

SERVICIO NACIONAL MINERO GEOLOGICO
Subsecretaría de Minería
Ministerio de Economía.

PROPIEDAD
SERVICIO MINERO NACIONAL
NOA GEOLOGICO MINERO
MIGUEL LILLO 295 - Tel. 39885
C. C. Nº 53 - Suc. 2
C. 4 01 - S. P. de TITULMAN

Estudio Complementario
YACIMIENTO DISEMINADO
CUPROAURIFERO DE LA ALUMBRERA
Catamarca.

Hugo Bassi
Diciembre 1974

I N D I C E

I	
INTRODUCCION	pag. 1
ANTECEDENTES	2
II	
GEOLOGIA	
Esquema del Distrito	5
GEOLOGIA LOCAL	5
Estructura y Tectónica	7
III	
YACIMIENTO	8
Halo	9
Núcleo	9
EXPLORACION Y ESTIMACION DE RECURSOS	11
IV	
RESUMEN Y CONCLUSIONES	14
Exploración	15
Estimación de recursos	16
Posibilidades	16
Programa	17
RECOMENDACIONES	18
V	
APENDICE	
Fotografías	20
Comparación de la ley de los primeros 30 m ...	22
Nómina de algunos yacimientos de baja ley ...	23
Bibliografía	24
PARTE GRAFICA (en sobre adjunto)	
Lámina I - Croquis del yacimiento diseminado cuproaurífero de La Alumbraera 1:5.000	
- Estimacion de recursos explorados 1:5000	
- Esquema de posibilidades 1:10.000	
Lámina II - Exploración 1:2.500	

INTRODUCCION

El objetivo de La Alumbraera fue encomendado inicialmente como una Inspección Minera, dentro del programa respectivo en la Provincia de Catamarca.

El avanzado estado de la exploración y el cúmulo de antecedentes existentes recomendó encararlo como un Estudio Complementario pero al cual se debió darle un carácter semiparcial, ya que por el momento se carece del estudio geológico a escala minera.

En consecuencia las conclusiones de tipo geológico están apoyadas en varios trabajos anteriores (de excelente calidad pero a escalas demasiado pequeñas para la etapa actual), en observaciones parciales en el terreno y en especial en la revisión litológica expeditiva de los testigos de gran parte de los sondajes.

Es mi deseo agradecer aquí la amplia colaboración de la Jefatura Tucumán del PLAN NOA I así como también la de la Empresa Yacimientos Mineros Agua de Dionisio, quienes pusieron a mi disposición el total de los antecedentes existentes sobre el tema y los trabajos realizados para su exploración. Y este agradecimiento vaya en especial dirigido a los doctores Oscar Reverberi, Mario Alderete, Raúl Sister y Noemí Feliú.

Diciembre 1974

Hugo Bassi

ANTECEDENTES

La Alumbarrera fue objeto de atención aún desde los inicios de las exploraciones en los yacimientos vetiformes del Distrito de Agua de Dionisio, en parte por la presencia allí de filones manganíferos (y proximidad de las antiguas explotaciones de la mina El Tofo) como también por lo llamativo de la amplia área de roca decolorada que representa.

Al parecer el primer trabajo de detalle fue un mapa 1:2000 hecho por G. Cecioni (1949), quien registra un cuerpo dacítico rodeado por andesita y basalto y limita el área de alteración.

En 1963 A. Mezzetti produce un excelente mapa geológico-topográfico a escala 1:5000, acompañado por muestreo de roca para análisis geoquímico de cobre (762 muestras). Concluye señalando la existencia de un yacimiento de cobre y oro diseminados, con un área de 1000 m por 200 m, elongada según un rumbo NE, con posibilidad de unas 30 millones de toneladas de roca impregnada. Recomienda una primera etapa de 4 (1) sondajes cortos (con perforadora portátil para 60 m, debido a la dificultad de acceso) y una segunda condicionada a la precedente, pero previendo sondajes profundos, dispuestos en reticulado de 60 m. Proporciona además varias instrucciones prácticas para el control de los sondajes.

En 1968 R. Romani revé el sector. Se extraen 247 muestras para análisis geoquímicos (Cu, Mo, Pb y Zn), según líneas de rumbo NE y equidistancia entre muestras de 50 m; además un estudio petrográfico orientado a alteración con investigación de 78 muestras y se produce un croquis geológico con distribución de limonitas y de la alteración hidrotermal. Se programan y ejecutan 4 sondajes con un total de 226 m perforados, ley

(1)	Sondaje I	N7020	E39220	Seleccionó cotas bajas para obtener con los sondajes las menores cotas absolutas.
	II	7170	39625	
	III	7430	39830	
	IV	7840	39695	

media de 0,38 %Cu y 0,40 grAu/t (1) en mineral esencialmente primario. Concluye la posibilidad de existencia de un recurso de 80 millones de toneladas con ley de 0,47 %Cu y 0,4 grAu/t (relación estéril/mena = 1:4); recomienda un nuevo programa de perforaciones distribuido en reticulado de 200m, cubriendo una superficie de 80 Ha, con una primera etapa de 9 sondajes y una segunda de 6 supeditada a los resultados de la precedente, programa que le permitiría cubicar un orden de 500 millones de toneladas con categoría probable.

En 1969 el área es visitada por Quartino & Zardini quienes observan la importancia de la silicificación (cuarzo hidrotermal con sulfuros) como control de la mineralización útil (guía prospectiva) y señalando además su orientación estructural (tendencia vetiforme).

En 1972 Llambías produce una síntesis estructural sobre el grupo volcánico del distrito, demostrando la existencia de un control tectónico sobre la distribución de hipabisales según los sistemas NW y NE y de la alteración hidrotermal según el primer sistema.

En 1973 el área es revisada por Sillitos. Establece un límite de alteración potásica (coincidente en su mayor parte con el margen de las anomalías cupríferas del muestreo geoquímico existente); observa el control topográfico (colinas) provocado por la silicificación y recomienda la exploración del área potásica y en especial de dicho sector silicificado.

En Enero 1974 la Subsecretaría de Minería inicia un programa de perforaciones apoyado en una importante infraestructura analítica (geoquímica y petrocalcográfica) por intermedio de su Jefatura de Area Tucumán del PLAN NOA I. Este programa cumplió hasta Octubre ppdo. la perforación de 13 sondajes (n°51-52-53-54-56-58-59-60-62-66-67-75 y 80; 3.350m),

(1) El oro fue observado como primario, asociado con la calcopirita (M.Brodtkorb).

cuatro en ejecución (69-72-73 y 74; 680m) y dos con acceso preparado.

Al mismo tiempo YMAD, por intermedio de su Jefatura Geológica, ha realizado desde 1970 al presente 5 sondajes (5-6-15-18-B; 720m) y dos en ejecución (C3E con 115m y 8).

El conjunto de sondajes realizados en el área suman (incluyendo los 4 de 1968) unos 5100 m perforados, con una ley promedio para 3978 m analizados de 0,36 %Cu y para 2632 m analizados de 0,44 grAu/t.

GEOLOGIA

Esquema del Distrito

Regionalmente La Alumbraera forma parte del distrito volcánico terciario que caracteriza a las Sierras Pampeanas del centro de la Provincia de Catamarca.

Ese distrito comprende una infraestructura efusiva compuesta por tobas, brechas y coladas andesíticas, intruída por una serie de cuerpos subvolcánicos e hipabisales (monzonitas, andesitas cuarcíferas, riodacitas y riolitas) y afectada por un proceso hidrotermal casi póstumo que actúa sobre los diferentes componentes del bloque.

El conjunto ocupa preferencialmente una zona del basamento tectónicamente deprimida, provocada por bloqueamiento según sistemas de rumbos variables.

El distrito, en cambio, se caracteriza por la importancia de un neto control tectónico según dos sistemas (NW y NE), a los cuales se ajustan tanto las diversas manifestaciones intrusivas como el hidrotermalismo. De tal manera que prácticamente todas sus áreas de alteración se encuentran en la intersección de expresiones de ambos sistemas.

GEOLOGIA LOCAL

La Alumbraera cubre una superficie de unos 4 km² que aproximadamente coincide con una depresión topográfica.

Está constituida geológicamente por un ambiente efusivo andesítico y filones capa basálticos (Complejo Volcánico) intruído por

un grupo de diques dacíticos (1) de rumbo sostenidamente noroeste.

La depresión, de forma levemente elíptica, está elongada según un rumbo NE con una longitud de 1800 m y tiene un eje menor de 1200 m. Esta figura marca un límite bastante neto entre una parte interior blanqueada y una periferia donde el complejo volcánico, si bien con alteración hidrotermal (propilitización) es perfectamente reconocible litológicamente.

Dicha parte central blanqueada muestra una intensificación de la alteración hidrotermal en sentido centripeto pudiéndose marcar, en base al grado de alteración, un halo y un núcleo central. Este núcleo es excéntrico y al estar desplazado hacia el norte y el oeste hace que el halo tenga consecuentemente un ancho mayor al sur y este con valores de 500 y 300 m respectivamente, alcanzando apenas a los 200 m al oeste y norte. El núcleo no es perfectamente elíptico sino que muestra emisiones según el rumbo NE hacia el norte y sur, tomando así una longitud de 1200 m y con ancho de 700 m.

El halo y núcleo descritos marcan, como hemos dicho, diferente intensidad de alteración y por consiguiente diferente grado de destrucción de la roca original.

En el halo las rocas son en todos los casos, aún en las descompuestas por meteorización, bien reconocibles. No obstante se observa que las correspondientes al complejo volcánico son marcadamente menos identificables que los diques dacíticos, al punto que estos últimos suelen aparecer macroscópicamente inalterados (Fot. 4).

En el núcleo y ya en el máximo grado de alteración, se observa la tendencia anteanotada y en superficie sólo son reconocibles las rocas dacíticas, que afloran debido a su mayor competencia, o bien las masas

(1) Mezzetti denomina a estos diques como riolíticos pero, al parecer, no fueron hechos estudios microscópicos. Una determinación preliminar a gransuelto (B. Coira) indica que, por lo menos los fenocristales, son de plagioclasa sin excepción.

de Complejo Volcánico silicificadas que también afloran por el mismo motivo. En general, en las rocas del complejo volcánico, el enmascaramiento de la roca original está acentuado por la presencia de ciertas partículas de sílice secundario que, al asemejarse a fenocristales de cuarzo, hacen dudar durante el mapeo si se trata o no de dacita. Además, si carecen de silicificación, las rocas del complejo son totalmente incompetentes, apareciendo comunmente cubiertas por eluvio.

En los testigos de sondajes, en cambio, el panorama es más claro y permite distinguir la presencia o no de roca dacítica pues esta, aún en los casos de mineralización intensa y de destrucción total de los feldespatos, conserva macroscópicamente sus rasgos texturales (grandes y abundantes fenocristales de feldespato y a veces -no siempre- sus típicos fenocristales de cuarzo).

La rápida inspección de estos testigos, expresada suariamente en la Lámina II, permitió determinar que en el total de los sondajes ubicados en el núcleo, un 33 % es roca dacítica más o menos alterada y el resto complejo volcánico litológicamente destruido.

Por lo tanto consideramos el núcleo central como geológicamente constituido también por un medio de complejo volcánico surcado por diques dacíticos (y/o filones capa?) pero en proporción bastante mayor a la observada en el halo y sin tener las características (por lo menos hasta la profundidad de alrededor de 300 m alcanzada por las perforaciones) de un cuerpo. Podría quizá tratarse de un emjambre de diques controlados aquí, además del NW, por el otro sistema tectónico del distrito (NE).

Estructura y Tectónica

No se tienen datos sobre los valores de estratificación del complejo volcánico. Observando el fotograma 2767-407-28 parece que

en el borde Este estos valores serían subhorizontales o bien de rumbo norte e inclinación Este (parcialmente reconocibles en las fotografías adjuntas números 2 y 3). En el borde oeste no se ve estratificación o por lo menos no con la nitidez del borde Este (Fot. 1).

Los diques dacíticos aflorantes en el halo se acomodan a un rumbo general definido NW. En detalle parecería que en el núcleo sus rumbos tienden a girar hacia el norte (caso del borde oeste del sondaje C3E). Dentro del núcleo se desconoce la estructura definitiva de la roca dacítica pudiendo, de acuerdo a lo visto en los sondajes, tratarse de un en jambre de diques (y filones capa?).

La tectónica del bajo está representada, como en el distrito, por un sistema NW, bien identificados por los diques ya citados y por la isoorientación de las pequeñas áreas de silicificación mapeadas por Mezzetti. Además esas mismas áreas, en su masa mayor, sugiere también un con trol NE, que coincide incluso con el cauce de la quebrada de La Alumbraera, cuya prolongación teórica hacia el noreste nos lleva, en el distrito, al área del Durazno (Lám. I -Control tectónico 1:120.000). Por otra parte la elonga ción del bajo así como las "emisiones" del núcleo de alteración intensa se aco modan a ese rumbo. En consecuencia parece demostrado, por el momento, la existencia de dos sistemas tectónicos bien definidos en el bajo de La Alumbraera: NW y NE.

YACIMIENTO

El área muestra mineralización diseminada y vetiforme.

La vetiforme se la observa en el borde sur del halo, con rumbo WNW. Se trata de manifestaciones aisladas, de corta corrida, con potencias máximas de 0,80 m y leyes bajas (Mezzetti 1963).

La mineralización diseminada ocupa prácticamente el total del bajo de La Alumbarrera pero trataremos separadamente, tanto por su calidad e intensidad, la del halo y la del núcleo.

Como hemos visto en Geología Local el concepto de halo y núcleo se ha aplicado exclusivamente en base a sus diferentes intensidades de alteración hidrotermal, de manera tal que el contacto entre ellos es transicional y además está en su mayor parte enmascarado por aluvio. Ambos ocupan una superficie similar de 100 Ha cada uno.

Halo

El Halo, que presenta un contacto externo transicional con el Complejo Volcánico propilitizado, tiene una alteración sericitica extendida, a veces combinada con silicificación y otras con argilitización (Romani), acompañada por bastante piritita aflorante (hasta un 20 % - Mezzetti).

El muestreo geoquímico no indica allí anomalía alguna por cobre. No hay sondajes que investiguen el Halo, pero aquellos marginales del Núcleo (58-62-4 y 15) dan entre 0,14 y 0,27 %Cu.

Núcleo

En el Núcleo la alteración es similar pero a la que se agrega una potásica que ocupa la totalidad de su superficie (Sillitoe) y además se destaca un sector poco definido, de unas 10 Ha, distribuido en una masa continua y también en manchas aisladas de silicificación masiva + magnetita (Mezzetti-Sillitoe). Este sector fue calificado como el más interesante como posibilidades para la mineralización útil (Quartino & Zardini).

El muestreo geoquímico indica como anómalos dos secto-

res. Uno al norte, más intenso, acomodándose en parte al ámbito de silicificación masiva+magnetita, pero extendiéndose también fuera hacia el norte, hasta la latitud de N8100 y cubriendo unas 18 Ha. Otro al sur, con valores más bajos, con superficie de unas 4 Ha.

Los perfiles geofísicos de polarización inducida indican dos sectores anómalos de 1er. orden. Uno hacia el norte, con efecto de frecuencia, que cubre unas 9 Ha. y otro hacia el sur, en parte sobrepuesto al anterior (3 Ha), de factor metálico, que cubre unas 13 Ha; y próximo al sector geoquímico sur hay también dos pequeñas áreas sobreimpuestas de dichas anomalías. En conjunto las anomalías geofísicas tienen una elongación NNE y cubren alrededor de 20 Ha.

La sobreimposición de las anomalías geofísicas y geoquímicas dan una figura elongada según rumbo NE de unos 1200 m por ancho promedio de 350 m. Esta figura (de 38 Ha) se incluye, en ancho, dentro de los límites de la alteración potásica pero la excede un tanto hacia el norte y sur y excede largamente al sector sílice + magnetita.

Los sondeos realizados se encuentran en un 80% dentro de la figura citada. Fuera de ella hay 5 sondeos con ley promedio de 0,27 %Cu (1).

Dentro del área cubierta por las anomalías geofísicas se han hecho, en el efecto de frecuencia, 6 sondeos con promedio 0,41 %Cu (2) en el factor metálico 6 sondeos con promedio de 0,30 %Cu (3).

(1) Sond. 3 (0,38%Cu 0,50 grAu/t)	(3) sond. 51 (0,21 %Cu 0,38 grAu/t)
54 0,37 0,65	60 0,39 ?
4 0,18 0,15	5 0,35 0,80
58 0,16 0,05	18 0,20 --
62 0,27 ?	6 0,51 1,37
(2) Sond.80 (0,83%Cu ? grAu/t)	15 0,14 --
66 0,47 ?	
1 0,52 0,40	
51 0,21 0,38	
18 0,20 --	
52 0,40 0,62	

Dentro del área Sílice + magnetita se han hecho 6 sondajes con promedio 0,40 %Cu (1).

Fuera de todas las áreas antecitadas pero dentro de las indicadas solamente por geoquímica se realizaron también 6 sondajes con un promedio de 0,35 %Cu (2).

No se han reconocido con sondajes los bordes oeste, norte y noreste del núcleo.

EXPLORACIÓN Y ESTIMACION DE RECURSOS

Como hemos visto en Antecedentes el desarrollo de la exploración fue: en 1968 4 sondajes cortos, distanciados unos 250 m entre sí, con un total de 226 m perforados y con ley media de 0,38 %Cu y 0,4 grAu/t. En 1970-74 se hacen un total de 4.874 m de sondajes con ley promedio de 0,36 %Cu (3965 m analizados) y 0,44 grAu/t (2632 m analizados).

En la Lámina II se ha efectuado una proyección del con junto de sondajes a escala 1:2500, mostrando sus leyes simbolizadas en cobre y oro (cuando hay análisis) y esquemáticamente la litología atravesada (3).

(1) Sond. 80	(0,83%Cu	? grAu/t)	(2) Sond. 59	(0,24 %Cu	0,35 grAu/t)
66	0,47	?	2	0,38	0,40
52	0,40	0,38	67	0,67	?
75	0,18	?	56	0,35	0,72 -parcial-
51	0,21	0,38	53	0,16	0,14
5	0,35	0,80	B	0,27	0,30

(3) En un mismo sondaje se nota una tendencia a mayor ley dentro del Complejo que en la roca dacítica.

Con el fin de tener una primera idea sobre la distribución areal de leyes y su relación con las superficies y profundidades exploradas se ha delineado una estimación de recursos (1).

Para paliar las diferencias de posición y profundidad entre los sondeos se ha preferido calcular bloques prismáticos con base triangular y altura promedio de los tres sondeos, haciendo influir, en su proporción, las perforaciones incluidas o marginales del bloque.

Tratándose de recursos (y no reservas) se ha preferido otorgarles a los bloques distintas categorías en base a la superficie explorada y a las toneladas reconocidas por metro de sondeo adjudicado al bloque (2).

De la observación del cuadro resumen se concluye que sólo un 12 % de la superficie ha sido explorado con bloques de menos de 1 Ha de superficie (promedio 0,86 Ha), 40 % de menos de 1,5 Ha (promedio 1,43) y 48 % de más de 1,5 Ha (promedio 2 Ha), pero debiendo recordarse que los bloques están limitados sólo por tres sondeos.

(1) Recursos : tonelaje y ley media (en base a muestreo); Reservas: recursos explotables (en base a consideraciones minero-económicas).

(2) En los bloques colindantes el metraje de los sondeos limítrofes fue dividido acorde a la cantidad de bloques en que fue utilizado. Por tal motivo los bloques externos, aún con poca superficie (categoría mayor), de los observa un mayor número de toneladas adjudicadas por metro perforado (categoría menor) que bloques internos con mayor superficie (Ej. bloques 1 y 2). Esto fue necesario para poder obtener un promedio final más ajustado sobre toneladas calculadas/metro perforado.

En cuanto al índice de toneladas reconocidas por metro de sondaje efectuado, el promedio es de unas 30.000 t/m, con mínimo de 17.000 y máximo de 44.000 t/m (1).

El tonelaje del total de los bloques considerados es de unos 145 millones con ley promedio 0,34 %Cu. La distribución de leyes indica la existencia de tres sectores que, de norte a sur, tienen las siguientes características :

SECTOR NORTE

Bloque	2	0,54 %Cu	11 mills. ts.
Bloques	2+1	0,53	16,5
"	2+1+3	0,41	27
"	2+1+3+4	0,41	40
"	2+1+3+4+13	0,39	51

SECTOR CENTRAL

Bloques 8+7+6+5+9+14 0,28 %Cu 71 mills. ts.

SECTOR SUR

Bloques 11+12 0,36 %Cu 20 mills. ts.

(1) Se recuerda que en un reticulado de 100 m de lado, con sondajes en las esquinas, cada metro de sondaje proporciona 27.000 ts (densidad 2,7); con un sondaje adicional (al centro) el índice es de 13.500 t/m (reticulado de 70,70 m de lado) y completando el reticulado de 50 m el índice es de 6.750 ts por metro de sondaje.

Ejemplos del índice: toneladas calculadas/metro de sondaje de exploración; en yacimientos con decisión de explotación.

Bouganville	12.000 ts/m sondaje
Lornex	4.800 " "
Island Copper	7.250 " "
Nacimiento (USA-10 mill.ts)	1.100 " "

RESUMEN Y CONCLUSIONES

- Geológicamente el yacimiento se ha emplazado en el Complejo Volcánico constituido por una secuencia subhorizontal de tobas, brechas, coladas andesíticas y filones capa de basalto e intruído por un séquito de diques dacíticos de rumbo general NW.
- El conjunto ha sido afectado por uno de los procesos mineralogenéticos que caracterizan al distrito y que aparecen en él marcadamente controlados por la intersección de los dos sistemas tectónicos imperantes: NW y NE.
- Este proceso se manifiesta en La Alumbarrera con una amplia área de alteración hidrotermal que excede a los 4 km², de forma levemente elíptica y elongada según la dirección noreste. Esta área, marginada por propilitización y en donde las rocas del Complejo mantienen sus características litológicas originales, constituye topográficamente un bajo y muestra una intensificación centrípeta en la alteración lo que provoca un enmascaramiento paulatino de sus unidades petrográficas.
- En función de esta diferencia en la intensidad del hidrotermalismo se han distinguido un Halo y un Núcleo, con una superficie de unas 100 Ha cada uno.
- En el Halo las rocas del complejo son bien reconocibles en superficie y los diques dacíticos aparecen macroscópicamente inalterados. La alteración es de sericita, con sílice y arcilla y en partes con bastante piritita (aflorante). El muestreo geoquímico y los perfiles geofísicos no delatan en ella anomalía alguna. No hay en el Halo exploración con sondajes.
- En el Núcleo las rocas del Complejo son irreconocibles y la roca dacítica sólo lo es dificultosamente en superficie. En los sondajes se reconoce macroscópicamente el hábito textural de la dacita pero permanecen irrecono-

cibles las rocas del Complejo las que, a veces por disposición especial del cuarzo secundario, simulan rocas dacíticas. Similar dificultad se tiene con estas últimas en los estudios microscópicos.

Se estima que en el Núcleo, de las rocas atravesadas por las perforaciones, un 33 % corresponden a dacita por lo que estructuralmente se puede tratar de un emjambre de diques, o una combinación de diques y filones capa.

La alteración hidrotermal es la vista en el Halo pero con mayor intensidad y a la que se suma un área de alteración potásica de unas 50 Ha, dentro de la cual se incluye un sector de 10 Ha con sílice + magnetita, favorable a la mineralización cuproaurífera. La competencia de este sector y la incompetencia de la roca alterada circundante hace que en el núcleo se haya desarrollado una singular topografía en la que resaltan los morros silíceos.

Exploración

El conjunto de anomalías geoquímicas y geofísicas (incluyendo sílice+magnetita) sobrepone en el Núcleo una figura elíptica, francamente elongada en sentido NE que cubre una superficie de unas 38 Ha. Los sondeos en un 80% ocupan esa figura. El 20% restante (fuera de ella) dan una ley promedio de 0,27 %Cu.

Dentro de la figura citada se comprueba que en las anomalías geofísicas la ley promedio de los sondeos son de 0,41 %Cu para el efecto de frecuencia y 0,30 %Cu para el factor metálico; en la sílice + magnetita 0,40 %Cu y fuera de ellos 0,35 %Cu, valor este último que corresponde a los sectores anómalos por geoquímica pero también donde se registran valores bajos.

Se concluye así que, por el momento, los tenores de

los sondajes no parecen ajustarse a factores definidos conocidos, excepto una mayor ley en el sector sílice + magnetita, pero no excluyente y la que por otra parte lamentablemente constituye una área reducida respecto del conjunto mineralizado.

Estimación de Recursos

De acuerdo a los resultados de la estimación preliminar de recursos se pueden delimitar, y dentro del área reconocida al presente con sondajes, tres sectores: uno al norte con 51 millones de toneladas y ley 0,39 %Cu (pasando por 11 mills. c/0,54 %; 16,5 mill. con 0,53 % y 40 mills. con 0,41 %Cu), otro al centro, pobre, de 71 mills. ts. con 0,28 %Cu y nuevamente otro al sur, con mayor ley, de 20 mills. con 0,36 %, el que se encuentra particularmente poco explorado.

Posibilidades

Las posibilidades del yacimiento, al conocimiento actual de su geología, se las ha delineado en la Lámina I (Esquema de Posibilidades 1:10.000). La denominada allí como área con posibilidades se ha trazado en base a los resultados de los sondajes y a las anomalías geoquímicas (que a su vez incluyen las anomalías geoquímicas y el sector sílice + magnetita).

No existe argumentación para no extender esa área ya que, como vimos, ninguno de los factores conocidos son excluyentes de la existencia de mineralización y sólo aparece como prueba concluyente la realización de sondajes o por lo menos reconocer el terreno debajo de la zona de oxidación.

Considerando sólo lo incluido en el Área de Posibilidades se aprecia que el Sector Norte puede extenderse hacia el Norte, ya

que hay una anomalía geoquímica separada de lo conocido por una franja de aluvio, en donde la geoquímica es seguramente inoperante; también podría hacerlo hacia el noreste (donde hay geoquímica) y hacia el oeste, ya que el sondaje limítrofe N° 3 tiene 0,38 %Cu promedio.

El Sector Central, hacia el Este está limitado por sondajes bajos (58,62 y 4), pero hacia el Este el Sondaje 54 tiene 0,37 %Cu.

El Sector Sur aparece con sondajes muy espaciados y estaría, de acuerdo a la anomalía geoquímica, parcialmente explorado.

Programa

De cualquier manera el programa racional de exploración, al nivel actual del conocimiento del depósito, dependerá de las leyes críticas y tonelajes mínimos exigidos que surjan de un primer estudio minero-económico y del estudio geológico de detalle.

Por el momento pareciera que el recurso estimado de 145 millones de toneladas con 0,34 %Cu y la posibilidad de 0,44 grAu/t (1) (análisis parcial), coloca a este yacimiento en rangos superiores a Questa (USA; 100 mills. ts. c/0,37 %Cu); Endako (Canadá; 140 mills. 0,38); Aitik (en la Laponia sueca, 150 mills. 0,40 %Cu), etc...

De acuerdo a lo explorado y a lo por explorar dentro del área con posibilidades el yacimiento puede duplicarse.

En consecuencia pareciera de mayor interés tender con la próxima etapa de exploración a un aumento de tonelaje (Gran Programa), más que a un aumento de ley en tonelajes menores, lo que seguramente será ineludible en las etapas preparatorias de los cronogramas de explotación.

(1) A la cotización actual de 576,5 libras inglesas la tonelada métrica de cobre y \$U 182 la onza troy de oro, la equivalencia directa es 0,10 %Cu = 0,22 grAu/t.

Con la red de sondajes ya ejecutada el índice promedio es de unas 30.000 toneladas reconocidas por metro de sondaje. De acuerdo a la experiencia en algunos yacimientos de los que tenemos datos (Bouganville, 810 mills. y 12.000 ts/m; Lornex, 265 mills. 4.800 ts/m) para tomar decisión de explotación deberíamos contar con 3 a 6 veces más de sondajes.

Por el momento se estima que la etapa de malla cerrada debiera estar precedida por los estudios anteanotados (geológico de detalle y preliminar minero-económico) quienes ofrecerán los primeros parámetros de una eventual cantera (profundidad, gradiente de los bordes, distancias de transporte de mineral y estéril, ley crítica, ley de corte, etc...) que puedan influir en el programa exploratorio de detalle.

En consecuencia se recomienda :

RECOMENDACIONES

- Estudio geológico de detalle del yacimiento incluyendo el borde propilítico, acompañado por muestreo geoquímico sistemático en retícula de 50 m.
- Estudiar un programa de sondajes cortos con máquina muy portátil de alrededor de 30 m de profundidad, pero suficientes para lograr la zona de sulfuros (siempre que no exceda demasiado de 30 m) que preceda, en la malla elegida, al programa de sondajes profundos. Los sondajes cortos complementarían los resultados del muestreo geoquímico de superficie el que, como vimos, no siempre refleja las posibilidades a profundidad.

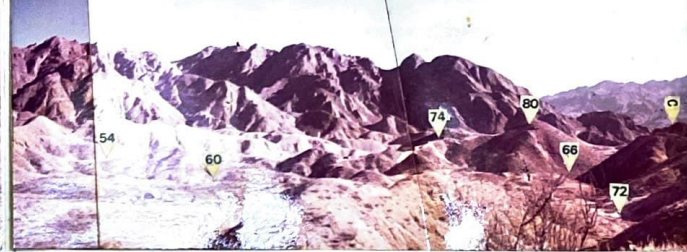
Este programa debe cubrir en primer término las posibilidades delineadas para los tres sectores establecidos. Luego conveniría extenderlo hacia el oeste, ya que los sondajes limítrofes en ese borde ninguno es rotundamente negativo (menor de 0,25 %Cu) en ley.

Para los fines del programa de sondajes profundos, los sondajes cortos deberán ser interpretados a la luz de la geología de de talle, combinando el conocimiento litológico, grado de oxidación y leyes atravesadas (ver apéndice: Comparación de la ley de los primeros 30 m...).

- Hasta tanto no se disponga de los estudios geológico y económico se debería considerar la limitación de la profundidad de los sondajes en beneficio de un mayor número de ellos (mayor extensión del yacimiento), previendo la posibilidad de ser retomados para profundización.

No parece haber una tendencia definida sobre el com portamiento de la ley a profundidad, en especial por la escasez de zonas de cementación y también porque la variación litológica (que influye en un mismo sondaje en las variaciones de leyes) no obedece (por el momento) a un esquema determinado.

- Estudio minero económico preliminar (precedido del estudio geológico de detalle) tendiente a proporcionarnos por una parte la estimación de posibilidad de explotación minera en base a las categorías de recursos y parámetros gene rales con que se cuenta al presente y por otra proporcionarnos otras pautas y sus justificaciones económicas a aplicar en las futuras etapas exploratorias.
- Dependiendo de las conclusiones de los estudios anteriores deberá preverse para los futuros programas la necesidad y oportunidad (Cronograma) de financiamiento y ejecución de laboreo minero de constatación (ratificación de leyes, material para ensayos mineralúrgicos y metalúrgicos, etc...), acción que normalmente pone fin a la etapa exploratoria previa a la puesta en marcha de la mina.



SW

FOT. 1

NE

- Ver ubicación en Croquis 1:5000

▾ Sondaje hecho ó en ejecución.

○ Sondaje en preparación.

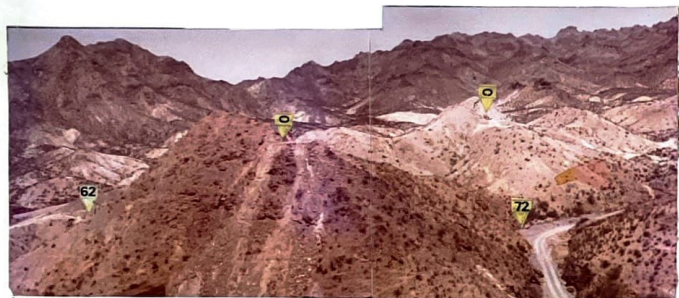


NNE

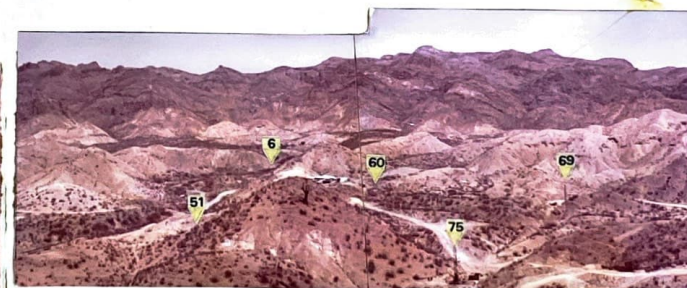


FOT. 2

S



SE



FOT. 3

NW

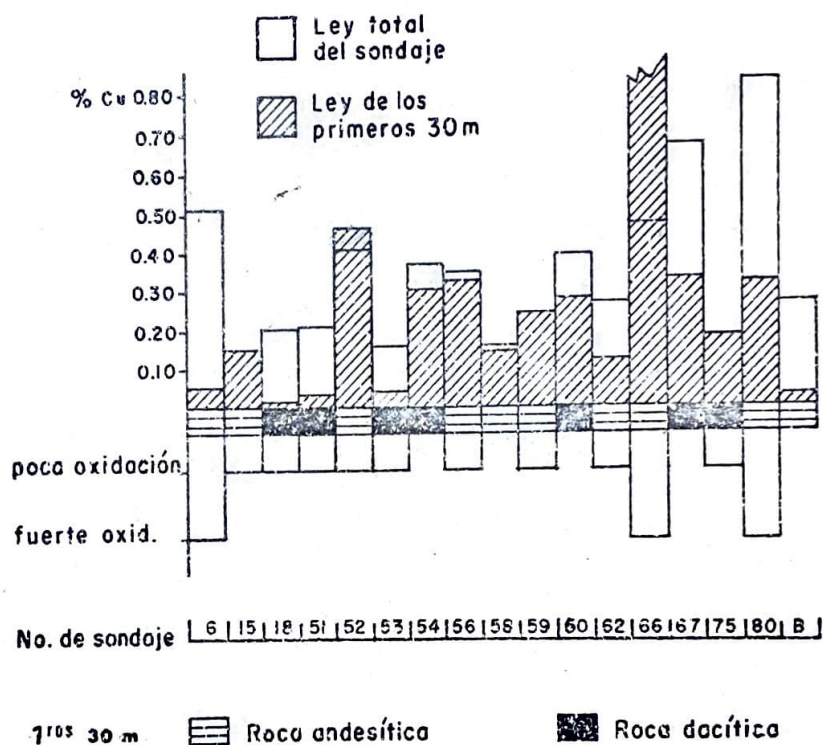




FOT. 4 Dique dacítico competente y poco alterado, en un medio de complejo volcánico, litológicamente destruido por la alteración (dique mayor entre perfiles geofísicos A y B. Ver croquis 1:5000).

A P E N D I C E

COMPARACION DE LA LEY DE LOS PRIMEROS 30 m CON LA DEL TOTAL DEL SONDAJE Y SU RELACION CON ROCA - OXIDACION.



Nota: Los sondajes han demostrado que, excepto en casos aislados, la zona de oxidación no pasa los 30 m de profundidad. En el gráfico se aprecia que en la mayoría de los sondajes la ley de los primeros 30 m refleja la del resto, a excepción de aquellos hechos en dacita o cuando la oxidación es muy intensa (poco frecuente).

NOMINA DE ALGUNOS YACIMIENTOS DE BAJA LEY EN EXPLOTACION
(1972), CON TENOR MENOR DE 0,70 %Cu EQUIVALENTE (1).

		<u>% Cu</u>	<u>% Mo</u>	<u>% Cu Equival.</u>
Palabora (Africa del Sud)	285 mills.ts	0,57		0,57
Island Copper (Canadá)	254	0,52	0,020	0,57
Granisle (")	29	0,55	-	0,55
Similkameen (")	68	0,53	-	0,53
Bougenville (Nueva Guinea)	815	0,48	(0,60 grAu/t)	0,53(2)
Bethlem (Canadá)	14	0,52	-	0,52
Bell Copper (")	46	0,50	-	0,50
Lornex (")	265	0,427	0,014	0,46
Gibraltar (")	325	0,42	0,015	0,45
Alice Arm (")	36	-	0,138	0,43
Brenda (")	160	0,21	0,059	0,41
Aitik (Suecia-Polo)	150	0,40	-	0,40
Endako (Canadá)	140	-	0,094	0,38
Questa (U S A)	100	-	0,112	0,37
Duval Sierrita (U S A)	375	0,27	0,030	0,36

(1) % total expresado en cobre; equivalencia para fines de 1972.
Se ha aplicado una relación Mo/Cu variable entre 2,0 y 3,5 según las condiciones minero-económicas de los depósitos.

(2) A la cotización actual del oro el Cu equivalente sería de 0,78 %.

BIBLIOGRAFIA

- 1949, Cecioni, G.: Notas informativas previas sobre el yacimiento de La Alumbraera, Inst. de Mineralogía y Geolog. Univ. Nac. de Tucumán (Inéd.).
- 1963, Mezzetti, A.M., Informe sobre las áreas de alteración hidrotermal en Agua de Dionisio, DNGM (Inédito).
- 1968, Romani, R.R., Los pórfidos cupríferos Bajo Alumbraera y Agua de Durazno, YMAD (inédito).
- 1969, Quartino, B. y Zardini, R., Informe acerca de la visita de consulta efectuada en Agosto 1969 al Distrito Minero Agua de Dionisio, YMAD (Inédito).
- 1972, Llambías, J.D., Estructura del grupo volcánico Farallón Negro, Rev. Asoc. Geológ. Argent., T. XXVII, nº 2.
- 1973, Sillitoe, R.H., Geology of the Farallón Negro porphyry copper deposits, PLAN NOA I, Tucumán (Inédito).