

Jurásico (Jg)

Se distribuyen granodiorita de anfíbol en el área N° 13 y diorita en el área N° 17, respectivamente.

Jurásico-Cretáceo (JKg)

Se distribuyen diorita y monzonita cuarcífera en el área N° 11 y diorita en área N° 12, respectivamente.

Cretáceo (Kg)

Se distribuyen diorita en el área N° 10, diorita de anfíbol y tonalita de biotita-anfíbol en el área N° 14, granodiorita, monzonita cuarcífera y granito se distribuyen en las áreas N° 15 y N° 16 y además granodiorita de anfíbol-biotita y diorita monzonítica en el área N° 20, respectivamente.

Cretácico-Terciario Superior (KTg)

Se distribuyen Monzodiorita cuarcífera en área N° 2 y porfido granodiorítico en el área N° 3, respectivamente.

Terciario (Tg)

Se distribuyen pórfido monzonita cuarcífera en el área N° 4, riolita en el área N° 7 y además pórfido dacítico en el área N° 9, respectivamente.

1-3. Yacimientos

De una manera general, los yacimientos existentes en las áreas estudiadas se clasifican en vetas de Au.Cu, Ag.Pb.Zn, Cu y mantos de Cu, además de vetas de Ag.Cu, y zonas de alteración hidrotérmal.

Yacimientos de Au-Cu

Los yacimientos de este tipo son vetas de cuarzo que contienen oro y cobre y se distribuyen principalmente en las áreas N° 11, N° 12, N° 13, N° 14, N° 15, N° 16 y N° 20 del sector oeste y también en la área N° 3 del sector este.

Los yacimientos del sector oeste están emplazados principalmente en las rocas plutónicas (Jg, JKg, Kg) del Jurásico-Cretáceo y también en las rocas del Paleozoico (Dem) y del Jurásico (Jv).

Actualmente se producen los yacimientos en pequeña escala que tiene Au, ubicados en las áreas N° 11, N° 14 (Panchita), N° 14 (Montserrat) y N° 20 (San Jorge). En realidad, se está tratando de implementar la explotación mecánica sólo en Panchita. Todas las explotaciones se hacen a profundidades de varios metros hasta aproximadamente 80 metros en los casos más profundos y de una manera general las profundidades de explotación no son muy grandes. Las vetas de Au están concentradas en las zonas de limonita, puesto que esta parte está situada en el nivel de oxidación. La ocurrencia de Au en las zonas primarias son desconocidas, pero la cantidad de Au parece ser pequeña en la parte donde aparece especularita, como se observa en las áreas N° 14, N° 15, N° 16 y N° 20.

Las bonanzas de Au son generalmente pequeñas con 20 a 30 m de corrida y con potencia menor a 5 m.

Una muestra tomada en desmonte de la mina Panchita tiene 100 g/t de Au, pero la ley promedio de la parte buena, generalmente de 20 ~ 30 g/t de Au.

Generalmente las vetas tienen óxido de cobre con 5 a 10% de Cu. Sin embargo, el contenido de cobre en las zonas primarias es inferior a los valores susodichos y por consiguiente este tipo de mineral no es apropiado como objeto principal de explotación.

De acuerdo a acompañamiento de magnetita y de turmalina se supone que hayan sido formadas en temperaturas altas.

Los yacimientos del área N° 3 del sector oriental, encajonados en lavas andesíticas del Cretácico (Kiv) tienen principalmente Au y Cu acompañando Pb y Zn.

La mina Monica fue explotada hasta hace unos años en producción menor, sin embargo actualmente está paralizada.

Yacimientos de Ag-Pb-Zn

Este tipo de yacimiento pertenece al grupo de las vetas y se distribuye en las áreas N° 5, N° 6 y N° 8 del sector este.

Estos yacimientos están emplazados en el pórfido riolítico, la unidad paleozoica (Pev) y jurásica (Jm), la granodiorita (Pzg) y la andesita (Tiv) del Terciario Inferior.

Los principales yacimientos son de mina Escondia ubicada en el área N° 5 y mina Mineral el Soldado ubicada en el área N° 8, actualmente siendo explotado en pequeña escala (6 personas) por selección manual de los minerales económicos del dismonte. Actualmente es imposible entrar dentro de la mina. Por otro lado, alrededor del yacimiento de Escondia se presenta una zona de alteración hidrotérmal con una extensión de 700 m x 200 m.

En el área N° 6 se desarrollan numerosas vetas de limonita-cuarzo, pero no hay ningún caso de explotación de ellas. La potencia de estas vetas varía de unas decenas centímetros a 3,3 metros.

Algunas vetas tienen las leyes significativas de Ag, Cu, Pb y Zn, y además los datos obtenidos anteriormente presentan resultados de análisis con altos contenidos de Ag y Pb, como se muestra en la Tabla III-1-1.

Yacimientos de cobre

Los yacimientos de cobre se presentan tanto en vetiformes como en mantos. El primero se distribuye en el área N° 10 y la segunda en las áreas N° 18 y N° 19, respectivamente.

Todos los yacimientos de cobre están emplazados principalmente en andesitas (Jv) del Jurásico. Los principales yacimientos son de Mariposa y Dulia Gladys del área N° 10, Las Luces del área N° 19, y los yacimientos de la parte noreste del área N° 18. Sin embargo, estos yacimientos no están siendo explotados en la actualidad.

El yacimiento de Mariposa es de una veta de Cu en pequeña escala y el yacimiento de Dulia Gladys tiene considerablemente corrida larga, pero es una veta de óxido de manganeso.

La mineralización de los yacimientos mantiformes presenta en fracturas, y en estratoligado concordante rellenando en amigdaloidales por óxido de cobre, en lavas andesíticas basálticas. En la mina Las Luces la mineralización se extiende por lo menos a 5 niveles de estratificación con potencia total de 100 m.

En los yacimientos tipo manto la alteración generalmente se observa sólo en local. Los resultados del análisis de los minerales indican que las cantidades de otros componentes aparte de Cu son extremadamente pequeñas. En este tipo de yacimiento la ley de Cu en la parte vetiforme es de 4 a 5%, pero Cu en el nivel de explotación sería de 0,3 a 0,5%.

Zonas de alteración hidrotermal con oro

Las zonas de alteración hidrotermal emplazadas en las rocas volcánicas del Terciario (Tiv) se distribuyen en las áreas N° 1, 4, 7 y 9.

Las zonas de alteración se desarrollan a lo largo del cordón de Cerro Manchado, con una elongación N-S en el área N° 1, y con una longitud de 18 km en forma semi-circular en el área N° 4. En el área N° 7 prácticamente todos los afloramientos de riolita presentan señales de alteración. Las zonas de alteración del área N° 9 están situadas en las partes noreste y noroeste, pero en realidad sus distribuciones son estrechas.

Como minerales de alteración se presentan cuarzo, alunita y caolin en todas las áreas mencionadas arriba, y zuinita, diaspora y pirita en las áreas N° 1 y N° 4.

Además se desarrollan óxidos de hierro (principalmente hematita, limonita en parte) en forma "stockwork", diseminada, y vetiforme en parte en todas áreas mencionadas anteriormente.

Yacimientos de Ag-Cu

Yacimientos de este tipo se distribuyen en el área N° 2 del sector este y el área N° 17 del sector oeste.

Los yacimientos principales del área N° 2 son de las vetas de la Mina Santa Fé, que están emplazadas en andesitas (Kiv) del Cretáceo Superior al Terciario Inferior. La mayoría de estas vetas ha sido formada en fallas. En estas vetas se presentan solo óxidos de cobre y por otro lado no se observa la existencia de minerales de plata. Sin embargo, algunas muestras tienen 240 a 330 g/T de Ag, y en realidad los yacimientos están también acompañada plata, en apreciables cantidades de Au, Pb, Zn, etc.

En el área N° 17 se desarrollan las vetas de cobre con calcita acompañadas plata, encajonadas en lavas andesíticas y dioritas (Jg), del Jurásico. Se presentan numerosos picados y afloramientos en este área, pero en la actualidad no hay ninguna mina en explotación. Las vetas están constituidas por specularita además de óxido de cobre, pero en realidad no se observó la existencia de minerales de plata.

Capítulo 2. Estudio geoquímico

2-1. Muestreo

El número de muestras colectadas dentro del área estudiada alcanza a 2,122 en total, de las cuáles 1,649 corresponden a sedimentos aluviales, 280 a muestras de suelos, y 193 a muestras de rocas. La ubicación de muestras se indica en los planos PL4-1 a 4-20.

2-2. Tratamiento estadístico

Las muestras colectadas han sido analizadas en 5 elementos de Au, Ag, Cu, As y Mo. Los valores obtenidos se muestran en la Tabla 29 del Apéndice.

El análisis de los datos del estudio geoquímico se ha llevado a cabo con respecto a cada área y cada elemento. Los valores estadísticos, clase y número de anomalía, los histogramas y las curvas de distribución de frecuencia acumulativa de Cu y As se muestran en las Tablas 6 a 25 y en las Figuras 33 a 52 del Apéndice, respectivamente.

1) Histograma

Con respecto a Au, Ag y Mo, la extensión de los valores obtenidos se ha sido dividido por un intervalo de valor límite de detección del análisis debido a poca variación entre el valor máximo y mínimo de cada elemento. Con respecto a Cu y As, los histogramas han sido preparados a intervalos de $(\text{valor máximo} - \text{valor mínimo}) \times 1/15$ con los contenidos en base logarítmica.

Los histogramas se caracterizan por los hechos de que Au se halla prácticamente debajo del límite de detección, y de que no hay distribución normal.

En cuanto a Cu y As, hay un número relativamente grande de casos con distribución cerca de la normal. Por otro lado, en cuanto a Ag y Mo, los casos de distribución casi normal son más raros.

2) Frecuencia acumulativa

Las curvas de distribución de frecuencia acumulativa han sido preparadas sólo con respecto a Cu y As. En cuanto a los demás componentes, las curvas de distribución de frecuencia acumulativa no han sido preparadas en vista de las condiciones de los histogramas respectivos.

En cuanto a Cu y As, se presume que el valor de umbral está situado aproximadamente entre 1σ y 2σ . A pesar de peculiaridades locales, se presume que Cu y As sean elementos indicadores convenientes, y no se observa ninguna ventaja o desventaja especial en los dos elementos.

El As es de un elemento indicador más efectivo en las áreas del sector este, mientras que el Cu es de un elemento indicador más efectivo en las áreas del sector oeste, respectivamente.

3) Tipos de los valores anormales

Los tipos de los valores anormales se dividen en 3 clases; Clase A, Clase B y Clase C. Los detalles relativos a los tipos de valores anormales han sido descritos anteriormente.

2-3. Resultados

Los resultados de la elaboración de los datos obtenidos por estudio geoquímico llevada a cabo en cada área, con respecto a Au, Ag, Cu, As y Mo, se indican en la Tabla III-1-2.

Los límites de los valores anormales de Cu y de As son diferentes en cada área. En las áreas del sector oriental (áreas N° 1 a N° 9) los valores de As son más altos y los valores de Cu son más bajos, y por otro lado en las áreas del sector occidental los valores de Cu son más altos y los valores de As son más bajos. Los valores de Mo son ligeramente más altos en las áreas del sector occidental, pero en realidad no hay diferencias marcadas entre las áreas.

Las distribuciones de las anomalías de cada elemento por área se muestran en los planos PL7-1 a PL7-20, y las condiciones de distribución de las anomalías se indican en la lista de la Tabla III-1-3.

De las regiones donde hay distribuciones de anomalías de cada elemento, se presume que en las áreas N° 1, N° 5 y N° 7 no hay ninguna posibilidad de correspondencia entre las anomalías y los indicios de mineralización, y por otro lado en las áreas N° 3, N° 8, N° 9, N° 12 y N° 16 se presume que hay correspondencia entre las anomalías y los indicios de mineralización. Estas áreas comprenden ejemplos donde rocas sedimentarias con valores de fondo altos producen puntos con anomalías (áreas N° 12 y N° 16).

Tab. III - 1 - 2 Tratamiento estadístico de geoquímico de las áreas estudiadas

en ppm

Area	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
volver promedio	$\frac{1}{2} \times <20$	$\frac{1}{2} \times <20$	$\frac{1}{2} \times <20$	$\frac{1}{2} \times <20$	$\frac{1}{2} \times <20$	$\frac{1}{2} \times <20$	$\frac{1}{2} \times <20$	$\frac{1}{2} \times <20$	$\frac{1}{2} \times <20$	$\frac{1}{2} \times <20$	$\frac{1}{2} \times <20$	$\frac{1}{2} \times <20$	$\frac{1}{2} \times <20$	$\frac{1}{2} \times <20$	$\frac{1}{2} \times <20$	$\frac{1}{2} \times <20$	$\frac{1}{2} \times <20$	$\frac{1}{2} \times <20$	$\frac{1}{2} \times <20$	$\frac{1}{2} \times <20$
clasificación de anomalía (numero de anomalía)	clase C	20 (1)	20 (1)	20 (2)	20 (2)	20 (1)	20 (1)	20 (2)	20 (1)	20 (1)	20 (1)	20 (6)	20 (1)	20 (1)	20 (3)	20 (2)	20 (1)	20 (1)	20 (1)	20 (2)
	clase B	—	—	40 (1)	40 (1)	—	—	—	—	—	40 (2)	40 (3)	40 (1)	40 (1)	—	—	—	—	—	—
	clase A	—	—	60 (2)	60 (1)	—	—	—	—	—	60 (1)	60 (6)	—	—	—	—	—	—	—	—
Valor máximo	20	20	80	60	20	20	<20	20	20	<20	140	60	40	50	<20	20	<20	<20	<20	20
Valor mínimo	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20

en ppm

Area	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
volver promedio	0.1-0.2	0.3	0.3	0.3-0.4	0.2-0.3	0.2	0.1-0.2	0.2	0.1-0.2	0.2-0.3	0.1-0.2	0.1-0.2	0.1-0.2	0.2-0.3	0.2-0.3	0.2	0.2-0.3	0.2-0.3	0.3	0.2-0.3
clasificación de anomalía (numero de anomalía)	clase C	0.35 (8)	0.55 (3)	0.6 (8)	0.5 (5)	0.45 (2)	0.4 (6)	0.35 (8)	0.25 (6)	0.5 (9)	0.4 (8)	0.35 (8)	0.25 (4)	—	—	0.4 (8)	0.45 (7)	0.45 (7)	0.55 (2)	4.5 (5)
	clase B	0.7 (3)	—	1.2 (3)	1.30 (2)	0.9 (1)	0.8 (2)	0.5 (1)	0.7 (6)	0.5 (3)	1.0 (1)	0.70 (1)	—	—	—	—	—	0.9 (3)	—	—
	clase A	—	—	1.8 (1)	1.95 (1)	1.35 (2)	—	—	1.05 (3)	—	1.5 (2)	1.05 (1)	—	—	—	—	—	1.35 (5)	—	—
Valor máximo	0.9	1.0	65	36	2.2	0.9	0.5	1.4	0.6	2.0	1.2	2.4	0.8	0.4	0.5	0.6	2.5	0.7	0.6	0.7
Valor mínimo	<0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	0.1	0.2	<0.1	0.1	0.1	0.2	0.1

en ppm

Area	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
volver promedio	239	313	174	602	109	131	257	120	181	417	1176	1500	488	746	856	755	1031	635	1123	679	
clasificación de anomalía (numero de anomalía)	clase C	501 (5)	588 (6)	573 (4)	1676 (4)	249 (2)	177 (8)	433 (7)	—	424 (7)	685 (9)	1666 (6)	2567 (8)	828 (8)	1315 (8)	1317 (8)	1312 (8)	1528 (8)	1307 (8)	2342 (8)	1037 (8)
	clase B	1052 (1)	1104 (4)	1894 (3)	4658 (1)	—	—	—	—	—	1124 (4)	2361 (3)	4393 (3)	1407 (4)	2318 (2)	2027 (4)	2279 (3)	2264 (3)	2591 (1)	4884 (4)	1037 (1)
	clase A	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1845 (1)	3346 (1)	7512 (1)	—	—	3120 (1)	—	3355 (1)	—	—	
Valor máximo	118	153	841	670	30	23	57	33	62	200	515	770	194	322	368	336	514	1000	715	222	
Valor mínimo	1	2	<1	1	0.1	6	2	<1	2	14	60	48	10	18	41	28	48	15	18	26	

Tab. III-1-3. Distribucion de anomalias geoquimicas de las areas estudiadas

Area Elemento	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Au	Ⓒ S. Central (este)		Ⓐ } S. Central Ⓢ } Ⓐ } Alrededor de Mina Monica Ⓑ } Ⓒ }	Ⓐ } S. este Ⓢ } Ⓑ } S. este Ⓒ }				Ⓒ S. central (norte)	Ⓒ S. marginal este		Ⓐ S. marginal suroeste Ⓑ S. noroeste } afuera S. suroeste } del Ⓒ S. marginal suroeste } sector	Ⓐ S. central S. oeste Ⓒ S. marginal oeste
Ag	Ⓑ } S. este-sureste Ⓒ }	Ⓒ Alrededor de Mina Santa Fe	Ⓐ } S. central Ⓢ } Ⓐ } Alrededor de Mina Monica Ⓑ } Ⓒ }	Ⓐ } S. este Ⓢ } Ⓒ } S. norte	Ⓐ } S. noreste Ⓢ } Ⓒ } S. central (oeste)	Ⓑ S. noreste (este) Ⓒ S. noreste (este)	Ⓑ } S. central Ⓒ }	Ⓐ S. central (sur) f Mina Mineral el Soldado Ⓑ S. central (sur) f Ⓒ Mina Mineral el Soldado	Ⓑ } S. noreste Ⓒ } Ⓒ Co. Soldado (sur)	Ⓐ Alrededor de Mariposa (norte) (sur) Ⓑ Dulia Gladys (suroeste) Ⓒ Intermedio entre Mariposa y Dulia Gladys	Ⓒ S. este S. marginal suroeste	Ⓐ S. central (este) Ⓒ S. central
Cu	Ⓑ } S. central (sur) Ⓒ }	Ⓑ Alrededor de Mina Santa Fe Ⓒ S. noroeste de Mina Santa Fe (oeste)	Ⓑ } Alrededor de Mina Monica y S. noreste Ⓒ }	Ⓐ S. este y norte Ⓑ } S. este y norte Ⓒ }	Ⓒ S. oeste y sur	Ⓒ esparciada	Ⓒ Co. Buenos Aires (noroeste) (oeste) (sur)		Ⓒ Co. Soldado (sur)	Ⓑ } del rededor de Mariposa al sur Ⓒ } Intermedio entre Mariposa y Dulia Gladys	Ⓐ S. noreste Ⓑ S. noreste Ⓒ S. suroeste S. noreste S. marginal noroeste	Ⓐ S. central (oeste) Ⓑ S. oeste Ⓒ S. central S. noreste
As	Ⓐ S. central Ⓑ S. central Ⓒ S. central (sur-este)	Ⓑ S. noroeste S. suroeste Ⓒ S. noroeste S. suroeste	Ⓒ S. noreste S. central Rededor de Mina Monica	Ⓐ S. este (este) Ⓑ S. este (este) Ⓒ S. este (este)	Ⓐ S. este Ⓒ S. noreste S. central (oeste)	Ⓑ S. noreste (este) Ⓑ } S. noreste (sur) Ⓒ }	Ⓑ } Co. Buenos Aires (S. sur) Ⓒ }	Ⓐ S. marginal suroeste (norte) Ⓑ S. marginal suroeste (norte) Ⓒ S. marginal suroeste esparciada	Ⓑ } S. marginal norte Ⓒ } Ⓒ Alrededor de Co. Soldado	Ⓑ } Alrededor de Mariposa Ⓒ }	Ⓑ S. este S. suroeste Ⓒ S. este S. suroeste	Ⓑ S. central Ⓒ S. noreste
Mo	Ⓐ } S. central Ⓑ } Ⓒ S. central (oeste)		Ⓐ } S. noreste f } S. central Ⓒ } Alrededor de Mina Monica	Ⓐ } S. norte f } S. este Ⓒ }	Ⓑ S. central (oeste) Ⓒ S. este S. noreste S. central (oeste)	Ⓒ Esparciada (este de montaña)	Ⓑ } S. central f } Ⓒ }	Ⓒ S. central (sur) f Mina Mineral el Soldado Ⓒ S. noreste S. central	Ⓐ S. marginal norte (este y oeste) Ⓒ S. este S. sur	Ⓒ Dulia Gladys (sursuroeste)	Ⓑ } S. este Ⓒ } S. suroeste	Ⓐ S. central Ⓑ S. central S. noreste Ⓒ S. noreste S. oeste

Area Elemento	13	14	15	16	17	18	19	20
Au	<ul style="list-style-type: none"> ⓑ Panchita ⓒ Carmen Alto (norte) 	<ul style="list-style-type: none"> Ⓐ S. maginal suroeste ⓕ ⓒ 	<ul style="list-style-type: none"> ⓒ S. este 	<ul style="list-style-type: none"> ⓒ S. este 				<ul style="list-style-type: none"> ⓒ S. oeste
Ag	<ul style="list-style-type: none"> ⓒ Carmen Alto (noroeste) (sureste) 			<ul style="list-style-type: none"> ⓒ S. este S. sur S. noroeste 	<ul style="list-style-type: none"> Ⓐ S. este ⓑ S. este ⓒ S. este S. suroeste 	<ul style="list-style-type: none"> ⓒ S. marginal suroeste S. oeste 	<ul style="list-style-type: none"> ⓒ S. marginal noreste 	<ul style="list-style-type: none"> ⓒ S. marginal oeste Este de Mina San Jose del Pingo Este de Dudosa
Cu	<ul style="list-style-type: none"> ⓑ Panchita (norte) ⓒ Panchita (norte) Alrededor de Carmen Alto 	<ul style="list-style-type: none"> ⓑ S. marginal suroeste ⓒ S. central 	<ul style="list-style-type: none"> Ⓐ Alrededor de Mina San Juan ⓑ S. suroeste S. marginal oeste Alrededor de Mina San Juan ⓒ S. suroeste S. marginal oeste Alrededor de Mina San Juan 	<ul style="list-style-type: none"> ⓑ S. sur ⓒ S. noreste 	<ul style="list-style-type: none"> Ⓐ S. este ⓑ S. este ⓒ S. este S. suroeste 	<ul style="list-style-type: none"> ⓒ S. marginal suroeste S. oeste 	<ul style="list-style-type: none"> ⓑ S. marginal noreste ⓒ S. sur 	<ul style="list-style-type: none"> ⓒ S. marginal oeste Norte de Mina Diana Alrededor de Mina San Jose del Pingo hacia el sur
As	<ul style="list-style-type: none"> ⓑ Panchita (norte) ⓒ Alrededor de Carmen Alto 	<ul style="list-style-type: none"> ⓑ S. marginal norte ⓒ Mina Tito Dos (sur) 	<ul style="list-style-type: none"> ⓑ S. sureste ⓒ S. sureste S. noroeste S. suroeste S. oeste 	<ul style="list-style-type: none"> ⓑ Alrededor de Cerro Breadal al noroeste ⓒ 	<ul style="list-style-type: none"> ⓑ S. este ⓒ S. este S. suroeste 		<ul style="list-style-type: none"> ⓒ S. norte S. sur ⓒ S. marginal sureste S. noroeste S. suroeste 	<ul style="list-style-type: none"> ⓑ S. marginal oeste Mina Dudosa este~sureste ⓒ
Mo	<ul style="list-style-type: none"> ⓒ Panchita (norte) 	<ul style="list-style-type: none"> ⓒ S. central S. sur 	<ul style="list-style-type: none"> ⓑ Alrededor de Mina San Juan ⓒ S. sureste S. noroeste S. suroeste 	<ul style="list-style-type: none"> ⓑ S. noroeste ⓒ S. noreste S. Cerro Breadal 	<ul style="list-style-type: none"> ⓑ S. este ⓒ 			<ul style="list-style-type: none"> ⓒ S. marginal oeste S. sureste

III-2. Estudio geológico y geoquímico detallado

Capítulo 1. Geología y yacimientos

1-1. Area A (Montecristo-Abundancia)

1-1-1. Geología

En el área afloran dioritas y monzonitas de edad jurásica los cuales están cortados por diques.

La relación de contacto entre ambas unidades plutónicas es difusa posiblemente con interdigitaciones entre sí, debido a una diferenciación magmática, y no a relación de intrusión entre ambas.

En el extremo sur oriental, una compleja de ambas se distribuye en franjas de rumbo NW-SE.

Abundantes diques tipo basálticos hasta tipos apliticos cortan en toda el área. Algunos de ellos corresponden a dacita porfírica (Muestra N° AST 60). Sus rumbos principales son, N-S NNW-SSE, NE-SW y NNE-SSW, en general sin dirección preferencial, sin embargo las N-S podrían ser más frecuentes (ver los Planos 3-1 y 3-3).

1-1-2. Geología económica

Los principales yacimientos en esta área corresponden a las minas Montecristo, Abundancia, Santa Rosa, Gentil, Mantos, La fortuna y Socavos, además de varias picados menores. Estos yacimientos están emplazados en ambas intrusivas, y corresponden a vetas.

Las principales minas en operación se describen a continuación, según informa Corfo Sernageomin, 1984.

1) Abundancia

- explotación en el pasado 7.000 ton, 3,8% Cu (1977)
- explotación actual 600 ton/mes, 3,9–3,8% Cu y 1,5 gr/ton de Au (escogida sulfuro de cobre)
- reservas 80.000 ton, 3,0% Cu (1974 IIG)

2) Montecristo

- explotación en el pasado : 2.000 ton, 4,8% Cu (1977)
- explotación actual : 200 ton/mes, 3% Cu estimado (escogida óxido de cobre)
- reservas : 329.000 ton, 2,4% Cu (1975 IIG)

3) Santa Rosa

- explotación en el pasado : 10 ton/semana (octubre 1982)
- explotación actual : 150 ton/mes, 2% Cu estimado (escogida oxido de cobre)
- reservas : 21.000, 1,5% Cu (1973 IIG)

Las otras minas no estan en explotación.

1) Mineralización

Los yacimientos en el área consisten en vetas fundamentalmente, estas son bastante unos numerosos y de mayor tamaño respecto de las otras áreas estudiadas.

Las vetas estan localizadas principalmente en una área central de 4,5 km en sentido N-S y entre 1 y 2 km en sentido E-W.

La descripción de las minas existentes en el área se detalla en la Tab. III-2-1.

Las veta se pueden agrupar en dos sistemas principales de acuerdo a sus rumbos predominantes, NE-SW ubicados en la parte norte y N-S en la parte sur. Las primeras, suelen tener una estructura característica en echelón. A su vez, en ocasiones estas se encuentran con desarrollo de budines.

La mena consiste en óxidos de Cu y sulfuros tipo calcopirita, bornita, calcosina, covelina y oro. Los minerales de ganga son principalmente magnetita, hematita, especularita, limonitas, pirita y arsenopirita, actinolita y calcita. Esta descripción corresponde principalmente a las muestras Nº AMK 17, AMK 18, AFK 77, que se encuentran en el apendice de secciones pudidas. Otros minerales de ganga de menor ocurrencia corresponden a cuarzo, yeso, clorita y sericita.

En el cuadro a continuación se describen los análisis de muestras de algunas de estas vetas.

Nombre de la mina	Au(ppb)	Ag(ppm)	Cu(ppm)	Pb(ppm)	Zn(ppm)	Mo(ppm)	As(ppm)
Socavon(MK-03)	220	0.7	0.34%	600	96	18	23
Mantos(MK-05)	< 20	0.1	25	20	50	< 1	< 5
La Fortuna(MK-06)	460	4.2	3.88%	0.1%	850	66	190
Gentil(MK-07)	3.0ppm	1.0	1.25%	38	52	2	27
Abundancia(MK-17)	1.1ppm	3.6	8.28%	3	20	10	28
Montecristo(MK-18)	500	2.8	3.00%	10	26	11	33

Tab. III - 2 - 1 CARACTERISTICAS DE LOS YACIMIENTOS DEL AREA A

NOMBRE DE YACIMIENTO	NUMERO DE VETA	RUMBO	MANTEO	CORRIDA	PROFUNDIDAD	POTENCIA
Montecristo	3(4)	N 45° E	80° N	600m~150m	100m	2~15m
Abundancia	2(6)	N 60° E	80° N	120 ~ 50	120	5
" (ESTE)	1	N 60° E	80° N	300	10	1
" (SUR)	4(3)	N 25° E	80° E	200 ~100	10	1~2
Santa Rosa	4(5)	N 55° E	85° W 80° E	150 ~100	50	1~5
Mantos	1	N 30° W	75° W	60	20	5
" (NORTE)	2(1)	N 20° E	70° W	400 ~ 70	5	0.6~4
" NORTE-(ESTE)	1(4)	N 25° E	90° E	100	—	0.4~1
" (ESTE)	1(1)	N 10° E	90°	130	—	1
Gentil	3	N 55° E	80° E, W	150	50	1.5~3
" (NORTE)	1(2)	N 45° E	90°	50	3	1.5
" (SUR)	(1)	NS	90°	—	—	0.6
" NORTE-(OESTE)	(9)	N 45° E	90°	—	—	0.1
" SUR, (LIVERPOOL)	1	N 15° E	60° E	100 *	80 *	2
La Fortuna	1(1)	N 10° E	80° E	150	30	0.4~0.5
La Amante(SUR)	1(7)	N 40° E	80° W	30	—	0.1~0.5
Socavon	1	NS	70° W	400	50	0.2~1.5
" (NORTE)	(2)	N 10° E	90°	—	—	2~3
" (OESTE)	(2)	N 30° E	70° W	70	—	0.6~ 1

1. En el numero de veta () indica numero de Picado.

2. [*] segun CORFO-SERNAGEOMIN (1984).

La zonación mineralógica en el área corresponde a franjas elongadas NE-SW.

a) Zona de cuarzo-magnetita (Fe-SiO_2) en la parte SE, la mineralización de esta zona corresponde principalmente a óxidos de Cu como el caso de las minas Socavon, del norte de esta, del este y noreste de la mina Mantos b) la zona de Fierro y Cobre (Fe-(Cu)) que se observa en la mina Mantos y Fortuna, el sur de La Fortuna, el norte de Mantos y el este de mina Abundancia. c) A continuación al oeste está la zona de óxidos de Cu, sulfuros tipo calcopirita y pirita, magnetita y calcita ($\text{Cu-S-Fe-CaSO}_4\text{-CaCO}_3$). Esta zona se observa en la mina Abundancia y la parte sur de esta. d) Finalmente hacia el oeste está ubicada la zona de que corresponde a óxidos de Cu, sulfuros, magnetita, yeso y calcita ($\text{Cu-S-Fe-CaSO}_4\text{-(CaCO}_3)$) distribuida en las minas Montecristo, Santa Rosa y Gentil.

Esta zonación corresponde a las asociaciones minera lógicas existentes desde el E al W del área. Por otra parte en las zonas c y d el contenido de Cu, yeso, y calcita ($\text{Cu-CaSO}_4\text{-CaCO}_3$) aumenta de sur a norte desde las minas Gentil, Lucia, Santa Rosa y Montecristo. Esta variación lateral en las zonas está mejor expuesta en la zona d. En el sentido vertical se estima que la zonación variaría de sulfuros en parte alta a magnetita hacia abajo, esta última asociada a actinolita.

La edad de la formación de la mineralización en el área podría corresponder a la edad K-Ar efectuada en actinolita (Muestra N° A FK-92) de la mina Mantos que dio 164 ± 11 Ma que correspondería al Jurásico Superior. Por otra parte una edad de las rocas plutónicas corresponde a 181 ± 4 Ma. (Boric et al, en prep.).

2) Alteración

Los minerales de alteración se encuentran en vecindades de los yacimientos y corresponden principalmente a actinolita, clorita, sericita, yeso y cuarzo en menor proporción. Estos análisis corresponden al estudio efectuado por difracción de rayos X. El detalle de estos análisis se describen en la Tabla 5 del apéndice.

En base a la asociación mineralógica de estos minerales de alteración se pueden definir las siguientes tipos de alteración.

- a) Tipo del cuarzo formada por: cuarzo - clorita - actinolita - sericita
- b) Tipo de cuarzo - actinolita, formada por cuarzo, actinolita - clorita - sericita
- c) Tipo de actinolita, formada por actinolita - clorita - cuarzo y sericita
- d) Tipo de yeso, formada por, yeso, cuarzo, clorita, actinolita - sericita

Calcita y epidota estan siempre asociadas con los tipos b, c y d, y en todos ellos es común la presencia de hematita.

De acuerdo al estudio de la asociación mineralógica y los tipos de alteración existente se pueden separar las siguientes tipos de asociaciones:

1) Tipo Cuarzo - Magnetita

Esta combinación aparece principalmente en el área de la mina Socavón

2) Curazo - Actinolita - Magnetita (Calcopirita)

Esta se distribuye en mina Fortuna y Mantos

3) Yeso - Magnetita - Sulfuros

Se distribuye principalmente en minas Abundancia, Gentil, Santa Rosa y Montecristo.

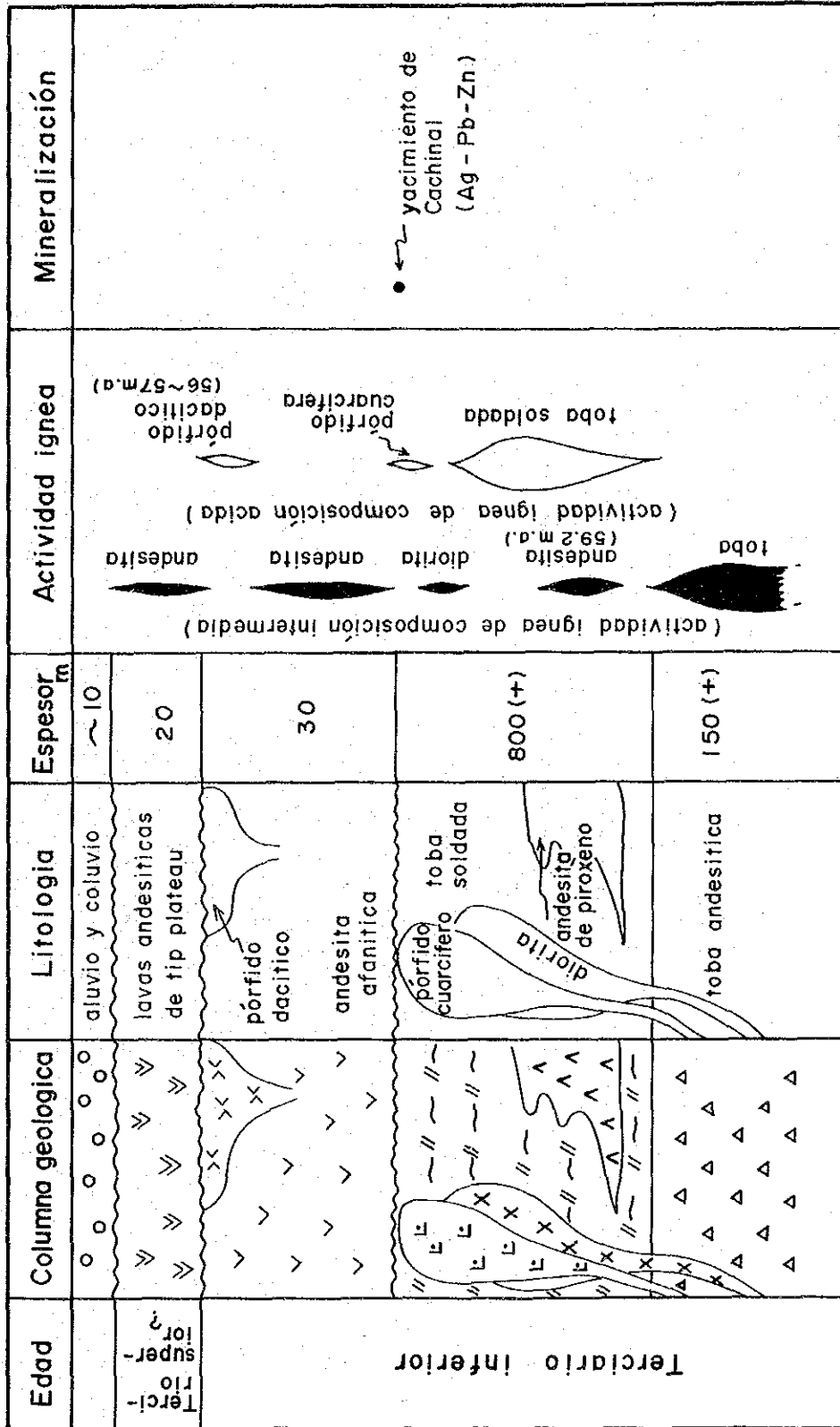


Fig. III - 2 - 1 Columna esquemática del area B

1-2. Area B (Cachinal de la Sierra)

1-2-1. Geología

Las rocas presentes en esta región corresponden a una unidad volcánica, de composición intermedia a ácida, de edad terciaria inferior, e intrusivos, como se indica en los Planos 3-2 (1), 3-2 (2) y Fig. III-2-1.

La base de la unidad volcánica corresponde a roca piroclástica andesítica de color gris verdoso; domina en ésta secuencia la toba brechosa, maciza. Sobre la toba brechosa se dispone, concordantemente, toba soldada dacítica. Esta última roca está interstratificada con lava andesítica de hornblenda, en el sector norte del área estudiada. Encima se dispone, en discordancia, lava andesítica afanítica, de poco espesor. Intruyendo a esta última unidad y también sobre yaciéndola, existe una secuencia de lava de domo, de pórfido dacítico, que se ubica en el sector occidental del área.

Luego de este episodio volcánico se produjo un período de erosión, que fue sucedido por la erupción de lavas andesíticas, tipo "plateau". Depósitos de regolito cubren gran parte del área estudiada, aumentando el espesor hacia el este; este regolito deja escasos afloramientos de roca a la vista en las cercanías de la mina.

"Stocks" de diorita y pórfido cuarcífero intruyen las unidades volcánicas terciarias. Estos cuerpos tienen una elongación N-S, son casi contemporáneos, pero el pórfido cuarcífero intruye a la diorita.

Se obtuvieron, en este estudio, edades radiométricas en lava andesítica interstratificada con toba soldada y en pórfido dacítico, como se indica en la Tabla 2 del apéndice. De acuerdo con estos resultados, la secuencia volcánica que subyace a la lava andesítica tipo plateau, tendría una edad paleocena.

La estratificación de la secuencia volcánicas inferiores no está bien desarrollada; sin embargo, la toba soldada presenta estratificación aunque no muy clara. El rumbo de ella es N-S y las inclinaciones varían entre 20° – 30° hacia el este.

Las secuencias superiores, de andesita afanítica y de tipo plateau, tampoco presentan buena estratificación, pero es posible establecer que ella es cercanamente horizontal.

En las cercanías de la mina Cachinal se han observado dos sistemas de falla, de rumbo NNW-SSE. En el resto del área no se han observado debido a la cubierta de regolito.

1-2-2. Geología económica

1) Generalidades

En el área estudiada existe un yacimiento tipo vetiforme, con mineral de plata, principalmente, que se llama Cachinal de la Sierra, actualmente en explotación.

2) Historia de la mina

- 1862 ? : Descubrimiento del yacimiento, según Vicuña Mackenna (1882).
- 1880 – 1930 : Una compañía alemana (Descubridora de la mina Cachinal) explotó mineral de plata en 15 vetas. La longitud de la veta explotada alcanzó a 1.500 m, la profundidad desarrollada fue de 150 m. La producción por mes alcanzó a 100 kg de plata. La máxima producción mensual, entre 1920–1930, fue de 5.000 kg de Ag. Producción total en este período: más de 1.000 toneladas de Ag (mineral crudo: 1.000.000 a 1.500.000 de toneladas). Ley de mineral crudo: 700 gr./ton.
- 1930 – 1978 : Mina paralizada. En este período, la Cia Minera Chañaral-Taltal (Chatal) consiguió la propiedad minera. En 1970, ENAMI y CORFO absorbió esta Compañía. En este período esta empresa realizó prospecciones.
- 1978 : La Compañía CHATAL comenzó a producir nuevamente: 60.000 ton con leyes de 300 gramas de Ag por tonelada.
- Enero de 1986 : CHATAL explota el mineral a través de contratistas.

3) Mineralización

Roca ígnea relacionada con la mineralización

Las rocas huésped de este yacimiento corresponden a diorita, pórfido cuarífero y toba soldada dacítica. El pórfido cuarífero es la roca más joven. La mineralización se ha formado después de la intrusión del pórfido cuarífero. Además este yacimiento se distribuye en el pórfido cuarífero mismo y en sus cercanías, por lo que se piensa que la mineralización se ha formado en íntima relación con el pórfido cuarífero.

Dimensión del yacimiento

Este yacimiento tiene más de 10 vetas; por no tener denominación clara, en el presente estudio se las ha separado mediante letras del alfabeto (A, B, E, etc.), en forma correlativa, desde la parte occidental a la oriental. Entre paréntesis se indican los nombres dados por ENAMI (1980). Las vetas principales son 14, de A a N. Sus dimensiones se indican en la Tabla

III-2-2. Además, se presentan vetillas que no tienen nombre ni han sido explotadas. En consecuencia, el total de las vetas alcanza a más de 20. Dentro de ellas, la veta mayor es la veta J (veta carmen).

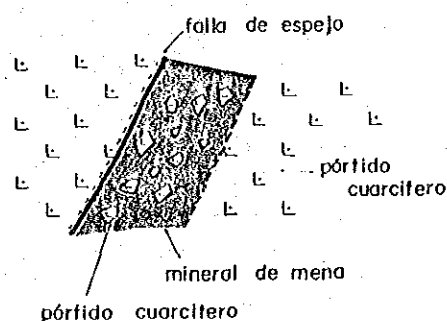
Fracturas con mineralización

El área ocupada con vetas corresponde a una zona de 3 km N-S y 2 km E-W. Existen dos sistemas de fracturas con mineralización. Uno de rumbo $N20^{\circ}W$ y el otro, $N50^{\circ}W$. El primero está formado por 12 vetas; el segundo por sólo 2. La inclinación de las vetas es de $60^{\circ}-85^{\circ}E$, en su mayoría. Algunas vetas, como E, F y G tienen 80° hacia el W. Generalmente las vetas A-G son más verticales (alrededor de 80°). En cambio, las vetas del sector E (vetas H-N) tienen menos inclinación ($60^{\circ}-70^{\circ}$). Las rocas huésped, del sector occidental de vetas, corresponden a diorita y pórfido cuarcífero; en cambio, la del sector oriental, es principalmente toba soldada dacítica (ver Plano 3-2).

Las vetas son más densas (intervalo: 50–70 m) en las rocas dioríticas y pórfido cuarcífero; en cambio, en las tobas soldadas, están más separadas (intervalo mayor).

El sistema de vetas es semejante a “echelon”, que se distribuye de oeste a este, con elongación norte, aproximadamente.

En el contacto de las vetas con la caja de roca del techo existen espejos de fallas. En el interior de las vetas se presentan brechas de la roca huésped, cuya matriz tiene minerales y ganga. Las fracturas de las vetas se habría formado por fallamiento y acción hidrotermal.



Los minerales de veta (ver Apéndice Tabla 4)

a. Minerales de mena:

Galena argentífera, esfalerita, anglesita, óxidos de cobre, covelina, y pequeñas cantidades

de calcopirita, polibasita, proustita, plata nativa y cloragirita.

Según la Universidad del Norte (1978) habría, también, oro nativo y pirita.

b. **Minerales de ganga:**

Cuarzo, hematita y limonita.

Zonación de minerales

En varias minas no fue posible entrar, por lo que no se obtuvieron suficientes datos para establecer la zonación de minerales. Según ENAMI (1980) existe una zona de oxidación y de enriquecimiento secundario ($Ag > 300$ gr./ton.) hasta 120–130 m de profundidad.

Bonanzas

No existen suficientes datos de las leyes de las vetas, por lo que es difícil establecer las características de las bonanzas.

Según los mineros, las bonanzas de las vetas F y J tienen sección ovalada, y sus inclinaciones son muy abruptas, casi verticales. Tienen, aproximadamente, 60 m de largo y 20 m de ancho.

Condiciones de los extremos de las vetas

El extremo sur de la veta G se caracteriza por vetillas de cuarzo estéril y vetas de arcilla.

La combinación de los minerales de alteración varía de la siguiente manera:

Parte central : cuarzo-pirofilita

Extremos : caolín-(sericita)

Edad de la mineralización

No se pudieron obtener datos que indiquen directamente la edad de la mineralización. Sin embargo, como se ve en la Fig. III-2-1, la edad de la mineralización está comprendida entre

56 m.a. y 59 m.a., que corresponde al Paleoceno.

Fallamientos postmineralización

Como se indica en la Fig. 29 del apéndice, las fallas principales de postmineralización, corresponden a sistemas $N70^{\circ}W$, $N60^{\circ}-70^{\circ}E$ y $N0^{\circ}-10^{\circ}E$. Los dos primeros desplazan las vetas. El último no las desplaza.

El sistema $N70^{\circ}W$ desplaza las vetas hacia el oeste. En cambio, el sistema $N60^{\circ}-70^{\circ}E$, desplaza las vetas hacia el este.

4) Alteración

En esta área se observa alteración hidrotermal, que disminuye hacia afuera de la zona de vetas. El grado de alteración es débil, generalmente. Los fenocristales de feldespato están alterados completamente sólo en las cercanías de las vetas.

Los minerales de alteración se presentan en la Tabla 5 del Apéndice. Sus características son las siguientes:

Cuarzo: se presenta ampliamente distribuido y es más abundante en las cercanías y dentro de las vetas.

Feldespato: se presenta en todo el área, lo que indica que la alteración es débil. La plagioclasa está en relación inversa con respecto al caolín.

Cristobalita y Tridimita: estos minerales son escasos y se destacan sólo en la veta K, al WNW del pique 3 (muestra N^o BAP50).

Montmorillonita y arcillas bandeadas: estos minerales se presentan en las cercanías de las vetas y en menor proporción dentro de ellas. Acompañan generalmente a clorita-sericita-caolín y clorita-sericita. Se distribuyen, generalmente, en el exterior de la zona de caolín, con poca distribución.

Clorita: la clorita tiene amplia distribución, pero disminuye o desaparece en la zona de caolín.

Sericita: tiene también amplia distribución; este mineral mantiene su proporción en la zona de caolín.

Caolín: se presenta en las cercanías de las vetas. Si la proporción es fuerte, se presenta como mineral único.

Pirofilita: este mineral es escaso y se ha encontrado sólo en las vetas E, G y Y. Se presenta, generalmente, en el centro de la zona de alteración.

Alunita: es escasa. Sólo se la ha encontrado en una localidad (veta Y).

Yeso: este mineral aparece generalmente junto con caolín.

Ceolita: se presenta como mordenita y laumontita; en la parte más exterior de la zona de montmorillonita, que es a su vez la zona más externa de la zona de alteración.

Las características de distribución y combinación de los minerales, permite resumir lo siguiente: Existe una zonación de la alteración desde el centro de las vetas hacia el exterior (Figs. 26, 27 y 28 del apéndice) en la siguiente forma:

Zona I : cuarzo-pirofilita (dentro de la veta).

Zona II : caolín-(sericita y yeso).

Zona III : sericita-clorita-(yeso).

Zona IV : montmorillonita-yeso-(sericita y clorita).

Zona V : ceolita.

Zona VI : sin alteración.

Las zonas I y II se presentan, generalmente, dentro de la veta a 50 m de ella.

Las zonas III y IV están presentes sólo en algunas vetas.

Capítulo 2. Estudio geoquímico

2-1. Area A

2-1-1. Muestreo

Se tomaron 110 muestras de quebradas ("Stream Sediments") y 91 muestras de suelos, que totalizan 201 muestras analizadas.

2-1-2. Tratamiento estadístico

Los resultados de los análisis geoquímicos por cada elemento están representados en la Tabla 29 del apéndice. Los estadígrafos utilizados se describen en la tabla 26 del apéndice. Los resultados se encuentran ploteados en los histogramas de frecuencia de la figura 53 del apéndice y las curvas de frecuencia acumulada para el Cu y As están representadas en la figura 53.

2-1-3. Discusión de los resultados

La distribución de las anomalías de casi todos los elementos coincide aproximadamente con la zona de mineralización.

1) Au

El oro presenta anomalía clase A, distribuida al sur de la mina La Fortuna. Anomalías de la clase B & C se ubican al suroeste de la mina Abundancia. Estas anomalías están dispersas en el área de esta mina.

2) Ag

Anomalía de la clase A para plata se ubican en los mismos lugares de las anomalías de oro. Anomalía de la clase C se distribuye desde la mina Mantos a la mina La Fortuna y alrededor de la mina Gentil. Otra anomalía de clase C se ubican en la parte central oeste del área estudiada.

3) Cu

Anomalías de la clase A se distribuyen al este de mina Abundancia y alrededor de minas Gentil y sur de La Fortuna.

Anomalías de la clase B y C se ubican en la parte central norte y sur del área estudiada.

4) As

Anomalías de la clase A están distribuidas en las mismas áreas de las anomalías de cobre, además al oeste de la mina Montecristo. Anomalías de la clase B y C están distribuidas en la parte oriental del área.

5) Mo

Anomalías de las clases A, B y C están distribuidas desde la mina Mantos hasta la parte sur de Abundancia. Otras de clases B y C también se encuentran dispersas al este de mina Abundancia, con dirección N-S.

2-2. Area B

2-2-1. Muestreo

Se tomaron 208 muestras de rocas.

2-2-2. Tratamiento estadístico

Los valores de los análisis se dan a conocer en la Tabla 29 del Apéndice. Los valores estadísticos se indican en la Tabla 27 del apéndice. Las curvas de acumulación de As y Cu se presentan en la Fig. 54 del apéndice. La distribución porcentual de los elementos analizados se dan a conocer en los histogramas de la Fig. 54 del apéndice y los tipos de anomalías y sus porcentajes por elementos, en la Tabla 27 del apéndice.

2-2-3 Descripción de los resultados

Como se indica en la Tabla 27 del apéndice, los elementos tienen abundantes anomalías, distribuyéndose en su mayoría en las cercanías de las vetas.

1) Au

Se distinguieron 12 anomalías de clases A, B y C. Dentro de ellas, 1 de cada clase distribuye fuera de la zona de vetas conocidas, en el sector oriental del área. A pesar de que el número de anomalías es escaso, pero siendo ellas significativas, podría pensarse en la existencia de una veta nueva.

2) Ag

Dos anomalías de clase A se distribuyen en el mismo lugar de oro. En una trinchera practicada en dirección S de las vetas F y G, se determinaron 2 anomalías clase A. Además, en dirección norte de la veta J existen anomalías clase A. Debido a que en el mismo lugar se presentan anomalías de Au y Ag, ellas deben ser consideradas convenientemente.

A pesar de los estudios geológicos no han revelado la existencia de vetas en las trincheras con anomalías clase A, la presencia de caolin en esa zona, indicaría que ellas son significativas.

La presencia de anomalías en dirección norte de la veta J, podría indicar la prolongación de ella en esa dirección.

3) Cu

La distribución de las anomalías de Cu de clase A y B coincide con el sector de anomalías de Ag, por lo que son significativas.

4) As

Las anomalías de As, en su mayoría de clase C, no están relacionadas con la mineralización de ninguna veta.

5) Mo

Se han distinguido 14 anomalías de clase A dentro de 20 anomalías. La mayor parte de las de clase A se ubican en las cercanías de las vetas B y G. El significado de esta concentración de estas anomalías no está bien contenido, por lo que se necesitan estudios más detallados.

Capítulo 3. Estudio de inclusiones fluidas

3-1. Area A

Objetivo del estudio

En el área de Montecristo - Abundancia se colectaron muestras de cuarzo y calcita para estudiar sus inclusiones fluidas, en el sentido de caracterizar, en la vertical y horizontal, los fluidos que mineralizaron las vetas, en base al estudio de las temperaturas de formación y salinidad.

3-1-1. Muestreo

1) Ubicación de las muestras

El número total de las muestras colectadas es 52, y sus ubicaciones se indican en el PL 5-21.

Las muestras han sido colectadas dentro de zona mineralizada, principalmente en los depósitos de Abundancia, Mantos, Socavón y Gentil.

2) Características de las muestras

La mayoría de las muestras son vetas de cuarzo que generalmente tienen color blanco lechoso y vienen en forma de masas densas, estando además acompañadas de especularita, magnetita, calcopirita, pirita, actinolita, clorita, calcita, etc. Se observa la existencia de minerales de óxido de cobre y limonita. Además, en parte de las muestras se observa también la existencia de cuarzo lenticular.

Las vetas de calcita son transparentes o semitransparentes y tienen estructura relativamente cristalina. Parte de este tipo de muestras está acompañada de cuarzo. Además, hay también muestras que presentan paragénesis con actinolita y que están acompañadas de calcopirita y pirita.

3-1-2. Descripción de las inclusiones fluidas

La observación de las inclusiones fluidas se hizo cortando las muestras en rebanadas con espesor de aproximadamente 0,5 mm (el espesor depende de la transparencia del cuarzo y de la calcita) y puliendo bien la superficie.

Se observan dos tipos de inclusiones fluidas, o sea, inclusiones líquidas e inclusiones gaseosas y, la mayoría de las inclusiones fluidas comprenden las fases líquida y gaseosa, tanto en el área A como en el área B.

Todas las muestras contienen inclusiones gaseosas y todas las inclusiones presentan el aspecto de granos de arena desparramados sobre una hoja de papel blanco aun cuando se hace la observación con un microscopio de 300 aumentos y su eje mayor es aproximadamente 2 a 3 micrones. En particular, las inclusiones del área A son más pequeñas que las inclusiones del área B y la medición de la temperatura de homogenización fue posible sólo en 9 del Area A de las muestras de aquella. En cuanto a las muestras del área B, la medición de la temperatura de homogenización fue posible en 14 casos.

En cuanto a las inclusiones con posibilidad de medición de la salinidad, dicha medición fue posible sólo en 5 muestras del área B, mientras que en las muestras del área A no se logró hacer ninguna medición.

La medición de la temperatura de homogenización se hizo instalando el portaobjeto calentador de UNION OPTICS en un microscopio de transmisión NIKON. El límite superior de la temperatura medida es aproximadamente 500°C, puesto que el medio térmico usado para se hacer la medición es aceite de silicona.

3-1-3. Temperaturas de homogenización y salinidad de inclusiones fluidas

1) Temperaturas de homogenización

Las temperaturas de homogenización medidas se indican en la Tabla III-2-3. Una muestra N° MK16-R3 fué excluido de la interpretación debido a la posibilidad de la inclusión pseudo-secundaria.

Las temperaturas varían ampliamente entre 250°C y 470°C. Los valores promedios de las temperaturas son de 275°C ~ 363°C, y aproximadamente 350°C en cantidad mayor indicando relativamente alta temperatura en todos los yacimientos.

La relación entre zonación de mineralización y temperatura de homogenización es como las siguientes:

Zona de Cu : 275°C, 322°C

Zona de Cu-Fe : 357°C, 334°C

Zona de Fe-Cu : 329°C

Zona de Fe : 356°C, 363°C, 362°C

Las temperaturas escritas arribas son de valores promedios.

Como se indican los escritos arribas la temperatura aumenta de la zona de Cu hacia la zona de Fe, lo cual se imaginaba por la combinación de minerales y se ha probado cuantitati-

Tab. III-2-3 Temperatura de homogenización y salinidad de las inclusiones fluidas en el area A

Muestra No	Descripciones	Numero de I.F. medida	Veta o fenocristal	Temperatura de homogenización (°C)	Temperatura (°C)			Salinidad (wt%)
					promedia	minima	maxima	
ST 57	cuarzo lechoso poroso con limonita	10	Veta	370, 460, 300 330 G 350 G 330 G 360 G 320 G 380 G 360 G	356	300	460	-
ST 79	cuarzo lechoso con poco clorita	12	Veta	380, 260, 400, 340, 260, 380, 370, 380, 350, 370, 470, 380	362	260	470	-
FK 57	cuarzo con especularita y oxido de cobre	11	Veta	330, 380, 310, 250, 260, 280, 380, 300, 380, 370 G 380 G	329	250	380	-
FK 81	veta de calcita con estructura de peineta	10	Veta	350, 320, 380, 440, 300, 360, 380, 320, 380, 400	363	300	440	-
FK104	cuarzo lechoso con calcopirita y clorita	20	Veta	290, 340, 390, 390, 330, 380, 350, 340, 380, 280, 280, 300, 320, 230, 230, 280, 390, 380, 350, 350	334	230	390	-
MK 15	cuarzo lechoso con magnetita y calcopirita de la mina Abundancia (-100 mL)	13	Veta	280, 340, 370, 360, 290, 340, 260, 260, 380, 310, 310, 340, 340	322	260	380	-
MK16-R2	cuarzo lechoso parcialmente fracturado acompañando vetilla de calcita y limonita	9	Veta	340, 320, 340, 300, 360, 340, 360, 430, 420 G	357	300	430	-
MK16-R3	cuarzo lechoso poroso con vetilla de calcita y limonita de la mina Gentil	14	Veta	210, 190, 240, 200, 180, 190, 190, 220, 210, 210, 190, 180, 220, 220	204	180	240	-
LC 11	calcita (lenticular) con pirita y calcopirita de la mina Abundancia	20	Veta	330, 240, 270, 250, 280, 270, 250, 240, 280, 260, 250, 260, 270, 280, 290, 340, 280, 330, 270, 250	275	240	340	-
ST 72	cuarzo lechoso con limonita en drusa	-	Veta	No hay I.F. medible.	-	-	-	-
ST 73	cuarzo lechoso con clorita, limonita y oxido de cobre	-	Veta	ID	-	-	-	-
ST 76	cuarzo lechoso con pequeña cantidad de clorita y especularita	-	Veta	ID	-	-	-	-
ST 77	ID	-	Veta	ID	-	-	-	-
ST 78	cuarzo lechoso con especularita	-	Veta	ID	-	-	-	-
ST 81	ID	-	Veta	ID	-	-	-	-
ST 82	ID	-	Veta	ID	-	-	-	-
FK 65	calcita transparente con especularita y oxido de cobre	-	Veta	ID	-	-	-	-
FK 66	calcita semi-transparente con cuarzo y limonita	-	Veta	ID	-	-	-	-
FK 71	cuarzo (lenticular) lechoso	-	Veta	ID	-	-	-	-
FK 72	cuarzo con limonita en drusa	-	Veta	ID	-	-	-	-
FK 73	cuarzo lechoso con limonita	-	Veta	ID	-	-	-	-
FK 78	ID	-	Veta	ID	-	-	-	-
FK 79	cuarzo lechoso	-	Veta	ID	-	-	-	-
FK 80	calcita de textura de peineta	-	Veta	ID	-	-	-	-
FK 82	calcita de semi-transparente de textura de peineta	-	Veta	ID	-	-	-	-
FK 84	cuarzo lechoso con calcita y oxido de cobre	-	Veta	ID	-	-	-	-
FK 85	cuarzo lechoso con especularita	-	Veta	ID	-	-	-	-
FK 86	cuarzo lechoso	-	Veta	ID	-	-	-	-
FK 87	cuarzo lechoso con especularita, clorita y pirita	-	Veta	ID	-	-	-	-
AP 47	cuarzo semi-transparente (secundario) en dacita	-	fenocristal	ID	-	-	-	-
AP 70	cuarzo en veta brechosa	-	Veta	ID	-	-	-	-
AP 73	cuarzo lechoso	-	Veta	ID	-	-	-	-
LCN1-14	cuarzo lechoso de textura de peineta con limonita	-	Veta	ID	-	-	-	-
LCN1-15	ID	-	Veta	ID	-	-	-	-
LCN1-16	ID	-	Veta	ID	-	-	-	-
LCN2-2	cuarzo transparente a semi-transparente	-	Veta	ID	-	-	-	-
LCN3-4	cuarzo lechoso de textura de peineta con limonita	-	Veta	ID	-	-	-	-
LCN3-5	cuarzo de textura de peineta en central y cuarzo bandeado en margen	-	Veta	ID	-	-	-	-
LCN3-6	cuarzo semi-transparente	-	Veta	ID	-	-	-	-
LCN3-7	ID	-	Veta	ID	-	-	-	-
LCN3-8	cuarzo turbio blanco con limonita en drusa	-	Veta	ID	-	-	-	-
LCN3-9	cuarzo semi-transparente de textura de peineta	-	Veta	ID	-	-	-	-
LCN3-12	cuarzo turbio blanco	-	Veta	ID	-	-	-	-
LCN3-13	vetilla de cuarzo semi-transparente	-	Veta	ID	-	-	-	-
AP 41	ID	-	Veta	ID	-	-	-	-

vamente una aumentación de temperatura de zona de Cu hacia zona de Fe por este estudio de las inclusiones fluidas (ver Fig. III-2-2).

Estas temperaturas corresponden a las de la parte de temperatura alta de los yacimientos de cobre, plomo y zinc de edad terciaria o de los yacimientos de molibdeno, tungsteno y estaño de edad preterciaria en Japón.

2) Salinidad

No se pudo medir la salinidad de las inclusiones fluidas debido a que el tamaño de ellas es demasiado pequeño para medir.

3-2. Area B

Objetivos del estudio

En el área de Cachinal de la Sierra se colectaron muestras de cuarzo para estudiar sus inclusiones fluidas, en el sentido de caracterizar el comportamiento en la vertical y horizontal las fluidas que mineralizaron las vetas, en base al estudio de las temperaturas de formación y salinidad. El distrito de Cachinal de la Sierra es un antiguo y clásico distrito de vetas de plata del norte de Chile. El estudio de ésta área permitirá la extrapolación del conocimiento, que de aquí se obtenga, a otras áreas de características similares, lo que ayudará a la exploración.

3-2-1. Muestreo

1) Ubicación de las muestras

Se colectaron 46 muestras de esta área. Su ubicación se presenta en el perfil de la Figura III-2-3 y en el mapa PL 5-22 (1).

Las muestra fueron tomadas de los principales cuerpos, los cuales se encuentran en operación (vetas F, E y J principalmente).

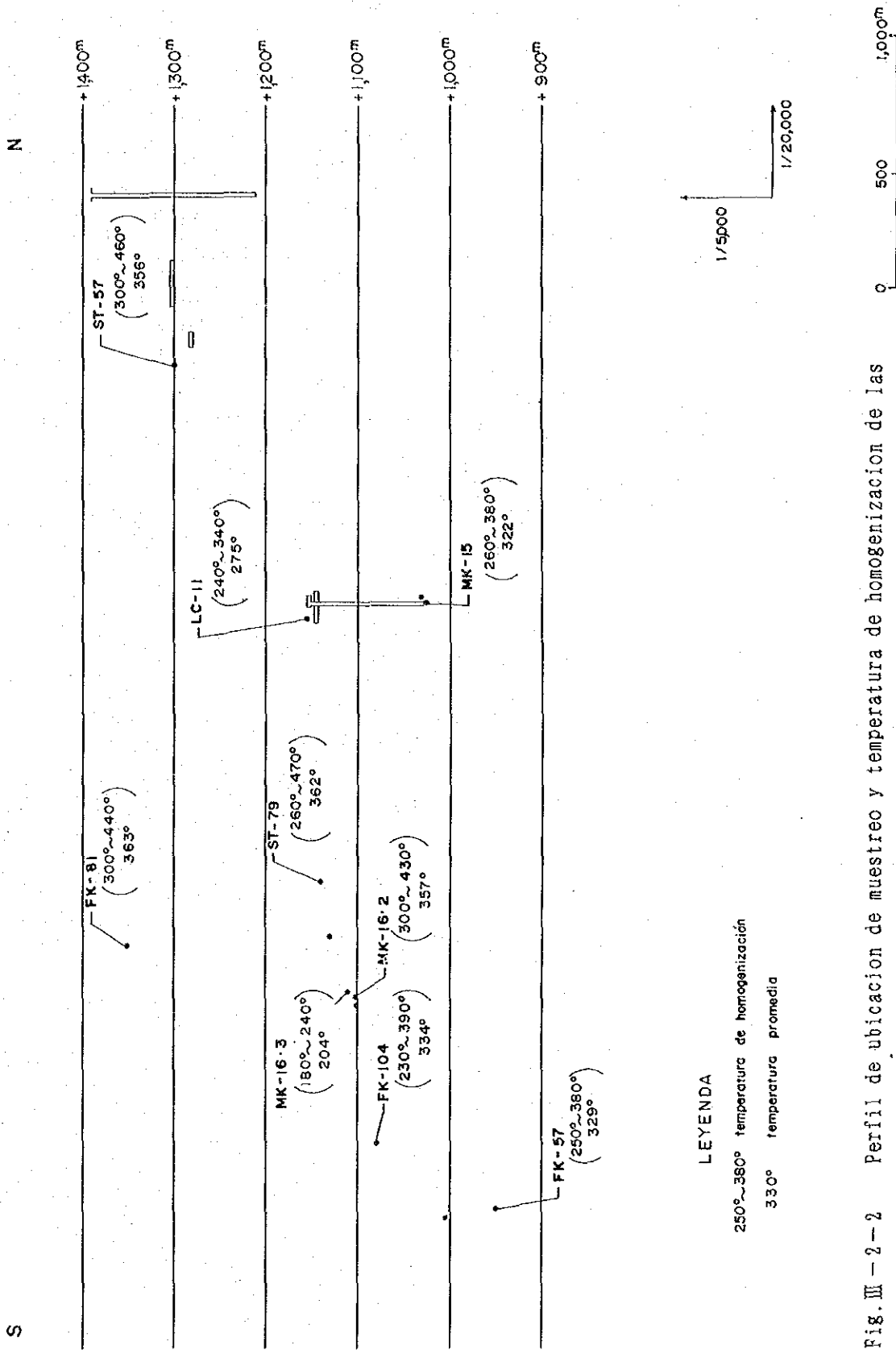
2) Características de las muestras

Las características de las muestras se indican en la Tabla III-2-4, y la observación y la medición son similar a las de Area A.

3-2-3. Temperaturas de homogenización y salinidad de inclusiones fluidas

1) Temperaturas de homogenización

Las temperaturas medidas se indican en la Tabla III-2-4.



LEYENDA

250°~380° temperatura de homogenización

330° temperatura promedio

Fig. III - 2 - 2 Perfil de ubicación de muestreo y temperatura de homogenización de las inclusiones fluidas

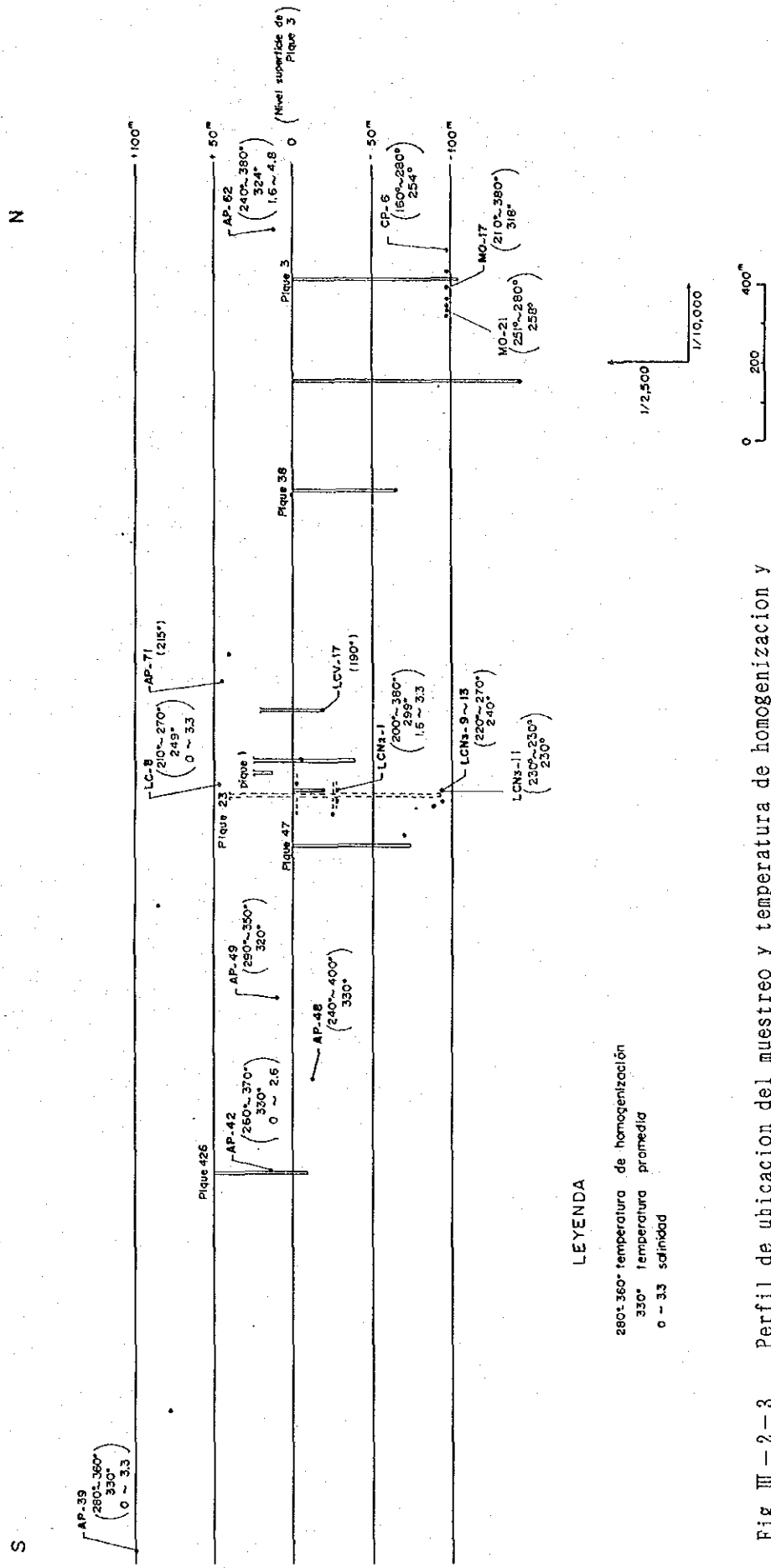


Fig. III-2-3 Perfil de ubicación del muestreo y temperatura de homogenización y salinidad de las inclusiones fluidas

Tab. III -2-4 Temperaturas de homogenización y salinidad de las inclusiones fluidas

Muestra No.a	Descripciones	Numero de I.F. medida	Veta o fenocristal	Temparatura de homogenizacion	Temparatura (°C)			wt % Salinidad
					promedia	minima	maxima	
M017	cuarzo compacto semi-transparente con limonita de veta J de nivel -100m	9	veta	210,280,280,290,350(G) 350(G),360,360(G),380	318	210	380	-
AP39	cuarzo semi-transparente 3-4mm de diametro en superficie	19	fenocristal	280,300,300,310,310, 320,320,330,330,330, 330,340,340,340,350, 360,360,360,360	330	280	360	0 - 3.3
AP42	cuarzo secundario transparente de veta A de nivel -36m	9	fenocristal	260,300,320,330,330, 350,350,360,370	330	260	370	0 - 2.6
AP48	vetilla de cuarzo semi-transparente en superficie	5	veta	240,320,340,350,400	330	240	400	-
AP49	cuarzo transparente en forma bandeada de veta G en superficie	4	veta	290,300,340,350	320	290	350	-
AP62	cuarzo semi-transparente de textura de peineta en veta K de nivel superficie	16	veta	240,270,270,280,300,	324	240	380	1.6 - 4.8
LC8	cuarzo secundario transparente en toba soldada en superficie	16	fenocristal	210,220,220,240,240, 250,250,250,250,260, 260,260,260,270,270, 270	249	210	270	0 - 3.3
LCN2-1	cuarzo transparente poroso de veta F en nivel -72m	15	veta	200,230,240,240,270, 280,280,300,300,320, 340,340,380,380(G), 380(G)	299	200	380 (G) 380	1.6 - 3.3
LCN3-10	cuarzo semi-transparente de veta F en nivel -132m	9	veta	220,230,240,240,250, 250,270,270,270	249	220	270	-
M021	cuarzo transparente con limonita en drusa de veta J en nivel -100m	10	veta	251,251,251,251,251, 251,251,263,275,280	258	251	280	-
CP6	cuarzo semi-transparente de veta J en nivel -100m	30	veta	160,170,200,215,220, 230,230,235,255,261, 265,265,265,265,265, 270,270,270,270,257, 275,275,275,275,275, 275,275,280,280,280	254	160	280	-
LCN3-11	cuarzo con limonita en drusa de veta F en nivel -132m	1	veta	230	230	230	230	-
LCV17	cuarzo en drusa de nivel -40m (sin nombre)	1	veta	190	190	190	190	-
AP71	cuarzo compacto de veta G en nivel superficie	1	veta	215	215	215	215	-
YF01	cuarzo transparente con limonita en drusa	-	veta	No hay I.F. mediable	-	-	-	-
YF02	cuarzo transparente o lechoso de textura de peineta	-	veta	ID	-	-	-	-
YF03	cuarzo transparente con limonita en drusa	-	veta	ID	-	-	-	-
YF04	cuarzo transparente de textura de peineta con limonita en drusa	-	veta	ID	-	-	-	-
YF05	cuarzo semi-transparente con limonita, galena y blenda en drusa	-	veta	ID	-	-	-	-
YF06	cuarzo transparente lechoso con cobre oxido, galena y limonita	-	veta	ID	-	-	-	-
YF07	cuarzo transparente compacta con galena y hematita	-	veta	ID	-	-	-	-
YF08	cuarzo de matriz de brecha silicificada con limonita en drusa	-	veta	ID	-	-	-	-
M018	cuarzo semi-transparente compacto con fragmento de roca huesped alterada	-	veta	ID	-	-	-	-

Muestra No.	Descripciones	Numero de I.F. medida	Veta O fenocristal	Temperatura de homogenizacion	Temperatura (°C)			wt % Salinidad
					promedia	minima	maxima	
M019	cuarzo semi-transparente compacto	-	veta	No hay I.F. mediable	-	-	-	-
M020	cuarzo semi-transparente compacto con limonita en drusa	-	veta	ID	-	-	-	-
M022	cuarzo semi-transparente compacto con limonita	-	veta	ID	-	-	-	-
CP01	cuarzo transparente de textura de peineta	-	veta	ID	-	-	-	-
CP11	vetilla de cuarzo semi-transparente	-	veta	ID	-	-	-	-
AP29	vetilla de cuarzo drusoso con lustre	-	veta	ID	-	-	-	-
AP30	vetilla de cuarzo semi-transparente con lustre	-	veta	ID	-	-	-	-
FK90	cuarzo lechoso con oxido de cobre, limonita y especularita	-	veta	ID	-	-	-	-
FK93	cuarzo lechoso drusoso	-	veta	ID	-	-	-	-
FK94	cuarzo lechoso con especularita en drusa	-	veta	ID	-	-	-	-
FK95	cuarzo lechoso con magnetita	-	veta	ID	-	-	-	-
FK96	cuarzo lechoso con cobre oxido	-	veta	ID	-	-	-	-
FK97	cuarzo lechoso con limonita y especularita	-	veta	ID	-	-	-	-
FK98	cuarzo con limonita en drusa	-	veta	ID	-	-	-	-
FK99	cuarzo lechoso con limonita en drusa y oxido de cobre en grieta	-	veta	ID	-	-	-	-
FK100	vetilla de cuarzo lechoso	-	veta	ID	-	-	-	-
FK101	cuarzo lechoso con limonita	-	veta	ID	-	-	-	-
MK01	cuarzo lechoso con limonita en drusa y oxido de cobre	-	veta	ID	-	-	-	-
MK02	cuarzo lechoso	-	veta	ID	-	-	-	-
MK08	cuarzo lechoso con especularita, limonita y magnetita en drusa	-	veta	ID	-	-	-	-
MK11	cuarzo lechoso	-	veta	ID	-	-	-	-
MK14	cuarzo lechoso	-	veta	ID	-	-	-	-
MK16-1	cuarzo lechoso	-	veta	ID	-	-	-	-
AP14	vetilla de calcedonia y calcita	-	veta	ID	-	-	-	-
AP20	cuarzo lechoso granular con chalcopirita y especularita	-	veta	ID	-	-	-	-
LC4	calcita cristalizada	-	veta	ID	-	-	-	-
LC12	calcita cristalizada fina	-	veta	ID	-	-	-	-
LC13	calcita cristalizada fina	-	veta	ID	-	-	-	-
LC14	calcita cristalizada fina	-	veta	ID	-	-	-	-

Las temperaturas promedio de homogenización de las inclusiones fluidas de cuarzo varían entre 250°C y 330°C.

Las temperaturas promedio en caso de fenocristales de cuarzo fueron de más alta que las de cuarzo de veta y la mayoría de ellas es aproximadamente de 350°C, a pesar de que no se ha obtenido la cantidad de muestra medida suficiente.

Las características de temperatura en cada veta no son clara debido a la cantidad insuficiente de muestra.

La variación vertical de temperatura no es constante como en caso de la veta F cuya temperatura disminuye hacia los niveles inferiores, por lo cual ocurriría la disminución de temperatura en profundidad dependiendo de la inclinación del buzón.

Se necesita gran cantidad de muestras de inclusiones fluidas para inferir el buzón y su dirección.

Alguna veta de la mina Cachinal de la Sierra tiene una tendencia de temperatura alta con aproximadamente 300°C en los extremos norte y sur de ella, y de temperatura relativamente baja con aproximadamente 250°C, lo cual se permite considerar que existirían separadamente dos buzónes y la parte rica en plata de veta se ha formada a lo lejos del buzón.

Es decir, que se indicaría que la temperatura de 250°C aproximada fue más conveniente para depositar las minerales de plata y plomo.

La temperatura de la mina Cachinal de la Sierra es más alta que la de vetas de Au y Ag de edad neogena en Japón y es similar a la de veta de Pb y Zn del Terciario de Japón (ver Mining Geology Special Issue N° 7).

2) Salinidad

Como se indica en la Tabla III-2-4 la salinidad varía entre 0 y 4,8 wt % (valor equivalente a NaCl). Estos valores son similares a los de veta de Au y Ag del Terciario en Japón (ver Mining Geology Special Issue N° 7).

La salinidad mayor (4,8 wt %) está ubicada en el nivel superior de la parte extrema norte de la veta K, luego 1,6 ~ 3,3 wt % en el nivel -72 m de la parte central de la veta F. El resto es bajo con valor de 0 ~ 3,3 wt %.

La relación entre la temperatura y la salinidad, en general, es positiva (ver Mining Geology Special Issue N° 7), sin embargo en este caso la relación positiva no se reconoce debido a la cantidad insuficiente de muestra.

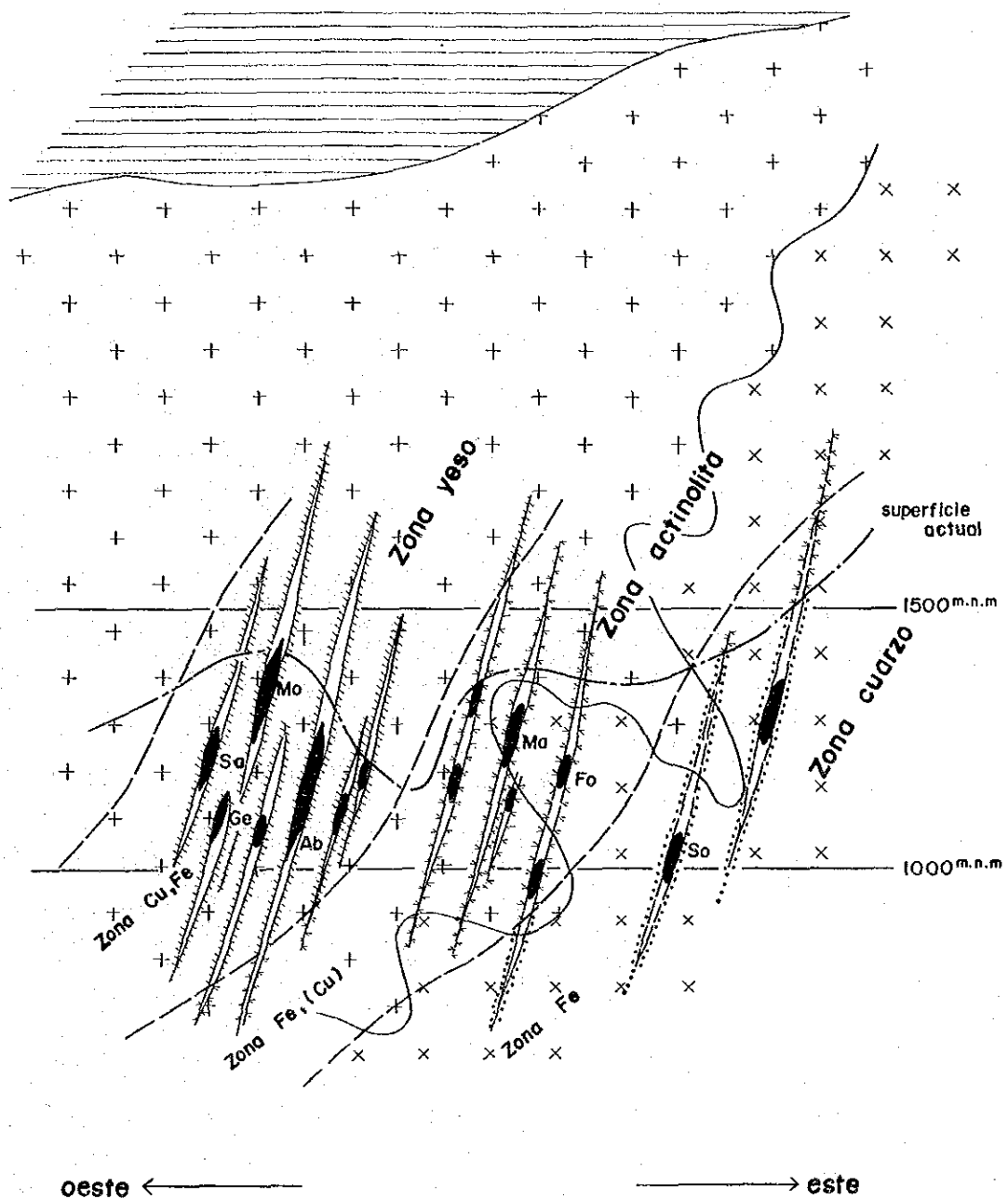
Capítulo 4. Modelos para exploración

4-1. Area A

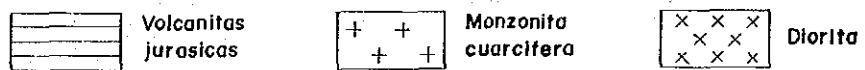
Las varias vetas y depósitos de minerales que se concentran en este área se extienden a través de más de 4 km en la dirección N-S a altitudes variables de 1.000 m hasta 1.400 m y se piensa que estos depósitos de minerales son resultados de una serie de mineralizaciones que acompañan las actividades de las rocas plutónicas del Jurásico que se desarrollan de manera amplia en la zona de investigación oeste.

Como se indica en el perfil esquemático de la Figura III-2-4, estas mineralizaciones y alteraciones presentan las siguientes características.

- (1) Los sitios de generación de los depósitos de minerales de este área se dividen en las dioritas de la parte este, las cuarzo monzonitas de la parte oeste y las periferias de las rocas.
- (2) Estos depósitos de minerales presentan distintas composiciones dependiendo de los respectivos sitios de origen y de manera general se clasifican en tres tipos y además se observa una estructura zonal en la dirección E-O.
 - (a) Zona de mineralización de Fe que consiste principalmente de magnetita.
 - (b) Zona de mineralización de Fe y Cu que consiste principalmente de magnetita acompañada de calcopirita.
 - (c) Zona de mineralización de Cu y Fe que consiste de calcopirita y de magnetita.
- (3) Además, se observan también diferencias dependiendo de la combinación de gangas y del tipo de alteración, que se manifiestan en forma de zonas que corresponden a las mineralizaciones susodichas.
 - (a) Zonas de cuarzo acompañadas de clorita.
 - (b) Zonas de actinolita acompañadas de clorita.
 - (c) Zonas de yeso acompañadas de actinolita.
- (4) En vista de los cambios observados en las estructuras zonales susodichas, se supone que las partes con profundidades mayores se hallan concentradas en el lado oeste, puesto que la combinación de los varios minerales indican que las temperaturas más altas han tenido lugar en el lado este.
- (5) Hay algunos depósitos de minerales que contienen aproximadamente 1 g/t de oro, pero el tipo de mineral objeto de exploración es el cobre, todos los depósitos que están siendo explotados actualmente están concentrados en las zonas de mineralización de Cu y de Fe.



Legenda



Mo: Montecristis
 Sa: Santa Rosa
 Ge: Gentil

Ma: Mantos
 Fo: La Fortuna

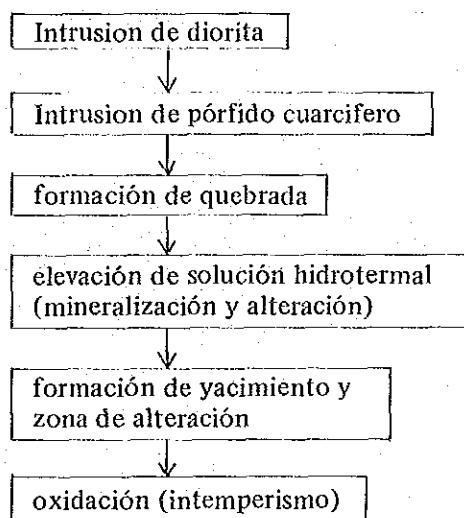
So: Socavon
 Ab: Abundancia

Fig. III-2-4 Perfil esquematico de mineralizacion y alteracion en el area A

En vista de las características susodichas de los depósitos de minerales de este área, las zonas de mineralización más promisoras de los depósitos tomados en consideración como objetos de estudio se refieren al Cu y al Fe, y los programas de investigación que se proponen con respecto a dichas zonas de mineralización se indica en la Figura III-2-5.

4.2. Area B

Los siguientes procesos de formación del yacimiento de cáchinal de la Sierra se consideran en vista de los resultados arriba mencionados.



Se presenta en la Figura III-2-6, el plano seccional en modelo de formación de los yacimientos incluyendo las yacimientos de perímetro (Distrito N° 8 y yacimiento de El Guanaco). En efecto, las actividades ígneas por todas partes de esta área se trasladan desde la calidad neutra a la calidad sílica llevando stock de pórfido cuarífero y domo de dacita.

Las quebradas se forman por los movimientos y autobrecha y proceso hidrotermal luego de la actividad de ígnea.

A continuación de estos procesos se suceden la mineralización y alteración y se forman los yacimientos con las brechas en sus centros. El surtido de principales minerales y minerales de alteración es variante conforme a la temperatura del desarrollo del yacimiento.

Es decir, en la parte más profunda se forma la zona Pb-Zn (yacimiento de Mineral el Soldado) y el surtido de mineral de alteración en dicha zona es caracterizado por sericita-clorita.

En la parte superior se forma la zona Ag-Pb (yacimiento de Cachinal de la Sierra) y el carácter del mineral en esta área es Kaoloin.

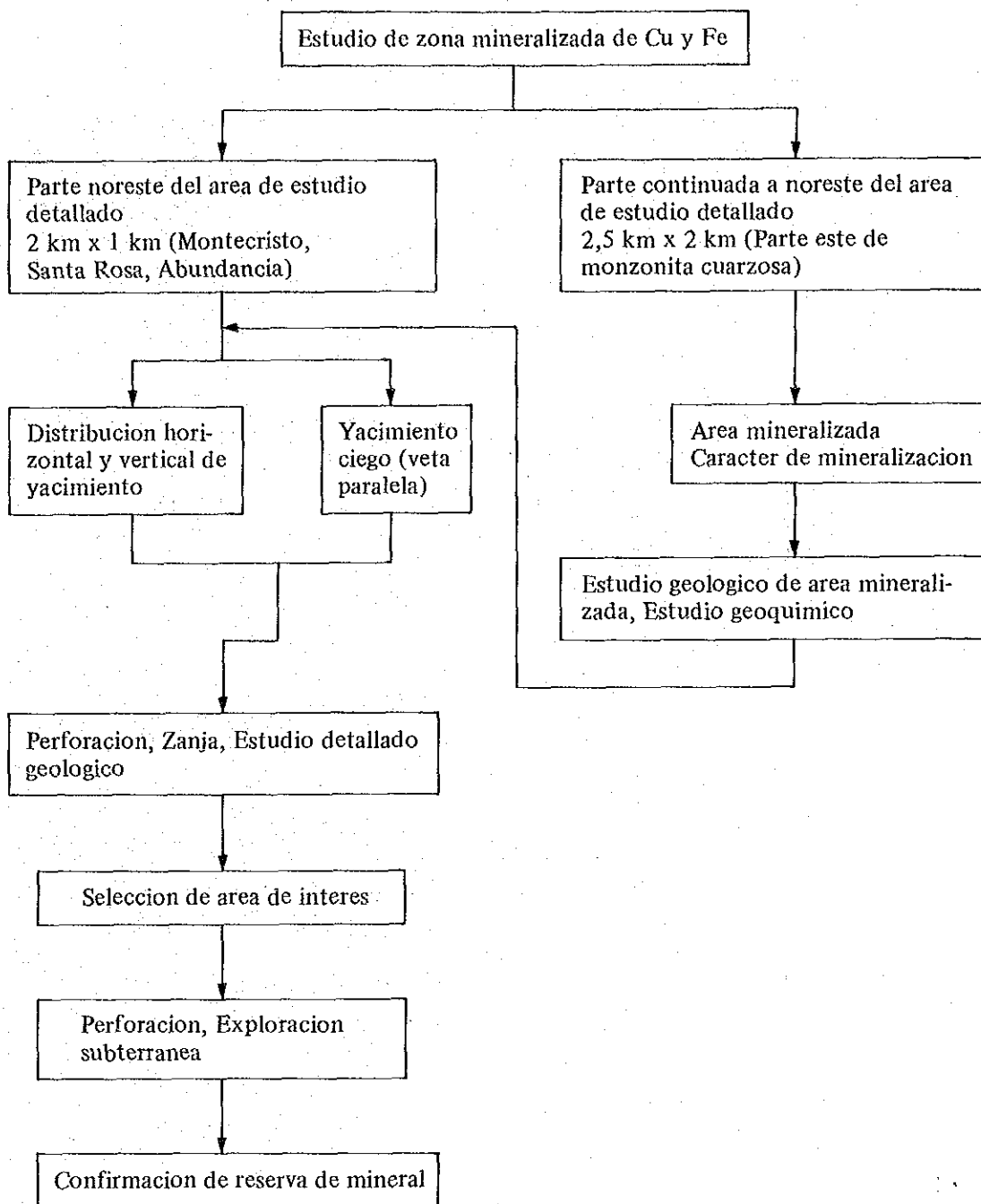


Fig. III-2-5 Diagrama de flujo para exploracion minera

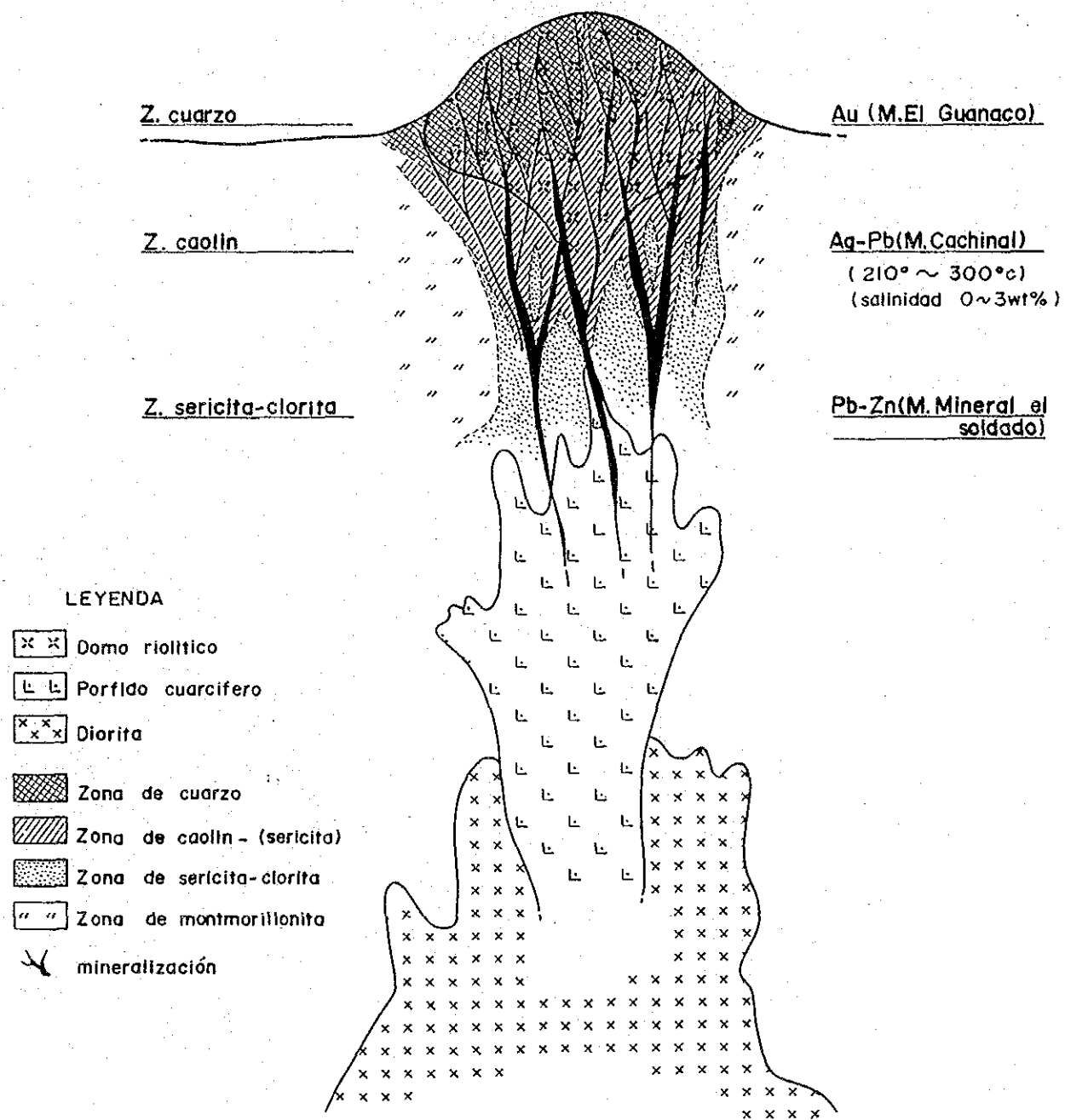


Fig. III - 2 - 6 Perfil esquemático de emplazamiento de los yacimientos

En la parte superior de la zona Ag-Pb se forma la zona Au (yacimientos de El Guanaco y en esta zona se extiende en poco profundo la zona de silificación. Además, en la zona del yacimiento de Cachinél de la Sierra se habría desaparecido la zona de oro posiblemente por la erosión.

Los siguientes son los propósitos del levantamiento en todas partes de la área de estudio en virtud de las hipótesis mencionadas arriba.

- 1) La confirmación de las rocas intrusivas
- 2) La confirmación de domos de lavas dacíticas silificadas y riolíticas.
- 3) El acosamiento de la zona de caolín y la zona selicita-clorita.
- 4) La observación de vetas con temperatura de desarrollo bajo 350°C
- 5) La observación de vetas con la concentración de sal bajo 3-4 wt %
- 6) El acosamiento de la zona de brecha acompañando silificación o caolinización (con pirofilita).

Las medidas del levantamiento conforme a los propósitos mencionados arriba se presenta en el cuadro de flujo en la Figura III-2-7.

REFERENCIAS

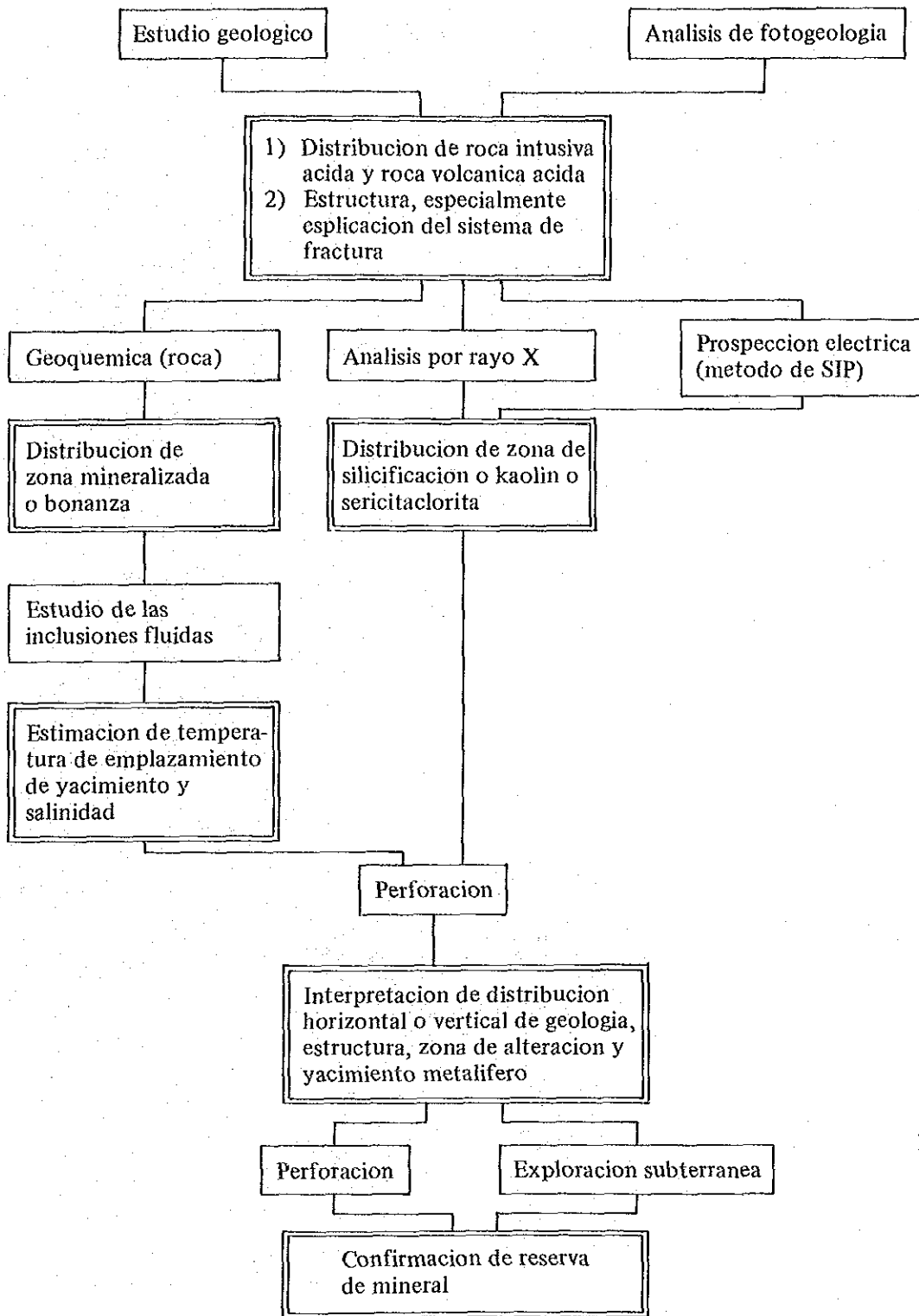


Fig. III-2-7 Diagrama de flujo para exploracion minera

PARTE IV.

**CONSIDERACIONES GLOBALES, CONCLUSIONES
Y RECOMENDACIONES**

PARTE IV. CONSIDERACIONES GLOBALES, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Capítulo 1. Características de los yacimientos

Los yacimientos del área estudiada son de tipo vetiforme, manto y stockwork-diseminación. Se describen las características de cada tipo de yacimientos a continuación.

1-1. Yacimientos de tipo vetiforme

Este tipo de yacimiento presentado en el área estudiada es de mayor de todo y distribuye concentradamente en el sector al oeste de 70° longitud W.

Los yacimientos de este tipo se han formado en falla y diaclasa.

Las vetas en que se han formado en falla (llamará como veta en falla a continuación), en general tienen una longitud de 200 m a 500 m escasamente 2.000 m, y sus potencias son aproximadamente 1 m y raramente 5 a 10 m.

Las vetas en que se han formado en diaclasa (llamará como veta en diaclasa a continuación), tienen menor longitud de 100 m a 300 m con potencia inferior a 1 m. Sin embargo, la densidad de veta es más alta que las vetas en falla.

Las vetas en falla distribuyen generalmente en forma paralela y las vetas en diaclasa en forma malla.

Las vetas tienen las orientaciones mayores elongadas N-S a NNW-SSE en el sector oriental, y multidirección en el sector occidental.

Los minerales principales son diferentes entre sectores occidental y oriental como se mencionó en la Parte I, es decir que las vetas del sector occidental corresponden a Au, Cu y Au-Cu, en cambio las del sector oriental a Ag o Ag (Au, Pb, Zn), lo cual la presencia de dos franjas mencionadas en la Parte I han sido comprobado en terreno.

1-2. Yacimientos de tipo manto

Yacimientos de manto en las áreas estudiadas presentan solo en dos áreas. Las características de los yacimientos de manto son las siguientes: la roca de huéspedes es solo de roca andesítica basáltica.

Los yacimientos se han formado en el nivel específico de estratificación.

Estos yacimientos del area estudiada se caracterizan por solo la presencia de calcopirita y bornita como minerales principales de mena con escasa pirita y por alteración muy débil, las cuales son similares a otros yacimientos de manto.

Los minerales de los yacimientos se presenta como diseminación y "stockwork".

La alteración es de silicificación, argilización y carbonización.

1-3. Zonas de mineralización de tipos stockworks y diseminación

Estas zonas corresponden a las zonas de alteración hidrotermal con stockworks y diseminación de hematite y/o limonita.

Estas zonas de alteración se presentan en las areas N^{os} 1, 4 y 7, y distribuyen solo en la zona volcanica del Cretacico Superior a Terciario Inferior del sector oriental.

Estas zonas de alteración se caracterizan por roca huesped felsica de composición dacítica o riolítica, por la presencia de capas andesiticas, generalmente en la parte subyacente, y por la presencia de silicificación y argilización con gran ampliación.

Como los minerales de alteración se presentan cuarzo y alunita en cantidad mayor, caolin en cantidad menor, y escasa zuiita y diaspora. Tambien se presentan piritas solo detectadas por difracción rayos X.

Además anomalías de As por estudio geoquimico se han obtenido en estas zonas de alteración.

Hematita y limonitas se encuentran a lo largo de diaclasa de la roca huesped y en las brechas hidrotermales, con vetillas de cuarzo.

De acuerdo con las características mencionadas arriba se permite pensar que estas zonas de alteración se habrian formado por un proceso hidrotermal relacionado a la actividad volcánica félsica.

Capítulo 2. Relaciones entre la mineralización y la estructura

Las principales estructuras en Chile forman un sistema NS que se extiende a través de la mayor parte del país.

Las estructuras geológicas generales del área de estudio pertenecen a este sistema y están controladas por él; sin embargo, existen también en el área estructuras locales, como pliegues y fallas, que tienen direcciones diferentes.

Los plegamientos afectan fuertemente las formaciones desde el Paleozoico hasta el Cretácico, siendo débiles en el Terciario.

Las fallas y estructuras corresponden a la falla de Atacama de dirección NS, y un número de estructuras con direcciones variables que tienen estrechas relaciones con la geología del área de estudio.

Como se ha descrito en la Parte II, Capítulo 2—3, las fallas y estructuras muestran grandes diferencias entre las partes occidental y oriental del área. La densidad de las estructuras es mayor en la primera, en una razón de 9 : 1. Por otra parte, en el área occidental predominan los granitoides, y en la oriental, las rocas volcánicas. De acuerdo con estos antecedentes, hay posibilidades de que existan muchos depósitos tipo veta en el área occidental, hasta los 70° Long. W.

La falla de Atacama es la mayor estructura del área; se extiende por varios cientos de km y alcanza un ancho de 4—5 km. Su actividad comenzó en el Cretácico y continúa actualmente.

El tipo de falla a la que pertenece la falla de Atacama no ha sido aclarado aún, aunque quizás responda a esfuerzos de tensión, colapsándose la porción central y constituyendo un graben.

En el área estudiada, la falla de Atacama pasa a través de una zona previamente ocupada por rocas granitoides, físicamente homogénea, donde las estructuras de tensión no se producen en gran escala debido a la dispersión de las tensiones.

Por otra parte, la falla de Atacama pasa, también, por una zona ocupada por rocas sedimentarias y volcánicas, de edad cretácica, en especial en la parte sur del área (S de la ciudad de Taltal). Por consiguiente, en esta área parecen haberse formado estructuras de gran escala, debido a la concentración de las tensiones. Esta distinción es muy importante con relación al emplazamiento de los depósitos minerales.

De acuerdo con las consideraciones anteriores, se desprende que las fracturas presentes en el sector occidental son numerosas, pero poco importantes; en cambio, las de la zona oriental, son menos numerosas, pero de gran escala.

Los yacimientos de tipo manto están controlados por la estratificación de la roca hoesped: ellos se han formados elegidamente en la roca piroclástica suelta en el sector donde se distribuyen lavas y rocas piroclásticas.

En este caso cuando existe una capa compacta o fina (toba de grano fino y lava), ella se ha servido como capa protectora.

En donde se presenta solo acumulación de flujos de lava, los yacimientos se ha formados en la parte superior de una lava, correspondiente a la parte más poroso. En este caso, la parte básica de la lava sobreyacente se ha servido como capa protectora.

Como se mencionó anteriormente los yacimientos de manto están controlados por la estratificación de rocas volcánicas, por lo tanto ellos tienen una forma estratificada con concordancia al estrato.

Las zonas de alteración hidrotermal mencionadas anteriormente se distribuyen en línea recta en una franja amplia elongada N-S. Esta distribución estaría controlada por la actividad volcánica, de edad simultánea a ellas, controlada por la estructura principal con dirección N-S en Chile, por lo cual las zonas de alteración se han formadas controladas por la estructura principal de Chile.

Capítulo 3. Nivel de emplazamiento de los yacimientos o zonas mineralizadas

En este capítulo se caracterizan los diferentes niveles de exposición de las zonas de mineralización estudiadas. Esto se efectúa en base al estudio del nivel de las formaciones mineralizadas y alteradas asociadas con el ambiente geológico en que se emplazan. De esta forma, se discute la posibilidad de éxito en la exploración de estas áreas, en el sentido vertical. En el ítem 1) se discuten los niveles de erosión directamente comparados con los niveles de exposición de las rocas ígneas asociadas, y en el N° 2, en base a las asociaciones mineralógicas, de alteración y mineralización, observadas en la vertical, en las diferentes áreas.

3-1. Niveles de erosión de las rocas asociadas

En base a la asociación especial con determinados tipos de rocas intrusivas, como también con su ambiente geológico, se han dividido los ambientes ígneos y agrupados los yacimientos del área, de acuerdo a la profundidad de emplazamiento y niveles de erosión expuestos:

1. Yacimientos asociados a rocas plutónicas tipo batolito (profundos).
2. Yacimientos asociados a rocas ígneas tipo "stock", de textura porfírica (profundidad media).
3. Yacimientos asociados a cuerpos subvolcánicos (someros).
4. Yacimientos asociados a domos dacíticos (superficiales).

De acuerdo con esta clasificación, los yacimientos minerales del área estudiada se agrupan de la siguiente manera:

Categoría N° 1: áreas N°s 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 20 y A.

Categoría N° 2: áreas N°s 2 y 3.

Categoría N° 3: áreas N°s 5, 9 (?) y B.

Categoría N° 4: áreas N°s 1, 4, 7, 8 (?), 18 y 19.

El área N° 6 no se incluye en las categorías recién enumeradas, debido a que no está claro si la mineralización, presente en la granodiorita paleozoica, pueda corresponder, en realidad, a actividad ígnea postpaleozoica.

3-2. Niveles de mineralización por asociaciones mineralógicas y alteración

Como se muestra en la Fig. I-2-6 de la Parte I, el sector este del área estudiada corresponde a las zonas de Ag, y Ag-Pb; en cambio, el sector oeste, corresponde a las zonas de Cu y Cu-Au y, parcialmente, a las zonas de Cu-Fe y Ni, Co. Estas asociaciones indican que

Período	Columna	Litología	Actividad ignea				Mineralización
			Rh-Dc	And	Bas	Gr	
Cuaternario		Aluvio y coluvio					
Terciario		Riolita (lava, roca piroclástica) Dacita (") Andesita (") Arenisca tobacea Rocas intrusivas (Diorita, Granodiorita, Andesita, Dacita, pórfido dacítico y cuarcífero)					Tg (B) (9) ?
Cretácico		Dacite ~ Riolita (lava, roca piroclástica, toba soldada) Andesite (lava, roca piroclástica, arenisca tobacea) Rocas intrusivas (Granodiorita, Diorita, Pórfido cuarcífero y andesítico, Aplita, dique basáltico)					KTg (1) (4) (7) (8) ? ? Kg (2) (3) (11) (14) (15) (16) (23)
Jurásico		Andesita basica (lava, roca piroclástica) Lavas andesítico y basáltico Roca sedimentaria marina (lutita, chert arenisca, toba, caliza) Rocas intrusivas (Granodiorita, Diorita, Aplita, Dique) Basáltico					Jg (18) (19) ? (A) (10) (12) (13) (17)
Triásico		Andesite (lava, roca piroclástica)					
Triásico } Permico		Lava riolítica y dacítica Andesita (lava, toba brechosa) Arenisca tobacea, chert Rocas intrusivas (Granodiorita, Diorita, Pórfido riolítico) Granito					Pg (6)
Carbonífero } Silu-Ordovícico		Meta-sedimentos filita pelítica y/o psammitica filita (verdosa, cornea, cuarcita, lutita, arenisca) Meta-volcanitas (lava basáltica, toba basica) Roca intrusiva (Granodiorita, Aplita, Dique, Basáltico)					Pg

LEYENDA

	Dique dacítico		Roca basáltica		Toba y/o toba de lapilli
	" andesítico		" andesítica		Toba brechosa
	" basáltico		" dacítica		Lutita
	" aplítico		" riolítica		Arenisca
	pórfido cuarcífero				Caliza

Tg : Granitoides terciarios, KTg : Granitoides terciarios o cretácicos, JKg : Granitoides cretácicos o jurásicos, Jg : Granitoides jurásicos, Pg : Granitoides paleozoicos

Fig. IV - 3 - 1 Columna geológica generalizada del área al sur de Antotagasta

los yacimientos del sector occidental se han formado a temperaturas más altas, por lo que el nivel de erosión sería más profundo que el del sector oriental.

Los yacimientos de oro se presentan en ambos sectores. En el sector oriental están acompañados por minerales de alteración, como cuarzo, alunita y caolín, principalmente. En cambio, en el sector occidental están acompañados por clorita y sericita, generalmente. Lo dicho anteriormente indicaría que los yacimientos de oro del sector oriental se habrían formado en niveles muy superficiales; en cambio, los del sector occidental, serían más profundos.

En la Fig. IV-3-2 se indica la clasificación de la mineralización de cada área por combinación de los minerales de alteración; es decir, que los yacimientos y la zona mineralizadas de las áreas N^{os} 1, 4, 7, 8 y B, corresponden a una zona ácida; en cambio, las áreas 2, 3, 5 y 17, corresponden a una zona intermedia. Las áreas N^{os} 1, 4 y 7 están silicificadas fuertemente y están acompañadas por alunita abundante. Dentro de las áreas N^{os} 4 y 7, se presentan, parcialmente, diaspora y zuniita, como minerales ácidos de temperaturas altas, lo que significaría que el nivel de erosión de ellas sería un poco más profundo que en el área N^o 1.

La solución hidrotermal generalmente es ácida en profundidad baja; alcalina a intermedia, a gran profundidad. De acuerdo con esto, los yacimientos que corresponden a zonas ácidas tienen menor profundidad que las alcalinas a intermedias.

Resumiendo lo dicho anteriormente, los yacimientos que se presentan en el área estudiada, se pueden clasificar, de acuerdo al nivel de mineralización, de la manera siguiente:

- 1) Yacimientos formados cerca de la superficie: Áreas N^{os} 1, 4, 7, 18 y 19.
- 2) Yacimientos de posición intermedia: Áreas N^{os} B, 8, 2, 3 y 6 (?)
- 3) Yacimientos de posición profunda: Áreas N^{os} 5, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17 y 20.

Fig. 1v-3-2 Clasificación de los minerales de alteración hidrotermal

Zona acida		halloysita	caolinita	pirofilita	diaspora
	No.1	-----	-----	-----	-----
Zona intermedia	Serie K	montmorillonita	arcilla mixta	sericita	feldespato potasico
			No.2-----	-----	(debil)
			No.3-----	-----	
			No.5-----	-----	(debil)
			No.6-----	-----	(")
			No.17-----	-----	(")
	Serie Ca-Mg	montmorillonita	arcilla mixta	Propilita	
Zona alcalina	Serie Ca	stilbita	heulandita chabasita	laumontita	wairaquita
	Serie Na	mordenita	analcita	albita	

pH

Pro Utada (1977)

→ Temperatura

Capítulo 4. Conclusiones y recomendaciones

4-1. Conclusiones

1) De la observación de las imágenes LANDSAT del área al sur de Antofagasta se pueden definir unas de 600 lineamientos. Estos están concentrados principalmente en las rocas graníticas de margen oeste del área estudiada y solo un 10% de ellos se ubican en la parte E.

La distribución de los yacimientos tipo veta presentes en esta área tiene una estrecha relación con la distribución de los lineamientos, siendo más abundantes en la parte oeste del área. En consecuencia el análisis de lineamientos en el área de estudio es una buena herramienta para futuras exploraciones de yacimientos tipo veta.

2) Áreas de mayor detalle

1. Área A

En el área A existen abundantes depósitos de vetas de cobre de orientación principal N-S ubicadas paralelas en una distancia de 2 km. Estas tienen relación con zonas de cizalle también elongadas norte-sur.

La mineralización presenta un arreglo zonal en el área. En la parte norte existe mineralización principalmente de cobre, en la parte central cobre-hierro y en el extremo sur principalmente hierro. Los contenidos de cobre varían entre 3-4% en la parte norte alcanzando alrededor del 1% en el extremo sur.

Del estudio geoquímico también se pueden diferenciar las anomalías en una distribución de norte a sur. El cobre en la parte norte es la principal anomalía, siendo cobre, plata y arsenico la principal en la zona central y fundamentalmente arsenico hacia el sur del área.

Estas anomalías geoquímicas están estrechamente relacionadas con la distribución de las zonas de cizalle y vetas en el área.

La alteración presente en el área, también se encuentra zonada, con diferentes asociaciones de minerales de alteración de norte a sur. En la zona de cobre la alteración principal está representada por yeso, en la zona de cobre-hierro es actinolita principalmente aunque yeso también está presente.

En la parte sur, de mineralización de hierro, la alteración está caracterizada por principalmente cuarzo y actinolita subordinada.

Las rocas huésped en el área también presenta unas variaciones petrográficas de norte a sur. En la zona de Cu esta es fundamentalmente monzonita cuarcifera, en el extremo sur (zona de hierro) es fundamentalmente diorita. En la zona intermedia (cobre-hierro) coexisten ambos tipos petrográficos.

Luego de acuerdo con estas evidencias, la asociación presente en la parte norte del Area A respecto de la mineralización, alteración y roca huésped (Cu, yeso y monzonita cuarcifera respectivamente) representa una favorable área para la exploración de cobre. Esta zona definida, queda ubicada entre las minas Montecristo y Abundancia. En este sentido esta área presenta abundante picados como para apreciar en superficie las expectativas laterales a los principales yacimientos. Sin embargo no existen mayores reconocimientos en la vertical excepto por las faenas realizadas en las minas Montecristo y Abundancia. Por lo tanto en la parte norte del Area A es recomendable una exploración hacia niveles mas profundos, no solo localizada en las minas mencionadas.

2. Area B

En el área B existen alrededor de 20 vetas de plata y plomo emplazadas en pórfido cuarcifero. Este tipo roca huésped presenta un estrecho vinculo con la mineralización. Por lo tanto las exploraciones futuras deben tener como principal objetivo la ocurrencia de este tipo de roca.

La mineralización de plata y plomo de esta área está asociada con alteración hidrotermal. La alteración fundamentalmente marginal a las vetas, esta representada por caolinización en la roca huésped y presenta un arreglo zonal elongado norte-sur y concentrico al área de las vetas.

El área presenta anomalías geoquímicas en todos los elementos y éstas están relacionadas con la mineralización. Especialmente las anomalías de Ag y Cu tienen una estrecha relación con la mineralización existente. Estas áreas anómalas, presentan una elongación norte-sur, mas allá de las áreas mineralizadas. Además hacia el este del área estudiada se desarrolla otra área también elongada norte-sur y que no tiene relación con la mineralización manifiesta. En consecuencia son puntos de alteración para futuras exploraciones los extremos norte y sur de la primera zona anómala como también lo es, esta franja al este.

Las temperaturas de homogenización de las inclusiones fluidas estudiadas, indican una temperatura de alrededor de 250°C en la zona central, donde se encuentran las vetas de plata principalmente y hacia el margen de estas temperaturas de homogenización son mayores que 250°C.

Fuera de los márgenes de esta área, hacia el norte existe el yacimiento El Soldado y hacia el sur El Guánaco. De esta forma se puede observar un arreglo regional de la mineralización donde en la zona sur existe mineralización de Au, parte central (Área B) con mineralización de Ag-Pb y hacia el norte Pb-Zn. En este sentido las zonas intermedias entre estos tres distritos son de expectativas favorables para futuros trabajos de exploración.

3) Áreas de estudios preliminares

1. Yacimientos tipo veta

De las áreas estudiadas con yacimientos tipo veta las áreas N° 6 y 13 se presentan más favorables para realizar futuras exploraciones.

El área N° 6 se caracteriza por la presencia de un enjambre de vetas de cuarzo. Este presenta, una extensión relativamente importante respecto de otras áreas estudiadas. Estas vetas están relacionadas con mineralización de Ag y Pb.

El área N° 13 aparecen vetas de cuarzo aurífero de relativamente pequeñas dimensiones, sin embargo, con un alto contenido de oro. En esta área la exploración geoquímica indicó niveles anómalos de oro y cobre en la parte nor-este y nor-oeste del área. Estas áreas anómalas son en consecuencia interesantes para futuras exploraciones en términos de alguna nueva ocurrencia de oro.

En consecuencia se recomiendan estudios de mayor detalle en estas áreas N° 6 y 13.

En términos generales las otras áreas estudiadas presentaron relativos bajos contenidos de metales (Au, Ag, Cu) y en general pequeñas dimensiones. Por lo tanto no se recomiendan más estudios para estas áreas, debido a que las expectativas de ubicar mayores reservas o mayores contenidos es baja con excepción de las áreas 6 y 13.

2. Yacimientos tipo manto

Los yacimientos tipo manto incluyen mineralización de cobre diseminada y rellenando pequeñas fracturas o diaclasas. Estos tipos de yacimientos son de rocas expectativas de explotación a mayor escala. Una explotación de estas características operaría con leyes promedios inferiores a 1% Cu. Sumado a esto, todos los yacimientos estudiados son de pocas dimensiones. En consecuencia este tipo de yacimientos no son de interés para los objetivos de este estudio.

3. Zonas de alteración hidrotermal

De las zonas de alteración estudiadas, las áreas 1, 4 y 7 presentaron mayores dimensiones. Estas zonas se caracterizan por rocas volcánicas con alteración epitermal relacionadas con una actividad ígnea de alto contenido silíceo, posiblemente en niveles muy superficiales. Este tipo de alteración podría ser similar a las de El Guanaco o El Indio. En consecuencia, existe cierta potencialidad para yacimientos epitermales de oro, en este tipo de ambientes. En este sentido estas zonas de alteración deberían ser consideradas para futuras exploraciones.

En el área N° 4 la Compañía Minera Utah realizó exploraciones, las que aparentemente no fueron de buenas expectativas debido a que ellos abandonaron sus estudios. Sin embargo debido a que la mineralización de oro es muy restringida en el espacio, es necesario considerar un estudio de más detalle para este área, a modo de localizar estructuras favorables que puedan ser potenciales lugares de emplazamiento del oro, utilizando mayor densidad de muestreo geoquímico especialmente en rocas.

En este sentido, en la parte este del área N° 4, los análisis efectuados en rocas presentaron relativamente altos e interesantes valores de oro y arsénico. Además esta parte del área N° 4, aparece fuertemente alterada con manifestaciones de óxidos de hierro, asociados con anomalías de Au y As. En consecuencia se recomienda más estudios de detalle para esta área.

4) Otras áreas no estudiadas

En la zona de falla de Atacama se encuentra el sector de mina Unión. En este sentido, la mineralización presente en ésta mina podría extenderse hacia el sur de ella, debido a que la falla de Atacama se prolonga. Sin embargo aunque no existe otras minas en esta prolongación es recomendable estudiar otras zonas comprendidas en la zona de falla de Atacama hacia el sur, abarcando un ancho (E-W) de 5 km.

4-2. Recomendaciones

De acuerdo a las conclusiones expuestas en el capítulo 4-1 se sugieren las siguientes recomendaciones.

1) Area A

Se recomienda hacer sondajes en el área de las minas Abundancia y Montecristo, a modo de detectar la mineralización en niveles inferiores.

2) Area B

En la zona de Cachinal de la Sierra se recomienda realizar sondajes en la prolongación norte y sur de la actual zona mineralizada, A su vez, también se recomiendan sondajes para la parte este del área donde existen anomalías de Au y Ag.

3) Area comprendida entre la N° 8 y área B

En esta zona se recomiendan estudios geológicos y geoquímicos preliminares, en sentido de localizar alguna área potencial en Ag y Pb, entre la parte norte de Cachinal de la Sierra en área N° 8.

4) Area comprendida entre El Guanaco y área B

Se recomienda exploración geológica y geoquímica en sentido de localizar alguna manifestación potencial de Au y Ag entre parte Sur de Cachinal de la Sierra y El Guanaco.

5) Area N° 4

En esta área se recomiendan estudios de mayor detalle en exploración geológica y geoquímica, en sentido de localizar áreas de mayor potencialidad de Au ó Ag y definir áreas para futuras exploraciones.

6) Area N° 6

Estudios geológicos de detalle se recomiendan en esta área en sentido de definir las dimensiones de las vetas de cuarzo y su contenido mineralógico.

7) Area N° 13

En esta área se recomiendan estudios geológicos y geoquímicos de mayor detalle en la parte norte de esta área, donde se presentaron anomalías geoquímicas, en sentido a ubicar vetas de oro de alto contenido.

8) Zona de Falla de Atacama (Mina Unión)

En esta zona se recomiendan estudios geológicos y sondajes para apoyar estos estudios geológicos.

Estos se realizaran en sentido de ubicar áreas favorables controladas por la falla de Atacama.

Referencias

- Servicio Nacional de Geología y Minería (no publicado) : Geología y Metalogenesis de la II Region de Antofagasta, Norte de Chile.
- CORFO, (1984) : Complemento Mapa Metalogenico, II Region, Texto Resumido.
- CORFO, (1984) : Complemento Mapa Metalogenico, II Region, Tomo IX, X
- CORFO-SERNAGEOMIN, (1983) : Mapa de Yacimientos Metalicos de la II Region, Proyecto Complemento Mapa Metalogenico, II Region, Escala 1 : 250,000
- Departamento de Geociencias, Universidad del Norte, (1978) : Proyecto Palestina, II Parte y Proyecto Domeyko, fase final exploracion, area Veronica, Informe para Gobierno Regional II Region, inedito.
- Empresa Nacional de Minería, Chile, (1980) : Estudio geologico, geoquimico, geofisico y evaluacion de recurso del distrito argentifero Cachinal, II Region.
- Geological Survey of Japan (Japan), Servicio Nacional de Geología y Minería (Chile), (1984) : Report of Research and Development Cooperation ITIT Projects No.7911.
- Miyashiro, A, (1974) : Volcanic rock series in island arcs and active continental margins, Am.J.Sci., 274
- Nibalco Rojas Soto, (1972) : Informe Geologico, Minas Montecristo, Abundancia y Santa Rosa, Distrito Minero de Paposo, Provincia de Antofagasta.
- Secretaria Regional de Planificacion y Coordinacion, Segunda Region, (1979) : Proyecto Ore Sur Antofagasta.
- Servicio Nacional de Geología y Minería, (1984) : Carta Geologica de Chile, Escala 1 : 250,000, Hojas Taltal y Chanaral.
- The Society of Mining Geologists of Japan, (1976) : Genesis of vein-type deposits in Japan, Mining Geology Special ISSUE No.7.
- Utada, M., (1977) : Alteracion de rocas huespedes. Cap 10, en base actualizada para el estudio de depositos minerales Ed. Ttusmi, T.;1977. Imprenta : Tokyo University Impres. (solo en Japonés).

T A B L A S
D E
A P E N D I C E S

Tab. 1 Analisis quimicos de roca total

MUESTRA N°	NOMBRE DE ROCA	SiO ₂ %	TiO ₂ %	Al ₂ O ₃ %	Fe ₂ O ₃ %	FeO %	MnO %	MgO %	CaO %	Na ₂ O %	K ₂ O %	P ₂ O ₅ %	H ₂ O %	BaO %	CO ₂ %	S %	C %	SUMA TOTAL %
BYF-09	Toba	68.84	0.69	17.27	1.68	0.01	<0.01	0.18	0.42	1.29	6.47	0.18	3.28	0.00069	<0.01	0.01	0.02	100.34
BHK-091	Dacita	78.32	0.14	11.86	0.42	0.08	0.03	0.25	0.24	1.15	6.81	0.04	0.86	0.00095	0.09	0.01	0.01	100.24
10FK-12R	Diorita	45.52	0.25	19.12	3.51	4.00	0.13	8.29	13.15	1.51	0.35	0.05	3.04	0.00006	0.97	<0.01	0.01	99.90
02HK-06	Granodiorita	61.81	0.76	16.00	1.28	3.79	0.14	3.03	4.74	3.09	2.42	0.16	2.36	0.00060	0.01	0.01	0.03	99.63
05HK-23	Porfido cuarcifero	76.56	0.17	12.32	0.68	0.48	0.05	0.30	0.27	3.61	4.30	0.11	0.68	0.00053	<0.01	0.01	0.02	99.56
06HK-02	Granodiorita	68.39	0.52	14.39	1.71	2.14	0.09	1.19	2.18	3.59	3.99	0.12	1.28	0.00074	0.16	0.02	<0.01	99.77
09MK-04R	Andesita	57.42	1.06	15.36	4.57	3.19	0.18	3.96	6.35	3.28	2.53	0.24	1.78	0.00036	0.07	0.02	0.01	100.02
10MK-03	Diorita	60.14	0.78	16.91	1.57	3.70	0.12	2.80	5.68	4.03	2.31	0.17	1.36	0.00038	0.14	<0.01	<0.01	99.71
16MK-11R	Granito	67.56	0.46	15.60	1.66	2.13	0.09	1.39	3.68	4.10	2.46	0.10	0.78	0.00042	0.07	<0.01	0.01	100.09
11ST-32	Andesita	57.14	1.25	14.68	1.99	6.02	0.12	4.31	4.67	4.23	1.54	0.23	2.90	0.00029	0.91	<0.01	<0.01	99.99
14ST-135	Granito	61.92	0.47	17.62	1.74	2.68	0.09	2.67	5.39	4.25	1.66	0.10	1.34	0.00046	0.12	<0.01	0.07	100.12

Tab. 2 Informe datacion K-Ar

Nº terreno	Nombre de roca	Nº interno	Material	‰k	⁴⁰ Ar. rad. (nI/g)	Ar. Atm. %	Edad y error (Ma) (2sigma)
07-HK-02	Alunita	H298/86	Alunita	5.986	18.132	40,8	76+2
BAP-1	Dacita	P188/86	R.Total	3.374	7.901	36,2	59,2+2
BAP-11-T	Dacita	P190/86	R.Total	2.876	6.531	53,8	57,5+2,3
16-MK-11-R	Granito	P189/86	Plagioclasa	3.405	7.588	10,8	56,4+1,8
AFK-92-R	Actinolita	H299/86	Biotita	7.255	39.694	46,7	136+4
			Actinolita	0.145	0.969	59,1	164+11

Tab. 3 Observacion microscopica de las secciones transparentes

Abreviaturas

Cu	: Cuarzo
Af	: Feldespato alcalino
Pl	: Plagioclasa
Bi	: Biotita
An	: Anfibola
Ho	: Hornblenda
Px	: Piroxeno
Au	: Augita
Mf	: Mineral de mafico
Op	: Mineral de opaco
V	: Vidrio
Acc	: Mineral de accesorio
M	: Montmorillonita
Cl	: Clorita
Se	: Sericita
Cao	: Mineral de caolin
Al	: Alunita
Ep	: Epidota
Ca	: Calcita
Ac	: Actinolita
Ja	: Jarosita
Pr	: Prehnita
Li	: Limonita
Ri	: Riolita
Da	: Dacita
An	: Andesita
To	: Toba
Pu	: Pumita

Hip-gru : Hipidomorfa de grano grueso
 Hid-med : Hidiomorfa de grano medio
 Mic : Microcristalina
 Por : Porfidica
 Hia : Hialopilitica
 Tra : Traquitica
 Fel : Felsitica
 Mic-fel : Microfelsitica
 Bre-vit : Volcanica brechosa con masa fundamental vitrea
 Felso : Felsofidica
 Hip-gr : Hipidomorfa granular
 Alo-fi : Alotriomorfa de grano fino
 Por-vit : Porfidica con masa fundamental vitrea desvitrificada
 Por-af : Porfidica con una masa fundamental afieltrada
 Pil : Pilotaxitica
 Hip-gr-fi : Hipidomorfa granular fina
 Hip-in : Hipidomorfa inequigranular
 Alo-eq : Alotriomorfa equigranular sacaroidal
 Gr-lep : Grano-lepidoblastica
 Epicla-gru : Epiclastica gruesa
 Pil-int : Pilotaxitica a inter granular
 Idi-gru : Idiomorfa de grano grueso
 Epicla : Epiclastica
 Pir : Piroclastica
 Epicl-med : Epiclastica de grano medio
 Epicl-fi : Epiclastica fina

X-ray : Difraccion de rayo X

⊙ : Abundante

○ : Regular

△ : Poco

• : Muy poco

Observacion microscopica de secciones transparentes (2)

No Muestra	Nombre de Roca	Fextura	Fragmentos de Roca							Pedacito de Mineral										Matriz										Mineral de alteración												Nota			
			Ri	Da	An	To	Pu			Cu	Af	Pl	Bi	An	Ho	Px	Au	Mf	Op	Ca	Ca	Cu	Af	Pl	Bi	An	Ho	Px	Au	Mf	Op	Ar	Cu	M	Cl	Se	CaO	P	Al	Ep	Ca		Ac	Ja	Li
01-HK-09	Toba alterada	Pir				△			○		⊙					?	△				○	△							?	△	○	△				△		⊙							Fuerte alterada
01-HK-10	Toba cineritica fina	Pir							△		△?									⊙	?								?	△	○	○				△		△							
01-YF-14	Toba rioritica semi soldada	Pir	△			○			△		△									⊙								△	△	○		△?	△?						•						
03-YF-14	Volcarenita	Epicla-med	△		○	△	△		△		○			△		△				△	△							△	△	△			△						△			△			
04-TM-17	Toba ritica Y de cristares	Pir	△		△		△		?		△				△					△	△?							?	△	⊙	△	?			⊙?							△		Fuerte alterada	
04-YF-10	Toba vitrea riolitica	Pir					○?		△		△				?	△				○	?							?	△	○					○?							△		Fuerte alterada	
05-TM-17	Lutita calcarea	Epicl-fi														△	⊙	⊙											△	○									⊙						
05-YF-07	Toba riolitica Y soldada	Pir							△	△	△									⊙	?	△?						?	△	△	⊙	?			△?										
08-YF-02	Toba silificada	Pir									△	?	?			△				⊙	△?							?	△	△	⊙				•?	•?								Fuerte alterada	
23-FK-135	Volcarenita	Epicl			○						⊙				△					?	○							△	△	△		△						○							

Tab. 4 Observacion microscopica de las secciones pulidos

No	Sample No.	Minerales de mena																
		Cp	Cc	Cv	Ma	At	Ga	An	Es	Ag	Pi	Asp	Mt	He	Esp	Mn	Li	Gn
1	AFK-77											⊙	⊙				△	•
2	AMK-17	⊙									△	•	⊙	△				△
3	" 18	⊙		△							△		○	○			△	△
4	BTM-108						⊙	○?	△	•				△				○
5	BYF-03						⊙		○					△				⊙
6	" 05	•					△	△?		•				○				⊙
7	" 07	•		△			○	△?						△				⊙
8	02-TM-08			•	△		△									△?	△	⊙
9	02-YF-03													⊙			•	⊙
10	03-YF-01													⊙			△	⊙
11	" 12	•	•	•							•			△			△	⊙
12	05-HK-32						•	○?		•?							△	⊙
13	06-TM-06	•	•	•			△	△?										⊙
14	" 15	△	△	•										△			△	⊙
15	" 30	•		•			○	△?			•							⊙
16	09-FK-07															⊙		△
17	10-ST-30	△	△	•													△	⊙
18	14-MK-05	△		•	○												△	⊙
19	" 14					○								○			○	○
20	17-MK-02					○							△	△			○	○
21	23-MK-06										•			⊙			○	○

Abreviaturas

Cp : Calcopirita	Asp : Arsenopirita	
Cc : Calcosina	Mt : Magnetita	
Cv : Covelina	He : Hematita	
Ma : Malaquita	Esp : Especularita	
At : Atacamita	Mn : Minerales de Manganeso	
Ga : Galena	Li : Limonita	
An : Anglesita	Gn : Minerales de Ganga	
Es : Esfalerita	⊙ : Abundante	○ : Regular
Ag : Minerales de Plata	△ : Poco	• : Muy poco
Pi : Pirita		

Tab. 5 Lista de analisis por difraccion Rayos X

Abreviaturas

a : anfibol	m : montmorillonita
al : alunita	mal : malaquita
ana : anatasa	mix : minerales de mixto
anh : anhidrita	mo : mordenita
at : atacamita	mt : magnetita
ba : baritina	p : pirofilita
bas : basanita	pl : plagioclasa
bi : biotita	py : piritita
ca : calcita	q : cuarzo
ch : clorita	rho : rodocrosita
cha : calcocina	se : sericita
cr : cristobalita	to : turmalina
di : diquita	tr : tridimita
dia : diaspora	zn : zunilita
ep : epialta	zo : zeolita
go : goethita	
gy : yeso	
ha : halloysita	
he : hematita	⊙ : muy abundante
ja : jarosita	○ : abundante
k : kaolin	◦ : escasa
ka : kaolinita	• : indicio
kf : feldepatopotasico	
la : laumontita	
lep : lepidocrocita	

Lista de Analisis por Difraccion Rayos X

No muestra	q	kf	pl	Cr	tr	a	m	mix	ch	Se	k	ka	di	p	dja	al	zu	ca	rho	gy	anh	bas	ba	mo	la	op	at	mal	cha	mt	he	go	Lip	ja	ana	py	ze	ap	Nota											
A AFK-49	o	*	o			⊙	o?	o?		*																																								
50	○	o	○							○	o																																							
51	⊙									○	o?																	o?	?																					
52	o		⊙					?	○							○																																		
53	○	○	⊙							o	*																																							
54	○						o			o	o																o?	o	o	○	o																			
55	○	○	○							○	o																	?	o																					
59	○	*	o			○				○	*																	o?																						
60	⊙	*				○	o			o	*															○	?		o																					
61	○		*			○				○	o															o?																								
62	○					o				○	*																o?	o	?	?	o?	o																		
63	⊙					o				o	*															○		*																						
67	○																								○																									
68	⊙									*	?																																							
69	⊙										?																																							
70	○					⊙																				o?																								
74	o	o?				o				o																	o?																							
75	o										o																o	o?	o	o	○	○	o?																	
76	○									○	o																																							
102	○	o	o?			○				○	*																o																							
103	o	o	o			o				o	o																o?		o?	o?	o																			
A AMK-01	o									*																																								
2	⊙	o	o							○																	o?	o?																						
3	o					⊙	o?			o																																								
4	○		○			o				○	o																																							
5	○		o							○																																								
6	○		○							○																		o?		○	○																			
7	○		○							○	o																																							
8	○	o	○			o				o	o																																							
9	○		o			o		o?		o	o																																							
10	⊙					o				○																																								
11	○		o							o	o																o?		o	○	o																			

No muestra	q	kf	pl	er	tr	a	m	mix	ch	se	k	ka	di	p	dia	al	zu	ca	rho	gy	anh	bas	ba	mo	la	ep	at	mal	cha	mi	he	go	lip	ja	ana	py	Nota			
A	AMK-47	○	○	○		•			○	○							○												○	•					?					
	48	○		○						○							○																			o?				
	49	○	o?			⊙				○							•									○			o?		o?									
	50	○		○		⊙				○							○									○		?	○		○									
	51					⊙				○																?														
	52	○	○	○		○				○																			○											
	53	○	•	○		○				○																			○											
	54	○		○		○				○																○														
	55	○	○	○		○				○																○	o?	o?	o?	○		o?								
	56	○	○	○		○				○																		○												
	57	○	o?	○		○				○																○	o?	○	o?	○		o?								
	58	○		○		⊙				○																○		○												
	59	⊙	○	○						○							○									○														
	60	○	○	○		○				○																○														
	61	○		○		○				○															o?		○	o?		○										
	62	○	○	○		○				○							○												○											
	64	○		○		○				○																	?	○	o?	○	○									
	68	○	o?	○		○				○																			o?		•?									
	69	○				⊙				○																○	o?	?	o?	○										
	70	○	○	○		○				○																	○	o?	○											
	71	○	○	○		○				○																	?	?	?	○										
	72	○		○		⊙				○																		?	o?	○										
	73	○	○	○		○				○																			o?											
	74	○	○	○		○				○																			o?		•?									
	75	○	○	○		○				○																○			○		o?									
	76	○	○	○		○				○																				•?										
	77	○	○	○		○				○																			○		•									
	78	○	○	○		○				○																				○		?								
	79	○	○	○		○				○																			o?		o?									
	80	○	○	○		○				○																				○		○								
	81	○	○	○		○				○																				•		?								
	82	○	○	○		○				○							•												○		○									
	83	○	○	○		○				○																			o?		?									
	84	○	○	○		○				○																			o?		?									
	86	○	○	○		○		o?	○	○							•									o?	○	•	•											

No muestra	q	kf	pl	er	tr	a	m	mix	ch	se	k	ka	di	p	dia	a	l	zu	ca	rho	gy	anh	bas	ba	mo	la	ep	at	mal	cha	mt	he	go	lip	ja	ana	py	Nota	
A	AMK-123	o	o	o		o	o?	o?	o	*								o		o							?			o	o					o?			
	124	o	o	o		o			o	o								o		o																			
	125	o	o	o		o			o	*								o									o?	?									o		
	126	o	o	o		o			o									o									o?										o		
	127	o		o		o			o	o																	o?												
	128	o	o?	o		o			o	o																												o	
	129	o				o			o?	o							o										o?						o	o					
	130	o				o				o												o	o				?		?	o	o	o	o						
	131	o		o		o																o					o	o?	o?	o	o	o	o						
	132	o		o		*			o	o																	o		?	o	o	o	o						
	133	o	o?	o?		o		o?	o	o												o	o																
	134	*	*	o		o			o	*												o	o																
	135	*				o		o	*													o	o																
	136					o		o?	o	*												o	o																
	137					o		*	o													o	o																
	138	*		o		o		o	o	*												o	o																
	139		o	o		o																o	o					o?											
	140		o	o		o				*												o	o																
	141		?	o		o		*		*												o	o?																
	142		o	o		o			*	*												o	o?																
	144	o?	o	o		o			*	*												o	o					o?											
	148	o?	o	o		o				*												o	o																
	149	o	o	o		o		o	o	*												o	o																
	150	o	o	o		o			o	*												o	o																o?
	151	o	o	o		o		o?	o	*												o	o																o
	152	o	o	o		o			o	*												o	o																
	153	o	o	o		o	o?		o	o												o	o					o?					o?						
	155	o	o	o		o			o	*												o	o																
	159	o	o	o		o			o													o	o																
	160	o	o	o		o			o	o												o	o					o?											
	161	o	o	o		o			o	o												o	o					o	o?		o	o							
	162	o	o	o		o			o	*												o	o					o?	o?										
	163	o	o	o		o			o	o												o	o																
	164	o	o	?		o			o	o												o	o					o											
	165	o		o		o?	o?		o													o	o					o?	o?	o?									

No muestra	q	kf	pl	cr	tr	a	m	mix	ch	se	k	ka	di	p	dia	a	l	zu	ca	rho	gy	anh	bas	ba	mo	la	ep	at	mal	cha	mt	he	go	lep	ja	ana	py	Nota														
B BHK-26	⊙	•	•						•?	○	○?																																									
27	⊙	○								○	○																																									
28	⊙									○	○																																									
29	⊙									○	○																																									
30	⊙	○	○							○	•?																																									
31	⊙	○						○?		•	○																																									
32	○	○	○						•?	○																																										
33	⊙	○								○																																										
34	⊙	○	○					○	○	○																																										
35	⊙	○	○							?	○	○?																																								
36	⊙	○	○			•	○	○?	○	○																																										
37	○		○							•	○																																									
38	○	○	○							○	○																																									
39	○	○	○							•	○																																									
40	⊙	○	•							•	○?																																									
41	⊙	○	○							○	○																																									
42	⊙	○	○							○	○																																									
43	⊙	○	○								○?																																									
44	○	○	○							○	○																																									
45	⊙	○	○								○																																									
46	⊙	○	○							•?	○																																									
48	⊙	○								○	○																																									
50	⊙	○	○							•?	○																																									
52	⊙	○	○								•																																									
54	⊙	○	•							○	○																																									
56	⊙	○	○			•				○	○																																									
58	⊙	○	○							•?	○																																									
60	⊙	○	○			•				○	○																																									
62	⊙	○									○																																									
64	⊙	○	○								○?																																									
66	⊙	○	○							○	○																																									
68	⊙	○	○			•				○	○																																									
70	⊙	○	○							○	○																																									
72	⊙	○								○?	○	?																																								
74	⊙	○	○							○?	○																																									

No muestra	q	kf	pl	er	tr	a	m	mix	eh	se	k	ka	di	p	dia	a	z	u	ca	rho	gy	anh	bas	ba	mo	La	ep	at	mal	cha	mt	he	go	lep	ja	ana	py	Nota				
B	BHK- 76	⊙	○	○						○	○										○																					
	78	⊙	○	○						○?	○										○																					
	80	⊙	○	○						○											○																					
	82	⊙	○	○						○											○																					
	84	⊙	○	○						○											○																			•?		
	86	⊙	○						•	○	○										○																					
	88	⊙	○	○						○											○																					
	90	⊙	○	○						○?	○										○																					
	92	⊙	○	○					•	○	○										○																					
	94	⊙	○	○						•?	○										○																					
	96	○	○	○					•?	○											○																					
	98	⊙	○							○?	•										○																					
	99	⊙	○	○						○?	○										○																					
	100	⊙	○	○						○?	○										○																					
	101	⊙	○	○						•?	○										○																					
	102	⊙	○	○					•	○	○										○																					
	103	⊙	○	○					○	○?	○										○																					
	104	⊙	○	○						○?	•										○																					
	105	⊙	○	○						○	○										○																					
	106	⊙	○							○?	○										•																					
	107	⊙	○	○						○	○										○																					
	108	⊙	○	○						○	○										○																					
	109	⊙	○	○						•	•										○																					
	110	⊙	○						•	○	○										○																					
	111	○	?	○						○	○										○																					
	112	⊙	○	○						○	○										○																					
	113	⊙	○	○					•	○	•										•																					
	114	⊙	○	○					•	○	•										•																					
	115	⊙	○	○						•?	•										○																					
	116	⊙	○	○						•	•										○																					
	117	⊙	○	○						•?	•										○																					
	119	⊙	○	○						○	•										○																					
	BMO- 01	⊙	•						○	○?	○	•									○																					
	2	○	○	○						○	○										○																					
	3	○	○	○						○	○										○																					

No muestra	q	kf	pl	er	tr	a	m	mix	ch	se	k	ka	di	p	dia	al	zu	ca	rho	gy	anh	bas	ba	mo	la	ep	at	mal	cha	mt	he	go	Lep	ja	ana	py	Nota			
B	BMO-4	⊙	○	○			○	○	○	•																											○			
	5	⊙	○	○			○	○	○	○																												•?		
	6	○	○	○					○	○																												○		
	7	⊙	○	○					○	○																												○		
	8	○	○	○				○	○?	○																												○?		
	9	⊙	○	○					○	○																												○		
	10	○	○	○					○	○																												○		
	11	⊙	○	○				○?	○	○																												•		
	12	⊙	○	○			•	•?	?	○	○																											○		
	13	○	○	○					○	○																												○		
	14	⊙	○	○					○	○																												•		
	15	⊙	○	○					○	○																												•		
	16	⊙	○	○			○	○	○?	○																												○		
	BTM-01	⊙	○	○					○	○																												○		
	2	○	○							•	○																											○		
	3	○	○	○				○?	○?	○																												○		
	4	⊙	○	○					○	•?																													•?	
	5	⊙		○						•																												•		
	6	○	○	○					○?	○																												○		
	8	○	○	○					○	○																												○		
	10	○		○			○	○	○																													•		
	12	○		⊙			○	○	○?	○																												○		
	14			⊙			○		○	○																												○		
	15	○		⊙			○		○?	○																												○		
	17	⊙	○	○			•		•?	•																													○	
	19	⊙	○	○			○			•																												○		
	20	⊙	○	○			○			○																												○		
	22	○		⊙			○		○	○																													○	
	24	⊙	○				•?			•	○																												○	
	26	⊙	○	•?						○	○																												○	
	28	○	○	○					○	○																													○	
	30	⊙	○	○			•		•?	○																													•	
	32	⊙	○	○			○		○																													○		
	33	○		○				○?	○																														•?	
	35	○	○	○					○	•																													•	

No muestra	q	kf	pl	cr	tr	a	m	mix	ch	so	k	ka	di	p	dia	al	zu	ca	rho	gy	anh	bas	ba	mo	la	ep	at	mal	cha	mt	he	go	lop	ja	ana	py	ru	Nota					
09	08		°	°	○															○																							
14	14		○							○ ¹⁾										°																				1) Bi			
	14		•							° ¹⁾										°	⊙	○																			1) # (#)		
	12		○		⊙		°		°	• ¹⁾										°	°																				1) # (#)		
	15		○																	○																							
19	17		⊙							°										○																							
	9		⊙							°										○																							
	12		○		⊙⊙					°																																	
	13		○		°⊙⊙					°	°																																
20	17		⊙		○		•			°	•																																
	16		○							○	°?									○																							
	16		○							○	°									○																							
	16		°			⊙	?		°?	°																																	
	7		○		○	°	°																																				

Tab. 6 Valores estadísticos y clasificación de anomalía en el área No. 1

Valores estadísticos

Elementos	Au (ppb)	Ag (ppm)	Cu (ppm)	As (ppm)	Mo (ppm)
Valor máximo	20	0,9	118	330	65
Valor mínimo	< 20	< 0,1	1	6	< 1
Valor promedio	$1/2 \times < 20$	0,1~0,2	23,856	35,769	4,5
Desviación estándar	—	—	0,3222	0,2407	—
Límite de background	< 20	0,35	50,096	62,253	9,0

Clasificación de anomalía

Elementos	Au	Ag	Cu	As	Mo
Anomalía clase A	— (≥ 60)	— ($\geq 1,05$)	— ($\geq 220,9$)	1 ($\geq 188,6$)	1 ($\geq 27,0$)
Anomalía clase B	— (60 >, 40 \leq)	3 (1,05 >, 0,7 \geq)	1 (220,9 >, 105,2 \leq)	1 (188,6 >, 108,3 \leq)	2 (27,0 >, 18,0 \leq)
Anomalía clase C	1 (40 >, 20 \leq)	8 (0,7 >, 0,35 \leq)	5 (105,2 >, 50,1 \leq)	6 (108,3 >, 62,3 \leq)	9 (18,0 >, 9,0 \leq)

Tab. 7 Valores estadísticos y clasificación de anomalía en el área No. 2

Valores estadísticos

Elementos	Au (ppb)	Ag (ppm)	Cu (ppm)	As (ppm)	Mo (ppm)
Valor máximo	20	1.9	153	58	3
Valor mínimo	< 20	0.1	2	17	< 1
Valor promedio	$1/2 \times < 20$	0.3	31,290	32,685	2
Desviación estándar	—	—	0,2737	0,1026	—
Límite de background	< 20	0,55	58,761	41,392	4

Clasificación de anomalía

Elementos	Au	Ag	Cu	As	Mo
Anomalía clase A	—	— ($\geq 1,65$)	— ($\geq 207,2$)	— ($\geq 66,4$)	—
Anomalía clase B	—	— (1,65 >, 1,1 \geq)	4 (207,2 >, 110,4 \leq)	2 (66,4 >, 52,4 \leq)	—
Anomalía clase C	—	3 (1,1 >, 0,55 \leq)	6 (110,4 >, 58,8 \leq)	16 (52,4 >, 41,4 \leq)	—

Tab. 8 Valores estadísticos y clasificación de anomalía en el área No. 3

Valores estadísticos

Elementos	Au (ppb)	Ag (ppm)	Cu (ppm)	As (ppm)	Mo (ppm)
Valor máximo	80	6,5	341	75	13
Valor mínimo	< 20	0,1	< 1	< 5	< 1
Valor promedio	$1/2 \times < 20$	0,3	17,38	24,405	1~2
Desviación estándar	—	—	0,5187	0,09127	—
Límite de background	< 20	0,6	57,381	47,726	4

Clasificación de anomalía

Elementos	Au	Ag	Cu	As	Mo
Anomalía clase A	2 (≥ 60)	— ($\geq 1,8$)	— ($\geq 625,5$)	— ($\geq 182,5$)	— (≥ 12)
Anomalía clase B	1(60>, 40 \leq)	3(1,8>, 1,2 \geq)	3(625,5>, 189,4 \leq)	—(182,5>, 93,3 \leq)	1(12>, 8 \leq)
Anomalía clase C	1(40>, 20 \geq)	8(1,2>, 0,6 \leq)	4(189,4>, 57,4 \leq)	12(93,3>, 47,7 \leq)	17(8>, 4 \leq)

Tab. 9 Valores estadísticos y clasificación de anomalía en el área No. 4

Valores estadísticos

Elementos	Au (ppb)	Ag (ppm)	Cu (ppm)	As (ppm)	Mo (ppm)
Valor máximo	60	36,0	670	5900	29
Valor mínimo	< 20	0,1	1	8	< 1
Valor promedio	$1/2 \times < 20$	0,3~0,4	60,151	76,5756	2~3
Desviación estandar	—	—	0,4449	0,29682	—
Límite de background	< 20	0,65	167,564	151,676	5,5

Clasificación de anomalía

Elementos	Au	Ag	Cu	As	Mo
Anomalía clase A	1 (≥ 60)	— ($\geq 19,5$)	— ($\geq 1300,4$)	— ($\geq 595,1$)	— ($\geq 16,5$)
Anomalía clase B	1(60>, 40 \leq)	—(19,5>, 13,0 \geq)	2(1300,4>, 466,8 \leq)	1(595,1>, 300,4 \leq)	12(16,5>, 11,0 \leq)
Anomalía clase C	2(40>, 20 \geq)	5(13,0>, 6,5 \leq)	14(466,8>, 167,6 \leq)	9(300,4>, 151,7 \leq)	29(11,0>, 5,5 \leq)

Tab.10 Valores estadísticos y clasificación de anomalía en el área No. 5

Valores estadísticos

Elementos	Au (ppb)	Ag (ppm)	Cu (ppm)	As (ppm)	Mo (ppm)
Valor máximo	< 20	2,2	30	600	13
Valor mínimo	< 20	< 0,1	< 0,1	< 1	< 1
Valor promedio	$1/2 \times < 20$	0,2~0,3	10,87	25,33	2~3
Desviación estándar	—	—	0,3594	0,2703	—
Límite de background	< 20	0,45	24,869	47,205	5,5

Clasificación de anomalía

Elementos	Au	Ag	Cu	As	Mo
Anomalía clase A	—	2 ($\geq 1,35$)	— ($\geq 130,2$)	— ($\geq 163,9$)	— ($\geq 16,5$)
Anomalía clase B	—	1($1,35 >$, 0,9 \leq)	—($130,2 >$, 56,9 \leq)	($163,9 >$, 88,0 \geq)	2($16,5 >$, 11,0 \leq)
Anomalía clase C	—	7($0,9 >$, 0,45 \leq)	2($56,9 >$, 24,9 \leq)	6($88,0 >$, 47,2 \leq)	10($11,0 >$, 5,5 \leq)

Tab.11 Valores estadísticos y clasificación de anomalía en el área No. 6

Valores estadísticos

Elementos	Au (ppb)	Ag (ppm)	Cu (ppm)	As. (ppm)	Mo (ppm)
Valor máximo	< 20	0,9	23	84	5
Valor mínimo	< 20	0,1	6	7	< 1
Valor promedio	$1/2 \times < 20$	0,2	13,088	16,1918	2
Desviación estándar	—	—	0,13085	0,15965	—
Límite de background	< 20	0,4	18,690	23,386	4

Clasificación de anomalía

Elementos	Au	Ag	Cu	As	Mo
Anomalía clase A	—	— ($\geq 1,2$)	— ($\geq 32,3$)	2 ($\geq 48,8$)	— ($\geq 12,0$)
Anomalía clase B	—	23(1,23>, 0,8 \leq)	—(32,3>, 23,9 \leq)	3(48,8>, 33,8 \geq)	—(12,0>, 8,0 \leq)
Anomalía clase C	—	2(0,8>, 0,4 \leq)	18(23,9>, 17,7 \leq)	4(33,8>, 23,4 \leq)	7(8,0>, 4,0 \leq)

Tab.12 Valores estadísticos y clasificación de anomalía en el área No. 7

Valores estadísticos

Elementos	Au (ppb)	Ag (ppm)	Cu (ppm)	As (ppm)	Mo (ppm)
Valor máximo	< 20	0,5	57	78	15
Valor mínimo	< 20	0,1	2	14	2
Valor promedio	$1/2 \times < 20$	0,1~0,2	25,7048	30,123	4
Desviación estándar	—	—	0,226279	0,16023	—
Límite de background	< 20	0,25	43,281	43,5642	7,5

Clasificación de anomalía

Elementos	Au	Ag	Cu	As	Mo
Anomalía clase A	—	— ($\geq 0,75$)	— ($\geq 122,7$)	2 ($\geq 91,1$)	— ($\geq 22,5$)
Anomalía clase B	—	1($0,75 >$, $0,5 \leq$)	—($122,7 >$, $72,9 \leq$)	2($91,1 >$, $63,0 \leq$)	—($22,5 >$, $15 \leq$)
Anomalía clase C	—	6($0,5 >$, $0,25 \leq$)	7($72,9 >$, $43,3 \leq$)	14($63,0 >$, $43,6 \leq$)	9($15 >$, $7,5 \leq$)

Tab.13 Valores estadísticos y clasificación de anomalía en el área No. 8

Valores estadísticos

Elementos	Au (ppb)	Ag (ppm)	Cu (ppm)	As (ppm)	Mo (ppm)
Valor máximo	20	1,4	33	98	27
Valor mínimo	< 20	< 0,1	< 1	9	< 1
Valor promedio	$1/2 \times < 20$	0,2	11,999	22,006	2
Desviación estándar	—	—	0,4639	0,2044	—
Límite de background	< 20	0,35	34,919	35,299	4

Clasificación de anomalía

Elementos	Au	Ag	Cu	As	Mo
Anomalía clase A	— (≥ 60)	3 ($\geq 1,05$)	— (≥ 296)	— ($\geq 90,3$)	— (≥ 12)
Anomalía clase B	—(60 > , 40 \leq)	6(1,05 > , 0,7 \geq)	—(296 > , 101,6 \leq)	5(90,3 > , 56,4 \leq)	—(12 > , 8 \leq)
Anomalía clase C	2(40 > , 20 \geq)	10(0,7 > , 0,35 \leq)	—(101,6 > , 34,9 \leq)	14(56,4 > , 35,2 \leq)	4(8 > , 4 \leq)

Tab.14 Valores estadísticos y clasificación de anomalía en el área No. 9

Valores estadísticos

Elementos	Au (ppb)	Ag (ppm)	Cu (ppm)	As (ppm)	Mo (ppm)
Valor máximo	20	0,6	62	68	22
Valor mínimo	<20	0,1	2	<5	<1
Valor promedio	$1/2 \times <20$	0,1~0,2	18,060	13,485	1~2
Desviación estándar	—	—	0,3706	0,3402	—
Límite de background	<20	0,25	42,396	29,516	2,5

Clasificación de anomalía

Elementos	Au	Ag	Cu	As	Mo
Anomalía clase A	— (≥ 60)	— ($\geq 0,75$)	— ($\geq 293,6$)	— ($\geq 141,4$)	4 ($\geq 7,5$)
Anomalía clase B	—(60>, 40 \leq)	3(0,75>, 0,5 \geq)	—(233,6>, 99,5 \leq)	2(141,4>, 64,6 \leq)	—(7,5>, 5 \leq)
Anomalía clase C	1(40>, 20 \geq)	10(0,5>, 0,25 \leq)	7(99,5>, 42,4 \leq)	6(64,6>, 29,5 \leq)	4(5>, 2,5 \leq)

Tab.15 Valores estadísticos y clasificación de anomalía en el área No. 10

Valores estadísticos

Elementos	Au (ppb)	Ag (ppm)	Cu (ppm)	As (ppm)	Mo (ppm)
Valor máximo	< 20	2,0	200	35	4
Valor mínimo	< 20	< 0,1	14	10	< 1
Valor promedio	$1/2 \times < 20$	0,2~0,3	41,698	18,865	1~2
Desviación estándar	—	—	(0,21528)	(0,0980)	—
Límite de background	< 20	0,5	68,454	23,640	3,5

Clasificación de anomalía

Elementos	Au	Ag	Cu	As	Mo
Anomalía clase A	—	12 ($\geq 1,5$)	1 ($\geq 184,5$)	— ($\geq 37,1$)	— ($\geq 10,0$)
Anomalía clase B	—	1(1,5>, 1,0 \leq)	4(184,5>, 112,4 \leq)	2(37,1>, 29,6 \geq)	—(10,0>, 7,0 \leq)
Anomalía clase C	—	9(1,0>, 0,5 \leq)	9(112,4>, 68,5 \leq)	15(29,6>, 23,6 \leq)	1(7,0>, 3,5 \leq)

Tab.16 Valores estadísticos y clasificación de anomalía en el área No. 11

Valores estadísticos

Elementos	Au (ppb)	Ag (ppm)	Cu (ppm)	As (ppm)	Mo (ppm)
Valor máximo	140	1,2	515	32	6
Valor mínimo	< 20	< 0,1	60	< 5	< 0,1
Valor promedio	$1/2 \times < 20$	0,1~0,2	117,588	4,0353	1,1~0,2
Desviación estándar	—	—	(0,15137)	(0,2859)	—
Límite de background	< 20	0,4	166,621	7,7946	0,25

Clasificación de anomalía

Elementos	Au	Ag	Cu	As	Mo
Anomalia clase A	1 (≥ 60)	— ($\geq 1,2$)	— ($\geq 334,6$)	— ($\geq 29,1$)	— ($\geq 7,5$)
Anomalia clase B	2(60>, 40 \leq)	—(1,2>, 0,8 \geq)	3(334,6>, 236,1 \leq)	5(29,1>, 15,1 \leq)	3(7,5>, 5,0 \leq)
Anomalia clase C	1(40>, 20 \geq)	11(0,8>, 0,4 \leq)	6(236,1>, 166,6 \leq)	10(15,1>, 7,8 \leq)	5(5,0>, 2,5 \leq)

Tab.17 Valores estadísticos y clasificación de anomalía en el área No. 12

Valores estadísticos

Elementos	Au (ppb)	Ag (ppm)	Cu (ppm)	As (ppm)	Mo (ppm)
Valor máximo	60	2,4	770	270	23
Valor mínimo	< 20	< 0,1	48	2,5	< 1
Valor promedio	$1/2 \times < 20$	0,1~0,2	150,024	18,21	2~3
Desviación estándar	—	—	(0,2333)	(0,4482)	—
Límite de background	< 20	0,35	256,715	51,101	0,45

Clasificación de anomalía

Elementos	Au	Ag	Cu	As	Mo
Anomalia clase A	6 (≥ 60)	1 ($\geq 1,05$)	1 ($\geq 751,7$)	— ($\geq 402,5$)	3 ($\geq 13,5$)
Anomalia clase B	3(60>, 40 \leq)	—(1,05>, 0,70 \geq)	3(751,7>, 439,3 \leq)	2(402,5>, 143,4 \leq)	11(13,5>, 9,0 \leq)
Anomalia clase C	6(40>, 20 \geq)	10(0,70>, 0,35 \geq)	10(439,3>, 256,7 \leq)	13(143,4>, 51,1 \leq)	4(9,0>, 4,5 \leq)

Tab.18 Valores estadísticos y clasificación de anomalía en el área No. 13

Valores estadísticos

Elementos	Au (ppb)	Ag (ppm)	Cu (ppm)	As (ppm)	Mo (ppm)
Valor máximo	40	0,3	194	38	5
Valor mínimo	<20	<0,1	10	9	<1
Valor promedio	$1/2 \times <20$	0,1~0,2	48,76	20,55	2
Desviación estándar	—	—	(0,23015)	(0,10954)	—
Límite de background	<20	0,25	82,83	26,44	4

Clasificación de anomalía

Elementos	Au	Ag	Cu	As	Mo
Anomalía clase A	— (≥ 60)	— ($\geq 0,75$)	— ($\geq 239,1$)	— ($\geq 43,8$)	— (≥ 12)
Anomalía clase B	1(60>, 40 \leq)	—(0,75>, 0,50 \geq)	4(239,1>, 140,7 \leq)	2(43,8>, 34 \leq)	—(12>, 8 \leq)
Anomalía clase C	1(40>, 20 \geq)	4(0,50>, 0,25 \geq)	8(140,7>, 82,8 \leq)	10(34>, 26,4 \leq)	1(8>, 4 \leq)

Tab.19 Valores estadísticos y clasificación de anomalía en el área No. 14

Valores estadísticos

Elementos	Au (ppb)	Ag (ppm)	Cu (ppm)	As (ppm)	Mo (ppm)
Valor máximo	60	0,4	322	21	4
Valor mínimo	< 20	0,1	18	< 5	< 1
Valor promedio	$1/2 \times < 20$	0,2~0,3	74,639	8,939	1~2
Desviación estandar	—	—	(0,2461)	(0,1616)	—
Límite de background	< 20	0,45	131,538	12,9688	0,3

Clasificación de anomalía

Elementos	Au	Ag	Cu	As	Mo
Anomalia clase A	— (≥ 60)	—	— ($\geq 408,5$)	— ($\geq 27,3$)	—
Anomalia clase B	— (60 >, 40 \leq)	—	2 (408,5 >, 231,8 \leq)	1 (27,3 >, 18,8 \leq)	—
Anomalia clase C	1 (40 >, 20 \geq)	—	13 (231,8 >, 131,5 \leq)	9 (18,8 >, 13 \leq)	15

Tab.20 Valores estadísticos y clasificación de anomalía en el área No. 15

Valores estadísticos

Elementos	Au (ppb)	Ag (ppm)	Cu (ppm)	As (ppm)	Mo (ppm)
Valor máximo	< 20	0,5	368	40	9
Valor mínimo	< 20	0,2	41	< 5	< 1
Valor promedio	$1/2 \times < 20$	0,2~0,3	85,568	158,559	1~2
Desviación estandar	—	—	0,1873	0,1782	—
Límite de background	< 20	0,55	131,704	23,5003	3,5

Clasificación de anomalía

Elementos	Au	Ag	Cu	As	Mo
Anomalia clase A	—	—	— (≥ 312)	— ($\geq 53,4$)	— ($\geq 10,5$)
Anomalia clase B	—	—	4(312>, 202,7 \leq)	1(53,4>, 35,4 \leq)	2(10,5>, 7,0 \leq)
Anomalia clase C	—	—	10(202,7>, 131,7 \leq)	10(35,4>, 23,5 \leq)	8(7,0>, 3,5 \leq)

Tab.21 Valores estadísticos y clasificación de anomalía en el área No. 16

Valores estadísticos

Elementos	Au (ppb)	Ag (ppm)	Cu (ppm)	As (ppm)	Mo (ppm)
Valor máximo	20	0,6	336	58	18
Valor mínimo	<20	<0,1	28	7	<1
Valor promedio	$1/2 \times <20$	0,2	75,514	15,913	1~2
Desviación estándar	—	—	0,23986	0,19674	—
Límite de background	<20	0,4	131,186	25,031	3,5

Clasificación de anomalía

Elementos	Au	Ag	Cu	As	Mo
Anomalia clase A	— (≥ 60)	— ($\geq 1,2$)	— ($\geq 395,9$)	— ($\geq 61,9$)	— ($\geq 10,5$)
Anomalia clase B	—(60>, 40 \leq)	—(1,2>, 0,8 \geq)	3(395,9>, 227,9 \leq)	5(61,9>, 39,4 \leq)	2(10,5>, 7 \leq)
Anomalia clase C	3(40>, 20 \geq)	11(0,8>, 0,4 \leq)	16(227,9>, 131,2 \leq)	8(39,4>, 25 \leq)	4(7,0>, 3,5 \leq)

Tab.22 Valores estadísticos y clasificación de anomalía en el área No. 17

Valores estadísticos

Elementos	Au (ppb)	Ag (ppm)	Cu (ppm)	As (ppm)	Mo (ppm)
Valor máximo	< 20	2,5	514	124	5
Valor mínimo	< 20	< 0,1	48	< 5	< 1
Valor promedio	$1/2 \times < 20$	0,2~0,3	103,137	13,605	1
Desviación estándar	—	—	0,1706	0,3542	—
Límite de background	< 20	0,45	152,818	30,756	2,5

Clasificación de anomalía

Elementos	Au	Ag	Cu	As	Mo
Anomalía clase A	—	5 ($\geq 1,35$)	1 ($\geq 335,5$)	— ($\geq 157,2$)	— ($\geq 7,5$)
Anomalía clase B	—	3 (1,35 >, 0,9 \geq)	3 (335,5 >, 226,4 \leq)	6 (157,2 >, 69,5 \leq)	2 (7,5 >, 5,0 \leq)
Anomalía clase C	—	27 (0,9 >, 0,45 \leq)	8 (226,4 >, 152,8 \leq)	10 (69,5 >, 30,8 \leq)	5 (5,0 >, 2,5 \leq)

Tab.23 Valores estadísticos y clasificación de anomalía en el área No. 18

Valores estadísticos

Elementos	Au (ppb)	Ag (ppm)	Cu (ppm)	As (ppm)	Mo (ppm)
Valor máximo	< 20	0,7	1000	23	2
Valor mínimo	< 20	0,1	15	< 5	< 1
Valor promedio	$1/2 \times < 20$	0,2~0,3	63,494	9,173	1~2
Desviación estándar	—	—	0,3136	0,17931	—
Límite de background	< 20	0,45	130,711	13,861	2,5

Clasificación de anomalía

Elementos	Au	Ag	Cu	As	Mo
Anomalía clase A	—	— ($\geq 1,35$)	1 ($\geq 553,9$)	— ($\geq 31,7$)	—
Anomalía clase B	—	— (1,35 > , 0,9 \leq)	1 (553,9 > , 269,1 \leq)	1 (31,7 > , 20,9 \leq)	—
Anomalía clase C	—	7 (0,9 > , 0,45 \leq)	14 (269,1 > , 130,7 \leq)	11 (20,9 > , 13,7 \leq)	—

Tab.24 Valores estadísticos y clasificación de anomalía en el área No. 19

Valores estadísticos

Elementos	Au (ppb)	Ag (ppm)	Cu (ppm)	As (ppm)	Mo (ppm)
Valor máximo	< 20	0,6	715	13	2
Valor mínimo	< 20	0,2	18	< 5	< 1
Valor promedio	$1/2 \times < 20$	0,3	112,295	6,384	1
Desviación estandar	—	—	0,31926	0,1997	—
Límite de background	< 20	0,55	234,195	10,1112	2,5

Clasificación de anomalía

Elementos	Au	Ag	Cu	As	Mo
Anomalía clase A	—	— ($\geq 1,65$)	— ($\geq 1018,6$)	— ($\geq 25,4$)	—
Anomalía clase B	—	— (1,65 >, 1,10 \leq)	1 (1018,6 >, 448,4 \leq)	1 (25,4 >, 16 \leq)	—
Anomalía clase C	—	2 (1,10 >, 0,55 \leq)	13 (448,4 >, 234,2 \leq)	10 (16 >, 10,1 \leq)	—

Tab.25 Valores estadísticos y clasificación de anomalía en el área No.20

Valores estadísticos

Elementos	Au (ppb)	Ag (ppm)	Cu (ppm)	As (ppm)	Mo (ppm)
Valor máximo	20	0,7	222	66	4
Valor mínimo	< 20	0,1	72	< 5	< 1
Valor promedio	$1/2 \times < 20$	0,2~0,3	67,887	11,139	1~2
Desviación estandar	-	-	0,1841	0,2784	-
Límite de background	< 20	0,45	103,73	21,149	2,5

Clasificación de anomalía

Elementos	Au	Ag	Cu	As	Mo
Anomalía clase A	- (≥ 60)	- ($\geq 13,5$)	- ($\geq 242,2$)	- ($\geq 76,2$)	- ($\geq 7,5$)
Anomalía clase B	-(60 >, 40 \leq)	-(13,5 >, 9 \leq)	5(242,2 >, 158,5 \leq)	5(76,2 >, 40,2 \leq)	-(7,5, 5 \leq)
Anomalía clase C	2(40 >, 20 \leq)	5(9 >, 4,5 \leq)	17(158,5 >, 103,7 \leq)	6(40,2 >, 21,1 \leq)	5(5 >, 2,5 \leq)

Tab.26 Valores estadísticos y clasificación de anomalía en el área No. A

Valores estadísticos

Elementos	Au (ppb)	Ag (ppm)	Cu (ppm)	As (ppm)	Mo (ppm)
Valor máximo	60	1,2	3,600	72	32
Valor mínimo	< 20	< 0,1	72	2,5	< 1
Valor promedio	$1/2 \times < 20$	0,2	239,933	13,839	2~3
Desviación estándar	—	—	0,3369	0,1620	—
Límite de background	< 20	0,4	521,131	20,1822	4,5

Clasificación de anomalía

Elementos	Au	Ag	Cu	As	Mo
Anomalía clase A	1 (≥ 60)	1 ($\geq 1,2$)	4 ($\geq 2458,5$)	3 ($\geq 42,6$)	1 ($\geq 13,5$)
Anomalía clase B	2(60>, 40 \leq)	—(1,2>, 0,8 \geq)	5(2458,5>, 1131,9 \leq)	1(42,6>, 29,3 \leq)	2(13,5, 9,0 \leq)
Anomalía clase C	6(40>, 20 \geq)	30(0,8>, 0,4 \leq)	20(1131,9>, 521,1 \leq)	17(29,3>, 20,2 \leq)	13(9,0>, 4,5 \leq)

Tab.27 Valores estadísticos y clasificación de
anomalía en el área No. B

Valores estadísticos

Elementos	Au (ppb)	Ag (ppm)	Cu (ppm)	As (ppm)	Mo (ppm)
Valor máximo	940	870	1200	330	26
Valor mínimo	< 20	0,1	> 1	5	< 1
Valor promedio	$1/2 \times < 20$	1~2	6,177	19,507	1~2
Desviación estándar	—	—	0,3369	0,1620	—
Límite de background	< 20	5	29,879	38,335	3,5

Clasificación de anomalía

Elementos	Au	Ag	Cu	As	Mo
Anomalía clase A	6 (≥ 60)	20 (≥ 15)	2 (≥ 699)	2 ($\geq 148,1$)	14 ($\geq 10,5$)
Anomalía clase B	4(60>, 40 \leq)	3(15>, 10 \geq)	—(699>, 144,5 \leq)	1(148,1>, 75,3 \leq)	1(10,5>, 7,0 \leq)
Anomalía clase C	2(40>, 20 \geq)	7(10>, 5 \geq)	38(144,5>, 29,9 \leq)	16(75,3>, 38,3 \leq)	5(7,0>, 3,5 \leq)