

CIRA EFECTUADA

EN EL NOROESTE ARGENTINO - DIABLILLOS, INCA VIEJO

SIERRA DE CALALASTE, PIRQUITAS

del 12/10/72 al 2/11/72

PROPIEDAD  
SERVICIO NACIONAL  
MINERO GEOLOGICO

---

Plan N.O.A. I  
M. I llo 205-S. M. de Tucumán

J. Y. Thebault

Noviembre 1972

Traducido del francés: L.P. Moens

## INTRODUCCION

Hemos realizado dicho recorrido acompañado por los geólogos:

- L.C. PASQUIN (del Banco de Desarrollo)
- J. CUILLOU (del Plan NOA-I)

que nos ayudaron mucho gracias a su conocimiento de la región, su colaboración permanente y los intercambios de puntos de vista.

Gracias a ellos, nuestra misión ha podido cumplirse en las mejores condiciones.

Dedicaremos un capítulo a cada uno de los objetos del estudio, a saber:

Inca Viejo  
Diablillos  
Sierra de Calalaste  
Pirquitas

Para cada uno de estos objetivos, no repetiremos lo que cada uno sabe por las publicaciones anteriores sobre la geología de la región, la dirección de los fillos, la paragónesis, etc., solamente informaremos sobre nuestras observaciones personales complementarias y las sugerencias y juicios que aportamos.

## INCA VIEJO

Esta zona de alteración hidrotermal está en relación directa, en el este, con una falla importante regional N-S, que se prolonga hacia el sur con la zona de alteración de Diablillos y al norte, y con otra falla importante al oeste. Así que se encuentra encerrada entre dos fallas.

El ancho más importante de la zona de alteración es de unos 600 a 700 m y su largo (N-S) es del orden de 2 km.

Es un pórfiro dacítico, riocácítico de la edad terciaria (con algunas veces facies graníticas) intrusivo en las filitas del devónico que es responsable de la alteración hidrotermal. Esta alteración presenta dos facies diferentes:

- 1°) en el intrusivo: facies con sericita-sílice con biotita y alteración potásica importante. Arcilitización Limonitas.
- 2°) en la roca de caja: arcilitización dominante, seritización, silicificación local. Se observan varios tipos de limonitas.

El pórfiro es rico en biotita. Se observa jarosita y limonitas de un marrón oscuro. El cuarzo se presenta allí en forma de venillas y de granos. Se observan igualmente specularita y magnetita.

En el pórfiro sobre el flanco occidental de la montaña y en la cumbre se nota sobre una superficie de unos 150 x 300 m abundantes diacclasas, a veces tapizadas de minerales oxidadas de cobre: turquesa y crisocela. Estos minerales fueron explotados hace tiempo por los Incas. Se encuentran también algunos minerales oxidados de cobre en las filitas al norte de la zona de alteración, pero

en general la mineralización en cobre oxidado está limitada al núcleo central con la alteración potásica.

La altura de la zona de alteración va de 3.900 a 4.400 m sobre el nivel del mar. La lixiviación ha sido lo bastante importante para destruir toda la pirita en afloramiento.

Los factores favorables de esta zona de alteración hidrotermal para la existencia de un yacimiento del tipo "porphyry copper" son:

- a) existencia de un craquelamiento intenso,
- b) las facies petrográficas del intrusivo,
- c) las facies de alteración hidrotermal (silicio, sericita + K),
- d) existencia de óxidos de cobre en las diaclasas o diseminados en la roca.

Los factores desfavorables son:

- a) inexistencia de filones ricos de cobre en la región,
- b) la superficie limitada de la zona de alteración pero este factor no es forzosamente desfavorable,
- c) el hecho que en total se encuentran solamente un número limitado de diaclasas de oxidados de cobre. Si la mineralización primaria había sido importante, gracias a la argilitización se encontrarían más oxidados de cobre.
- d) la superficie reducida sobre la cual se encuentran estos oxidados de cobre hace pensar que la zona de mineralización del "protore" (zona primaria) tendrá una extensión limitada.

### Conclusión

Comparado con numerosas otras zonas de alteración hidrotermal de los Planes NOA, Inca Viejo presenta un in-

terés innegable y merece ser reconocido por no menos de 2 ó 3 sondeos. La topografía se presta bien para la implantación y la ejecución de estos sondeos, que ubicados en el oeste reconocerán de manera oblicua la pendiente descendiente de la zona de mineral oxidado de cobre con facies de alteración con sericita, silicio, K. Estos sondeos deben llegar hasta 200 a 300 m de profundidad. Según los resultados obtenidos por estos sondeos implantados en la zona más favorable habrá que seguir o no con el reconocimiento.

Pensamos que para la implantación de estos sondeos no será necesario de llevar una topografía de detalle, ni tampoco una geología detallada. Solamente se harán dos perfiles topográficos que permitirán ubicar mejor los sondeos y calcular la pendiente a dar y el largo que tendrán para reconocer la pendiente descendiente de los índices de superficie.

A pesar del interés innegable de esta prospección -sobre todo en comparación con otras sin interés- hay lugar de guardar solamente un optimismo razonable para con los resultados que se puedan esperar de esta exploración.

Para ubicar de la mejor manera la implantación de los pozos, habría que tomar en cuenta los resultados de la prospección geoquímica ya hecha.

### DIABLILLOS

Esta zona de alteración está situada a unos 4.000 metros sobre el nivel del mar. Su drenaje se hace hacia el Salar de Diablillos, lo que quiere decir que, al tener una ley de cobre apreciable, las sales de este salar contendrían boratos de cobre, sulfatos de cobre, etc., con colores extremadamente vivos. De todo eso no hay nada: las sales son de una blancura de nieve. Este simple hecho desecha de manera formal las posibilidades de cobre en esta zona de alteración hidrotermal. Hay que tener presente la extrema facilidad de absorción de soluciones de cobre por estas distintas sales.

Los raros indicios de pirita con a veces algo de cobre que se puede observar, carecen de interés, ya que también la prospección geoquímica para cobre probó de manera elocuente la ausencia de anomalías para cobre.

La alteración hidrotermal afecta las filitas del devónico y los granitos. Esta alteración es esencialmente silicosa y sericitica. Las rocas son en su mayoría (debido a la silicificación intensa) de una frescura notable, lo que quiere decir que, en el caso de haber sucedido una mineralización sulfurada apreciable, tendría que verse, como además se ve el pequeño filito de pirita cobriza situada en los granitos del cobre (véase fig. n° 1).

Estamos en completo desacuerdo con R.H. Sillitoe sobre el origen de las brechas de Diablillos. No hemos visto las del oeste, pero sí las del este, que se prolongan a lo largo de una falla NNW (prolongación de la falla de Inca Viejo) y que son típicamente brechas tectónicas silicificadas. No existe duda alguna. Es ésta además la opinión de la petrógrafa de Tsunán des-

pués de estudiarlo en corte delgado. Las limonitas de esta brecha son de origen pirítico.

Conclusión

Esta zona no ofrece interés económico alguno. Solamente podría justificarse su estudio científico, si el Plan NOA lo cree conveniente.

### SIERRA DE CALALASTE

La Sierra de Calalaste estirada en general NNE forma el flanco oeste de una estructura anticlinal cuyo eje corresponde al Valle de Cortadera y cuyo flanco este (no estudiado) muestra una tectónica compleja donde el precámbrico está a caballo sobre el terciario; fallas posteriores E-W habiendo tomado oblicuamente trozos del terciario, etc.

Esta sierra se extiende sobre por lo menos unos cuarenta kilómetros de largo, con un ancho medio de 5 a 6 km. Está limitado sobre sus flancos este y oeste por fallas de importancia regional, en dirección aproximada del N-S. Una tercera falla, paralela a ambas precedentes, la corta más o menos por su medio. Además de las fallas principales indicadas aquí arriba, existe un muy gran número de fallas de menor importancia de dirección general E-O y N-S. Siendo la dirección general de las estinitas (filitas, sericito-esquistos, lutitas, areniscas, etc.), que están ubicadas en el Precámbrico (pero podrían pertenecer al Ordovícico) lo mismo que las fallas regionales N-S. En el detalle la tectónica de esta Sierra es extremadamente compleja y muestra un gran número de pequeños sinclinales y anticlinales, pliegues acostados, etc., que prueban intensos fenómenos de compresión.

Esta Sierra fue considerada como una zona de alteración hidrotermal. Dos perfiles efectuados a través de esta pretendida zona de alteración hidrotermal nos llevan a pensar que no se trata de una zona de alteración hidrotermal, por las razones siguientes:

- 1° No se conoce ningún cuerpo intrusivo.
- 2° No se anota ninguna zonalidad de las facies de alteración (silicificación, sericitización, argilitización), lo que constituye la regla en una verdadera zona de alteración hidrotermal.

- 3° La alteración argilítica que se anota sobre el flanco este de la Sierra, afecta a los esquistos, pero de ninguna manera a las areniscas, lo que es extraño. El límite es neto y se explica, a nuestro parecer, de la manera siguiente:
- 4° Esta alteración argilítica, que se extiende sobre 1 a 5 km de ancho sobre más de 40 km de largo, no es una alteración hidrotermal, sino corresponde, según nosotros, (cosa extremadamente nota en uno de los perfiles que hemos efectuado), a una alteración meteorítica, según el procedimiento siguiente: ciertos niveles esquistosos oscuros eran ricos en pirita singenética diseminada, hecho del cual dan testimonio los numerosos "boxwork" cúbicos de la pirita, así como las pseudomorfosis de pirita en la limonita. La alteración meteorítica de esta pirita dio lugar a una lixiviación que produjo sulfatos blanquecinos que han blanqueado los esquistos interesados. Así se observan zonas de blanqueo alargadas N-S según la dirección de los bancos y que no tienen nada que ver con una alteración hidrotermal, lo que explica además que esta última no afecta las areniscas moradas del este.
- 5° La alteración silicosa y sericítica que se observa, está ligada a un hidrotermalismo silicoso que dio origen a filones de cuarzo, generalmente N-S, brechas silicosas, filonitas de cuarzo. Este hidrotermalismo está ligado a la tectónica.
- 6° Por fin, se observa la alteración argilítica igualmente sobre el flanco este de la estructura anticlinal (del otro lado del Valle de Cortadera) donde también está ligada a niveles bien definidos de esquistos.

Hemos efectuado dos perfiles a través de la zona alterada de la Sierra de Calalaste. El primero en la Quebrada de A-ua Amarilla situada a unos veinte kilómetros de Antofagasta de la Sierra. Hemos iniciado el perfil en el S-E hacia el N, después hacia el NW, en las areniscas moradas no alteradas. Después se encuentra una zona con brecha de cuarzo, de la cual hemos tomado una muestra de limonita, N° A.A.1 para análisis de cationes en: Pb, Zn, Cu, Au. Pensábamos, efectivamente que esta región podría tener un interés para el oro, visto que en otros tiempos mineralizaciones fueron explotados en vetas de cuarzo.

Los resultados de análisis son:

Pb= 10 ppm    Zn= 80 ppm    Cu=20 ppm    Au=NR  
Mo= 16 ppm

Un poco más al oeste se atraviesa una zona muy silicificada con venillas de cuarzo en diferentes direcciones y un filón de cuarzo de 0,20 m de potencia. La muestra N° A.A.2 levantada dio según análisis: Cu= 15 ppm    Pb= 5 ppm    Zn= 80 ppm  
Mo= NR    Au=NR.

Más al oeste, se entra en una zona más netamente esquistosa, con alteración argilítica (meteorítica), silicosa y algunas limonitas en una región siempre muy tectonizada. La muestra de limonita N°A.A.3 dio según análisis: Cu= 20 ppm    Pb= 10 ppm    Zn= 15 ppm    Mo= 32 ppm    Au= NR.

La dirección de los esquistos varía de N20W a N20E. La dirección de la zona alterada es de aproximadamente N35E.

A lo largo de todo el recorrido se pueden observar diversas fallas de dirección N - 40° a 50° W, de las cuales una muy bella en la Quebrada Amarilla con un desplazamiento de los sedimentos sobre un centenerar de metros.

En la región de esta quebrada hemos tomado una muestra de brecha silicificada: N° A.A.4, que según análisis dio los resultados siguientes: Au=NR Pb= 366 ppm Cu= 10 ppm Zn= 80 ppm Mo= NR.

Hemos examinado el índice de Pb, conocido en la Quebrada de Agua Amarilla. Sigue sobre algunos metros de largo asociado a una falla N20°E con pendiente de 60° al oeste y está cubierto por un pequeño sombrero de hierro. La mineralización observada está formada por venillas o nódulos de anglesita, cerusita y galena en una brecha silicosa de 0,70 m de potencia. Parece que no se prolonga ni en dirección ni en profundidad.

Visto la reducida importancia de este índice, no hemos levantado muestras sobre esta mineralización, pero hemos tomado una muestra N° A.A.5 sobre los esquistos que presentan un poco de alteración, aguas abajo de esta mineralización.

El análisis de esta muestra dio los siguientes resultados: Au= NR Cu= 15 ppm Pb= 30 ppm Zn= 600 ppm No= Nr Pb= 200 ppm Zn= 600 ppm Cu= 10 ppm Mr= NR.

El segundo perfil en la zona de alteración de la Sierra de Cablaste fue hecho más al norte a unos diez kilómetros de Nacimientos a Rumi Bola.

Los esquistos tienen un rumbo general N30°E y un buzamiento de 60° al oeste.

Al principio del perfil se observa en los esquistos no alterados un pequeño banco arenoso de 0,12 m de potencia con pequeños filones asociados de cuarzo.

Después se llega a los esquistos alterados. En una diaciana de estos últimos, hemos levantado una muestra de limonita, N° R.B.1 cuyo análisis dio los resultados siguientes: Au= NR Cu= 20 ppm Pb= 10 ppm Zn= 40 ppm No= 16 ppm.

Yendo más al oeste, se anota una silicificación importante con a veces pequeños filones y hasta filones de cuarzo

generalmente en dirección N-S.

Es a lo largo de este corte que se observa de manera notable: las sales blanquecinas que se deben a la lixiviación de los esquistos piríticos y, dentro de los esquistos de los "boxwok" abundante de pirita o de su pseudomorfosis en limonita. La serie esquistosa es monótona. En esta serie hemos levantado una muestra, al N° RB2, en un filón de cuarzo NS, de por lo menos 300m de largo, cuyo análisis dió: Au= NR Cu= 10 ppm Pb= 5 ppm Mo= NR.

### Conclusión

La Sierra de Calalaste no es una zona de alteración hidrotermal, sino de bancos esquistos-sericitos o pirita que, por alteración meteórica, dieron una alteración argilítica.

Existe un hidrotermalismo cuarzoso importante representado por filones NS, con sericita asociada. Los contenidos en oro de las muestras analizadas muestran que no hay. Las muestras analizadas por Cu, Pb, Zn, Mo indican que afuera del indicio conocido de Agua Amarilla no hay anomalías. Las leyes en Mo de las limonitas son normales para este tipo de alteración. Las leyes en Cu, Zn, Pb de las limonitas afuera de Agua Amarilla indican que estas limonitas serían de pirita.

La prospección geoquímica de aluvión que fue efectuada en esta Sierra sobre los sedimentos inferiores y superiores a 80 mallas, dio contenidos normales en Cu: 5 a 10 ppm, en Pb: 10 a 20 ppm, y en Zn: 10 a 40 ppm. Es decir que no hay anomalía alguna. De la misma manera, los valores geoquímicos en roca son normales, menos para Pb, Cu y Zn en el índice de Agua Amarilla. Pero este índice es insignificante y no importante en una geoquímica de aluvión.

Asimismo, se conoce un pequeño índice de cobre entre Agua Amarilla y Rumi Bola, sin interés. Estos índices de

Pb y Cu están ligados a las manifestaciones cuarzosas hidrotermales.

De acuerdo de los distintos factores: ausencia de zona de verdadera alteración, ausencia de contenidos en Cu, Pb y Zn de las limonitas levantadas aparte de las cercanías del indicio de Agua Amarilla, ausencia de ley en oro, estimamos que esta zona no tiene interés.

MINA CIRQUITAS

En primer lugar tenemos que dar las gracias a los Directores de la Sociedad por la excelente recepción que nos han reservado en la misma, y especialmente al señor Administrador, Ingeniero Keite O'DONELL y al Superintendente de la misma, geólogo Dr. Fernando LUTO LOMANDO. Todas las facilidades nos fueron acordadas para efectuar nuestro trabajo en las mejores condiciones y toda la información útil a nuestra tarea nos fue comunicada.

Hemos podido observar un esfuerzo notable y eficaz de organización de esta sociedad que inició sus trabajos de reestructuración hace algunos meses y que ya dio sus frutos. Los buenos resultados actuales se deben a un equipo dinámico, renovador y abierto al progreso. Los resultados obtenidos en pocos meses corresponden principalmente a un aumento de la producción con una reducción de personal. Asimismo se observa el anhelo de la dirección actual de asegurarse de reservas para planificar la explotación de la misma en los años venideros.

## I. Descripción general de los yacimientos filonianos

Del mismo modo que para los demás estudios, no retomaremos en detalle lo que ya se escribió por numerosos autores. Nos daremos por satisfechos con una breve descripción de la geología del yacimiento.

El yacimiento de Pirquitas se encuentra a 4.100 - 4.200 m s.n.m. sobre la prolongación al sur de la "tin-copper" de Bolivia, con una mineralización compleja en Sn, Ag, Pb, Zn, etc. La mineralización seguramente está ligada al volcanismo dacítico terciario, como sus homólogos bolivianos, aunque no se conoce ningún "stock" dacítico asociado directamente con los filones, sino solamente rocas efusivas dacíticas más o menos cercanas (ej.: Cerro Galán).

Los filones de Pirquitas se alojan en las fracturas de las lutitas ordovícicas que contienen pequeñas intercalaciones de bancos de areniscas de 0,20 m a 1,50 m de potencia. En la región los filones de lutitas y areniscas están silicificados. Raras veces se observa cuarzo mineralizado (filón Potosí en profundidad con nivel 0.).

El rumbo general de las filitas es de  $N10^{\circ}E$ . En la región de las minas forman un anticlinal cuyos flancos buzan E y W.

Los filones de Pirquitas tienen dos direcciones principales  $N65-80^{\circ}$  Oeste (vetas Potosí, Chocaya, Llallagua, San Miguel) y  $N45^{\circ}$  W (vetas: Blanca, Colquechaca). Las vetas del 1er. sistema tienen una pendiente de  $70^{\circ}$  a  $80^{\circ}$  hacia el NE, las del 2do. sistema tienen una pendiente de  $85^{\circ}$  hacia el SW.

Los filones están cortados por otras fallas posteriores sin gran importancia, más o menos N-S.

Las vetas se emplazaron en las fracturas de escaso rechazo. La potencia de las vetas es muy variable. La mina Potosí llegó a 1,50 m de ancho en su parte superior, pero la potencia media de los filones es de unos centímetros. Hay que notar que la potencia media de los filones es de unos centímetros. Hay que notar que la potencia y la riqueza en pirita de las vetas son más importantes en la parte norte del yacimiento que en la parte sud, separadas la una de la otra por una quebrada (que, sin duda, corresponde a una falla, lo que hace que los filones correspondieran de ambos lados de la falla a niveles de erosión distintos).

En ningún filón, tampoco en el de Potosí donde los trabajos llegaron a 600 m de profundidad, se llegó al fin de la mineralización. Tampoco hay evolución progresiva en la variación de potencia y de las leyes medias en Sn y Ag de los filones con la profundidad. Se anotan grandes variaciones laterales y verticales de las potencias y de las leyes. Por ejemplo, en el caso del filón Ilocaya hay:

- en el nivel 12  $\frac{3}{4}$ , sobre un muestreo de 80 m de largo, una potencia media de 0,097 m con 6,869 % Sn y 5,755 Kg de Ag por tonelada.
- en el nivel 13, sobre 85 m, la potencia es de 0,027 m con 5,97% Sn y 1,746 Kg/Ag/T.
- en el nivel 15, sobre 126 m de largo, hay una potencia media de 0,048 m con 8,45 % Sn y 4,389 Kg/Ag/T.
- en el nivel 16  $\frac{1}{2}$ , sobre 138 m de largo, hay una potencia media de 0,031 m con 10,02 % Sn y 2,91 Kg/Ag/T.

Para la veta San Miguel:

- en el nivel 10, sobre 45 m de largo, la potencia media es de 0,06 m, con 15,78 % de Sn y 2,9 Kg/Ag/T.

- en el nivel 13, sobre 77 m de largo, la potencia media es de 0,036 m, con 12,99 % Sn y 3,501 Kg/Ag/T.
- en el nivel 15, sobre 80 m, la potencia media es de 0,037 m con 17,34% Sn y 3,16 Kg/Ag/T.

A lo largo de los filones se notan cambios de dirección que corresponden generalmente a zonas de enriquecimiento.

La estructura de las vetas es brechosa, masiva o bandeada.

El paragónesis (existen varias etapas) es complejo: pirita dominante, pirrotina, marcasita, casiterita, pirargirita, miargirita, polibasita, schlenblenda, galena, estannita, boulangierita, seyita, fizelyita, teallita, franckeita, sphalerita, andorita, freibergita, bournonita, stephanita, calcopirita, bismutina, plata nativa, etc.

La mineralización, atribuida al terciario es del tipo xenotermal.

El control de la mineralización es:

- Estructural: mejores concentraciones cerca del eje anticlinal, lo que está bien conocido en otros yacimientos (A. Slatkine); bolsones cuando hay cambios de dirección o de pendiente.
- Petrográfico: las concentraciones más ricas y más densas están en las areniscas cuarzosas; en las lutitas la mineralización es más difusa.

II. En la actualidad la explotación se hace sobre todo en los filones Chocoya, San Miguel, Oplaca, FOTOSÍ, Llallagna, etc. La producción mensual actual es de alrededor de 450 toneladas de concentrados con 17-18% Sn + Ag. En 1969-70 fue de 5.230 t de concentrado con 14,6 de Sn y 4,8 Kg/Ag/T.

Los filones ya fueron explotados en parte o en totalidad de 25 a 600 m de profundidad, según el caso.

### III. Estudio de las correlaciones entre la potencia de los filones y sus contenidos en Sn y Ag.

Hemos efectuado este estudio para los filones Chocaya y San Miguel y los distintos niveles de estos filones.

Resulta de nuestro estudio que no hay correlación entre los contenidos en Sn y la potencia para la casi totalidad de las muestras; es solamente en el caso de la veta Chocaya que se puede observar en el nivel 16 1/2 (fig. n° 3) una población compuesta de 6 individuos que forman una nube de correlación "B" con correlación negativa.

Las mismas observaciones para las correlaciones Ag y potencia, donde sin embargo se puede notar en el caso de la veta San Miguel una correlación negativa bien marcada Ag - potencia para las poblaciones incluidas en las nubes B de los niveles 10 y 15 (fig. n° 4), asimismo para la población B para el nivel 12 3/4 de la veta Chocaya (fig. n° 5). Pero para la gran mayoría de los individuos, no hay correlación alguna.

### IV. Estudio de las correlaciones Sn-Ag para los filones San Miguel y Chocaya

En general no hay ninguna correlación entre los contenidos en Ag y Sn. Sin embargo se puede observar en una pequeña parte de las muestras una correlación positiva, lo que es el caso, por ejemplo, en la veta Chocaya (fig. n° 6) para los individuos de la nube A del nivel 12 3/4, los individuos de la nube B del

nivel 13, los individuos de la nube D para los niveles 15 y 12 3/4. Lo mismo puede observarse en el nivel 13 de la veta San Miguel, donde 7 individuos que componen la nube B, muestran una neta correlación positiva (fig. n° 7).

### Conclusión

En regla general no hay ninguna correlación entre los contenidos en Sn y Ag, y el contenido entre estos elementos y la potencia de las vetas, salvo para unas pequeñas poblaciones individualizadas en nubes bastante nítidas y donde se observan correlaciones positivas en tenencia Sn y tenencia Ag así como correlaciones negativas entre potencias de vetas y tenencias.

Visto el reducido interés, las figuras n° 2 hasta 7 no valen la pena de reproducirse y serán adjuntas al original de este informe.

### V. Objetivos que merecen un estudio particular que recomendamos.

1°. Nos parece del más alto interés de analizar una muestra media representativa para todos los elementos que puedan existir en pequeña cantidad, fuera de Sn, Ag, etc. Efectivamente uno o más elementos raros podrían encontrarse, cuya existencia permitiría devaluar el mineral, por ej.: Ce, Ga, Rhenium, etc. Estudios similares en numerosos yacimientos llevaron al descubrimiento de elementos inesperados.

2°. Fueron descubiertos hasta el día de hoy, por casualidad, sea por la ejecución de chimeneas, sea por corta vetas, cuerpos mineralizados ciegos, completamente imprevisibles y que no aparecieron en afloramiento. Es el caso de una mineralización descubierta al SW de

Oploca, potente en profundidad (filoncitos diseminados sobre unos 8 m de potencia) que disminuye progresivamente, de potencia en una chimenea de 56 m hacia la superficie, para terminar en una pequeña fisura estéril. El caso de vetas separadas por 2 ó 3 m de espesor y que alternan con lentes es frecuente.

La ejecución onerosa de corta vetas o sondes ejecutados arbitrariamente pueden perfectamente dejar escapar a tales mineralizaciones. Por ejemplo: una corta vetas puede pasar por encima o por debajo de las concentraciones y cortar solamente las fisuras estériles. Por esta razón recomendamos la ejecución de trabajos de geofísica para la búsqueda de esos cuerpos ciegos, de los cuales se sabe por experiencia que existen.

Además, trabajos rusos, canadienses, australianos han demostrado por estadísticas que es en las zonas donde ya existen yacimientos que hay más posibilidades de encontrar nuevos cuerpos mineralizados.

Por razones de la abundancia de la pirita, ciertos métodos de geofísica han de ser convenientes, sobre todo al norte de la Quebrada.

Aconsejamos, en una primera fase, de hacer encayos sobre los filones conocidos de dos métodos de geofísica (el electro-magnetismo y la resistividad) para saber cual es el método mejor adaptado a la mineralización de los yacimientos y de efectuar después en superficie con el método el más adecuado sobre toda la superficie de los yacimientos, perfiles más o menos perpendiculares a la dirección de los filones, y a distintas profundidades de investigación.

La distancia entre cada perfil (teniendo en cuenta el largo de los filones conocidos: Chocoya unos 200 m, San Miguel unos 100 m, Colquechaca alrededor de 310 m, Llallagua alrededor de 200 m, Potosí de 550 a 600 m, Veta Blanca unos 330 m,

Oploca unos 220 m, Colquiri unos 210 m, etc.), sería del orden de 100 a 150 m, pero debía ser precisado por un estudio más a fondo.

En un primer tiempo este estudio de geofísica tendría que efectuarse sobre toda la superficie de los yacimientos filoninos principales, o sea, sobre 2 a 3 km<sup>2</sup>. En el caso de obtener buenos resultados, y después de controlar estos resultados por sondeos, podría ser extendido al conjunto de las pertenencias de la sociedad, que cubren 8,8 km<sup>2</sup>. Conviene anotar que en esta superficie existen otras estructuras anticlinales del ordovícico, que son "a priori" favorables a mineralizaciones.

Además, el mismo método geofísico podría utilizarse para estudiar la extensión en profundidad de los filones ya conocidos. Las medidas se harán en las galerías trazadas sobre el mineral en los niveles más bajos, siendo la profundidad de investigación función del largo de la galería. De esta manera será posible asegurar las reservas para la mina, así como tener una idea más precisa sobre el tonelaje que se puede esperar.

3°. A más gran escala, existe en una vasta región alrededor de Pirquitas (NE del Cerro Granada, a lo largo del Rio Peña Blanca, N y NW del Cerro Granada, W y SW del Cerro Granada, (donde se encontró un rodado de 18 kg de casiterita), zona del Cerro Caucañi, en el Ordovícico del Cerro Negro, al oeste de Pirquitas, etc..) numerosas aluviones de estaño, de los cuales la mayor parte fue ubicada sin presentar contenidos económicos, y para los cuales se ha buscado y muchas veces encontrado el original primario de los aluviones. Estas investigaciones fueron bien llevadas (especialmente por las compañías M. HOCHSCHILD, Nacional Lead, etc.) y no llegaron a un descubrimiento económico, tanto para los aluviones como para los yacimientos primarios. En 1948 W.C. STOLL estimaba que existían pocas posibilidades de nuevos descubrimientos.

Sin embargo se podría, visto la extensión de los indicios y el interés que presenta el estaño, reiniciar la prospección general, por el método de prospección para minerales pesados en los lechos vivos de los ríos, formando una muestra de 10 a 20 litros por cada kilómetro.

4°. Un aspecto llamativo al examinar el tratamiento por gravedad de los minerales de Pirquitas, es el alto contenido en Sn (0,5 a 0,8% Sn) y en Ag (100 gr/T) que se encuentran en los desperdicios o colas, después del tratamiento. Eso para un mineral de cabeza de 1 a 4% de Sn, y para obtener concentrados de 16 a 18% de Sn +  $\frac{2}{100}$  Ag. Esta pérdida es enorme. Estos contenidos de las colas serían explotables para un yacimiento de veta en Francia.

Para nosotros, la Sociedad, después de asegurarse de un tonelaje suficiente de los filones, de las colas, de los desmontes, debe pensar desde ahora mismo de una parte:

- en un tratamiento más apropiado de su mineral que le permitirá una recuperación mejor.
- en un nuevo tratamiento futuro, de las colas y desmontes con contenido elevado en Sn y Ag, después de un muestreo y una cubicación cuidadosas. Su tonelaje debe ser importante.

La gran pérdida de mineral obtenida en la planta se debe seguramente a la gruesa granulometría de los elementos que tratan los "jigs", granulación que está bien arriba de toda malla de liberación. No hablaremos de la diseminación de baterías de "jigs" en varias zonas del yacimiento, lo que es anti-económico, ya que la Compañía está ocupada de juntarles en un solo

lugar.

Nos parece inapreciable estudiar otro método de tratamiento del mineral, por flotación y gravimetría que permitirá no solamente de recuperar mejor el contenido en estaño y plata, sino también, tal vez, de recuperar y producir, de manera económica, concentrados de pirita y mineral de Pb. Hay que hacer ensayos y en el caso de ser positivas lo que puede esperarse razonablemente, antes de armar una nueva planta, habría que asegurarse de disponer de un volumen suficiente de mineral a tratar para amortizar la nueva planta.

El B.R.C.M. ha propuesto a la Compañía de efectuar gratuitamente en sus laboratorios ensayos orientativos de tratamiento sobre tres lotes de 10 kg cada uno de mineral:

- uno precedente de un mineral de cabeza representativo del yacimiento;
- otro de un concentrado también representativo;
- un tercero de colas.

Según los resultados obtenidos por estos ensayos habrá lugar o no, de proceder a ensayos -piloto- semi-industriales.

5°. Por fin hemos pedido ver en uno de ambos corta-vetas (de unos 200 m de largo) y separados la una de la otra por unos 300 m, que cortan el filón Potosí venillas (45 según el Dr. F. TUTOLOMANDO mineralizados con Ag y Sn. También sería el caso, según el Dr. TUTOLOMANDO, en el segundo corta veta, y según el mismo geólogo, el contenido medio de los terrenos cortados por estos corta vetas sería el orden de 0,3% de Sn y de 90 gr/tn de Ag. Si eso se confirmara, sería de extrema importancia de averiguarlo por un muestreo cuidadoso, metro por metro en los corta vetas. Eso abriría a la mina unas nuevas perspectivas inesperadas hasta ahora. Se podría encarar entonces una explotación en "open-pit", trabajando al mismo tiempo

sobre estas zonas de venillas y una parte de los filones. Se ve enseguida la amplitud de lo que está en juego. Así parece una cosa esencial de efectuar el muestreo indicado. Estudios hechos en Francia, sobre un tipo de mineralización distinto (casiterita sola en los "greisens") dieron como resultado que el orden de grandeza mínimo de rentabilidad, para una explotación a cielo abierto, es de:

- 0,3 % Sn para un tonelaje de 500.000 de T.
- 0,25 % Sn para un tonelaje de 1.000.000 de T.
- de 0,18 a 0,20 % Sn para un tonelaje superior a 1 millón de T.

6º También se aconseja especialmente el reconocimiento de la prolongación al Norte de la veta Potosí, asimismo que la zona de su intersección con la Veta Blanca.

7º. Igualmente aconsejado es proceder a un estudio detallado de los filones conocidos para:

- precisar los controles tectónicos: variaciones de potencias y de contenidos según los cambios de buzamiento y de rumbo.
- la evolución de los filones y de las paragénesis en profundidad.
- aumento de contenido cerca del eje anticlinal, etc.

## VI. Aluviones y morfología

En contestación a preguntas que nos fueron hechas en el Ministerio:

1º. No cabe duda ninguna que la explotación aluvional antigua fue hecha sobre el verdadero "bed-rock", constituido por las areniscas y arcillas rojas del terciario superior. No puede tratarse en ningún caso de un bed-rock falso.

2°. Los aluviones situados aguas abajo en el Rio Groszayo de los aluviones explotados en otros tiempos ya fueron ubicados en sus partes más favorables (Grupo San Marcos) por el Dr. H.J. de la Iglesia en 1961. El contenido medio del aluvión en estaño metálico es de 0,123 Kg/m<sup>3</sup> para un volumen total de 4.763.399 m<sup>3</sup>. Este contenido no es económico. Para un volumen de esta importancia, en Francia hacía falta un mínimo de 500 gr de casiterita por m<sup>3</sup> como contenido. Solamente se puede pensar en una explotación artesanal.

Aguas más abajo en el Rio Groszayo, las leyes se tornan más bajas todavía.

3°. Los aluviones correspondientes al nuevo descubrimiento y que se estimaron muy ricos, deben, según informes recibidos en el lugar, identificarse con el depósito aluvional de Cuchi Huasi, situado al NNW del Cerro Granada. Lo hemos estudiado.

La superficie es muy reducida: unos 800 m por 100 m.

La parte mineralizada de los aluviones tiene solamente un espesor de unos centímetros (casiterita negra asociada a granate). El cubrimiento estéril es de 0 a 1 m. Un concentrado de este aluvión habría sido enviado hace tiempo al Ministerio, lo que hizo pensar que el aluvión era rico. De hecho, su volumen total es débil (40.000 m<sup>3</sup> aproximadamente) y el espesor y la ley del llampo también.

4°. Morfología. Para contestar a una pregunta del Dr. R. Tezón, Subsecretario de Minería, no he podido encontrar criterios morfológicos satisfactorios para apreciar la potencia de las formaciones mineralizadas arrancada por la erosión en Pirquitas.

## VII. Conclusiones generales

1°. La zona de alteración de Inca Viejo merece una exploración.

2°. La zona de alteración hidrotermal "Los Diablillos" no presenta interés económico alguno.

3°. La Sierra de Calalaste no es una zona de alteración hidrotermal.

4°. La Mina Pirquitas fuera de su interés propio actual, presenta perspectivas de desarrollo:

- Reconocer la prolongación al norte de la veta Potosí, así como su intersección con la veta Blanca.
- Buscar por geofísica los cuerpos mineralizados ciegos.
- Por el mismo método geofísico, obtener datos sobre la profundidad de las mineralizaciones de filones conocidos.
- Mejorar el lavado para obtener una mejor recuperación del estaño y de la plata, y obtener concentrados de pirita.
- Buscar la existencia de minerales raros en traza.
- Pensar en una explotación en "open-pit" en la región sud de la veta Potosí, si las leyes son suficientes.
- Estudio geológico de detalle de los filones para precisar los controles y estructuras favorables.

5°. Nos parece de extremo interés hacer análisis para Hg de todos los muestras geoquímicas efectuados en la Puna. Efectivamente, la región es favorable metalogenéticamente para este tipo de mineralización (entre otras: por las mineralizaciones en Sb conocidas, muchas veces asociadas especialmente al mercurio). Recordemos que existen en el Perú, en Chile y en Bolivia, yacimientos e indicios de mercurio.

Los análisis para Hg tendrían que contar con una precisión del orden de 1-2 ppm.

----- . -----

Figura N° 1

N



SALAR DE DIABLILLOS

SALAR

Servicio Nacional Minero Geológico  
PLAN N.º A I GEOLOGICO MINERO

AREA DE RESERVA N.º I  
DIABLILLOS  
Geología y Alteración

Escala Gráfica

0 1 2 Km.

### REFERENCIAS

CUARTARIO



Coluvio y Aluvio



Salares

TERCIARIO  
SUPERIOR ?



Alteración sericitica y silicificación



Brechas hidrotermales intrusivas ?



Brechas tectónicas



Pórfido dacítico -riodacítico

PRECAMBRICO



Filita



Gneises



Granito con Megacrístales



Granito

--- Faja inferida

— Faja observada

MINISTERIO DE INDUSTRIA Y MINERIA  
 SUBSECRETARIA DE MINERIA  
 MESA DE ENTRADAS, SALIDAS Y ARCHIVO  
 Tramite Interno No 01176/72



MEMORANDUM

D.N.G.M. 169

Para información del

ñor SUBSECRETARIO  
 DE MINERIA

PRODUCIDO POR

LA DIRECCION NACIONAL  
 DE GEOLOGIA Y MINERIA

Bs. As. 15 JUN 1972

Asunto:

Elevo a S.S. el presente informe,  
 producido por el experto francés J.THEBAULT,  
 con motivo de la comisión de servicio reali-  
 zada al PLAN NOA-I en TUCUMAN.

RAÚL ALBERTO MÜLLER  
 DIRECTOR NACIONAL DE GEOLOGÍA Y MINERÍA

D.N.G.M.  
 [Handwritten initials]

RECIBIDO  
 MINISTERIO DE INDUSTRIA  
 Y MINERIA



SUBSECRETARIA DE MINERIA  
 16 JUN 1972  
 [Handwritten initials]

SERVICIO MINERO NACIONAL	
MESA DE ENTRADA	
ENTRO .....	SALIO .....
DIA 9	DIA
MES 2	MES
AÑO 72	AÑO



C.T.I. 1176-72.

Ministerio de Industria y Minería

Subsecretaría de Minería

//nos Aires,

Tomado conocimiento, vuelva a la Dirección Nacional de Geología y Minería a sus efectos, deseos un mapa, señalado en pag. 4 del informe de Thebaud.

S. S. M.

DR. ROBERTO V. TEZON  
SUBSECRETARIO DE MINERIA



*Ministerio de Industria y Minería*

GIRA EFECTUADA EN EL PLAN N.O.A. DE LA DIRECCION NACIONAL DE  
GEOLOGIA Y MINERIA, DEL 13 al 30 DE MAYO DE 1972

por J.Y. THEBAULT 8/6/72

Me es grato dar las gracias al director del Plan, Dr. Reverberi, así como a todos los geólogos del Plan, por la recepción excelente y la atmósfera amistosa en la cual he podido trabajar, tanto en la ciudad de Tucumán como sobre el terreno.

Hemos tenido conversaciones fructuosas, y cambios de impresiones tanto en la oficina como sobre el terreno con los doctores de Alba, Reverberi, de los Hoyos, con la señora Margarita Mirre, los geólogos Figueroa y Guillon, tanto sobre los trabajos del pasado, como de los actuales y del porvenir. Una nota sobre los futuros trabajos fue redactada por el Dr. de los Hoyos.

El día 29 de mayo por la mañana informé al Dr. Reverberi de mis observaciones en el terreno así como de algunas ideas y sugerencias indicadas más abajo. Después, el Dr. de los Hoyos convocó a los geólogos del Plan que se encontraban en Tucumán y he tenido la oportunidad de darles una pequeña exposición sobre la prospección de aluvión, y de contestar a sus preguntas.

TRABAJOS EFECTUADOS EN EL CURSO DE LA MISION

I Estadía previa en Tucumán

- A) Estudio de los métodos de estadística geoquímica usados para determinar las zonas de reserva. Exámen de los resultados sobre varios mosaicos

Este trabajo se hizo en colaboración con la señora M. Mirre. Los métodos empleados para determinar las zonas de reserva saliendo de los resultados de la geoquímica, tal como han sido practicados, son perfectamente adecuados. El método empleado en la mayoría de los casos, el de Lepeltier, me parece completamente suficiente. El método de Geoffroy, empleado de manera complementaria en otros casos, me parece demasiado sofisticado, largo y, por fin, no traer muchos elementos nuevos como resultado de un trabajo enorme. Sobre todo si se tiene en cuenta, de una parte, la poca densidad de las muestras y, de otra parte el hecho que varios factores como la morfología, la lixiviación más o menos acentuada de las formaciones, etc., hace que los valores absolutos de las anomalías geoquímicas pueden y deben ser interpretados diferentemente según la ubicación. Y en este caso es mas bien un trabajo de geomorfólogo minero que conviene para interpretar las anomalías que una estadística fría como la de



*Ministerio de Industria y Minería*

Geoffroy que, si bien tiene el mérito de hacer intervenir ciertos factores como la litología, el clima, no puede hacer caso a todos los parámetros necesarios.

En las zonas de reserva retenidas, solamente los estudios mas detallados, como aquellos previstos para el futuro, permitirán seleccionar mejor las zonas de interés, fijar prioridades y de determinar con precisión los objetivos, apoyándose no solamente en los resultados de la geoquímica, sino también en la geología detallada, la geomorfología, etc.

?! Nos parece deplorable que no han sido obtenidos como zonas de reserva las zonas con anomalías poco elevadas en Cu, Pb, Zn de los mosaicos N<sup>o</sup> 20A2, 20B2 y 24C4.

También se observa: la geoquímica efectuada en roca en el estadio de prospección preliminar no nos parece muy adecuada. Efectivamente, muestras como tales en rocas tienen solamente un valor puntual. Habían sido reemplazados ventajosamente por una densidad mas grande de muestreo geoquímico aluvionario e eluvionario así como una homogeneidad mas grande en la repartición espacial de estas muestras.

Otra observación: el costo mas elevado de la prospección geoquímica es el trabajo sobre el terreno, la infraestructura, etc., así que sería una lástima de no analizar las muestras extraídas para numerosos otros Cationes: Mo, Sb, W, Sn, Ap, etc. Para determinar las zonas de reserva se ha utilizado, además de la geoquímica: la fotointerpretación, la geología estructural y los conocimientos ya adquiridos en la metalogénia de las provincias.

B) Exámen de la metodología que debe aplicarse en las investigaciones futuras

Una reunión tuvo lugar con esta finalidad en Tucumán el día 18 de mayo, de la cual un informe fue remitido por el Dr. de los Hoyos: "Las etapas de la investigación geológica a desarrollar en las áreas de reserva del NOA-I-Tucumán".

Después de haber visto el terreno y las diversas zonas de alteración hidrotermales, debo agregar que me parece muy importante: -Que cada zona de alteración hidrotermal sea levantada en detalle, en lo que se refiere a: la geología, los indicios de mineralizaciones oxidadas o sulfuradas (a precisar), y que sean delimitadas lo mejor posible las diferentes zonas de tipo de alteración: sericitación, feldespaticación, propilitización,



*Ministerio de Industria y Minería*

etc. Como es sabido, son los aspectos de alteración en sercicita y feldespatización que son más favorables;

- Que el mismo geólogo minero vea todas las zonas de alteración hidrotermales, dedicando 2 o 3 días a cada una para su clasificación según su interés por criterios semejantes: tipos de alteración, geoquímica, etc. Dicho geólogo tendría que ser acompañado por un geomorfólogo cuyas observaciones permitirían de interpretar los resultados de la geoquímica en función de la morfología local, de la lixiviación o de la erosión mas o menos importantes. Es en efecto cierto que los mismos valores anómales geoquímicos en aluviones no tienen el mismo significado cuando se trata o bien de una zona actualmente en erosión activa (Filo Colorado), o bien de una zona de alteración casi cerrada (La Alumbreira), o de una zona donde una parte de la cementación aflora (Mi Vida), etc. También los elementos de interpretación y de decisión que pueden proporcionar los estudios geomorfológicos me parecen preciosos.

- Que la mineralización de las zonas de alteración hidrotermal de la zona, siendo polimetálica (en oposición a los P.C. de Chile de Cu + Mo) y conteniendo blenda y galena con alta ley de plata en la prospección geoquímica táctica de estas zonas, me parece imprescindible de analizar, además de las otras casiones, la plata y posiblemente el oro, si este último no se encuentra ligado a la pirita (a estudiarse). Efectivamente, la plata será con el molibdeno un muy buen indicador en las zonas lixiviadas.

- Que para ciertas mineralizaciones, como el oro, la casiterita, el wolfram, la prospección aluvionaria es deseable. De la misma manera, en las regiones de la puna, donde los aportes eólicos son tales que el reconocimiento geoquímico clásico no me parece una herramienta adecuada.

C) Clasificación, en conjunto con el Dr. de los Hoyos, de las zonas de reserva por orden de interés

Esa clasificación fue hecha en conjunto y en perfecta concordancia de ideas en lo que se refiere a criterios y conocimientos geológicos, geoquímicos, etc., de los cuales dispone el "Plan" en el estado actual de sus estudios. Ciertamente es que los estudios detallados ulteriores llevarán a reconsideraciones.

Hemos clasificado las zonas de reservas en 5 categorías, siendo la primera la de las regiones más prometedoras, y la quinta la de los objetos sin gran interés en el estado actual de su conocimiento.



Ministerio de Industria y Minería

ES NECESARIO UN MAPA, MAPEANDO  
DO LAS ZONAS

Véase aquí abajo la clasificación retenida -----

### 1º Categoría

- Zona de reserva N°25, con una clasificación interna: 1):Filo Colorado; 1 o 2: El Estanque; 2:San Lucas W; 3:Bajo de las Juntas y Cerro Abajo.
- El Pago (de la zona de reserva 30) - 1 o 2?

### 2º Categoría

Zonas de reserva N° 1, 2, 3, 4, 5, 15 (2º o 3º categoría), Fiambalá (2 o 3)

### 3º Categoría

Zonas de reserva: 10(categoría 3 o 4), 12, 13, 16 (3 o 4), 17, 18, 19, 20, 21, 22, 24, Vaca Vizcana, Condor Huasi, Portezuelo del Inca, Cerro Bayo, Clavillo Norte, Morro Colorado.

### 4º Categoría

Zonas de reservas: N° 6, 8, 9, 11, 14, 23, 26, 27.

### Categoría 4-5

Zonas de reservas: N° 7, 28, 29

## II GIRA SOBRE EL TERRENO

He tenido la oportunidad de estudiar las zonas de alteración de Vaca Vizcana y de Bajo de las Juntas, así como rápidamente la de "La Alumbreira" de YMAD. Estos trabajos fueron efectuados en compañía de los señores de los Hoyos, Gullon y Figueroa.

Teníamos que ver igualmente San Antonio W, pero, por equivocarnos de quebrada, no hemos podido estudiarla. Después, yq que el helicóptero nos había abandonado, hemos tenido que volver el día siguiente a lomo de mula, después con coche, y otra vez por helicóptero hasta Belén.

### 1º) ZONA DE ALTERACION DE VACA VIZCANA

Esta zona mide mas o menos 1km de largo sobre 0,5km de ancho. Ella corta un granodiorito migmatítico y es limitado al este por una gran falla inverso N-S que da lugar a una miloniti-



## Ministerio de Industria y Minería

zación intenso sobre su trazo.

El contenido geoquímico en Pb, Cu, Zn en los aluviones es muy débil. Se han notado cuerpos intrusivos porfíricos de diversa naturaleza: cuarzo, monzonita, andesita así como "dykes" abundantes de las mismas rocas. En un punto: una brecha andesítica.

La alteración predominante es la silicificación de las rocas, con muchas veces una piritización intensa y frecuentemente epidotización. Al norte existiría una zona con sericita de pequeñas dimensiones que no hemos visto. La alteración hidrotermal afecta también el granito en su borde.

La pirita por oxidación produce a la jarosita de color característico.

Dentro de un "thalweg" importante que se separa al N-W de la quebrada principal, hemos encontrado en una roca fija muy silicificada (cuarzo-monzonita?) además de la pirita, bornita y cobre nativo. Es una mineralización muy local.

En la misma quebrada hemos encontrado un grueso bloque de roca oscura bien mineralizada en pirita, calcopinita y bornita, sin ver de donde podría proceder.

Remontando siempre esta misma quebrada se observa una zona de brecha con pirita y jarosita abundantes, muy silicificada con un poco de bornita.

Un poco mas arriba en la quebrada, en una zona silicificada y piritizada hemos anotado la presencia de sericita en reducida cantidad.

Después de dar con los granitos, hemos vuelto a la quebrada principal que debe cortar la zona de alteración sobre unos 100 a 150m de altura por lo menos.

En esta quebrada hemos observado filones de andesita muy silicificada, la granodiorita muy silicificada y piritizada, la cuarzo-monzonita también silicificada y piritizada.

Las rocas son muchas veces muy tectonizadas, fracturadas.

En la zona que hemos estudiado y donde hemos examinado muchas rocas, hay un hecho muy importante para notar: es que la mayor parte de las rocas son frescas o relativamente frescas. Se vé allá una mineralización interesante para cobre, el molibdeno o la galena existiría, se anotaría igualmente. Al no encontrar sino excepcionales puntos de mineral de cobre, eso indica puramente y simplemente que esta mineralización es muy rara.



## Ministerio de Industria y Minería

No hay que creer en milagros, ni esperar una mineralización más importante que la que está a la vista en aquella zona de alteración hidrotermal, donde la lixiviación prácticamente es inexistente, y donde la alteración se desarrolla solamente a partir de las diaclasas, dando colores típicos de jarosita.

De misma manera, la prospección táctica (reticulado), que en la actualidad se está haciendo, dará mas bien contenidos en rocas de las mineralizaciones primarias, y no anomalías en el sentido geoquímico; no hay que equivocarse en su interpretación.

Por cierto que no hemos podido examinar en detalle a toda la zona en un día, y nuestra operación vale por lo que hemos visto. En las zonas examinadas no hay que esperar un yacimiento de interés económico, por las razones explicadas aquí arriba, principalmente: rocas frescas con pirita abundante y ningún o muy poco mineral de cobre; tipos de alteración hidrotermal poco favorables.

### 2º) ZONA DE ALTERACION DE BAJO DE LAS JUNTAS

Esta zona de alteración que corta los granitos migmáticos con gruesos fenoblastos de feldespato tiene como dimensiones alrededor de 2,0km por 1,5km.

El granito está recortado por un cuerpo tonalítico, recortado a su vez por varios "dykes" de andesita de 1 a 1,5m de potencia.

En su borde el granito está muchas veces muy silicificado y piritizado.

Hemos observado las alteraciones que siguen: abundante silicificación y piritización, a veces un poco de turmalinización. Como mineralización no hemos observado (en contradicción al geólogo Mirré) la calcopirita en la tonalita, sino solamente calcopirita y malaquita en determinados lugares de un "dyke" de andesita, así como dos pequeñas manchas de oxidados de cobre en la tonalita.

La prospección geoquímica en sedimentos dió valores pobres: máximo de 100 ppm para el cobre, 80 para el cinc, 35 para el plomo.

Aparte de la limonita marrón que se observa en el extremo sur de la zona de alteración hidrotermal, todos los otros colores de los oxidados son amarillos y típicos de la jarosita, con "boxworks" de pirita.



## Ministerio de Industria y Minería

La quebrada principal corta la zona de alteración hidrotermal sobre una altura de 200 a 250m, como un trinchera enorme; trinchera en la cual, si se ven zonas alteradas, se ven principalmente rocas frescas con abundante pirita y sin sulfuros de cobre. Eso, a nuestra opinión, es extremadamente significativo para la esperanza de encontrar algún yacimiento. Esta esperanza es muy remota.

Tampoco no hemos visto ninguna alteración importante del tipo sercítico o feldespótico. En un solo punto algo de sercita. Lo que tampoco no tiene un carácter muy alentador.

Cierto que hemos visto solamente una parte (pero bastante amplia) de la zona, y nuestra opinión es francamente pesimista para lo que hemos visto. La quebrada que corta la zona de alteración hidrotermal no lixiviada había dado valores mas importantes en Cu, Pb, Zn, al existir un "stock metal" de interés económico.

Nuestro aviso desfavorable no debe impedir un estudio geológico completo y mas detallado de toda la zona de alteración.

### 3º) ZONA DE ALTERACION HIDROTERMAL DE "LA ALUMBRERA" DE LA Cía. YMAD

Una tardecita hemos podido examinar rápidamente una parte de esta zona de alteración que, al opuesto de los anteriores, presenta características alentadoras:

- existencia de una zona de sercita extensa.
- numerosos colores de mineral oxidado de cobre.

Esta zona merece un estudio y una exploración detallada.

Hay que notar que la geoquímica en aluviones no dió allá valores elevados, máximo: 170 ppm para el cobre, 45 para el Pb, 90 para el Cinc. Eso se debe sin duda a la morfología de la zona y a la existencia de una lixiviación evidente sobre un espesor desconocido.

### III DISPOSICION DE LAS ZONAS DE ALTERACION HIDROTERMALES RELACIONADA A LA TECTONICA.



*Ministerio de Industria y Minería*

Las fallas lineamentarias principales tienen sobre todo tres direcciones: NS, EW y ENE. Es interesante de observar que las zonas de alteración hidrotermal muchas veces son ligadas y alineadas según zonas de fallas lineamentarias que en la zona de reserva N°25 tienen las direcciones N20W y N70-80W. Mientras que en Chile los "porphyry copper" son esencialmente alineados a lo largo de fracturas N-S, lo que en la Argentina es el caso de: Diablillos, Inca Viejo y Centenario, existen en la Argentina también alineaciones de zonas de alteración hidrotermal según direcciones transversales, y algunas son prometedoras: Mi Vida, Farallón Negro, etc. Como aquí se trata de mineralizaciones polimetálicas distintas de las de Chile, a mi manera de ver, no hay que formarse una opinión sobre las zonas de alteración hidrotermal de la Argentina en función de lo que se sabe sobre Chile. Se trata de otra "provincia metalogénica", que es mas aparentada a la de Morococha (Perú) que a Chile. El interés relativo de cada una de las zonas de alteración hidrotermal con relación a las otras debe ser estudiado en cada caso y saldrá a la luz por los estudios de detalle. Los criterios esenciales para una clasificación por orden preferencial deben ser:

- los resultados de la geoquímica en aluvión (deben ser interpretados en función de la geomorfología, el clima, etc., con mucha precaución);
- existencia o no de zonas de sericita y de feldespáticas - criterio importante;
- existencia o no de afloramientos de mineral sulfurado de cobre, molibdeno, etc., o de minerales oxidados;
- resultados de la geoquímica táctica en roca lixiviada para Mo y Ag;
- fracturación suficiente con o sin venillas de cuarzo para permitir el ascenso de venidas mineralizantes.

Me parece también interesante de estudiar para las zonas de alteración hidrotermal del Plan NOA: los variados tipos petrográficos de porfiros intensivos y de ver aquellos que están ligados a las mineralizaciones más interesantes, de estudiar las edades absolutas de los diversos intrusivos. Eso permitirá tal vez mas tarde de formar nuevos criterios de juicio sobre el interés relativo de las diferentes zonas de alteración hidrotermal.

También me parece que sería prudente, antes de meterse en sondeos de reconocimiento de cierta profundidad, de esperar que los estudios detallados permitan de clasificarlas por orden creciente de interés, de tal manera de efectuar el esfuerzo de investigación allá donde las posibilidades serán mas prometedoras.



*Ministerio de Industria y Minería*

IV CONCLUSIONES

- 1º) Con la geoquímica, tal como ha sido practicado, y la fotogeología, las zonas de reserva han sido elegidas judiciosamente, Es sin embargo deplorable que la densidad del muestreo no ha sido mas grande (pero el tiempo a disposición del Plan no lo permitía) y que las muestras recogidas no hayan sido analizadas para mas cationes, visto que el precio de análisis es insignificante en una prospección de esta índole, cuando es comparado con el precio total. Pero el análisis sistemático para otras cationes: Ag, Mo, Sn, W, Be, Mo, Ni, Au, etc. podrá hacerse en el futuro.
- 2º) En la región de la Puna, sin duda alguna, la prospección aluvionaria para minerales pesados había sido mas conveniente que la prospección geoquímica clásica, visto que los aportes eólicos importantes, arriesgan de disimular las anomalías geoquímicas. Las muestras de minerales pesados, una vez estudiados en mineralogía, pueden ser analizados por fluorimetría X para los otros elementos.
- 3º) Nos parece muy importante que un geólogo minero y un geomorfólogo vayan juntos a ver las variadas zonas de alteración para clasificarlas por orden de interés decreciente en función de varios criterios: valor de los tenores geoquímicos en función de la morfología, tipos de alteración hidrotermal, presencia o ausencia de mineral de cobre oxidado o no, fracturación, etc.
- 4º) La geoquímica táctica sobre las zonas de alteración hidrotermal tendría que hacerse no solamente para Pb, Zn, Cu, Mo, pero también para el Ag y tal vez para el oro. Efectivamente en las zonas lixiviadas son esencialmente el Mo y el Ag que permitirán de formarse una idea sobre las mineralizaciones primarias.

13-6-72

Traducido del francés por

L. P. MOENS