico. A falta de sistemas locales de fracturación suficientemente desarrollados, se trata de vetas, vetillas y mantos delgados de morfología ondulada o serpentiforme muy irregular. Su relleno se compone esencialmente de cuarzo, clorita, albita y pirita y arsenopirita auríferas, con oro nativo, scheelita y sulfuros de metales básicos accesorios.

Tistl expresa que la identificación de un volcanismo submarino acompañado de la depositación sinsedimentaria de sulfuros ya enriquecidos en oro, representa la clave para la interpretación genética de estas mineralizaciones, las que aparecen como el resultado de la removilización geoquímica producida por el termometamorfismo ligado a la intrusión granítica mencionada. En las zonas de metamorfismo alto y medio, las condiciones térmicas pudieron generar las soluciones hidrotermales, que al circular en las formaciones sedimentario-volcánicas suprayacentes, "levantaron" el oro preconcentrado en ellas y lo transportaron hasta su lugar de redepositación, en la zona de menor

metamorfismo.

Por su parte, en la reseña de un informe del Servicio Geológico de Bolivia y el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (GEOBOL-PNUD, 1990) se indica que el cinturón de Yani, de 7,0 km de longitud, circunscribe una variedad de cuerpos vetiformes muy irregulares, de extensión hectométrica, que se alojan en sedimentitas ordovícicas, dentro de una zona silicificada de 100 m de ancho y están rellenos fundamentalmente por cuarzo, scheelita, oro nativo, arsenopirita aurífera, pirrotita y pirita.

Entrando en territorio argentino, en la prolongación jujeña de la faja ordovícica, se halla el amplio y nombrado distrito aurífero de Rinconada-Santa Catalina, con características semejantes a las someramente mencionadas; sería superfluo repetir aquí descripciones que se encuentra profusamente en la literatura especializada, aunque cabe expresar que se estima necesario hacer su revisión a la luz de nuevos conceptos.

Pero en apoyo de las especulaciones de Peralta (1993) vale la pena mencionar que en la parte norte del distrito jujeño, él mismo ha comunicado verbalmente al autor la existencia de indicios de sulfuros (exhalativo-sedimentarios ?) en el Basamento Ordovícico del área de La Cruz o Coquena. En estos sedimentos es casi normal la presencia de pirita, pero no se habían puesto de manifiesto concentraciones de sulfuros masivos o semimasivos (más del 50% en peso y menos del 50% pero más del 10%, respectivamente).

Por su origen, estos depósitos son considerados generalmente como el resultado de actividad hidrotermal-solfatérica submarina asociada a series sedimentario-volcánicas.

En la zona reconocida por Peralta, constituida casi en su totalidad por una alternancia de bancos de lutitas y de areniscas, en ocasiones se han interpretado ciertos niveles de lutitas lajosas oscuras, como antiguos depósitos de toba afectados por metamorfismo dinámico.

En el área observada hay una sugerente concentración de sulfuros en lutitas oscuras en parte silicificadas, con una alternancia rítmica de pirita en niveles cuyos espesores individuales varían de 1 a 3 centímetros, hasta ahora sobre una superficie de 25 ha, con una abundancia estimada entre el 10 y el 20% en peso, por lo menos, de sulfuros contenidos. Hay dos sectores donde esa concentración supera ampliamente el 30% y quizá también el 50%, en peso.

El sulfuro absolutamente predominante es pirita, pero como mínimo en dos lugares se ha registrado la presencia de blenda y/o galena, sin haberse precisado aún su contralor y extensión.

Se estima que el horizonte de sulfuros tiene al menos 150 m de espesor real, ignorándose su profundización.

Si se acerca las descripciones precedentes, se conforma un cuadro de las posibilidades que ofrece el Basamento paleozoico catamarqueño y de la serie de cuestiones que debería tener en cuenta cualquier investigación al plantearse metodológicamente las hipótesis múltiples que conlleva tal tarea.

Con esta introducción corresponde ahora pasar a considerar las oportunidades mineras que ha identificado el autor, en la Puna y hacia el sur de ella, en la Sierra de Famatina.

3.1.1. Area Aurífera de la Mina "Incahuasi"

a. Ubicación. El área se halla en la comarca nororiental de la Puna Austral, en las proximidades del borde sudoccidental del Salar del Hombre Muerto, departamento de Antofagasta de la Sierra, a alturas absolutas entre 3.900 y 4.100 metros (Lámina II).

b. Geología. Las rocas de campo son lutitas, limolitas y meta-grauvacas, cuyos bancos alternan en un paquete de sedimentos ordovícicos. El rumbo predominante de los bancos es el N-S a N 10-20° e inclinan 40-60° E. (Lámina III).

Se ha reconocido zonas con alteración hidrotermal de tipo sericítico, de distintos grados, acompañada en algunos casos de cuarzo, en cantidades significativas, y también alteración clorítica, subordinada y variable.

La estructura se caracteriza por una combinación mecánica de pliegues y fallas; se ha individualizado un fallamiento 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 además por pequeñas fallas y flexuras, que modificaron también la disposición original de las vetas.

c. Depósitos Minerales. González (1991) ha señalado que se trata de depósitos auríferos vetiformes representados por vetas y venas de cuarzo. Se ha observado varios grupos de ellas, de rumbo preferente N-S e inclinación en general al naciente.

Las vetas portadoras de oro tienen potencias en superficie de varios centímetros a 3,0 m, observándose los valores máximos en una faja silicificada. En las vetas se presentan limonitas y hematita en manchas y agregados, de coloraciones pardas y rojizas oscuras.

En Incahuasi hay por lo menos dos sectores de vetas:

- el Sector Oriental, con varias vetas cuarzosas, de las cuales la más importante, que ha sido objeto de explotación, es la denominada Principal; las otras se hallan al poniente de ésta.

Las vetas y venillas del sector están dispuestas en una faja silicificada de menos de 1,0 a 5,0 m de ancho.

En las grauvacas abundan cubos de pirita de hasta 5,0 mm de lado.

El autor ya mencionado ha interpretado que en la zona hubo una dislocación inicial, que luego se silicificó, reactivándose posteriormente la fractura con un nuevo aporte hidrotermal de escasa magnitud, que originó las últimas vetas.

Al sur de la quebrada del sector, la zona silicificada es más potente, la faja tiene un ancho de 11 a 17,50 m, y su color es bermellón oscuro. Las vetas de cuarzo presentes en ella tienen espesores variables, de hasta 3,0 metros.

- el Sector Occidental ha sido descripto considerando el lugar del llamado Corte Este, donde la veta es de cuarzo blanco cristalino, con abundantes limonitas de color castaño oscuro, y tiene 1,20 m de potencia. Hacia el nordeste, en tramos cortos, hay varias vetas y venas cuarzosas, de rumbos diferentes.

En el lugar del Corte Oeste se observa una veta de cuarzo casi totalmente extraída en una labor, cuyo desarrollo superficial alcanzaba los 35 m y tiene en sus extremidades una potencia de 0,40-0,50 m; está unos 27 m al oeste de la veta del Corte Este.

Otra veta, 13 m al oeste de la anterior, tiene 70 m de extensión y un rumbo N 15°00: ha sido parcialmente extraída.

En un chiflón, la veta tiene 0,50 m de potencia máxima; en esta zona considerada como "fuertemente dislocada", se presentan otras vetas y vetillas acompañantes.

En el corte, unos 10 m al oeste se inicia una zona de características semejantes, de unos 7,0 de ancho, rumbo aproximado N 10°00, donde se ponen de manifiesto tres vetas de cuarzo principales, que se unen al norte de aquél.

En otras labores se ha observado vetas cuarzosas blancas, una de 0,20-0,40 m de potencia y otra de un espesor de 0,20 a 1,50 metros. Varias vetas han sido abiertas por un chiflón, la principal de 0,50 m de potencia.

Una particularidad del sector es que las vetas están desarrolladas en pelitas con alteración sericítica moderada y clorítica suave, y no se han puesto de manifiesto fajas silíceas.

Durante sus investigaciones en el área de la mina, González complementó sus observaciones geológicas de superficie con un muestreo geoquímico de la roca firme, para lo cual recurrió a la ejecución de pequeños pozos de hasta 40 cm de profundidad, con el propósito de obtener muestras de áreas de alteración hidrotermal más conspicua. Una de ellas ha sido el área de alteración central, ubicada en el lugar de la bocamina del Nivel I. Otra, la zona de rocas alteradas del Cortaveta Este, donde se atravesó las vetas y venas de cuarzo de la faja silicificada del sector.

Los análisis de las muestras de ambas áreas no mostraron contenidos de oro en la mayoría de las mismas, una cantidad relativamente baja de ellas arrojó contenidos de hasta menos de 1,0 g/t Au, y para algunas los valores fueron superiores.

Unos 10 km al sur de la mina "Incahuasi", en el mismo ambiente geológico, está el depósito aurífero de la mina "San Antonito", representado por vetas y guías 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°00, sobre otras de 42-45°00 y 86-89°00; en ocasiones inclinan al este.

d. Recursos Minerales. En la mina "Incahuasi", Barber y Martos (1986) señalan que la mineralización aurífera está alojada en las vetas de cuarzo, pero también la hay en la roca encajante.

Estos autores identificaron un Grupo Occidental de vetas de dirección submeridiana, inclinación al este, corrida de 500 m y potencia de 0,50 m; un Grupo Central, de rumbo submeridiano, inclinación variable, corrida de 600 m y potencia de 0,50 m y, un Grupo Oriental, de dirección submeridiana, inclinación variable, longitud de 200 m y potencia de 0,30 m, adoptando para sus estimaciones profundizaciones de 120, 200 y 120 m, respectivamente.

Sobre esa base infirieron la existencia de recursos de 170.000 t, con una ley según antecedentes de 18,7 g/t Au. A esa cifra agregaron 90.000 t de recursos "ocultos", para los que fijaron una ley de 15 g/t Au, sumando así un volumen total de 260.000 toneladas.

Monchablon (1947; en González, 1991) ha indicado para el Nivel IV de la mina, en una corrida de 150 m y un espesor de la veta de 0,50 m, una ley de 43 g/t Au. El mismo autor ha mencionado que el mineral tratado en planta de beneficio, en enero de 1947, tenía una ley de cabeza promedio de 14,21 g/t Au, siendo la ley del mineral de la mina de 17,6 g/t Au.

Chirila (1951; en González, 1991) ha informado que la ley media para 9.000 t de mineral positivo + probable del Nivel V era de 17 g/t Au. Este mismo autor (1954; en González, 1991) ha señalado para otras vetas semejantes, prácticamente vírgenes, valores de 8,0, 12 y 15 g/t Au.

Según la Estadística Minera Nacional (en Angelelli, 1984) 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 milésimas de oro fino, y 825 el de cianuración.

En la mina "San Antonito", el muestreo de piques y socavones afectó vetas de 5,0 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. El contenido medio de plata era de 6,0 g/t, entre vestigios y 48 g/tonelada.

3.1.2. Sierra de Calalaste - Area Aurífera de Oire-Tramontana

El área de interés de la Sierra de Calalaste considerada en la primera selección del ex-Plan NOA I tenía una superficie de 271 km² y fué objeto del reconocimiento regional a escala 1:50.000 y de prospección geoquímica del mismo carácter, siendo posteriormente descartada. Pero teniendo en cuenta los resultados de trabajos más detallados efectuados en el área de Oire-Tramontana, que está enclavada en ella, se estima que convendría tenerla en cuenta para una eventual revisión.

En cuanto a Oire-Tramontana, el seguimiento exploratorio abarcó una superficie de unos 50 kilómetros cuadrados (Lámina IV).

a. Ubicación. Se halla en el departamento de Antofagasta de la Sierra, hacia el oeste, sudeste y sur del Puesto Cortaderita, el que está situado unos 35 km hacia el poniente de la localidad cabecera del departamento. El centro de la parte más conocida, que ahora aparece como de mayor interés, tiene las coordenadas geográficas de 26°12'45"

Sur y 67°41'30" Oeste. La altura absoluta oscila en los 4.000 metros.

b. Geología y Mineralización. En la constitución geológica del área participan: el Esamento ordovícico plegado, representado por micacitas y filitas verdosas, en el que están emplazados un gabro bandeado y serpentinitas (lherzolitas?), 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 esta misma área reveló, en las partes situadas en el NE y el S, contenidos de 0,3-0,5 g/t Au, y en la parte central, sobre una treintena de 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 más bien bajos; por el momento tienen un valor indicativo.

3.1.3. Área de la Sierra de Quebrada Honda

a. Ubicación. En la región occidental de la Puna catamarqueña, departamento de Antofagasta de la Sierra, entre las coordenadas geográficas de 25°30'-25°45' S y 68°08'-68°15' Oeste. Los afloramientos de interés ocupan una superficie de 150 km², longitud meridiana de 24 km y ancho medio aproximado de 6,0 kilómetros.

b. Geología y Mineralización. El núcleo de la serranía está constituido por terrenos eopaleozoicos (Ordovícico) representados por secuencias turbidíticas depositadas en una cuenca de antearco, asociadas a rocas básicas ofiolíticas, en un típico complejo de subducción relacionado con rocas volcánicas del arco magmático de la Puna occidental. En discordancia sobre ellos se han depositado secuencias pefíticas (devónicas?) y sedimentitas clásticas continentales mesozoicas y del Terciario medio, infrayacentes a secuencias volcánicas neogenas, de importante desarrollo regional (Lámina V; Palma et al., 1990).

Los muestreo geoquímicos del ex-Plan NOA I pusieron de manifiesto interesantes anomalías polimetálicas en este bloque paleozoico, donde según Palma (1985) los procesos de mineralización más importantes están vinculados a fenómenos hidrotermales, individualizando en la comarca zonas de alteración y mineralización:

- Mineralización de la faja gábrica; Cu, Pb, Zn, Co, Ag

Las anomalías polimetálicas más importantes se han localizado en la faja gábrica ubicada al poniente de la vega de Cajeros. Este cuerpo tiene una extensión de 80 por 15 kilómetros. La mineralización está formada por manifestaciones vetiformes emplazadas en rocas diácladas, con alteración de la roca encajante, lo que da al cuerpo aspecto de stockwork.

Las venillas son carbonáticas y silíceas, alojan carbonatos

de hierro, sulfuros de cobre y otros no identificados, observándose alteración en sus salbandas.

El diaclasamiento es intenso; el espesor medio de las vetas es de unos 30 centímetros.

Estas zonas mineralizadas están poco representadas en las leptometamorfitas de la faja oriental.

- Zonas de alteración de las andesitas gondwánicas

Se observa anomalías de color en los afloramientos volcánicos asignados al Permotriásico, en los que se ha registrado silicificación, albitización y cloritización.

En este cuerpo se han puesto de manifiesto numerosos focos de alteración hidrotermal, no se ha visto mineralización en superficie, pero hay anomalías de Cu y Mo.

Tanto en lo que se refiere a la faja gábrica como para esta zona alterada hidrotermalmente, no se ha localizado en superficie el foco emisor que ha originado las manifestaciones.

- Depósitos vetiformes de baritina

La presencia de estas vetas fué comunicada verbalmente a Palma por el Dr. E.H.Peralta, pero aquél no logró ubicarlas; estarían en la zona de crucero que forman las fallas de Quebrada Honda y del Portezuelo.

- Niveles de carbonatos

En el flanco occidental de la sierra, sobre el nivel de la falla de Cajeros y en afloramientos saltuarios, se presentan bancos carbonáticos de hasta 3,0 m de espesor, formados por la disolución y precipitación en la zona de pie de monte, de los elementos carbonáticos removilizados del cuerpo paleozoico. Se trata de mantos de escasa extensión superficial, que ya han sido sepultados por los niveles de agradación más jóvenes. Los cuerpos de abanico antiguos están fuertemente consolidados por el aporte carbonático.

3.1.4. Sierra de Famatina - Area polimetálica con oro de Quebrada del Río Colorado /

La Sierra de Famatina se extiende en el centro-oeste de la provincia de La Rioja y representa un distrito minero mejor conocido en esa provincia que en la de Catamarca.

Litoestratigráficamente se caracteriza por la presencia predominante de sedimentitas ordovícicas, que han sido penetradas por granitos devónicos, y ambas formaciones, por pequeños stocks y diques terciarios de composición intermedia a ácida. Además, afloran esporádicamente depósitos continentales neopaleozoicos y en sucesivos niveles aterrazados, conglomerados pleistocenos. Buena parte del área está cubierta por materiales detríticos recientes y actuales.

La estructura muestra bloques alineados meridionalmente y de elevación creciente hacia el oeste, aunque hay zonas deprimidas. Los bloques están delimitados por fallas compresionales inversas de alto ángulo. Se observa un modelo de fracturación que está integrado por dos sistemas, uno de dirección NE-SO y otro de orientación NO-SE, que son los más antiguos; un sistema de mayor expresión regional

de dirección N-S, que ha regulado el magmatismo y las mineralizaciones a escala regional, y por último, un sistema de rumbo latitudinal, que aparece como secundario aunque importante localmente porque en él se emplazan depósitos minerales vetiformes.

La sierra alberga concentraciones minerales de distinto tipo: mineralizaciones centrales diseminadas, o en stockwork, de cobre-molibdeno, que pasan lateral y verticalmente a depósitos vetiformes de oro-plata-cobre, y después de plata-plomo-cinc, con desarrollo amplio de zonas de alteración hidrotermal. También, se presentan depósitos vetiformes de tungsteno, uranio, cobalto y baritina.

Unos 30 km al sudoeste de Tinogasta - Catamarca - hay numerosas manifestaciones polimetálicas, en su mayoría vetiformes. Entre ellas se ha individualizado a las del área que el autor denomina Quebrada del Río Colorado.

a. Depósitos Minerales

En la quebrada del río Colorado se presentan por lo menos tres cuerpos de brecha mineralizados. Dos de ellos conservan sus "sombreros de hierro" (zona de lixiviación-oxidación) mientras que el restante, erosionado por el río, permite observar en superficie los sulfuros constituyentes.

El cuerpo fresco aflora en forma de lente alargado en la dirección N-S, aparentemente inclinado unos 70° (río arriba); tiene una corrida visible de 130 m aproximadamente y su potencia media es de 12 m, con un máximo de 22 m, desapareciendo en ambos extremos bajo el relleno del faldeo. Se trata de una brecha de clastos irregulares, cementados por sulfuros y sílice fina. Los sulfuros observados son: pirita, arsenopirita y calcopirita, con abundantes galena y blenda. Se ha estimado una proporción en sulfuros del 30 al 40 %.

El muestreo orientativo preliminar, consistente de nueve muestras extraídas a intervalos de 15 m, arrojó para esa potencia y en cifras redondas: 4,0 g/t Au, 2,0% Cu, 4,0% Pb y 6,0% Zn; no contiene plata.

Por otra parte, en la misma área, existen numerosas vetas y vetillas; varias de ellas tienen corridas de 100 a 250 m y espesores entre 0,80 y 1,50 m, y son portadoras de una mineralización semejante.

3.2. Manifestaciones y Depósitos de Minerales Metalíferos del Terciario Mio-Plioceno /

En Catamarca puede distinguirse seis grandes focos volcánicos mio-pliocenos que han dado origen a sendos distritos magmáticos volcánicos y/o intrusivo-volcánicos, también metalogénicos, porque esos focos han representado centros de irradiación calórica causantes de múltiples "células de convección hidrotermal", a los cuales cabe asignar procesos de removilización de elementos útiles y redeposición en concentraciones polimetálicas o pirito-auríferas, que conforman sistemas epitermales. Hay otros centros intrusivos devónicos y permotriásicos, que han provocado procesos semejantes, pero de importancia muy subordinada con respecto a aquéllos (Peralta, 1994).

Esos distritos principales son:

- Farallón Negro - Capillitas;
- Cerro Galán - Diablillos;
- Antofalla;
- Cerro Socompa - Cerro Bayo;
- Cordillera de San Buenaventura; y,
- Laguna Verde.

Los distritos de Farallón Negro-Capillitas; la parte norte del de Cerro Galán-Diablillos, que es la de Diablillos; de Antofalla; el área de aparentemente mayor prospectividad del de la Cordillera de San Buenaventura, y de Laguna Verde (que ha sido llamado también de Tres Quebradas o de Salina Verde) son el objeto de tareas por empresas privadas, en grados de avance que van desde la adquisición de derechos hasta las de la fase pre-productiva. Quedan entonces como oportunidades destacables las que ofrecen los distritos de Cerro Galán y de Cerro Socompa-Cerro Bayo.

3.2.1. Distrito del Cerro Galán

El distrito representa una gran caldera volcánica, donde hay una secuencia ácida (riolítica a dacítica) que aparentemente cubre una superficie que puede llegar a los 10.000 km², debido especialmente a su gran aureola ignimbrítica. Entre los años 1989 y 1992, la empresa BHP-Utah puso de manifiesto el carácter de sistemas epitermales de las manifestaciones presentes.

Como se escribió, el área mejor conocida de Diablillos, cuyas características pueden consultarse en un informe anterior del autor (de los Hoyos, 1993) o en la bibliografía que lo sustentó, no se toma en consideración.

Más al sur en el distrito, puede citarse las áreas de Cerro Galán y de Laguna Aparoma.

3.2.1.1. Área de Cerro Galán

a. Ubicación. Se encuentra en la comarca nororiental de los departamentos de Antofagasta de la Sierra y Belén; según información inédita de la Dirección General de Fabricaciones Militares, contenida en un convenio con la Provincia de 1990, puede individualizarse tres sectores: Laguna Diamante, Vega de Aguas Calientes y León Muerto; el primero es actualmente un área de reserva provincial.

El Proyecto Cerro Galán de la Delegación Tucumán de la Secretaría de Minería de la Nación, cuyo objetivo es la búsqueda de depósitos minerales de metales preciosos y básicos (Au, Ag, Pb, Zn y Cu) abarca una superficie de unos 4.200 km², delimitada por las coordenadas geográficas de 25°45' - 26°15' S y 66°15' - 67°00' Oeste.

Según ambas fuentes de información, las alturas absolutas del área son de 3.500 a 5.000 metros.

b. Geología y Mineralización. La comarca está caracterizada por la presencia de rocas de la Faja Eruptiva Oriental (Ordovícico) y volcanitas del Cenozoico. La información de la DGFM indica la de volcanes andesíticos y dacíticos, mantos ignimbríticos de descarga por fracturas anulares y menos volcanismo fisural basáltico del Terciario-Cuar-

tario.

Se ha observado sectores con alteración hidrotermal, manifestaciones piritosas y zonas silicificadas.

3.2.1.2. Area de Laguna de Aparoma

Según la descripción de la DGFM.

a. Ubicación. Se halla en el faldeo occidental de la sierra de Zuriara, departamento Belén, y está delimitada por las coordenadas geográficas de 25°13'-26°20' S y 66°37'-66°41' O, a una altura absoluta media de 4000 metros; su superficie aproximada es de 10.000 ha y se ha distinguido en ella dos sectores: Aguas Calientes y Río Leales.

b. Geología y Mineralización. Participan de la constitución del área cuerpos andesíticos y dacíticos, en partes brechoideos, y coladas de ignimbritas del Terciario superior.

Se observa alteración silíceá en venillas, cuarzo, calcedonia y ópalo, y argilítica, caolinización y sericitización.

Se ha puesto de manifiesto pirita diseminada.

La investigación geoquímica reveló tenores de Au entre 0,05 y 0,20 ppm; de As, hasta 1.500 ppm, y de Bi, hasta 40 partes por millón.

3.2.2. Distrito Cerro Socompa-Cerro Bayo

En Catamarca, ocupa el ángulo noroccidental de la Puna Austral. Se trata de un gran centro volcánico, quizá una caldera, que se extiende sobre todo en territorios salteño y chileno. Se destacan los depósitos de azufre de Volcán del Azufre y Cerro Bayo, y algo al sur el sistema de Agua Escondida, con valores anómalos sorprendentes en Mo y Au, aunque en halos independientes (Peralta, 1994). Salvo en lo que se refiere a los depósitos azufreros, no ha sido objeto de exploración.

3.3. Depósitos Detríticos Auríferos - Area de Yanquenco

En el año 1992, J.M. Heape (1993) llevó a cabo en una primera etapa, la inspección de los sistemas de drenaje que erodan manifestaciones y depósitos auríferos del territorio provincial, abarcando las áreas de Farallón Negro, Culampajá y Papachacra, las zonas de alteración del Ordovícico de la Puna, la mina Incahuasi y los sistemas epitermales de Diablillos.

Como resultado ha señalado que:

- en el área de Farallón Negro, con un sistema de drenaje principal hacia el este y el sur, no se observó la presencia de oro aluvial. En el flanco occidental fué muestreado el drenaje en el río Agua Tapada y se hizo un hallazgo de oro;
- en las áreas de Culampajá y Papachacra los logros fueron más alentadores, obteniéndose hallazgos de oro. No se vió oro en los cauces que drenan hacia el este de ambas áreas, aunque este sistema no puede descartarse en cuanto a la existencia de oro aluvial;
- en los sedimentos coluviales de la Puna puede haber oro procedente

de las vetas de cuarzo del Basamento Ordovícico, pero el clima crea un ciclo erosivo que no es conducente a la concentración de minerales pesados, porque el frío, la aridez y el viento son factores diluyentes también para los depósitos coluviales;

- los de Diablillos, y potencialmente otros sistemas epitermales, pueden haber sido lo suficientemente erodados como para dar origen a depósitos de oro coluvial. Esta posibilidad podría ser examinada mediante la ejecución mecanizada de trincheras, obteniéndose el agua requerida para el tratamiento de pozos taladrados.

En una segunda etapa, dicho investigador llevó a la práctica sendos programas exploratorios limitados en los ríos Culampajá y Agua Tapada -Area de Yanquenco- consistentes esencialmente del muestreo de sedimentos mediante pozos "criollos" distribuidos al azar, de hasta 2,0 m de profundidad, el lavado de batea de las muestras y la documentación de los pozos.

Los resultados logrados pueden resumirse así:

- el muestreo del río Culampajá confirmó la presencia de oro en los sedimentos recientes y en secciones de las terrazas cuaternarias, pero la cuestión de la distribución del oro en los sedimentos recientes no puede resolverse sin un muestreo regularmente espaciado y hasta el lecho rocoso.

La distribución del oro, tanto horizontal como vertical, en el nivel superficial alcanzado indica un retrabajado fluvial por la acción de corrientes esporádicas de corta vida. El flujo ácuico transcurre normalmente con un ancho de 1,0 m y 0,10 m de profundidad; en una inundación normal, el canal se ensancha a 15-30 m y la profundidad se incrementa a 0,50 metros. La anchura media del sistema de drenaje articulado es de 200 m, de modo que la selección anual de la carga de sedimentos de corriente será pequeña.

Hay un cambio de gradiente en el perfil del drenaje, de abrupto en los 25 km superiores, a suave en la sección muestreada. La sección más alta está erodando el Basamento esquistoso aurífero, mientras que la sección más baja está depositando en el sistema de drenaje. La sección más alta, con limitada selección, está por consiguiente diluyendo el oro en transporte hacia abajo. En un clima con lluvias más continuas, la sección más baja sería seleccionada constantemente y aumentaría el potencial de oro aluvial.

En la evaluación de este potencial es de interés conocer si el clima ha devenido más seco desde el último levantamiento del bloque de la Puna.

La sección más alta del río Culampajá puede tener "bolsillos" de sedimentos con suficiente oro aluvial como para interesar a pequeños mineros.

- el río Agua Tapada fluye hacia el oeste de las volcanitas terciarias de Farallón Negro. Los sistemas de alteración - Agua Tapada y otros más pequeños - y el sistema de vetas cuarzo-carbonatadas auríferas de Farallón Negro están en las cabeceras del río. Este sistema de drenaje tenía el potencial para transportar oro aluvial.

Sin embargo, los trabajos efectuados no confirmaron la presencia de oro aluvial en el sistema de drenaje, a pesar que los lugares

res de muestreo fueron ubicados de modo que fuera máxima la posibilidad de hallar el metal. La falta de alguna partícula de oro puede reflejar una fuente primaria con oro fino, típico de los sistemas epitermales con oro diseminado.

Se debe tener en cuenta que la información disponible sobre las áreas de alteración de Parallón Negro es muy limitada. Si los sistemas son portadores de leyes económicas de oro, la ubicación del oro en relación con la erosión y el tamaño de las partículas son cuestiones que necesitan de respuestas en el conocimiento del potencial aluvial.

3.4. Depósitos de Minerales y Rocas Industriales

El autor utiliza esta denominación para referirse a las sustancias minerales que suelen denominarse también minerales no metálicos y rocas de aplicación.

La provincia de Catamarca tiene una potencialidad de estas sustancias digna de consideración, en todo su territorio. Sin embargo, salvo excepciones, su aprovechamiento puede calificarse de insignificante si se lo compara con las amplias posibilidades de desarrollar una extendida actividad minera, e incluso minero-industrial, sustentada por ellas:

El 59% de la producción minera de la Argentina corresponde a estas sustancias, no obstante el aún bajo nivel de adopción de moderna tecnología. Se produce en el país una gran variedad de minerales y rocas industriales para el mercado doméstico. Boratos, bentonita, carbonatos, perlita y rocas ornamentales tienen una producción relativamente significativa y buena parte de la misma es exportada a diferentes países. El 49% de las ventas de exportación de estas sustancias ha correspondido a los boratos, el 8,0% a perlititas, otro tanto a bentonita, y a otras, el 35% (Dublanc et al., 1993).

En este apartado, el autor ha pretendido identificar varias oportunidades que ofrece Catamarca, a las que cabe considerar en general como potenciales, ya que si bien en algunos casos los depósitos han sido objeto de explotación, la nueva producción minera que pudiera desarrollarse debería encararse racionalmente, llevando a la práctica conceptos técnicos y económicos adecuados para garantizar su eficiencia y continuidad.

3.4.1. Boratos

3.4.1.1. Area de Antofalla

a. Ubicación. En la parte occidental de la Puna hay indicios de mineralización de boratos en algunos sectores, generalmente poco accesibles, pero uno de ellos está dentro del Area de Reserva de la Provincia, al sur de la localidad de Antofalla.

b. Geología. Se trata de una mineralización boracífera de origen químico-sedimentario, que impregna series sedimentario-evaporíticas terciarias, generalmente plegadas, típicas de la Puna argentina. No son las "clásicas" playas de ulexita de los depósitos de boratos la-

custres, lo que abre la perspectiva de mayores tonelajes.

c. Mineralización. Existe la posibilidad de poner de manifiesto un depósito de colemanita, quizá acompañada de inyoita o tincal, con leyes importantes a poca profundidad, pues estos minerales raramente afloran en superficie y, en caso positivo, delimitar un bloque de 1,5 millones de t, para una explotación de 500 t/día, a cielo abierto, con una ley media de 15 a 20% de anhídrido bórico (B_2O_3). Estas cifras se manejan tentativamente y para dar una pauta sobre un "blanco" de mínima, ya que el área es amplia y el potencial podría superarlas de un modo significativo.

3.4.1.2. Área de Aguas Calientes

a. Ubicación. Se halla en la parte noroccidental de la provincia, al poniente del volcán de Antofalla y del salar homónimo, cerca del paso limítrofe con Chile de Aguas Calientes.

Los principales condicionamientos geográficos están representados por la distancia y los accesos complicados, ya que se requiere de la construcción de unos 3,0 km de camino de cornisa para pasar el Abra del Volcán; esto es sencillo y casi llano. La estación de ferrocarril más cercana está a 220 kilómetros.

El agua - termal - es abundante.

b. Geología. En la región cercana al Salar de Aguas Calientes afloran estratos terciarios, sedimentario-evaporíticos, plegados en anticlinal, con bancos y/o "papas" de ulexita. En este tipo de depósito, como en el caso del anterior, se reconoce generalmente dos características:

- su potencial de mineralización es siempre superior al de los boratos de formación más reciente (Cuartario);
- la mayoría de los depósitos de tincal, e incluso colemanita, están en la superficie reemplazados por ulexita. Esta suele pasar en profundidad a boratos más valiosos.

c. Mineralización. Hasta el momento se ha individualizado a ulexita. El sector aflorante de forma continua, en el núcleo del anticlinal, cubre unas 4,0 ha, con espesor mínimo observado de 25 m, lo cual garantizaría al menos 1,0 millón de metros cúbicos, o sea, unos 2,5 millones de toneladas. El muestreo del afloramiento reveló leyes bajas (1,0 a 2,0 % de B_2O_3) pero la posibilidad del hallazgo de boratos solubles y su gran extensión (más de 1,5 km^2) son suficientes para considerarlo un prospecto interesante. Como la zona superficial lixiviada o empobrecida es de por lo menos 10 m de espesor, el tonelaje mínimo estaría en el orden de 1,5 millones de toneladas, suficiente para una extracción de 500 t/día durante 10 años, fuera de eventuales ampliaciones.

3.4.2. Sulfato de Sodio

Se han puesto de manifiesto depósitos de esta sal en:

3.4.2.1. 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 Cía. Minera Antofagasta de la Sierra S.A., que ha estado en actividad.

El material útil contiene 80-90% de SO_4Na_2 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.

3.4.2.2. Laguna Verde, al oeste del Salar de Antofalla, en el ángulo noroeste del departamento de Antofagasta de la Sierra, de características semejantes al anterior; se habría cosechado sal en la superficie del salar.

3.4.2.3. Laguna Archibarca, al noroeste de la precedente, donde se registró la mina "Blanca Elena", que fué objeto de explotación en la década pasada; el depósito muestra semejanzas con los anteriores.

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.

3.4.3. Diatomita - Area de Carachi Pampa

Los depósitos se 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 la exploración de 15.000 ha, y la empresa asociada Siogat S.A., para el mismo fin, ha abarcado una superficie de 4.800 hectáreas.

a. Geología. Según Candiani (1990) afloran en el área sedimentitas ordovícicas del Basamento, penetradas por intrusiones paleozoicas, y sedimentos continentales cretácico-eoterciarios. 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 rumbo NO-SE y submeridianos, regularon la formación de los altos estructurales que delimitan las cuencas y ejercieron un marcado control 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.

b. Depósito Mineral. De acuerdo con las observaciones realizadas por Candiani 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.

Las pruebas realizadas en el Laboratorio Nacional de Química sobre un "común" de 30 muestras demostraron que se trataba de una tierra filtrante de alta calidad. En el Instituto Nacional de Vitivinicultura se ensayó 50 t de material tratado previamente en planta piloto, aprobándose como apto para uso enológico.

c. Recursos Minerales. Sobre la base de la exploración de la mina "Pampa", Candiani 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 que clasificó como "reservas positivas" de 15.350 toneladas.

En el sector del depósito que denomina Central, distingue dos zonas:

- Sur. Donde mediante la exploración de una superficie de 1.200 ha, comprobó un espesor medio del manto de 45 cm y un encape de 17 cm de espesor medio. El volumen de material que estimó es de 1.620.000 t, clasificadas como "positivas", y

- Norte. Aquí previó una exploración semejante sobre una superficie de 4.000 hectáreas. Mientras tanto, según observaciones que indicaban un espesor del manto a la vista de 20 cm y extrapolando en profundidad otros 20 cm, estimó reservas positivas de 840.000 t, y probables de 840.000 t, sumando así 1.680.000 toneladas.

3.4.4. Perlita

Los recursos de esta roca vítrea volcánica liviana, de composición riolítica, aparecen como importantes en el departamento de Antofagasta de la Sierra, particularmente hacia el sudoeste de la comarca de Antofalla.

Si se tiene en cuenta la definición de perlita, en sentido comercial, de Langford (1979) "perlita 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 movilizados a temperaturas entre 760 y 1.100 °C", se abre un campo amplio para rocas volcánicas que satisfagan esas características.

3.4.5. Mármol Onix

3.4.5.1. Cantera "Inca"

a. Ubicación. Se halla 16 km al ESE de la localidad de Antofagasta de la Sierra, en el borde oriental de la cuenca Carachi Pampa-Antofagasta.

b. Geología. De acuerdo con Jurado Marrón (1978) 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 piroclásticas.

El Basamento está intensamente deformado, con una alineación meridiana de las estructuras.

c. Depósito Mineral. Ha sido reconocido sobre una superficie de 20 ha y está representado por dos bancos principales, de rumbo predominante NE-SO e inclinaciones desde subhorizontales a 32°NO, 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 banco inferior es el que tiene el material de mejor calidad, de estructura masiva y coloración amarilla pálida a verde amarillenta, observándose venillas de coloración rojiza, debido a la presencia de óxidos de hierro. El banco superior contiene muchas impurezas y oquedades con calcita.

b. Recursos Minerales. Los recursos identificados - demostrados e inferidos - estimados por dicho autor eran de 256.000 toneladas para ambos bancos.

3.4.5.2. Cantera "Mónica"

a. Ubicación. Se encuentra a 6,0 km de la cantera "Inca" y a 22 km al ESE de Antofagasta de la Sierra, en el paraje Aguas Blancas.

b. Geología. El depósito se inserta en el mismo ambiente geológico de la anterior, y ambos pueden ser relacionados con una misma cuenca alargada en la dirección latitudinal.

c. Depósito Mineral. Jurado Marrón (1978) 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 cm. Por lo común, el ónix tiene una estructura masiva y es de coloración verde amarillenta, existiendo también una variedad rosada - en el sector de La Curva - y además, capas alternantes de óxidos de hierro.

El sector de Mónica tiene recursos muy limitados, en el de La Curva la mineralización abarca unas 5,0 ha, y en el de La Pepa se trata de 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 volumen, al igual que el de La Pepa, donde por añadidura es de calidad inferior.

d. Recursos Minerales. Jurado Marrón infirió para el sector La Curva un volumen de recursos de 77.280 toneladas.

3.4.5.3. Cantera "Laurita"

a. Ubicación. Corresponde al departamento de Tinogasta y se halla en el borde suroriental 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

b. Geología. En la constitución geológica del área participan: esquists 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 piroclastitas, y por último, la cobertura sedimentaria moderna.

c. Depósito Mineral. Está representado por un banco de ónix, reconocido en una superficie de 1,6 ha, de rumbo preferente NE-SO e inclinación suave tanto hacia el NO como el SE, cuya potencia es de 1,20 a 1,40 m, y que se presenta intercalado en niveles clásticos, piroclásticos y calcáreos impuros.

El ónix es de coloración gris azulada, de la variedad "Celeste Andino", y también hay 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

d. Recursos Minerales. Jurado Marrón ha inferido recursos de casi 44.000 t, considerando sólo el ónix de mejor calidad.

3.4.6. Cuarzo y Arenas Silíceas

3.4.6.1. Area de Mutquín - Cuarzo

a. Ubicación. Al poniente del cordón de Ambato, en el departamento Pomán, entre las localidades de Mutquín - distante 180 km por camino de la ciudad de S.F. del V. de Catamarca - y Rincón, hay varias pertenencias mineras, que pueden agruparse así:

- Grupo Mutquín, minas San Alfredo y María Arsenita, que se encuentran 2,0 km al este de la localidad de Mutquín;
- Grupo Cerro Blanco, minas Quijo Huasi y La Esperanza, que se hallan 12 km al este de la localidad de Siján; y,
- Grupo Michango, mina Don Luis, 16 km al este de Siján.

b. Geología. Estos depósitos forman parte del denominado "Cuerpo cuarzoso hidrotermal de Mutquín-Cerro Blanco" (González Bonorino, 1978) ubicado en el faldeo occidental de la Sierra de Ambato.

Dicho cuerpo tiene una dirección aproximadamente meridiana, una longitud cercana a los 10 km y un ancho en su parte media de 1,5 km; se halla en parte entre los esquistos y el stock granítico de El Manchao. Esta compuesto esencialmente de cuarzo con cantidades variables de feldespatos potásico, plagioclasa y muscovita. El primero predomina en la parte central del cuerpo, mientras que hacia los extremos aumenta relativamente la proporción de los otros. También en el mismo sentido se incrementa el grado de fracturación y alteración de la roca, observándose un moderado porcentaje de material fino, en parte compuesto de montmorillonita, caolinita y sericita.

La extensión del cuerpo mineral, aun considerando sólo la parte central cuarzosa más aprovechable, garantiza la provisión de un volumen muy considerable de material.

c. Características Tecnológicas. El muestreo y las investigaciones llevadas a cabo por el CIIM en 1992, mostraron que:

- las muestras de cuarzo obtenidas de las minas mencionadas pusieron de manifiesto, en la totalidad de ellas, que las cantidades de caolinita son insignificantes y no merecen ser tenidas en cuenta para un estudio tecnológico sobre el aprovechamiento de ese material;
- las investigaciones mostraron que el material cuarzoso es apto como materia prima de excelente calidad para la industria cerámica y la del vidrio;
- el cuarzo se presenta fuertemente fracturado, triturado y hasta molido, lo que podría traducirse en un ahorro significativo en los costos de molienda y una ventaja comparativa en relación con otros depósitos del material.

3.4.6.2. Area de Cerro Azul - Arenas Silíceas

En la zona de Cerro Azul, nordeste del departamento de Tinogasta, se han localizado y estudiado arenas eólicas cuarzosas de alta pureza. Los análisis han arrojado resultados de hasta 99,9% de SiO₂ y los ensayos realizados en Japón y Australia han permitido clasificar al material como uno de los más puros del mundo aptos para la fabricación de fibras ópticas.

3.4.7. Mica

Los reconocimientos efectuados por la DPM-Catamarca, a cargo de H. Jurado Marrón, han permitido individualizar algunos grupos interesantes de depósitos de mica en cuerpos pegmatíticos de los departamentos Ambato y Capital.

3.4.7.1. Grupo Choya-La Aguada.

La mayor distribución de las pegmatitas se observa en las estribaciones media y baja de la sierra del Colorado, entre los parajes La Gruta y Quebrada de La Aguada. Se hallan a pocos kilómetros de la capital provincial hacia el norte y el acceso a los depósitos es por la antigua ruta a El Rodeo. Desde los kilómetros 5,0 y 8,0 se llega a los afloramientos por sendas.

Los cuerpos pegmatíticos son relativamente pequeños, la mica está bien desarrollada, aunque los defectos de crecimiento reducen bastante el área útil de las "planchas".

Los filones muestran distintos grados de explotación "al piquén", llevada a cabo en las partes más accesibles.

El grupo tiene posibilidades aceptables por su ubicación geográfica y el acceso por la ruta mencionada.

3.4.7.2. Grupo Los Talas-Colpes

Este grupo se encuentra en el faldeo oriental de la cumbre Los Talas, entre Los Talas y Los Varela, accediéndose a él por sendas desde la ruta provincial.

Los cuerpos pegmatíticos están alojados en granito y en áreas de fuerte migmatización, y muestran un buen desarrollo del núcleo cuarzoso; son lentiformes, su corrida varía de 5,0 a 20 m y su potencia entre 1,0 y 5,0 metros. El rumbo general es N-S e inclinan 50°.

Las pegmatitas en granito son comúnmente de escasas dimensiones y de contornos sinuosos.

La mica muestra deformaciones mecánicas y aunque tiene un desarrollo escaso aparece como de excelente calidad.

De las nueve pegmatitas relevadas, dos de los depósitos ofrecen perspectivas interesantes aunque limitadas.

3.4.7.3. Grupo La Puerta-Huaycama

Se ha relevado 27 pegmatitas en un área de aproximadamente 128 km², en su mayor parte situadas en el faldeo occidental de la depresión del Río del Valle, otras se hallan en el faldeo oriental. El acceso a la zona es por la ruta provincial y desde ella, por sendas a pie o lomo de bestia hasta los afloramientos.

Los cuerpos pegmatíticos son lentiformes y tabulares, su longitud varía de pocos metros hasta el centenar (mina El Porvenir), el espesor oscila entre 0,50 y 6,0 m, habitualmente en el extremo norte del filón. La orientación más frecuente es la N-S a N 20°; la inclinación es variable, desde subhorizontal hasta subvertical (al oeste) a excepción de dos minas ubicadas en Sierra Graciana, donde la inclinación al este es concordante con la foliación de la roca de caja.

Los cuerpos de mayores dimensiones son predominantemente cuarzosos, en cambio algunos filones lentiformes de menor tamaño son feldespáticos y con fuerte participación de la muscovita.

Las variedades comerciales de la muscovita son la semiclara y la semimanchada, el desarrollo de cuyos cristales puede alcanzar el de planchas hasta el grado 3. La mayoría de los depósitos presentan paquetes pequeños de óptima compactación y buena calidad (semiclara y rubí claro).

Pese al laboreo de los depósitos existen varios cuerpos potentes con recursos atractivos. La explotación se ha realizado sólo en las partes accesibles y superficiales, sin profundizar en los filones.

La mayoría de los cuerpos pegmatíticos presentan un favorable desnivel topográfico para desarrollar nuevas labores de explotación o proceder al desbroce y reacondicionamiento de antiguas labores.

3.4.7.4. Grupo Pomancillo-Sierra de Fariñango

La mayor cantidad de afloramientos está ubicada entre la cumbre de Fariñango y los alrededores del puesto Los Nichos, mientras que en las áreas comprendidas entre Collagasta y Pomancillo sólo hay tres depósitos de cierta importancia. En el primer caso, el acceso se hacía desde La Puerta a lomo de bestia; en el segundo, a pie por el monte.

Se relevó 18 cuerpos pegmatíticos, todos ellos con labores que van desde destapes hasta rajos, trincheras y galerías. La superficie que abarcan es de aproximadamente 108 kilómetros cuadrados.

Las características de los depósitos en cuanto al tipo de pegmatita, mineralización, rasgos físicos y estructurales, relación con la roca encajante y labores, son semejantes a las del grupo anterior.

Casi la totalidad de las pegmatitas ha sido objeto de explotación "al pirquén"; en la mayoría de los casos son cuerpos pegmatíticos pequeños, que deberían ser explotados en conjunto para brindar recursos de alguna consideración. Dentro del grupo existen tres cuerpos de regular importancia por sus dimensiones, de los cuales uno está situado en Pomancillo y dos en Paya Huayco, todos ellos de fácil acceso y próximos a la ruta provincial n° 22.

3.4.8. Calizas

Ludueña et al. (1979) efectuaron estudios de estos materiales en la parte sudeste de la provincia, por encargo del CFI.

La zona de trabajo estuvo delimitada por estas coordenadas geográficas: 28°30' a 29°40' S y desde el límite con Santiago del Estero (entre 65°00' y 65°10') hasta los 65°40' oeste, conformando un rectángulo de unos 130 km en la dirección N-S por 56 km en la E-O, de una superficie de aproximadamente 7.280 km²; se incluyó así áreas de varios departamentos de esa región sudoriental. Por ubicación geográfica, se individualizó cuatro grupos, que de norte a sur son los siguientes:

- Grupo Albigasta;
- Grupo Icaño;
- Grupo El Divisadero;

- Grupo Las Peñas-Esquiú.

Más al norte hay otros depósitos.

La infraestructura fué calificada de aceptable ya en ese año.

3.4.8.1. Geología. En la parte sudeste de la provincia se destaca como principal elemento morfológico el cordón montañoso de la sierra de Ancasti-El Alto, que integra el sistema de las Sierras Pampeanas.

Según la información disponible, la composición litológica está conformada fundamentalmente por rocas del Basamento cristalino. En el cuadro estratigráfico predominan formaciones del Paleozoico inferior, las más antiguas son las metamorfitas de las Formaciones Ancasti, Sierra Brava y El Portezuelo y las intrusiones granítico-granodioríticas y diques pegmatíticos y aplíticos de la F. La Majada, cuya edad sería cambro-silúrica. En discordancia sobre el Basamento se presentan restos de una cubierta sedimentaria pérmica (F. La Antigua) poco significativa. También en discordancia se observa el Terciario (F. El Portillo) principalmente areniscas y limolitas con yeso. Finalmente, el Cuartario, representado por depósitos conglomerádicos, limoarcillosos y loésicos.

Las calizas cristalinas (F. Sierra Brava ?) integran el Basamento metamórfico y forman cuerpos generalmente concordantes (localmente pueden presentar discordancias tectónicas). Los bancos son de morfología diversa, con predominio de la lenticular; sus dimensiones son variables y a menudo presentan una intrincada interestratificación con rocas de caja, especialmente anfibolitas.

3.4.8.2. Recursos Minerales. Los recursos determinados al año 1979 y clasificados como reservas probables por los autores mencionados, redondeando cifras y por sectores, han sido estos:

Sectores (de Norte a Sur)	Toneladas	
	Totales	Recuperables estimadas
- La Loma	333.600	133.500
- Ben Hur	8.691.000	4.345.600
- Río Bazán	1.386.000	901.000
- La Aguadita o El Divisadero	567.000	453.600
- El Chaparral	253.000	177.200
- La Montosa	73.700	51.600
- El Zanjón	239.000	167.000
- La Esperanza o El Porvenir	1.261.400	883.000
Varios Cuerpos	1.356.000	949.000

3.4.9. "Granito Negro" - Areas de Fiambalá y Chuquisaca

En un área de la parte sur de la sierra de Fiambalá y en

otra situada en Chuquisaca, unos 60 km al norte de la primera, en el departamento Tinogasta, afloran grandes cuerpos de gabbro, cuya coloración varía del gris mediano al oscuro.

La roca se denomina industrial y comercialmente "granito negro"; hasta hoy no se han puesto de manifiesto en la Argentina cuerpos del "negro" absoluto.

3.4.10. Materiales para la Construcción

En Catamarca puede obtenerse prácticamente todos los materiales necesarios para la construcción, de utilización directa, o indirecta, a través de la fabricación de productos procedentes de sustancias minerales de amplia difusión.

Sólo para la construcción de 1.600 viviendas en el bienio 1994-1995, por el Instituto Provincial de la Vivienda y según sus planes, hay que asegurar la provisión de:

- ripio	22.240 m ³
- arena	36.000 m ³
- cemento	10.240 t
- cal	3.360 t
- ladrillos cerámicos	4.320.000 unidades

Por consiguiente, para una demanda prevista de 25.000 viviendas, se requerirá de:

- ripio	347.500 m ³
- arena	562.500 m ³
- cemento	160.000 t
- cal	52.500 t
- ladrillos cerámicos	67.500.000 unidades

El material para la construcción denominado "toba volcánica" debería ser tenido en cuenta a la hora de planificar obras en las que podría ser utilizado con ventajas técnicas y económicas, en dependencia de la ubicación de aquéllas.

El rubro de los materiales volcánicos merece ser tenido en cuenta por la amplia difusión de los testimonios de la actividad volcánica en el territorio provincial, especialmente en la región puneña. En lo que respecta a las tobas, que son rocas piroclásticas de grano fino, originadas en la consolidación de cenizas volcánicas, tienen una amplia representación, su aplicación a la construcción de viviendas ha sido comprobada. En el mes de enero de 1985, en la localidad de Piedra del Aguila, Neuquén, se puso en marcha la primera explotación mecanizada de alta producción de "toba volcánica" en América Latina.

El Centro de Investigaciones para las Industrias Mineras (CIIM, actualmente en la órbita del INTEMIN) ha investigado la posible utilización de la toba como material cerámico. Se estudió diversas composiciones, con un porcentaje creciente de toba, de hasta un 25%. Los resultados obtenidos demostraron la posibilidad de reemplazar cuarzo y feldespatos por tobas, sin que se produzcan alteraciones negativas en la microestructura final y por consiguiente en las propiedades físico-químicas y tecnológicas del cuerpo cerámico. Además, se comprobó que con el agregado de toba a la composición es posible

gresificar la pasta a menor temperatura, lo cual implica un ahorro energético importante.

-0-

CAPITULO IV - CONSIDERACIONES TECNICAS Y ECONOMICAS

1. Conceptos Elementales

Una cuestión que puede irse contemplando, aun en el grado de conocimiento muy preliminar disponible, es la de si las características de las oportunidades identificadas, basadas tanto en información cuantificable como, en buena parte, en consideraciones no mensurables, intangibles, tienen una viabilidad aceptable

Este análisis previo es bastante especulativo, no puede dejarse de recordarse que cada proyecto representa un caso o problema "único", pero puede servir para ir jerarquizando las oportunidades y, si se decide llevar a cabo un "seguimiento exploratorio inicial" para delimitar los "blancos" más atractivos, establecer la metodología de investigación más adecuada, con la implicancia consiguiente en la economía del proceso.

Para apreciar el potencial del depósito mineral se suele hacer estimaciones sobre una base anterior a los impuestos, a los resultados o valores anteriores se aplica la carga de impuestos, para ver cómo se presenta el proyecto desde el punto de vista específico del negocio involucrado.

Presentadas las oportunidades, ahora interesa determinar, en el nivel de orden de magnitud, el potencial de las mismas. Quien quiera, y en disponibilidad de datos más o menos precisos sobre la carga impositiva, puede hacer el ensayo sobre el comportamiento de los flujos de caja, para establecer la perspectiva del negocio. Sin embargo, en estos momentos se está verificando en el país un proceso de cambio de criterios y normas, que se refiere tanto al orden nacional como al regional, que recién cuando llegue a su fin permitirá conocer la carga de impuestos que corresponde, en general y para cada caso. Actualmente, el autor opina que esa carga estaría globalmente alrededor del 30-35% del beneficio imponible. Pero dado el carácter de las estimaciones que emplea como ejemplos de criterios aplicables para llevar a la práctica lo que bien puede llamarse "pre-evaluación de viabilidad", ha preferido adoptar una tasa de descuento del 12% y una tasa de retorno del 30%, para absorber en las estimaciones los riesgos de la actividad y al menos una buena parte de la carga impositiva, a pesar que su magnitud pueda merecer objeciones porque su aplicación podría hacer que se escaparan "entre los dedos" proyectos erróneamente descartados como inviables.

Para tomar una precaución sobre tal posibilidad, uno de los recursos es darle prioridad en la exploración a aquellos proyectos en los que el "coeficiente de rentabilidad" resultante de la relación entre el valor actualizado neto globalizado de los flujos de caja en el punto cero - de arranque - del proyecto y la inversión en ese punto, también actualizada si se la haría en un plazo superior a los dos años, sea igual o mayor de 1,0, y al mismo tiempo, dejar pendiente de reconsideración a aquellos en los que ese índice sea de 0,8 o mayor, hasta 1,0.

A falta de mayores explicaciones, que trascenderían el carácter de este informe, cabe dar algunos ejemplos.

CASO A - El Area Aurífera de Diablillos

El área de Diablillos está en la parte nororiental de la Puna Austral, entre los salares de Diablillos y de Hombre Muerto, al sudeste del cerro Ratonces y al norte del cerro Galán, en el departamento de Antofagasta de la Sierra, a una altura absoluta de unos 4.000 metros. La parte central tiene como coordenadas geográficas los 25°20'S y los 66°50' Oeste.

La descripción geológica puede consultarse en un informe anterior del autor (de los Hoyos, 1993) de ella puede rescatarse que la empresa BHP-Utah habría puesto de manifiesto un volumen de recursos de 4,5 millones de t, con leyes de 2,4 g/t Au y 60 g/t Ag, explotables a cielo abierto, estimando un potencial de al menos 10 millones de t, de calidad semejante.

Por consiguiente, puede especularse sobre un proyecto sustentado en un depósito epitermal de oro y plata diseminados, con 10 millones de t recuperables (R), susceptible de ser explotado a cielo abierto, con tratamiento del mineral mediante lixiviación en pilas.

Las leyes pueden referirse a oro equivalente, según este cálculo:

Metal	Precio u\$s/oz	Rel.de precios	Recuperación	Rel.de recup.	Coefficientes de transferencia
Oro	365	1	70	1	$K_1 = 1 \times 1 = 1$
Plata	4,450	0,012:1	50	0,71:1	$K_2 = 0,012 \times 0,71 = 0,0085$

$$\text{Ley Au eq.} = 2,4 \text{ g/t} \times 1 + 60 \text{ g/t} \times 0,0085 = \underline{2,9 \text{ g/t}}$$

Entonces, el contenido recuperable de oro eq. puede estimarse en 2,0 g/tonelada.

La vida óptima de explotación (VOE) en años, puede determinarse empleando la fórmula de Taylor (1977; en Mackenzie, 1985):

$$\begin{aligned} \text{VOE} &= 6,5 (\text{Reservas, mill.t})^{0,25} (1 \pm 0,2) \\ &= 6,5 \times 10^{0,25} (1 - 0,2) \\ &= 6,5 \times 1,78 \times 0,8 = 9,26 \text{ años, aprox. } \underline{10 \text{ años}} \end{aligned}$$

El ritmo óptimo de producción (ROP) considerando 300 d/año, es:

$$\text{ROP} = \frac{10.000.000 \text{ t}}{300 \text{ d/a} \times 10 \text{ a}} = 3.333 \text{ t/d, aprox. } \underline{3.500 \text{ t/d}}$$

Los otros parámetros de la estimación son estos:

Inversión (INV)	= u\$s 12 millones
Costo de Producción (CP)	= u\$s 13/t
Precio del oro (ex-mina)	= u\$s 10,5/g
Factor de actualización (12%; 10 años)	= 0,322
Factor del valor presente acumulativo (30%; 10 años)	= 3,092

El Valor Actual Neto (VAN) es el siguiente:

$$\begin{aligned} \text{VAN} &= R (\text{VR} - \text{CP}) \text{FA} \\ &= 10.000.000 \text{ t} (\text{u}\$s 21/\text{t} - \text{u}\$s 13/\text{t}) 0,322 \\ &= \text{u}\$s 25.760.000 \end{aligned}$$

El Coeficiente de Rentabilidad (CR):

$$\text{CR} = \frac{\text{VAN}}{\text{INV}} = \frac{\text{u}\$s 25.760.000}{\text{u}\$s 12.000.000} = 2,1$$

El Valor Recuperable (VR') necesario para lograr la tasa de retorno del 30% puede calcularse a partir de la fórmula por la cual se determina el factor de valor presente acumulativo (FVPA):

$$\text{FVPA} = \frac{\text{INV} \times \text{VP}}{\text{VN}}$$

donde,

INV : inversión
VP : vida del proyecto
VN : valor neto

reemplazando en la fórmula $\text{VN} = R (\text{VR} - \text{CP})$, queda

$$\text{FVPA} = \frac{\text{INV} \times \text{VP}}{R (\text{VR}' - \text{CP})}$$

trasponiendo términos y calculando, se obtiene:

$$\begin{aligned} \text{VR}' &= \frac{\text{INV} \times \text{VP}}{\text{FVPA} \times R} + \text{CP} \\ &= \frac{\text{u}\$s 12.000.000 \times 10 \text{ años}}{3,092 \times 10.000.000 \text{ t}} + \text{u}\$s 13/\text{t} \\ &= \text{u}\$s 16,88/\text{t} : \text{u}\$s 10,5/\text{g} = 1,6 \text{ g/t Au eq.} \end{aligned}$$

Sobre esta base, el lector interesado puede analizar la sensibilidad del proyecto según distintas variables.

De acuerdo con este resultado podría avanzarse en el proceso de exploración en el área de Diablillos. Obsérvese que si el "modelo" adoptado tuviera traducción en la realidad, la tasa de retorno sería de un 66%:

$$\text{FVPA} = \frac{\text{u}\$s 12.000.000 \times 10 \text{ años}}{\text{u}\$s 80.000.000} = 1,5$$

Factor que corresponde a esa tasa.

CASO B - Area Polimetálica con Oro de Quebrada del Río Colorado (véase Cap.III, ap.3.1.4.)/

De acuerdo con observaciones e inferencias, la brecha contendría unas 350.000 t de mineral hasta los 100 m de profundidad. Pero falta examinar otros cuerpos y las vetas principales, por lo cual aparece como razonable especular sobre la posibilidad de poner de manifiesto un volumen de mineral recuperable de 1,0 millón de toneladas, que con las leyes señaladas en el apartado mencionado, tendría un valor contenido en la tonelada de concentrados de unos u\$s 100; por consiguiente, planteado el "blanco", puede analizarse sus perspectivas.

Los parámetros de la estimación son los siguientes:

- mineral recuperable	: 1,0 millón t
- valor recuperable en concentrados	: u\$s 100/t
- vida del proyecto	: 9,0 años
- capacidad de operación	: 400 t/d
- inversión (minado subterráneo y planta de flotación)	: u\$s 7,0 millones
- costo de producción	: u\$s 60/t
- factor de actualización (12%; 9,0 años)	: 0,3606
- factor de valor presente acumulativo (30%; 9,0 años)	: 3,019

Siguiendo los criterios del caso anterior, resulta:

$$VAN = R (VR - CP) FA$$

$$= 1.000.000 \text{ t} \times \text{u}\$ 40/\text{t} \times 0,3606$$

$$= \text{u}\$ 14.424.000$$

$$CR = \frac{VAN}{INV}$$

$$= \text{u}\$ 14.424.000 : \text{u}\$ 7.000.000 = 2,0$$

Para una tasa de retorno del 30%, el valor contenido por tonelada de concentrados (VR') tiene que ser este:

$$VR' = \frac{INV \times VP}{FVPA \times R} + CP$$

$$= \frac{\text{u}\$ 7.000.000 \times 9,0 \text{ a}}{3,019 \times 1.000.000 \text{ t}} + \text{u}\$ 60/\text{t}$$

$$= \frac{63.000.000}{3.019.000} + 60$$

$$= \text{u}\$ 81$$

El área se presenta como interesante a la luz de estas especulaciones.

CASO C - Aluviones Auríferos - Area de Yanquenco (véase Cap.III, ap. 3.3.)

Si se plantea una operación reducida, el empleo de pala hidráulica y bulldozer, y una planta con trommel, jigs y sistema de amalgamación, más una cinta transportadora para los relaves, se define las "reglas del juego", ya que son varias las alternativas que ofrecen estos depósitos, tanto en cuanto a su magnitud como a las características del equipamiento. Se sigue así la información de Stephan (1991) actualizando sus datos, porque la literatura sobre el tema es frondosa y variada, y para el fin orientativo que se persigue se estima suficiente.

Los parámetros adoptados para esta pre-evaluación son estos:

- volumen explotable	: 1.000.000 m ³
- capacidad de operación	: 40 m ³ /h
- vida del proyecto	: 8,0 años
- inversión estimada	: u\$s 850.000
- costo de producción	: u\$s 2,50/m ³
- precio del oro ex-mina (previendo la mezcla de partículas cuarzosas y otras en el oro obtenido)	: u\$s 9,40/g

Según Kempff (1987) para determinar el contenido mínimo en el aluvión puede procederse así:

- costo de producción : u\$s 2,50/m ³ : u\$s 9,40/g	= 0,266 g/m ³
- costo de capital : u\$s 850.000 : 1.000.000 m ³	
= u\$s 0,850/m ³ : u\$s 9,40/g	= 0,090 g/m ³
- costo financiero : (u\$s 850.000 x 0,12 x 8,0 a) / 1.000.000 m ³	
= u\$s 0,816/m ³ : u\$s 9,40/g	= 0,087 g/m ³
- costo total : 0,266 + 0,090 + 0,087	= <u>0,443 g/m³</u>

Quiere decir que para un "blanco" de 1,0 millón m³ se debería contar con un tenor recuperable por encima de los 0,400 g/metro cúbico.

Para la "evaluación preliminar" de pequeños proyectos de explotación de placeres, Richardson y Malmstroem (1987; en Stephan, 1991) han propuesto algunas fórmulas, de las cuales se emplea aquí una, con el fin de establecer el tenor del aluvión:

$$T = \frac{5 \times I}{R} + C$$

donde,

T : tenor de oro, en u\$s/m³

I : inversión, en u\$s

R : reservas, en m³

C : costo de producción, en u\$s/m³

Calculando se llega a este resultado:

$$T = \frac{5 \times \text{u}\$s 850.000}{1.000.000 \text{ m}^3} + \text{u}\$s 2,50/\text{m}^3 = \text{u}\$s 6,75/\text{m}^3$$

de otra forma,

$$\text{u}\$s 6,75/\text{m}^3 : \text{u}\$s 9,40/\text{g} = 0,718 \text{ g}/\text{m}^3 \text{ Au}$$

Si el precio ex-mina fuera de u\$ 10/g, resulta:

$$\text{u}\$s 6,75/\text{m}^3 : \text{u}\$s 10/\text{g} = 0,675 \text{ g}/\text{m}^3 \text{ Au}$$

Un tenor de alrededor de 0,700 g/m³ Au sería el que garantice una rentabilidad satisfactoria del proyecto.

2. Miscelánea Final

Se ha tratado de seleccionar oportunidades referidas a minerales que tienen aceptación en el mercado, falta establecer la relación favorable con sus depósitos (véase de los Hoyos, 1993).

2.1. El tema de los aluviones auríferos del área de Yanquenco merece algunas otras consideraciones, debido a la posibilidad de instalar allí una interesante actividad comarcal.

Sobre la base de las conclusiones que le indujeron sus trabajos, Heape (1993) ha recomendado la ejecución de un programa de muestreo para el río Culampajá, dividido en dos etapas:

- etapa 1

- mapeo. Compilación de planos a escalas 1:5.000 y 1:2.500, con el empleo de plancheta. Las características a levantar incluyen el curso de agua activo, los canales de inundación, las terrazas recientes y el borde de las dunas arenosas y terrazas antiguas; las paredes de cañones y la composición litológica; tributarios y la extensión de la depositación aluvial significativa;

- laboreo superficial. Trincheras o series de pozos "criollos" atravesando el canal reciente, para obtener un perfil de la sedimentación. La profundización necesaria puede ser demasiado grande para el poceo y se requeriría entonces del empleo de una excavadora o retroexcavadora;

- muestreo. Mediante canaletas verticales en las paredes de los pozos, a intervalos de 1,0 m; pozos o muestras cada 10 m, transversalmente al drenaje.

- etapa 2

En dependencia de los resultados de la etapa 1, podría desarrollarse un programa de mayor envergadura, densificando las excavaciones donde el laboreo anterior puso de manifiesto las zonas más promisorias para la concentración de oro.

La primera etapa indicaría si la selección de los materiales requerida para la concentración está presente en el drenaje y //

orientaría sobre las dimensiones de la zona susceptible de evaluación económica.

Dicho autor recomienda además:

- la extensión del muestreo en el río Culampajá, hasta el área de origen de más arriba;
- el muestreo preliminar más completo de Agua Tapada, hacia el área de origen. Si fuera posible, el del lecho rocoso ("bed rock").

Y una segunda etapa de muestreo, empleando maquinaria hasta llegar al lecho rocoso, en conjunción con un "rocker" para procesar muestras pequeñas (40 kg) según las indicaciones del muestreo preliminar en cuanto a la existencia de oro aluvial.

Un programa de este alcance estaría más allá del interés de los lavadores artesanales, pero podría suscitar las expectativas de pequeñas empresas dispuestas a financiar tal exploración.

El autor del presente informe estima atinados los trabajos realizados y las recomendaciones formuladas por Heape, cuya sola descripción resumida muestra que el conocimiento alcanzado del área es aún bastante elemental, de modo que habría que avanzar de la forma propuesta, tanto en el detallamiento de los trabajos como en su extensión. Esta consideración incluye la investigación de las fuentes primarias de los materiales, en el caso de Agua Tapada, para determinar entre otras cosas la presencia de oro fino y si así fuera, hacer el correspondiente replanteo de la situación. Y dicho sea de paso, en el de Culampajá, el estudio del área de depósitos vetiformes auríferos que se extiende más allá de las cabeceras del río, pues no puede descartarse la posibilidad de desarrollar una actividad minera que abarque esos depósitos y los de oro aluvial.

Por otro lado, si se trata de los lavadores artesanales, puede pensarse en una "cooperativización" de sus actividades, con el apoyo inicial del Estado para su equipamiento y desenvolvimiento, incluyendo la comercialización del metal.

En cuanto a las posibilidades de la intervención de pequeñas empresas, ella puede ser considerablemente facilitada poniendo en juego la instrumentación financiera que ha previsto la Secretaría de Ciencia y Tecnología de la Nación (SECYT) con el apoyo del Banco Interamericano de Desarrollo (BID) comenzando por el Programa de Investigación y Desarrollo.

2.2. La provincia de Catamarca tiene una potencialidad considerable en minerales evaporíticos, tanto en salinas y salares como en series sedimentario-evaporíticas del Terciario. Algunos de estos minerales han alcanzado gran importancia comercial, por ejemplo los boratos, y en bastante menor grado y esporádicamente, el sulfato de sodio, de los cuales ha sido un buen cliente el Brasil.

El mercado de los minerales de boro y sus derivados está en expansión y el del sulfato de sodio experimenta alguna declinación, compensada por el material subproducto (desecho industrial).

El borato de sodio (tincal) por ejemplo, es un producto argentino, cuyas manifestaciones más conspicuas se presentan en la cuen

ca Tinkalayu-Sijes-Claro (Salta y Jujuy). Sin embargo, investigadores de la Delegación Tucumán de la SMN han señalado que en territorios de Catamarca y Salta, hacia el oeste, se encuentra una cuenca semejante inexplorada, portadora de boratos.

El sulfato de sodio ha sido también un producto nacional, muy común en la Puna, y está afectado por dificultades comerciales, debidas al alto costo del transporte hasta las áreas industriales.

La solución de este problema, junto con la de los que presenta la infraestructura en las regiones más alejadas, especialmente los accesos, debe ser una prioridad absoluta.

Pero también lo es desarrollar actividades de una forma eficiente y moderna, porque de otra manera será imposible competir en mercados internacionalizados.

Baste citar como ejemplo muy cercano, el de la empresa Química e Industrial del Bórax (Quiborax) situada en Arica, Chile, como para tener una idea de en qué niveles se ha establecido la eventual competencia (Industrial Minerals, 1992).

Quiborax es un productor principal de ácido bórico y de la materia prima para obtenerlo, la ulexita, que extrae de uno de los depósitos de ese mineral más grandes del mundo, de la salina de Surire, ubicada al sudeste de Arica, a una altura absoluta de 4.000 metros. En 1992, el depósito suministraba mineral con una ley media del 30% B₂O₃, a razón de 100.000 t/año, para la planta de ácido bórico de Arica, que producía 24.000 t/año. En ese año, la empresa estaba dedicada a la expansión de la capacidad de la planta de ácido bórico, y además, a la construcción de una planta de lavado de ulexita, cuya puesta en marcha estaba prevista para el mes de agosto, para elevar su ley al 38-40% B₂O₃, mediante centrifugación y flotación antes de la filtración. Quiborax se proponía la producción de aproximadamente 25.000 t en 1993.

El segundo nuevo producto de la empresa era colemanita sintética, un producto relativamente raro del boro, a partir de ulexita lavada, llevándola a borato de calcio (colemanita) por el agregado de hidróxido de calcio de alta pureza, después de centrifugado y calcinación, para obtener un material con un contenido del 42% B₂O₃. Quiborax tenía planificada la producción de 24.000 t en el primer año, con un embarque inicial en setiembre de 1992.

Por fin, cabe anotar que estos dos últimos productos tenían como destino solamente los mercados de exportación y la empresa había designado a Frank and Schulte GmbH como su exclusivo agente mundial de comercialización.

2.3. La diatomita es una sustancia mineral con un mercado en crecimiento y la disponibilidad de recursos de Carachi Pampa aparece como suficiente para un requerimiento que, en el caso de los depósitos explotables a cielo abierto, se estima como mínimo en 1-2 millones de toneladas.

2.4. El mercado de la perlita se ha mantenido estable. La potencialidad de sus depósitos en Catamarca es significativa. La posibilidad de efectuar su "zeolitización" es una perspectiva digna de tenerse en cuenta.

Un volumen mínimo explotable de sólo algunos centenares de miles de toneladas puede sustentar una actividad minero-industrial.

2.5. El mármol ónix interesa especialmente debido a las posibilidades abiertas por la instalación proyectada de un taller de artesanías en la localidad de Antoragasta de la Sierra, un emprendimiento que puede concurrir junto con otros, mineros y de otra naturaleza, a la constitución de una "comunidad autosuficiente integrada" en la comarca.

Se estima que la colocación de las artesanías depende de que haya creatividad y eficiencia en su confección, y una política comercial acertada para superar a la competencia en un mercado sensible al sobreofertamiento.

2.6. El cuarzo y las arenas silíceas industriales tienen un mercado estable y de muchas perspectivas para determinados usos. En una explotación a cielo abierto, un volumen de recursos explotables del orden de 1-2 millones de toneladas puede plantearse como objetivo.

2.7. La mica - muscovita - tiene un mercado en declinación en lo que respecta a las láminas, por la búsqueda de excelencia tecnológica en electrónica y la conveniencia económica de sustitutos naturales y sintéticos, pero el de la molida está en crecimiento.

En Catamarca, la mica se ha comercializado en pequeñas cantidades, entre 10 y 20 t/mes, y de forma irregular, debido al carácter artesanal de las explotaciones; la producción más importante es la del tamaño de broza y variedad "cola de pescado". Por otra parte, la producción ha sufrido la competencia de los precios del material importado, especialmente de la India.

Pero he aquí un rubro donde se verifica crudamente una serie de desventajas de la pequeña minería (véase Cap.II, ap.2.5.) y es indudable que la actividad debería desarrollarse sobre una base cooperativa, para encarar la explotación distrital de los depósitos, con un equipamiento adecuado (véase Cap.II, ap.2.6.2.).

2.8. En general, el mercado de las calizas y productos derivados está en expansión; de la misma forma, puede apreciarse que un objetivo de mínima es poner de manifiesto recursos explotables en el orden de los 2,0 millones de toneladas. De acuerdo con las estimaciones realizadas (véase Cap.III, ap.3.4.8.) tal volumen puede superarse ampliamente, pero entonces surge como tarea de primera importancia la de "tipificar" los materiales, para poder aprovecharlos racionalmente, con el máximo beneficio económico que pueda derivarse de las diferentes clases tecnológicas y comerciales.

2.9. El de las rocas ornamentales es otro mercado muy receptivo, en expansión. La producción de "granito negro" permanece prácticamente estable desde hace años, en particular por la creciente falta de cuerpos explotables, que reemplacen a los que se van agotando. Obsérvese que si la producción razonable de una cantera está por encima de los 150 m³/mes - dos en La Rioja han satisfecho esa condición - las últimas que se ha pretendido trabajar llegaban a los 20-30 m³/mes, siendo a veces proyectos que se hacía desechado con anterioridad.

La producción normal ha sido de 2.500 a 3.000 m³/año, en bloques normalizados, de 1,85 x 1,55 x 1,45 m, menores que los de otras rocas.

El mercado interno ha estado absorbiendo aproximadamente el 90% de la producción en diversas formas, especialmente planchas y baldosas aserradas y pulidas.

Las exportaciones normales representaban el resto. Hasta 1985 se exportaba anualmente 100 a 120 m³ (de forma oficial) como bloques normalizados, principalmente a Europa. Desde ese año, la exportación de bloques prácticamente desapareció (menos de 10 m³/año) y fué reemplazada por la de planchas y baldosas (en un 60% a los EE.UU. de América) con volúmenes semejantes a los indicados y con un valor agregado del 400%, ya que el valor de los bloques era de u\$s 1.100/m³, mientras que el de aserrados-pulidos oscilaba en los u\$s 4.000 el metro cúbico.

El objetivo de mínima explotable que puede fijarse es el de poner de manifiesto un volumen de 500.000 t (200.000 metros cúbicos).

2.10. La actividad extractiva de los materiales para la construcción (véase Cap.III, ap.3.4.10) representa un factor de dinamización de las economías locales y aun comarcales. Esta actividad y las relacionadas con ella son también factor de generación de empleo masivo.

Hay una notable desproporción entre la producción registrada por la estadística minera provincial y las solas necesidades de los planes del Instituto Provincial de la Vivienda.

Considerando las posibilidades del incremento de la producción de estos materiales, hay varias cuestiones a resolver:

- ubicación de las canteras y depósitos;
- proximidad a los centros de consumo;
- extracción, remoción y movimiento de los materiales;
- contralor de la producción;
- aspectos ambientales; y,

en general, aquellas que se refieren a una planificación que permita adecuar las obras a las distintas regiones, racionalizando u optimizando el aprovechamiento de los recursos humanos y materiales.

-oOo-

S.F. del Valle de Catamarca, abril de 1994

LEANDRO J. DE LOS HOYOS

BIBLIOGRAFIA

- Angelelli, V. et al., 1984. Yacimientos Metalíferos de la República Argentina. CIC, Prov. Bs. As. La Plata
- Barber, L.G. y D. Martos, 1986. "Proyecto Mina Incahuasi - Oro. Prov. de Catamarca. Evaluación Previa". CENOA, DNMG, S.M. S.M. de Tucumán
- Bonnemaïson, M., 1986. Les "filons de quartz aurifère": un cas particulière de shear zone aurifère. Chron. Rech. Min., n° 482, mars 1986, p. 55-66
- Candiani, J.C., 1990. Estudio sobre la diatomita del yacimiento de Carachi Pampa, Prov. de Catamarca. SIOGAT S.A.
 - 1990. Exploración de los yacimientos de diatomita de Carachi Pampa, Prov. de Catamarca. Inf. Prelim. SIOGAT S.A. y Pampa Grande Minera S.A.
- CIIM, 1992. Estudio sobre muestras de cuarzo de la Provincia de Catamarca. Buenos Aires
- Delgado E. et al., 1987. Proyecto Minero Famatina, Prov. de La Rioja, Argentina. Fase II: Explor. Minera La Mejicana-Offir. DPM-Sveriges Geologiska AB. Inf. SGAB AR 87001, La Rioja
- de los Hoyos, L., 1993. La situación y la potencialidad de la minería en la región puneña de la provincia de Catamarca. CFI-DPM. S.F. del V. de Catamarca
- Dublanc, E.A. et al., 1993. Industrial Minerals of Argentina. Looking for Investment. Industrial Minerals, september 1993
- Fernández Lima, J.C. et al., 1954. Informe sobre la mina San Antonio, Dpto. A. de la Sierra, Catamarca. DNMG. Bs. As.
- Freitas Lins, F.A. et al., 1987. Aspectos do beneficiamiento de ouro aluvionar. Tecnología Mineral n° 41. CETEM. Brasilia
- GEOBOL-PNUD, 1990. Yacimientos vetiformes y detríticos del distrito Yani. Rev. Khrysos, Nos. 5-6, p. 15-21. La Paz
- González O.E., 1991. Geología de mina Incahuasi. CENOA, DNMG. S.M. de Tucumán
 - 1992. Geología de la mina Incahuasi, Dpto. Antofagasta de la Sierra, Catamarca. 4° Congr. Nac. Geol. Econ. - 1er. Congr. Latinoamericano Geol. Econ., p. 72-82. Córdoba
- Harben, P.W., 1992. The Industrial Minerals Handybook. A guide to markets, specifications and prices. Ind. Min. Div., Metal Bull. PLC. London, UK
- Heape, J.M., 1993. The alluvial gold evaluation of Catamarca province. Stage 2 - The evaluation of Rio Culampajá and Rio Agua Tapada as alluvial gold areas. Bs. As.
- Hester, B., 1993. Opportunities for mining investment in Third World

- Africa. Mining Engineering (august) pages 1.019-1.021
- Industrial Minerals, 1992. September, p. 10-11
 - Jurado Marrón, H., 1978. Informe sobre las canteras de mármol ónix Inca, Mónica y Laurita, Catamarca. DPM. S.F. del V. de Catamarca
 - Kempff, O., 1987. Prospección, muestreo y evaluación de depósitos aluviales. Soc. Geol. del Perú. Lima
 - Langford, R.L., 1979. Perlite. BGS Minerals Resources Consultative Committee Mineral Dossier 21
 - Ludueña, Poncio, Schulthess y Asociados, 1979. Investigación integral de calizas cristalinas y mármoles, prov. de Catamarca. CFI-DPM. S.F. del V. de Catamarca
 - Mackenzie, B.W., 1985. Economic guidelines for exploration planning. Seminar notes. Dept. of Mining and Metall. Eng. McGill University
 - Maier, O y K. Fesefeldt, 1986. Seminario sobre evaluación previa. SMN-GTZ de Alemania. Bs.As.
 - McDivitt, J.F. et al., 1990. Small-scale mining. A guide to appropriate equipment. Assoc. Geosc. for Intern. Development (AGID)-Intermediate Technol. Develop. Group (ITDG). Canada
 - Meyer, R.F. y J.S. Carman, 1980. The future of small-scale mining. McGraw-Hill. NY
 - Mon, R. et al., 1987. Estructura del Ordovícico de la Puna. Rev. Asoc. Geol. Arg. XLII (1-2): 31-38
 - Palma, M.A., 1985. Geología del bloque Paleozoico de la Sierra de Quebrada Honda y adyacentes. SGN. Bs.As.
 - et al., 1990. Geología del bloque paleozoico de la Quebrada Honda, Puna catamarqueña. Rev. Asoc. Geol. Arg. XLV (1-2): 145-158
 - Peralta, E.H., 1993. Programa de exploración de terrenos ordovícicos. Deleg. Tucumán de la SMN. S.M. de Tucumán
 - , 1994. Perspectivas mineras del NOA. Deleg. Tucumán de la SMN. S.M. de Tucumán
 - , 1994. Reseña sobre mineralización en las provincias de Catamarca, La Rioja y Tucumán. Deleg. Tucumán de la SMN. S.M. de Tucumán
 - Skelding, F., 1972. Small-scale mining in the developing countries. United Nations. NY
 - Stephan, S., 1991. Minería del Oro. Guía de seminario. Coop. Minera Argentino-Alemana (CMAA). Bs.As.
 - Tistl, M., 1990. Los filones "hipotermales" de Yani: ¿un caso de herencia volcano-sedimentaria?. Rev. Khrysos, Nos. 5-6, p. 15-21. La Paz

Dr. Geólogo Leandro J. de los Hoyos

Consultor Minero

51

- Watkins, S. y L.de los Hoyos, 1993. Estimaciones sobre las perspectivas de las actividades extractivas en relación con la construcción de viviendas. CFI-DPM. S.F. del V. de Catamarca

-0-

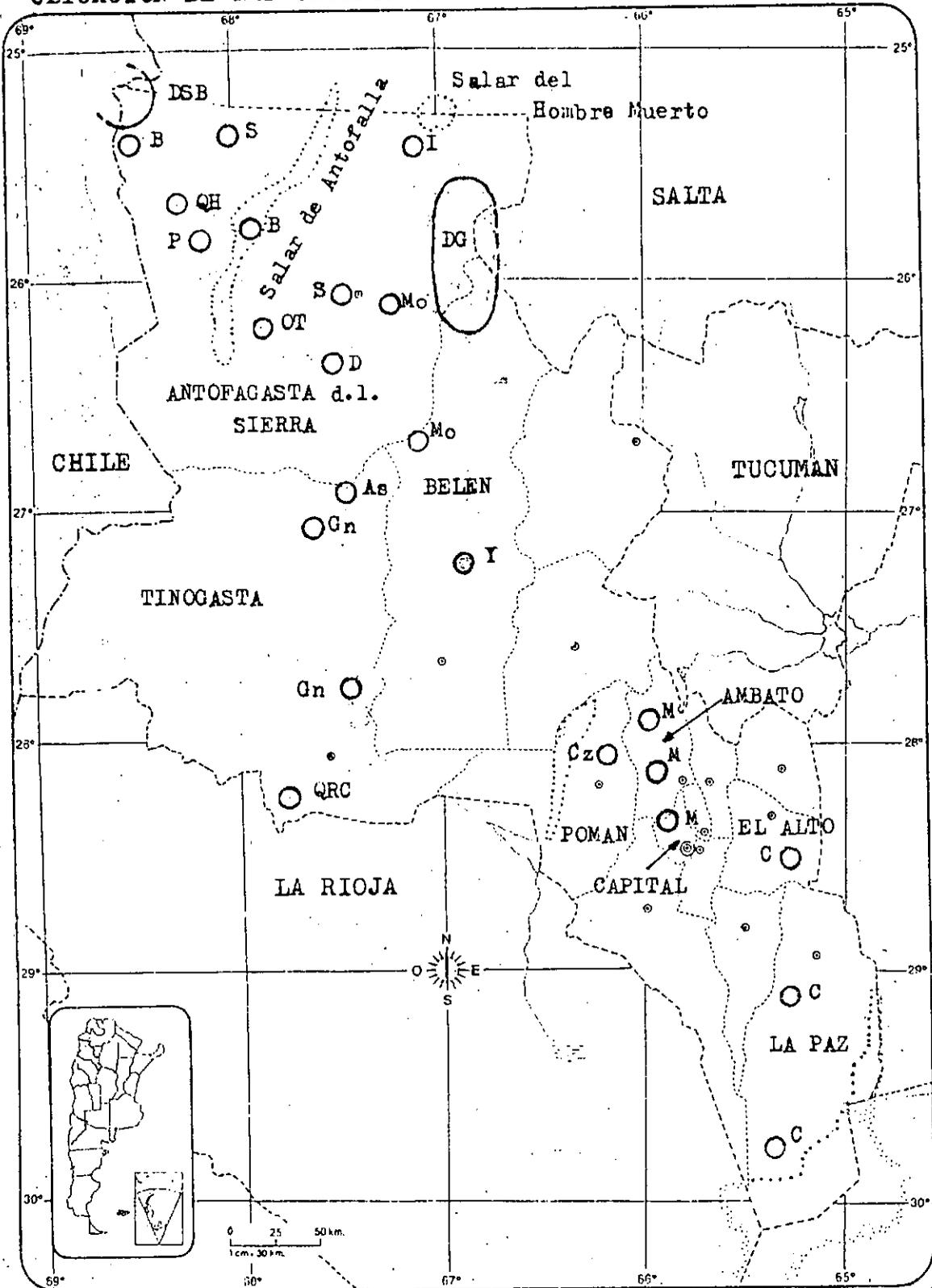
Dr. Geólogo Leandro J. de los Hoyos

Consultor Minero

A N E X O G R A F I C O

-0-

UBICACION DE LAS OPORTUNIDADES MINERAS IDENTIFICADAS



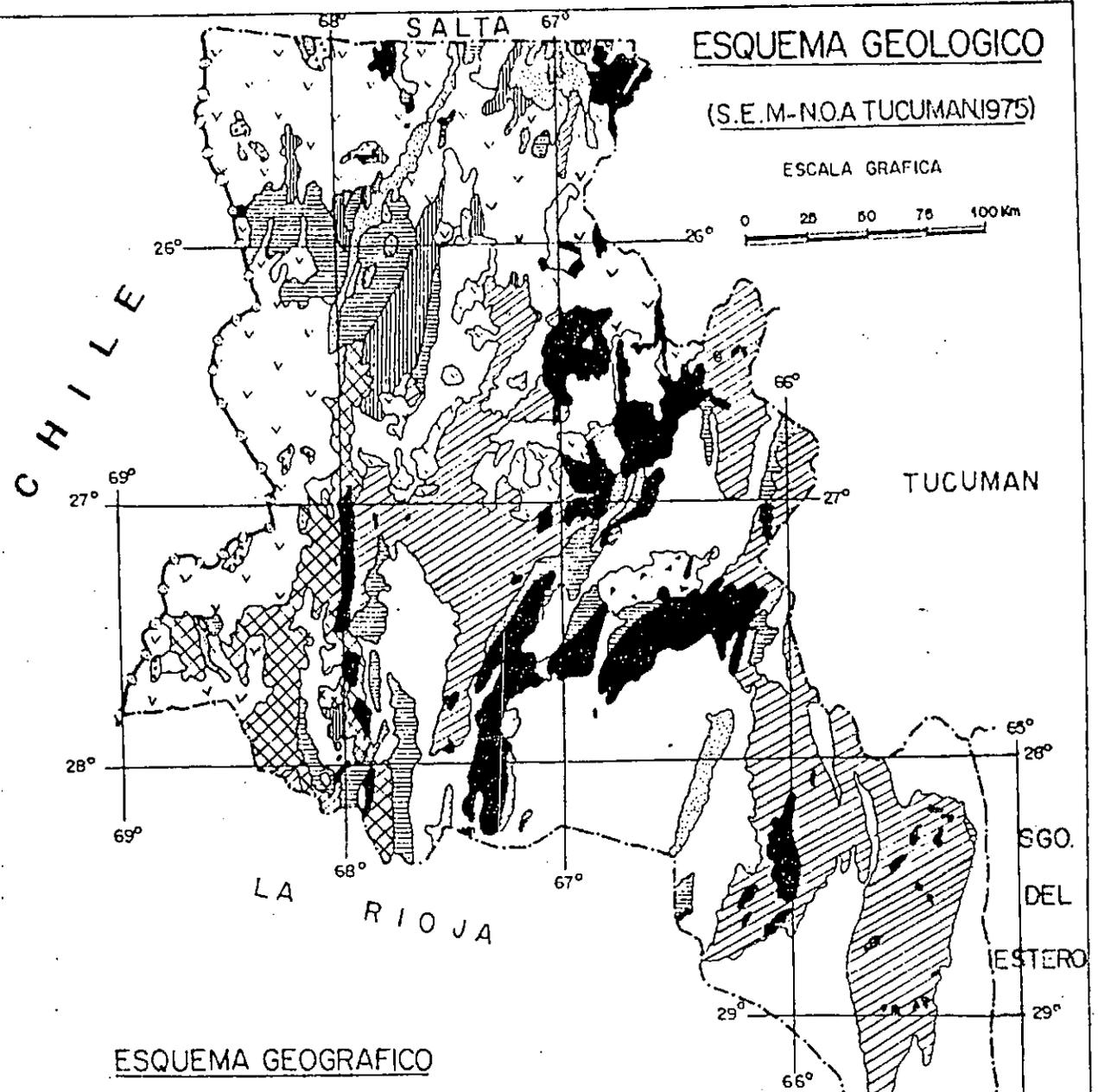
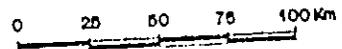
REFERENCIAS

- MANIFESTACIONES Y DEPOSITOS DE MINERALES METALIFEROS EN EL BASAMENTO PALEOZOICO
 - I - Incahuasi
 - OT - Oire-Tramontana
 - QH - Quebrada Honda
 - QRC - Quebrada del Río Colorado
- MANIFESTACIONES Y DEPOSITOS DE MINERALES METALIFEROS DEL Terciario MIO-PLIOCENO
 - DG - Distrito Cerro Galán
 - DSB - Distrito Socompa-Bayo
- ⊙ DEPOSITOS DETRITICOS AURIFEROS
 - Y - Yanquenco
- DEPOSITOS DE MINERALES Y ROCAS INDUSTRIALES
 - B - Boratos; S - Sulfato de Sodio; D - Diatomita;
 - P - Perlita (ubicación tentativa); Mo - Mármol
 - Onix; Cz - Cuarzo; As - Arenas Silíceas; M - Mica
 - C - Calizas; Gn - "Granito Negro"

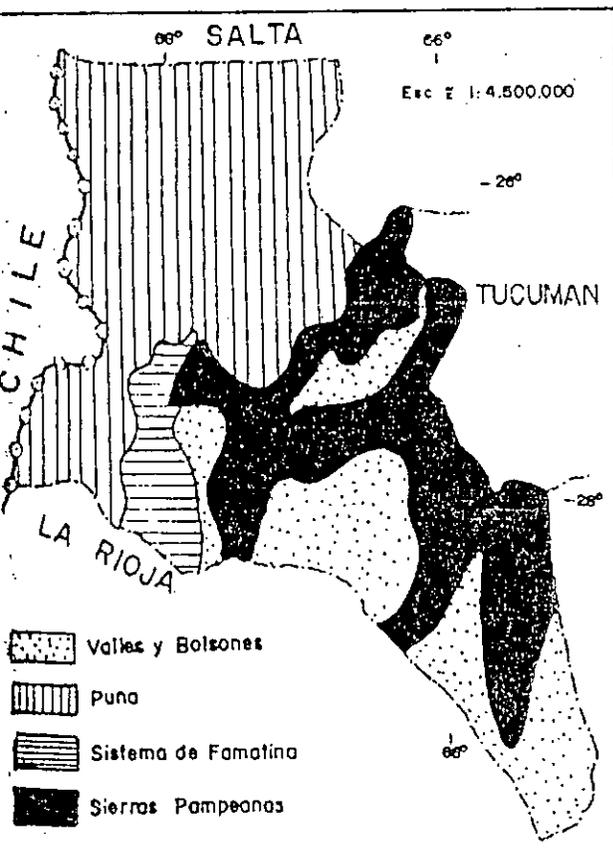
ESQUEMA GEOLOGICO

(S.E.M-NOA TUCUMAN 1975)

ESCALA GRAFICA



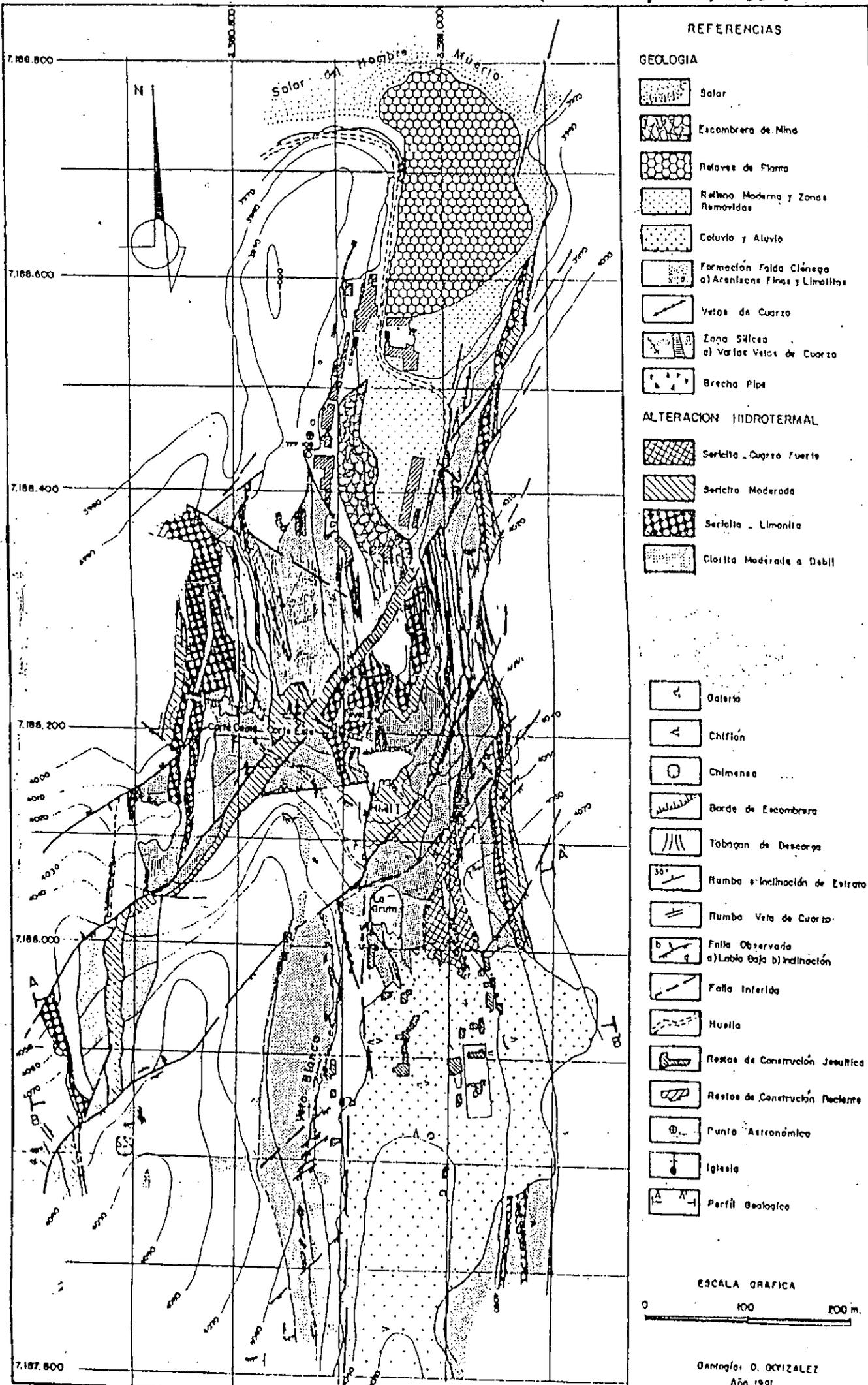
ESQUEMA GEOGRAFICO



REFERENCIAS

- Cuencas Salinas
- Relleno Cuartario
- Vulcanitas Cuartarias
- Vulcanitas Terciarias (Mioceno)
- Sedimentos Mio- Pliocenos
- Sedimentos Carbo- Triásicos
- Vulcanitas Devónicas
- Leptomorfitas Ordovícicas
- Granitos Paleozoicas
- Metamorfitas Precámbrico-Cámbrico inferior?

GEOLOGIA DEL AREA DE LA MINA "INCAHUASI" (González, O.E., 1992)



REFERENCIAS

GEOLOGIA

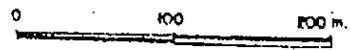
- Solar
- Escombrera de Mina
- Relaves de Planta
- Relvno Moderno y Zonas Removidas
- Coluvia y Aluvio
- Formación Falda Clásica a) Areniscas Finas y Limolitas
- Vetas de Cuarzo
- Zona Silíceas a) Varías Vetas de Cuarzo
- Brecha Pipa

ALTERACION HIDROTHERMAL

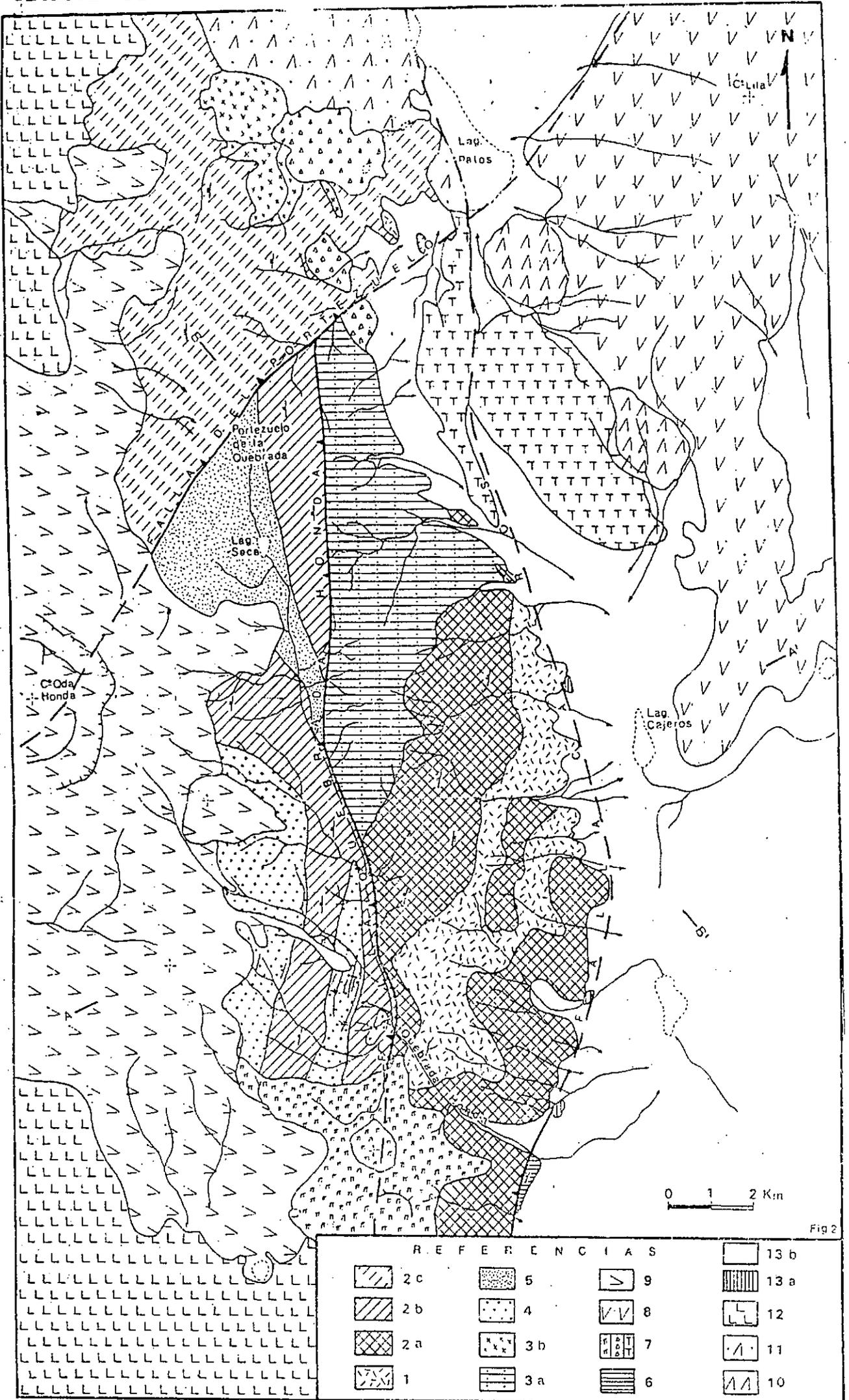
- Sericita - Cuarzo Fuerte
- Sericita Moderada
- Sericita - Limonita
- Clorita Moderada a Dabli

- Galería
- Chiflón
- Chimenea
- Borde de Escombrera
- Taboigan de Descarga
- Rumbo e Inclinación de Estrero
- Rumbo Veta de Cuarzo
- Faja Observada a) Labio Bajo b) Inclinación
- Falla Inferida
- Huella
- Restos de Construcción Jesuítica
- Restos de Construcción Paciente
- Punto Astronómico
- Iglesia
- Perfil Geológico

ESCALA GRAFICA



GEOLOGIA DE LA SIERRA DE QUEBRADA HONDA (Palma, M.A. et al., 1990)



Geología del área de Quebrada Honda en la Puna catamarqueña. Ref. 1.- Gabbros ordovícicos, 2.- Flysch Ordovícico: a) Facies oriental, b) Facies occidental, c) Facies septentrional. 3) Magmatismo pre-Guandacólico: a) Facies fusiva, b) Facies hipabisal. 4.- Estratos de Botijuela. 5.- Jurásico (?) continental. 6.- Grupo Pastos Grandes. 7.- Andesita lacítica-Dacita Agua de la Falda. 8.- Riodacita-Dacita Cerro Lila. 9.- Andesita lacítica Aguas Blancas. 10.- Basalto-Andesita Cerro Cajeros. 11.- Ignimbrita Laguna de los Patos. 12.- Basalto Aguas Calientes. 13.- Depósitos de cenizas: a) antiguos, b) actuales.