

INFORME DE ESTUDIOS BASICOS  
 SOBRE  
 LA EXPLORACION DE RECURSOS MINERALES  
 DEL  
 AREA AL SUR DE ANTOFAGASTA  
 DE LA REPUBLICA DE CHILE

FASE II

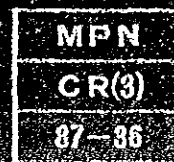
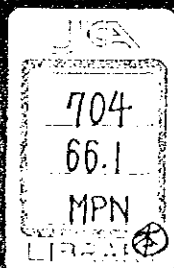
FEBRERO, 1987

GOBIERNO DEL JAPON  
 AGENCIA DE COOPERACION  
 INTERNACIONAL DEL JAPON  
 ORGANIZACION MINERA METALICA  
 DEL JAPON

INFORME DE ESTUDIOS BASICOS SOBRE  
 LA EXPLORACION DE RECURSOS MINERALES DEL  
 AREA AL SUR DE ANTOFAGASTA DE LA REPUBLICA DE CHILE

FASE II

FEBRERO 1987





国際協力  
16205  
図書資料

**INFORME DE RESULTADOS  
SOBRE  
LA EXPLORACION DE RECURSOS MINERALES  
DEL  
AREA AL SUR DE ANTOFAGASTA  
DE LA REPUBLICA DE CHILE**

**FASE II**

FEBRERO - JUNIO 1967

**GOBIERNO DEL JAPON  
AGENCIA DE COOPERACION  
INTERNACIONAL DEL JAPON  
ORGANIZACION MINERA METALICA  
DEL JAPON**

**UPEL  
C.R.3  
37-40**



JICA LIBRARY



1030134E93



**INFORME DE ESTUDIOS BASICOS  
SOBRE  
LA EXPLORACION DE RECURSOS MINERALES  
DEL  
AREA AL SUR DE ANTOFAGASTA  
DE LA REPUBLICA DE CHILE**

**FASE II**

**FEBRERO, 1987**

**GOBIERNO DEL JAPON  
AGENCIA DE COOPERACION  
INTERNACIONAL DEL JAPON  
ORGANIZACION MINERA METALICA  
DEL JAPON**

国際協力事業団		
受入 月日	'87. 4. 22	704
登録No.	16205	66.1
		MPN



## PREFACIO

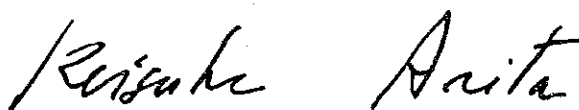
En respuesta a lo solicitado por el Gobierno de Chile, y con el proposito de confirmar las posibilidades de los recursos minerales en el Area al sur de Antofagasta de Chile, el Gobierno del Japon ha decidido llevar a cabo los estudios, tales como reconocimiento geologico y exploracion geoquimica, encargando su ejecucion a la Agencia de Cooperacion Internacional del Japon.

Debido al caracter geologico de los estudios a realizarse, dicha Agencia encomendo a su vez su concrecion a la Organizacion Minera Metalica del Japon.

El año fisical 1986 corresponde a la Segunda Fase del estudio, la Organizacion Minera Metalica del Japon ha enviado a Chile una mision compuesta de cinco expertos, entre el 31 de agosto del año 1986 y el 11 de diciembre del año 1986. El presente informe contiene los resultados obtenidos en la segunda fase de estudio.


Deseamos expresar nuestro sincero agradecimiento a las diversas entidades y personas que han intervenido y colaborado en ejecucion de los estudios al Gobierno de Chile y sus organismos competentes, a los Ministerios de Relaciones Exteriores y Comercio Internacional e Industria del Japon, a la Embajada del Japon en Chile y empresas privadas intervinientes.

27 de febrero de 1987



---

Keisuke ARITA  
Presidente  
Agencia de Cooperacion Internacional  
del Japon



---

Junichiro SATO  
Presidente  
Organizacion Minera Metalica del Japon



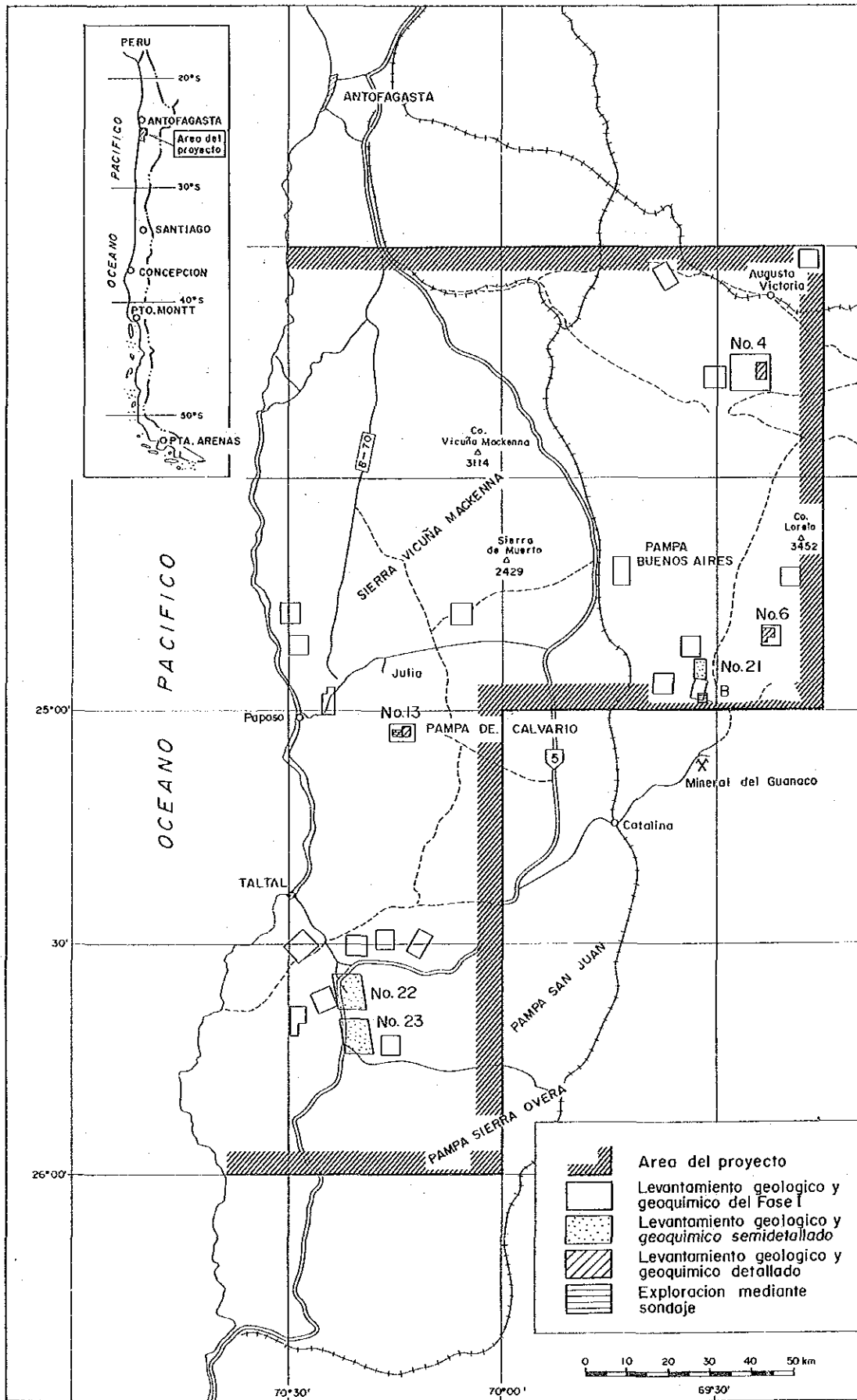


Figura 1-1 Mapa de ubicacion



## CONTENIDO

Prefacio	
Mapa de ubicacion	
Resumen	

### INTRODUCCION

Capitulo 1	Generalidades .....	15
Capitulo 2	Trabajo realizado en la segunda fase .....	15
2-1	Metodo de trabajo .....	15
2-2	Area de trabajo .....	16
2-3	Cantidad de trabajo .....	18
2-4	Calendario de trabajo .....	18
2-5	Miembros de los equipos .....	19

### PARTE I ESTUDIO GEOLOGICO Y GEOQUIMICO

Capitulo 1	Area de estudio en semidetalle .....	21
1-1	Area N°21 .....	21
1-2	Area N°22 .....	29
1-3	Area N°23 .....	42
1-4	Area Mineral El Guanaco .....	49
Capitulo 2	Area de estudio en detalle .....	60
2-1	Area N°4 .....	60
2-2	Area N°6 .....	71
2-3	Area N°13 .....	78

### PARTE II ESTUDIO MEDIANTE SONDAJE

Capitulo 1	Objetivos, metodos y condiciones de perforacion .....	87
1-1	Objetivos del trabajo .....	87
1-2	Metodos y equipos de los sondajes .....	88
1-3	Condiciones de perforacion .....	90
Capitulo 2	Geologia y yacimientos del area B .....	93
2-1	Descripcion de los sondajes .....	93
2-2	Geologia del area .....	130
2-3	Estructuras .....	138
2-4	Mineralizacion .....	139
2-5	Consideraciones .....	145
2-6	Conclusiones .....	147
Capitulo 3	Geologia y yacimientos del area N°13 .....	148
3-1	Descripcion de los sondajes .....	148
3-2	Conclusiones .....	151

PARTE III CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Capitulo 1	Conclusiones .....	158
1-1	Area de estudio en semidetalle .....	158
1-2	Area de estudio en detalle .....	159
1-3	Area de estudio mediante sondaje .....	159
Capitulo 2	Recomendaciones para tercera fase .....	160

REFERENCIAS

APENDICES

## LISTA DE TABLAS INCLUIDAS EN EL TEXTO

Tabla 1-1	Coordenadas de las areas
Tabla 1-2	Resumen de trabajos realizados
Tabla 1-3	Calendario de trabajo
Tabla I -1-1	Analisis quimico de menas con alta ley
Tabla I -1-2	Comparacion de las areas de N°21, B y N°8
Tabla I -2-1	Temperaturas de homogenizacion de yacimientos de oro y plata del Terciario en Japon
Tabla II -1-1	Ubicacion, orientacion e inclinacion de los sondajes
Tabla II -1-2	Resumen del trabajo mediante sondaje

## LISTA DE FIGURAS INCLUIDAS EN EL TEXTO

- Figura I-1 Mapa de ubicacion
- Figura I-1-1 Columna geologica generalizada del area N° 21
- Figura I-1-2 Mapa geologico del area N° 21
- Figura I-1-3 Columna geologica generalizada del area N° 22
- Figura I-1-4 Mapa geologico del area N° 22
- Figura I-1-5 Mapa de labores de la Mina Union
- Figura I-1-6 Columna geologica generalizada del area N° 23
- Figura I-1-7 Mapa geologico del area N° 23
- Figura I-1-8 Columna geologica generalizada del area la Mina Guanaco
- Figura I-1-9 Mapa geologico del area la Mina Guanaco
- Figura I-1-10 Modelo propuesto para yacimiento Guanaco
- Figura I-2-1 Columna geologica generalizada del area N° 4
- Figura I-2-2 Mapa geologico del area N° 4
- Figura I-2-3 Perfil generalizado de la zona de alteracion del area N° 4
- Figura I-2-4 Solubilidad de oro en fluidos acuosos de 0,5 moles de sulfuro
- Figura I-2-5 Columna geologica generalizada del area N° 6
- Figura I-2-6 Mapa geologico del area N° 6
- Figura I-2-7 Columna geologica generalizada del area N° 13
- Figura I-2-8 Mapa geologico del area N° 13
- Figura II-1-1 Programa de perforacion
- Figura II-2-1 Descripcion del sondaje B-1 (1)
- Figura II-2-2 Descripcion del sondaje B-1 (2)
- Figura II-2-3 Grafico de leyes de Au y Ag del sondaje B-1
- Figura II-2-4 Grafico de leyes de Pb y Cu del sondaje B-1
- Figura II-2-5 Grafico de leyes de Zn y As del sondaje B-1
- Figura II-2-6 Descripcion del sondaje B-2 (1)
- Figura II-2-7 Descripcion del sondaje B-2 (2)
- Figura II-2-8 Descripcion del sondaje B-2 (3)
- Figura II-2-9 Descripcion del sondaje B-3 (1)
- Figura II-2-10 Descripcion del sondaje B-3 (2)
- Figura II-2-11 Descripcion del sondaje B-3 (3)
- Figura II-2-12 Descripcion del sondaje B-4 (1)
- Figura II-2-13 Descripcion del sondaje B-4 (2)
- Figura II-2-14 Descripcion del sondaje B-4 (3)
- Figura II-2-15 Descripcion del sondaje B-5 (1)
- Figura II-2-16 Descripcion del sondaje B-5 (2)



Figura II -2-17	Descripcion del sondaje B-5 (3)	
Figura II -2-18	Descripcion del sondaje B-6 (1)	
Figura II -2-19	Descripcion del sondaje B-6 (2)	
Figura II -2-20	Descripcion del sondaje B-6 (3)	
Figura II -2-21	Descripcion del sondaje B-7 (1)	
Figura II -2-22	Descripcion del sondaje B-7 (2)	
Figura II -2-23	Descripcion del sondaje B-7 (3)	
Figura II -2-24	Descripcion del sondaje B-8 (1)	
Figura II -2-25	Descripcion del sondaje B-8 (2)	
Figura II -2-26	Descripcion del sondaje B-8 (3)	
Figura II -2-27	Columna geologica generalizada del area B	
Figura II -2-28	Mapa geologico del area B	
Figura II -2-29	Perfil geologica del area B	
Figura II -2-30	Relacion entre elementos y roca huesped	
Figura II -3-1	Descripcion del sondaje 13-1 (1)	
Figura II -3-2	Descripcion del sondaje 13-1 (2)	
Figura II -3-3	Descripcion del sondaje 13-2 (1)	
Figura II -3-4	Descripcion del sondaje 13-2 (2)	
Figura II -3-5	Descripcion del sondaje 13-2 (3)	
Figura II -3-6	Perfil geologico del area N°13	1:2,000

## LISTA DE TABLAS DEL APENDICE

- Figura 1 Histogramas y diagrama de distribución acumulativa del área N° 21
- Figura 2 Histogramas y diagrama de distribución acumulativa del área N° 4
- Figura 3 Histogramas y diagrama de distribución acumulativa del área N° 13
- Figura 4 Histogramas de temperatura de homogenización de inclusiones fluidas
- Figura 5 Procedimiento de perforación del sondaje B-1
- Figura 6 Procedimiento de perforación del sondaje B-2
- Figura 7 Procedimiento de perforación del sondaje B-3
- Figura 8 Procedimiento de perforación del sondaje B-4
- Figura 9 Procedimiento de perforación del sondaje B-5
- Figura 10 Procedimiento de perforación del sondaje B-6
- Figura 11 Procedimiento de perforación del sondaje B-7
- Figura 12 Procedimiento de perforación del sondaje B-8
- Figura 13 Procedimiento de perforación del sondaje 13-1
- Figura 14 Procedimiento de perforación del sondaje 13-2

LISTA DE TABLAS DEL APENDICE

Tabla 1	Análisis de roca total
Tabla 2	Tabla de descripción microscópica de secciones transparentes
Tabla 3	Tabla de descripción microscópica de cortes pulidos
Tabla 4	Difracción de rayos X
Tabla 5	Análisis de mena
Tabla 6	Análisis geoquímico
Tabla 7	Valores estadísticos del análisis geoquímico del área N° 21
Tabla 8	Valores estadísticos del análisis geoquímico del área N° 4
Tabla 9	Valores estadísticos del análisis geoquímico del área N° 13
Tabla 10	Temperatura de homogenización y salinidad de inclusiones fluidas
Tabla 11	Equipos de sondaje
Tabla 12	Cantidad de brocas de diamantina usadas
Tabla 13	Insumos de sondaje
Tabla 14	Total de horas trabajadas en sondaje
Tabla 15	Desarrollo de sondaje B-1
Tabla 16	Desarrollo de sondaje B-2
Tabla 17	Desarrollo de sondaje B-3
Tabla 18	Desarrollo de sondaje B-4
Tabla 19	Desarrollo de sondaje B-5
Tabla 20	Desarrollo de sondaje B-6
Tabla 21	Desarrollo de sondaje B-7
Tabla 22	Desarrollo de sondaje B-8
Tabla 23	Desarrollo de sondaje 13-1
Tabla 24	Desarrollo de sondaje 13-2
Tabla 25	Trabajo realizado de sondaje B-1
Tabla 26	Trabajo realizado de sondaje B-2
Tabla 27	Trabajo realizado de sondaje B-3
Tabla 28	Trabajo realizado de sondaje B-4
Tabla 29	Trabajo realizado de sondaje B-5
Tabla 30	Trabajo realizado de sondaje B-6
Tabla 31	Trabajo realizado de sondaje B-7
Tabla 32	Trabajo realizado de sondaje B-8
Tabla 33	Trabajo realizado de sondaje 13-1
Tabla 34	Trabajo realizado de sondaje 13-2

LISTA DE PLANOS FUERA DE TEXTO

Plano 1	Mapa geologico , area N° 21	1:20,000
Plano 2	Mapa geologico , area N° 22	1:20,000
Plano 3	Mapa geologico , area N° 23	1:20,000
Plano 4	Mapa geologico , area Mineral del Guanaco	1:20,000
Plano 5	Croquis de rutas de Mineral del Guanaco	1:2,000
Plano 6	Croquis de rutas de Mineral del Guanaco	1:2,000
Plano 7	Mapa geologico , area N° 4	1:5,000
Plano 8	Plano de perfil geologico , area N° 4	1:5,000
Plano 9	Croquis de trincheras , area N° 4 (1)	1:1,000
Plano 10	Croquis de trincheras , area N° 4 (2)	1:1,000
Plano 11	Croquis de pared norte de trinchera "I"	1:100
Plano 12	Mapa geologico , area N° 6	1:5,000
Plano 13	Plano de perfil geologico , N° 6	1:5,000
Plano 14	Mapa geologico y plano de ubicacion de sondaje N° 13	1:5,000
Plano 15	Mapa de perfil geologico , area N° 13	1:5,000
Plano 16	Plano de ubicacion de muestras , area N° 21	1:20,000
Plano 17	Plano de ubicacion de muestras , area N° 22	1:20,000
Plano 18	Plano de ubicacion de muestras , area N° 23	1:20,000
Plano 19	Plano de ubicacion de muestras , area Mineral del Guanaco	1:20,000
Plano 20	Plano de ubicacion de muestras , area N° 4	1:5,000
Plano 21	Plano de ubicacion de muestras , area N° 6	1:5,000
Plano 22	Plano de ubicacion de muestras , area N° 13	1:5,000
Plano 23	Plano de ubicacion de areas de mineralizacion y alteracion , area N° 21	1:20,000
Plano 24	Plano de ubicacion de areas de mineralizacion y alteracion , area N° 22	1:20,000
Plano 25	Plano de ubicacion de areas de mineralizacion y alteracion , area N° 23	1:20,000
Plano 26	Plano de ubicacion de areas de mineralizacion y alteracion , area Mineral del Guanaco	1:20,000
Plano 27	Plano de ubicacion de areas de mineralizacion y alteracion , area N° 4	1:5,000
Plano 28	Plano de ubicacion de areas de mineralizacion y alteracion , area N° 6	1:5,000
Plano 29	Plano de ubicacion de areas de mineralizacion y alteracion , area N° 13	1:5,000
Plano 30	Mapa de anomalias geoquimicas , area N° 21	1:20,000

Plano 31	Mapa de anomalias geoquimicas , area N° 4	1:20,000
Plano 32	Mapa de anomalias geoquimicas , area N° 13	1:5,000
Plano 33	Mapa geologico y plano de ubicacion de sondaje , area N° 13 1:5,000	
Plano 34	Plano de perfiles geologicos , area "B"	1:5,000
Plano 35	Plano de perfiles geologicos , area "B"	1:2,000



## Resumen

Basados en resultados obtenidos en la primera fase de este proyecto, en la segunda fase se realizaron 4 estudios de semidetalle, 3 de detalle y 2 estudios mediante sondaje.

Los resultados son los siguientes:

### 1. Estudio de semidetalle

#### Area N° 21.

Se realizo un estudio geologico y geoquimico. La geologia del area consiste principalmente en rocas volcanicas andesiticas del Cretacico y rocas volcanicas daciticas del Terciario inferior. El desarrollo de rocas intrusivas es escaso. En el area se encuentran numerosas vetas de cuarzo-hematita con escasa cantidad de Ag, Pb y Zn. Estas vetas se localizan en rocas cretacicicas y se encuentran principalmente en el sector NE del area en estudio, cercanas al yacimiento El Soldado (Area No.8, Pimera Fase). Al sur del sector se ubica el yacimiento Cachinal de la Sierra.

Estos 3 yacimientos presentan el mismo tipo de vetas y similar mineralizacion (Ag, Pb, Zn) ubicandose los 3 en una Franja de orientacion N-S, Por lo que estarian ligados a un mismo evento.

El sector de las vetas de este del Area N°21 se encuentra cubierto en gran parte por sedimentos cuaternarios, por lo cual no existen suficientes estudios geologicos ni de exploracion. Considerando este factor, las anomalias geoquimicas y las leyes que presentan algunas vetas (Ag 6.100ppm, Pb 9,84%, Zn 9,35%) del Sector noreste, se estima que esta area es atractiva para una futura exploracion.

#### Area N° 22 y 23

En estas areas se efectuó solamente levantamiento geologico. Ambas areas estan atravesadas por una gran falla (Falla de Atacama) de direccion N-S y un ancho aproximado de 5,5Km. En la parte este de la falla afloran cuarcitas paleozoicas y al oeste, rocas volcanicas jurasicas. Dentro de la falla se encuentran rocas volcanicas andesiticas y sedimentarias marinas del Cretacico.

En estas zonas de falla se desarrollan yacimientos de Ag y Cu de tipo veta con diseminacion asociada controlados por dicha fallas. El yacimiento Union es uno de ellos y se encuentra actualmente en explotacion. Este yacimiento se ubica a lo largo de una de las fallas centrales del sistema y la mineralizacion se encuentra tanto en las vetas como en forma diseminada en las cercanias de estas, existe ademas una zonacion vertical de dicha mineralizacion, encontrandose la plata en la parte superficial (entre 0 y 80m)

y el cobre en profundidad.

En la zona de Ag se explotan frecuentemente vetas con hasta 1.000g/t.

12 km al sur de Union se encuentra la mina Atahualpa, esta se localiza en el mismo sistema de falla y presenta el mismo tipo y distribución de mineralización que la observada en Union, aunque en este caso es más débil.

Entre ambos yacimientos se desarrolla una gruesa cubierta aluvial, por lo cual no se han efectuado trabajos de exploración, sin embargo, considerando la cercanía de ambos yacimientos, su emplazamiento a lo largo de las fallas, y el tipo de mineralización que presentan, existirían expectativas de encontrar un yacimiento de Ag similar a Union.

#### Area Mineral del Guanaco

En esta area se desarrollan 3 tipos de yacimientos y una alteración común en todos ellos. Uno de estos yacimientos es el aurífero EL Guanaco, el otro es de tipo sulfuro-oro llamado Inesperada, el tercero es de tipo network o vetiforme con cuarzo-especularita y corresponde a vetas distribuidas en los cerros Inesperadas y El Chancho.

La alteración es de tipo silicificación-argilización y se localiza en rocas volcánicas andesíticas y dacíticas del Terciario inferior.

Los primeros dos yacimientos se han explotado en forma exhaustiva, actualmente solo El Guanaco se explota en forma parcial. Este está constituido por numerosas vetas de cuarzo auríferas. En la parte superior de este yacimiento la ley de Au es alta (5-10g/t) llegando hasta 400g/t y está asociado a vetas de cuarzo con baritina y alunita. En la parte inferior del yacimiento aparece Cu, bajando notablemente la ley de Au (2-5g/t). En los márgenes del yacimiento existe una zonación de la alteración, desde adentro hacia afuera, encontrándose cuarzo-alunita, caolinita y sericita-clorita.

Las temperaturas de homogenización de inclusiones fluidas en cuarzo y baritina de la parte superior del yacimiento varía entre 198 y 223°C, y los valores de salinidad entre 3,1 y 4,4 wt% (equivalente a NaCl).

La alteración de los otros yacimientos (Inesperada y demás vetas) no es atractiva.

## 2. Estudio de detalle

### Area Nº 4

En esta area se desarrolla una intensa alteración hidrotermal. Dicha alteración se manifiesta en rocas volcánicas andesíticas de edad cretácica. En el sector central del area se reconocen vetillas tipo stockwork con cuarzo-hematita y también diseminación de esta última. Esta alteración es similar a la observada en los yacimientos auríferos de Nansatu en Japon. Considerando



la similitud con este yacimiento se realizo un levantamiento geologico y geoquimico en detalle. Los resultados son siguientes:-

i -La zona de alteracion se caracteriza por la presencia de minerales acidos como alunita, pirofilita, caolinita, etc.

ii -Las temperaturas de homogenizacion de inclusiones fluidas varia entre 182 y 238°C.

iii -La presencia de alunita y el alto contenido de As en las vetillas indica que la densidad de sulfuros en la solucion mineralizadora era moderadamente alta.

Los puntos anteriores indican que las condiciones de mineralizacion serian favorables para la precipitacion de oro, pero los analisis geoquimico de la mayoria de las vetas indica un bajo contenido de oro en estas soluciones.

#### Area N° 6

En esta area se distribuyen alrededor de 140 vetas de cuarzo y calcita, la mayoria de ellas emplazadas en granitos paleozoicos. Existen 2 sistemas de vetas, N20~70° W y N50~80° E, con una corrida de 110m, una potencia promedio de 1m, y valores extremos de 0,1 y 10m. Todas estas contienen escaso mineralizacion de interes economico, excepto una veta que contiene 86g/t de Ag y 9.20% de Pb. No se espera un mejoramiento de la ley en profundidad debido a que en Superficie la ley de veta no varia en una diferencia de cota de 200m.

#### Area N° 13

En esta area se desarrollan vetas auriferas de cuarzo-arcillas. Dos de estas vetas han sido explotadas anteriormente (Vetas Panchita y Carmen Alto). Se describen ademas 18 vetas. Las vetas presentan una orientacion N50-70° W con una inclinacion N-S entre 60 y 90. La corrida de las vetas principales (Panchita y Carmen Alto) es de 200m, la profundidad de 100m y la potencia varia entre 0,2~1m. La Ley promedio de Au y Ag es menor a 10g/t y la de Cu es menor a 1%. Un sector de la veta principal dio una ley de Au, mas de 30g/t y 7% de Cu.

El analisis geoquimico del sector oeste de la veta Carmen Alto dio 2 puntos anomalos de Au y en el sector noroeste de la veta Panchita 1 punto anomalo de Au y 11 puntos anomalos de Cu.

Considerando los resultados del estudio de esta area, especialmente en las cercanias de las anomalias de Cu, se podria esperar un nuevo yacimiento similar a las conocidas, tanto en volumen como en leyes, pero considerando estos escasos valores, no seria de interes economica la explotacion de los supuestas vetas.

### 3. Estudio mediante sondaje

Se efectuaron 8 sondajes de 100m cada uno en el Area B y 2 sondajes de 100m en el Area N°13. El total de la longitud perforada es de 1.000m.

#### Area B

En sondaje B-1 se encontro una veta de cuarzo-hematita entre los 39,3 y 40,7m de profundidad. Esta veta presenta una potencia de 1,4m y una ley de 140 ppb de Au, 14g/t de Ag, 87ppm de Cu, 0,21% de Pb y 725ppm de Zn. Se estima que esta veta corresponde a la extension norte de la veta J (Veta Carmen). Entre los 2,7m y hasta el fondo del sondaje se reconoce un tipo stockwork argentifero con cuarzo-hematita. Entre los 83 y 90m se observa una concentracion relativa de Ag (140g/t) y una ley de 217 ppb de oro. La ley de Ag mas alta observada es de 253g/t.

En los otros sondajes no se observaron zonas con mineralizacion y alteracion importantes.

Con estos 8 sondajes puede interpretarse la geologia y las estructuras de este area, en consecuencia podrian aparecer sectores para una futura exploracion en el area. Se interpreta lo siguiente:

- i) La veta se formo en sistema de fallas N-S
- ii) Las vetas se han desplazado en sentido E-W mediante fallas transformacionales.

Por lo cual se esperaria mineralizacion i) en el Sector norte del sondaje B-1, ii) a lo largo de la falla N-S inferida al oeste de la veta J (Veta Carmen), y iii) en los sectores norte y sur de la veta A.

Del analisis termometrico en inclusiones fluidas se obtuvieron los siguientes resultados:

La temperatura de homogenizacion de las inclusiones fluidas en cuarzo obtenido del sondaje B-1 varia entre 195 y 219°C, aumentando la temperatura en profundidad. La salinidad es de 1,0 wt% (equivlente a NaCl).

Los contenidos de  $TiO_2$ ,  $Fe_2O_3$ , BaO y  $LiO(CO_2+S+C)$  en roca encajante aumentan y disminuyen  $SiO_2$  y  $K_2O$ , lo cual es favorable para futuras exploracion.

#### Area N°13

La exploracion se efectuó en las rocas bajo las vetas ubicadas en el sector noreste de la mina Panchita. Se cortaron vetas entre los 50 y 70m de profundidad en ambos sondajes, sin embargo estas vetas presentan una baja ley y las cajas de ellas se observan frescas y con escasas fracturas. No se espera un mejoramiento de las leyes en profundidad considerando la debil alteracion y mineralizacion.

## INTRODUCCION

### Capitulo 1. Generalidades

Como se indica en la Fig. 1-1, el area al sur de Antofagasta, Republica de Chile, se ubica entre la Cordillera de la Costa y la Precordillera de Los Andes en la II Region, al norte del pais, comprende una superficie total de 20.000 km<sup>2</sup>. Esta area corresponde a una zona minera de oro, plata y cobre principalmente con sub-productos de molibdeno, plomo y zinc.

La mayoria de los yacimientos son de tipo vetiforme, existiendo tambien tipo manto y cobre porfidico.

Dentro de la zona en estudio, y de acuerdo a los datos disponibles, en la Fase I se eligieron 33 areas, de interes para su estudio, de estas se seleccionaron dos para su estudio en detalle y 20 en semi-detalle.

Este levantamiento geologico y geoquimico comenzo con una campaña de terreno que se prolongo desde el 12 de Enero hasta el 23 de Marzo de 1986.

En la Fase II, de acuerdo a los resultados obtenidos en la Fase I, se seleccionaron 3 areas para levantamiento de detalle, 4 de semi-detalle y 2 para estudio mediante sondaje.

La campaña de terreno para esta segunda Fase se efectuo desde el 31 de Agosto hasta el 11 de Diciembre de 1986, obteniendose:

- i. Levantamiento geologico, geoquimico y sondajes en las areas elegidas.
- ii. El analisis de los resultados obtenidos de este estudio permitio caracterizar geologicamente la zona y los yacimientos, ademas de obtener guias de exploracion para estos.

### Capitulo 2 Trabajo realizado en la segunda fase

#### 2-1 Metodo de Trabajo

El trabajo de la fase II se realizo de la siguiente manera:

1) Estudio geologico y geoquimico. Para el estudio en semidetalle se uso un mapa topografico a escala 1:20.000 ampliada de una base topografica 1:50.000. Para los estudios en detalle se usaron mapas a escala 1:5000, tambien basados a escala 1:50.000. Para el estudio del area N° 6 se preparo un mapa a escala 1:10.000, posteriormente ampliado a escala 1:5000.

Todos estos mapas se usaron tanto como mapas de terreno y como mapas geologicos.

Simultaneamente al estudio geologico se realizo un muestreo geoquimico de sedimentos fluviales en el Area N° 21, de roca en el Area N° 4 y de suelo en el N° 13.

Los tratamientos estadisticos, la determinacion de anomalias e interpretacion se hicieron por cada area, de acuerdo a distintos ambientes geologicos de las areas estudiadas.

Los valores de las anomalias de cada elemento se determinaron segun las siguientes bases:

Au.:

De acuerdo a los resultados de los analisis se hicieron histogramas de mayor frecuencia. El limite de background se considero como el doble de la mayor frecuencia. Por ejemplo, en el area N° 13, la mayor frecuencia es < 20 ppb, por lo tanto el limite de background sera 40 ppb.

Ag. Cu, Pb, Zn, As.:

Los valores de estos analisis se trataron en forma logaritmica haciendo histogramas y diagramas de frecuencia acumulativa. La poblacion que tenga el valor mas alto sera la anomala. El valor umbral se decidio por el diagrama de frecuencia acumulativa.

1. Si la poblacion anomala es > 40% del total no se considera valida.
2. Los valores de la poblacion anomala se determinan como el promedio de los valores.
3. El valor umbral se determina en funcion del valor promedio M y de la desviacion standard (SD) (Valor umbral =  $M + SD$ )

## 2) Estudio mediante sondaje

La ubicacion de los 8 puntos de sondaje en el area B se determino en un mapa a escala 1:5000 ampliado de 1:10.000. Para el area N° 13, los 2 puntos de sondaje se ubicaron en un mapa a escala 1:5000, ampliado de 1:50.000. Se hizo la descripcion de los testigos obtenidos de los sondajes. Se confeccionaron columnas geologicas a escala 1:200.

### 2-2. Area de trabajo

Las areas de trabajo se dividen en 2 grupos segun metodo de trabajo:

( Estudios geologicos y geoquimicos )

Area	Coordenadas			
21	69° 33' 16"	69° 31' 29"	69° 31' 29"	69° 33' 16"
	24° 52' 55"	24° 52' 55"	24° 55' 37"	24° 55' 37"
22	70° 24' 13"	70° 19' 48"	70° 18' 54"	70° 23' 13"
	25° 33' 44"	25° 33' 46"	25° 38' 39"	25° 38' 37"
23	70° 22' 54"	70° 19' 08"	70° 18' 15"	70° 21' 55"
	25° 40' 15"	25° 40' 17"	25° 45' 00"	25° 45' 00"
Mineral El Guanaco	69° 37' 29"	69° 30' 21"	69° 30' 22"	69° 37' 31"
	25° 05' 21"	25° 05' 22"	25° 10' 15"	25° 10' 13"
4	69° 23' 38"	69° 22' 27"	69° 22' 27"	69° 23' 38"
	24° 15' 00"	24° 15' 00"	24° 17' 43"	24° 17' 43"
6	69° 23' 09"	69° 21' 22"	69° 21' 22"	69° 22' 34"
	24° 49' 09"	24° 49' 09"	24° 50' 30"	24° 51' 19"
			69° 22' 34"	69° 23' 09"
			24° 50' 30"	24° 51' 19"
13	70° 15' 14"	70° 11' 56"	70° 11' 56"	70° 13' 07"
	25° 02' 08"	25° 02' 08"	25° 03' 13"	25° 03' 13"
			70° 13' 07"	70° 15' 14"
			25° 03' 29"	25° 03' 29"

( Estudio mediante sondaje )

Area	Coordenadas			
B	69° 32' 41"	69° 30' 54"	69° 30' 55"	69° 32' 42"
	24° 56' 42"	24° 56' 43"	24° 59' 25"	24° 59' 25"
13	70° 15' 14"	70° 11' 56"	70° 11' 56"	70° 13' 07"
	25° 02' 08"	25° 02' 08"	25° 03' 13"	25° 03' 13"
			70° 13' 07"	70° 15' 14"
			25° 03' 29"	25° 03' 29"

2-3. Cantidad de trabajo

La distribucion de trabajo se indica en la Tabla 1-2.

Tabla 1-2 Resumen de trabajos realizados

Nombre del area	Área (km <sup>2</sup> )	Cantidad de muestra						Análisis químicos	
		Análisis geoquímicos	Cortes transparentes	Cortes pulidos	Difr. Rayo X	Inclusiones fluidas	Roca	Mena	
Levantamiento seaí-detallado									
No. 21	15	131	6	8	3	2		23	
No. 22	60		14	6	3	2		16	
No. 23	50		4	1	2			14	
Mineral del Guanaco	100		9	8	77	5		18	
Sub-Total	225	131	39	23	85	9		71	
Levantamiento detallado									
No. 4	10	227	6	5	216	6			
No. 6	9		3	2		18		104	
No. 13	12	202	2	2	6	4		21	
Sub-Total	31	429	11	9	222	28		125	
Sondeo									
B	15	23	5	4	19	6	5	47	
No. 13	12			1				5	
Sub-Total	15	23	5	5	19	6	5	52	
Total	271	583	49	37	326	43	5	248	

2-4. Calendario de trabajo

El calendario de trabajo se indica en la Tabla 1-3.

Tabla 1-3 Calendario de trabajo

	1986/Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	1987/Enero	Febrero
Levantamiento geológico y geoquímico	31	_____			23		
Sondeo		15	_____			11	
Interpretación y informe				24	_____ 27		

2-5. Miembros de los equipos

Miembros técnicos

Japon Hideyuki UEDA: Administrador del proyecto

Yuya FURUKAWA: Jefe del equipo japonés (MMAJ)

Yoneharu MATANO: Geólogo (MMAJ)

Tojiro KAGA: Ingeniero perforista (MMAJ)

Hanshiro HATAZAWA: id

Masazo HAGA: id

Chile Carlos PORTIGLIATI NAVARRO: Jefe del equipo chileno (SERNAGEOMIN)

Alvaro PUIG GODOY: Geólogo (id)

Sergio DIAZ BONILLA: id (id)

Lucía CUITIÑO GALLEGOS: id (id)





PARTE I ESTUDIO GEOLOGICO Y GEOQUIMICO

Capitulo 1. Area de estudio en semi-detalle

1-1. Area N°. 21

1-1-1. Geologia y estructuras geologicas

La geologia del area esta constituida, a partir de la base, por andesita basaltica y rocas piroclasticas basalticas, rocas volcanicas andesiticas y rocas piroclasticas andesiticas, y lavas daciticas con intrusiones de diorita cuarcifera porfidica y dacita. Segun Sernageomin (1984) todas estas formaciones datan del Terciario inferior, pero la andesita basaltica de la base se presenta discordante, y basandose en la columna litologica de la zona B (capitulo 3, 2-1) puede considerarse cretacica. Estas formaciones cretamicas y terciarias estan cubiertas por niveles cuaternarios aluviales (Apd. Fig. 1 y Fig. I-1-1)

EDAD	COLUMNA GEOLOGICA	LITOLOGIA	ESPEJOR (m)	MINERALIZACION
Cuaternario		Aluvio y coluvio	~ 20	
Terciario Inferior		Dacita (domo) Andesita y toba andesitica	200 (+)	● Veta (Ag-Pb-Zn)
Cretácico		Dacita Andesita basaltica y toba andesitica de la pilli Diorita cuarcifera porfidica	200 (+)	

Fig. I-1-1. Columna geologica generalizada del area N°21

La andesita basaltica muestra generalmente un color gris verdoso oscuro, contiene principalmente lava andesitica basaltica porfidica, con intercalaciones de lava andesitica basaltica afanitica, toba andesitica basaltica, toba lapilli, y brecha tobacea. Se distribuye en la zona estudiada por el Este y el Norte, aunque en el Este se encuentra frecuentemente cubierta por niveles cuaternarios aluviales y solo aflora ocasionalmente, sometida a

meteorización, se parte finamente, y en general muestra una débil propilitización.

Las rocas volcánicas andesíticas contienen principalmente lavas dacíticas o andesíticas, con toba lapilli andesítica y toba interestratificadas, y se distribuyen por el Oeste de la zona estudiada. Estas rocas muestran un color gris a gris oscuro, aspecto fresco y gran dureza. Asimismo, presentan frecuentemente estructura tabular.

Las lavas dacíticas están formadas por dacita con biotita y piroxenos de aspecto fresco y color gris oscuro, y se distribuyen por el extremo Suroeste de la zona estudiada. Estas rocas forman colinas de relieve redondeado, y muestran parcialmente intrusiones en las rocas volcánicas andesíticas situadas a muro.

La diorita cuarcífera porfídica, de color gris claro se intruye en la andesita basáltica situada en la base. La dacita, de color gris y estructura fluidal, se intruye en las rocas volcánicas andesíticas. Ambas se distribuyen en pequeña escala. La dacita presenta las mismas características litológicas que las lavas dacíticas, por lo que se consideran contemporáneas y procedentes del mismo magma.

Los niveles cuaternarios se distribuyen por el Norte y el Este de la zona estudiada, con potencias crecientes en direcciones Norte y Este, respectivamente.

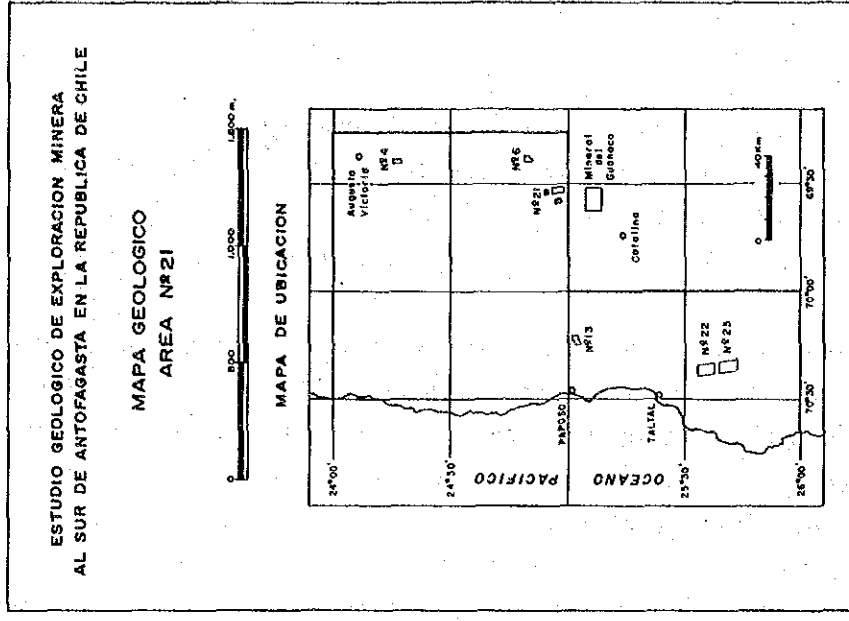
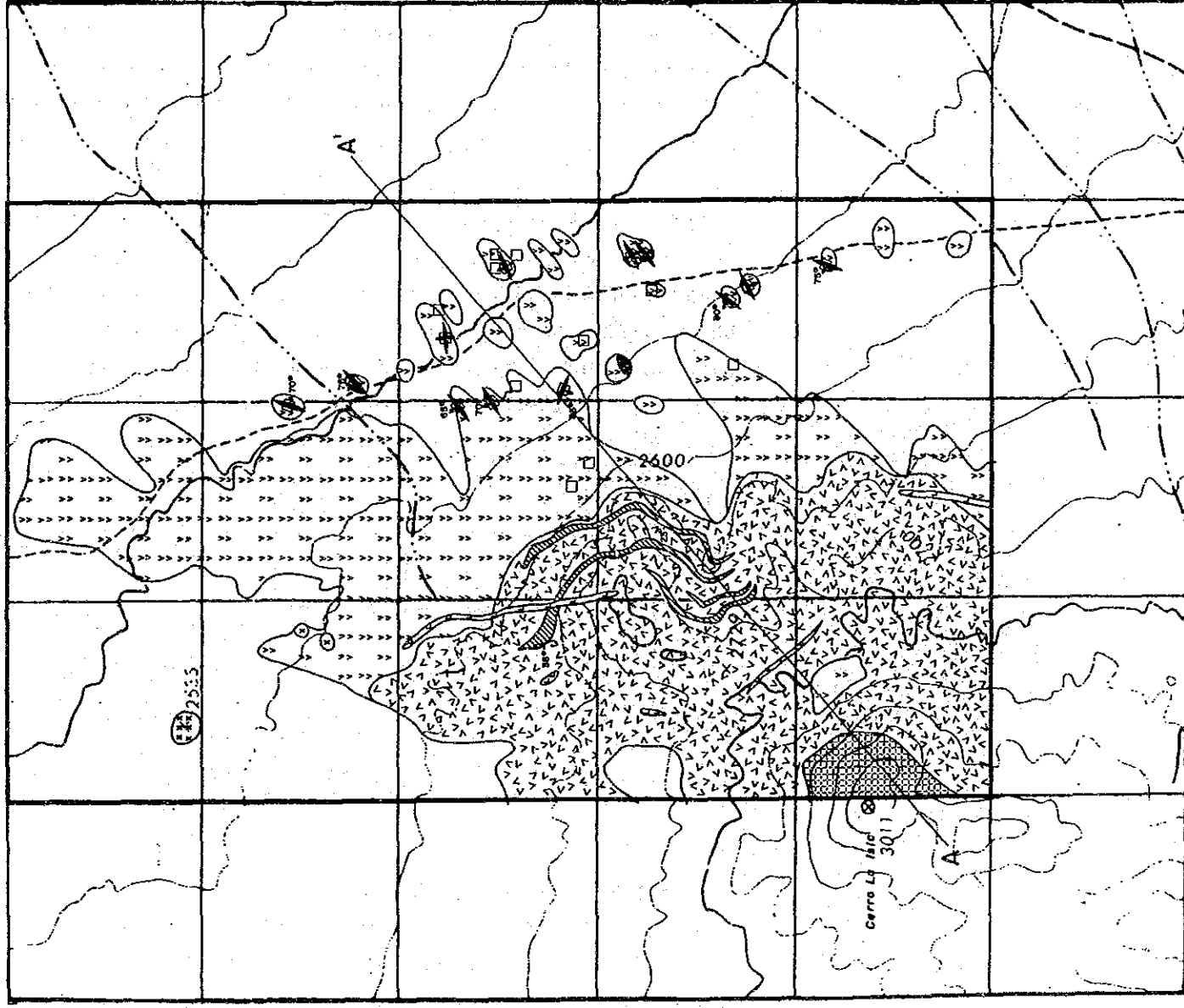
Por lo que respecta a la estructura geológica, en el Oeste de la zona estudiada, la andesita basáltica aflora en las lavas andesíticas situadas por encima de ella. En este lugar se reconoce un ligero sinclinal que se extiende prácticamente de norte a sur. Asimismo, una parte de las rocas intrusivas (riolita) está alargada en la misma dirección. Se infiere por tanto la existencia de una estructura sinclinal en dirección N-S al Oeste de la zona estudiada, pero la estructura en la parte Este no está clara debido a la escasez de afloramientos.

#### 1-1-2 Yacimientos

##### (1) Mineralización

Los principales yacimientos confirmados en el presente área se localizan en la andesita basáltica anteriormente mencionada, y contienen mineralizaciones de plata, plomo y zinc. En conjunto muestran disposición en venas, sea formando filones stockwork, sea por relleno con minerales que se especifican posteriormente en fisuras de zonas brechizadas de la roca encajante debidas a la acción de fallas.

En el presente área se ha confirmado la existencia de 13 yacimientos, en todos los casos mediante pequeñas galerías o pozos verticales. Por tanto, no



LEYENDA

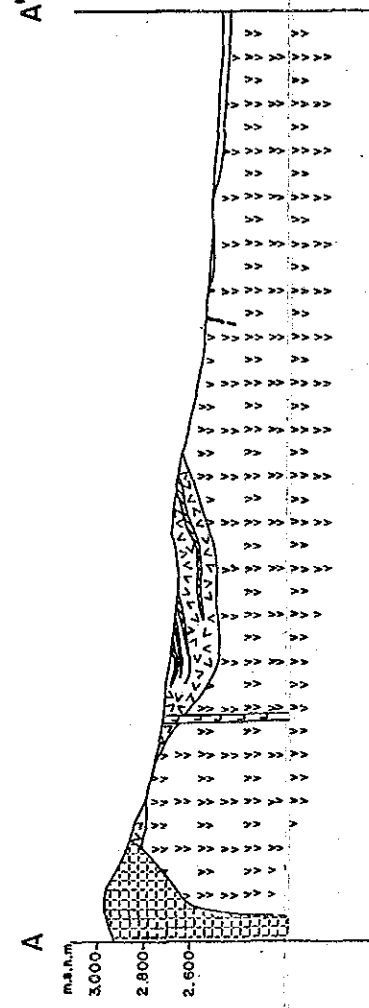
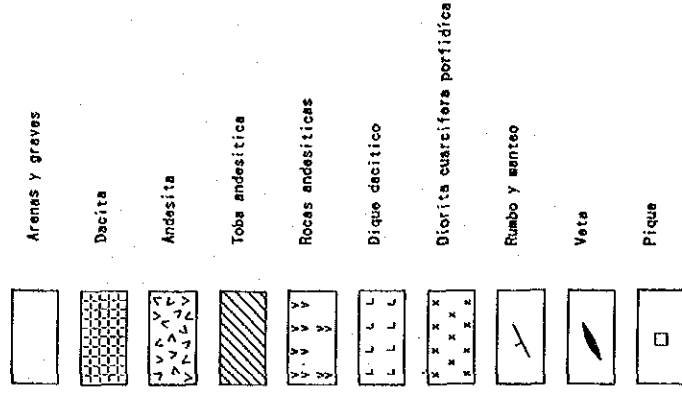


Figura 1-1-2 Mapa geologico del area Nº21



se conocen con certeza la direccion y el buzamiento de estos yacimientos, pero a juzgar por la orientacion de las galerias excavadas a pie de pozo, se estima que tienen direcciones N45° E~E-W (~N75° W). Asimismo, donde ha sido posible medir el buzamiento se han observado valores de 65° a 90° hacia el NW~N.

Por lo que se refiere a la magnitud de los yacimientos, debido a la escasa calidad de los afloramientos y a las razones anteriormente mencionadas, no se puede precisar su prolongacion en direccion y buzamiento (el pozo vertical mas profundo es de unos 50 m). La potencia de las vetas se conoce en pocos casos; varia generalmente entre 25 y 100 cm, con un maximo de 250 cm. Entre las menas encontrados abundan la hematita y especularita y en menor cantidad limonita, galena, anglesita, calcopirita, pirita y cuprita y cantidades muy pequenas de minerales de oro y plata. La ganga esta constituida por cuarzo y caliza. La secuencia de cristalización de los minerales es cuarzo → cuarzo - galena - blenda - calcopirita - pirita → calcita. La calcita aparece cortando a otros, o bien formando vetas independientes (M304).

Se han encontrado ademas zonas de silicificacion en la diorita cuarcifera porfidica, con abundantes vetillas de cuarzo (B-240), y localmente, mineralizacion diseminada de escasa de hematita y especularita en la dacita.

Los resultados del analisis de muestras representativas de esta investigacion se indican en el Apd. Tab. 5. Al no poder tomarse directamente muestras en todas las calicatas de prospeccion, se acompaña el analisis de muestras tomadas del correspondiente desmonte. La siguiente tabla muestra potencias de vetas y resultados de analisis de muestras de alta ley.

Tabla I -1-1 Analisis quimico de menas con alta ley

No. de muestra	Potencia	Au	Ag	Cu	Pb	Zn
B258		0,3g/t	59g/t	0,27%	9,76%	2,9 %
B264	70cm	0,1g/t	30g/t	0,01%	1,71%	9,35%
B268		6,9g/t	6.100g/t	0,21%	7,32%	0,74%
B276		0,2g/t	36g/t	0,17%	9,84%	1,95%
M318	100cm	0,4g/t	213g/t	tr	0,20%	0,56%

De los filones cuarciferos con plata, plomo y zinc se seleccionaron dos muestras y se midio la salinidad y la temperatura de homogeneizacion de las inclusiones fluidas. Los resultados se muestran en la Apd. Tabla 10 y la Apd. Fig. 4. La temperatura de homogeneizacion fue 173~212°C, y la salinidad

fue de 1,1wt% equivalente a NaCl.

## (2) Alteracion hidrotermal

La alteracion de los principales yacimientos de plata, plomo y zinc de esta zona no se distingue de una debil propilitizacion a escala general, si se exceptuan la silicificacion y debil argilizacion (cloritizacion) dentro del yacimiento y en la roca encajante (rocas volcanicas andesiticas, especialmente toba brechosa) proxima al yacimiento. Asimismo, en las zonas de silicificacion de la diorrita cuarcifera porfidica, esta roca se silicifica, pero la andesita basaltica situada a su alrededor no sufre mayor alteracion.

## 1-1-3 Estudio geoquimico

Se tomaron muestras de depositos aluviales en 131 lugares del presente area.

Los resultados del analisis y los parametros estadisticos se recogen en la Apd. Tabla 6 y la Tabla 7, respectivamente. Los histogramas y diagramas de acumulacion se muestran en la Apd. Fig. 1 y mapa de anomalias geoquimicas en el Plano 25.

La relacion entre la distribucion de anomalias geoquimicas de cada elemento y los indicios de mineralizacion se detalla a continuacion.

Au: todas las muestras contienen menos de 20 ppb, y no se han detectado anomalias.

Ag: se obtuvieron anomalias en dos puntos de la parte norte, donde se distribuye la andesita basaltica, pero ambos se estan alejados entre si, y en las proximidades de ninguno de ellos se han confirmado indicios de mineralizacion o zonas de alteracion.

Cu: los valores de los analisis siguen una distribucion log-normal, y no se ha detectado ninguna anomalia.

Pb: se obtuvieron anomalias en 11 puntos, principalmente en la zona donde se distribuye la andesita basaltica. 5 de ellas se distribuyen continuamente en un mismo deposito aluvial en las proximidades de la veta de alta ley situada en la parte noreste anteriormente mencionada. Ademas, el yacimiento proximo se dispone segun misma orientacion que el deposito aluvial, y tiene la misma direccion.

Zn: se obtuvieron anomalias en 8 puntos, principalmente en la zona donde se distribuye la andesita basaltica. En la mayoria de estos puntos se obtuvo tambien anomalia de Pb. Los puntos anomalos se suceden a lo largo del deposito aluvial proximo a la veta de alta ley mencionada anteriormente.

As: los valores de los analisis siguen una distribucion log-normal, y no se ha detectado ninguna anomalia.

Por lo que respecta a la correlacion entre los diversos elementos, salvo la combinacion Pb-Zn (coeficiente de correlacion 0.65), los demas elementos practicamente no estan correlacionados.

#### 1-1-4 Consideraciones

El area estudiada se halla comprendida entre las areas B y No. 8, estudiadas en la Fase anterior. Estas 3 areas se alinean aproximadamente en direccion N-S. A continuacion se ofrece un cuadro comparative de las mineralizaciones y alteraciones de las 3 areas (Tabla 1-1-2).

Segun el cuadro proximo, el tipo de roca encajante, la potencia de las vetas metaliferas y la alteracion difieren en el area B, pero en las caracteristicas de las vetas metaliferas, asociaciones minerales y leyes de las vetas hay muchos puntos comunes a las 3 areas. Ademas, los yacimientos de las 3 areas estan localizados en afloramientos en la parte este, y se alinean aproximadamente en direccion N-S.

Por consiguiente, si bien se cree que los yacimientos en las 3 areas se deben a procesos mineralizadores de las mismas carracteristicas, teniendo en cuenta que las vetas metaliferas de las areas No. 21 y No. 8 se localizan en andesita basaltica situada en contacto de la roca encajante de la area B (toba dacitica soldada), y que las asociaciones de minerales alterados relacionadas con el proceso mineralizador son del tipo cuarzo-clorita, se estima que los yacimientos en ambas zonas son de inferior calidad a los yacimientos de la area B. Sin embargo, las inclusiones fluidas en dichas zonas tienen una temperatura de homogeneizacion no superior a la de las inclusiones fluidas de la zona B.

Para solucionar este problema se consideran necesarios un estudio geologico de detalle y una investigacion de las alteraciones e inclusiones fluidas de la presente zona.

#### 1-1-5 Conclusiones

En el presente area se localizan mas de 10 yacimientos de plata, zinc, plomo, con andesita basaltica cretacita como roca encajante.

Este grupo de yacimientos se formo a partir de la misma serie de procesos mineralizadores que los yacimientos de la zona B.

La densidad de distribucion de vetas mineralizadas tiende a crecer en el orden zona No.8 → zona No.21 → zona B. Asimismo, la ley media de las muestras tomadas durante el estudio del presente area, no es inferior el del area B (muestras tomadas en Fase anterior). Por otra parte, los afloramientos

Tabla I-1-2 Comparacion de las areas de N°21, B y N° 8

	area N° 21	area B	area N° 8
Roca madre	Rocas volcanicas andesiticas	Dacita, toba dacitica soldada, diorita	Rocas volcanicas andesiticas
Disposicion y tamaño de los yacimientos	vetas mineralizadas 12 direccion N45° E, ~E-W buzamiento 65° ~ 90° , N-NW Filones stockwork ~Relleno por minerales filonianos de roca madre brechizada Potencia de las venas 0.2~1.0 m	vetas mineralizadas principales, 14 direccion: sistema N20° W sistema N50° W buzamiento 60° ~85° E Relleno por minerales filonianas de roca madre brechizada Distribuidas en un area de 3 km (N-S) × 2 km (E-W) Maxima prolongacion en direccion 1950 m, profundidad 150 m + Potencia de las vetas 0.5~2 m	vetas mineralizada direccion, N20° E buzamiento 80° W minerales filonianos en zonas milonitizadas, mineralizaciones compactas Prolongacion en direccion 500 m Prolongacion en buzamiento 180 m Potencia de las venas 1.5 m
Menas	Galena, blenda, cuprita, hematita, calcopirita, cuarzo	Galena argentifera, blenda, cuprita, covelina, calcopirita, mineral de plata, hematita	Galena, blenda, calcopirita, mineral de plata, ornativo, hematita
Ganga	calicita	Cuarzo	Cuarzo, calcita
Grado del mineral		Ag 200~400 g/t	Au 2.0 g/t, Ag 400 ~500 g/t
Ley medio de las muestras extraidas	23 muestras Au 0.5 g/t, Ag 289 g/t, Pb 1.58%, Zn 1.17%	32 muestras (año anterior) Au 0.9 g/t, Ag 360 g/t Pb 1.43%, Zn 0.14%	1 muestra(año anterior) Pb 20.50%, Zn 0.95%
Alteraciones	Silicificacion, cloritizacion (Dentro y fuera de las vetas)	Cuarzo-pirofilita (dentro de las vetas) Caolin (fuera de las vetas 50m)	Silicificacion, cloritizacion (dentro y fuera de las vetas, 1~2 m)

de la roca madre en las areas donde se localizan las vetas mineralizacion son de baja calidad, y la prolongacion en direccion de las vetas mineralizacion se halla cubierta por niveles aluviales cuaternarios.

Por consiguiente, estas areas de yacimientos y las situadas entre vetas mineralizacion deben ser consideradas atentamente. En particular, ofrecen interes las vetas de alto grado localizadas al noreste, en cuyas proximidades se obtuvieron anomalias de Pb y Zn como resultando del estudio geoquimico.

Los restantes indicios de mineralizacion son de pequena magnitud y baja



ley, por lo que se desestiman.

## 1-2 Area N° 22

### 1-2-1 Geología y estructura

Por la parte central de esta area discurre la falla de Atacama, con un ancho aproximado de 5,5km, en direccion NNW-SSE. Paralelamente a la falla se distribuyen las siguientes formaciones : exterior al este, cuarcita del Paleozoico ; en el interior de la zona de falla, andesita y rocas sedimentarias marinas del Cretacico ; y exteriormente al oeste, andasita del Jurasico.

Las rocas intrusivas se distribuyen proximas al limite este de la falla, predominantemente en direccion paralela a la misma, y comprenden diversas litologias, desde intrusiones anteriores de diorita hasta intrusiones posteriores de granodiorita.

La columna geologica generalizada se indico en la Fig. I -1-3.

### Formacion paleozoica

Esta compuesta unicamente por cuarcita formada por agrupacion en mosaico de granos de cuarzo medios a gruesos. Los granos de cuarzo experimentan crecimiento secundario y muestran una union en sutura, de alto grado de cementacion. Asimismo, oxido de hierro ha percolado en los espacios entre granos de cuarzo, dando a la roca un color rojizo.

La estratificacion de la formacion tiene en general direccion E-W, y inclina hacia 20~40° S, pero localmente existen estructuras suavemente plegada, Asimismo, en las cercanias de la falla de de Atacama la direccion y el buzamiento se ven perturbados, mostrando buzamientos fuertes de 60~70° .

Una parte de la cuarcita en contacto con la falla de Atacama esta finamente partida en fragmentos de 2~5cm de tamano.

### Formacion jurasica

La andesita jurasica procede de lavas en casi totalidad, pero en el extremo noroeste de la presente area lleva intercaladas delgadas capas de toba andesitica.

La lava andesitica tiene color gris oscuro a pardo oscuro, y en algunos casos contiene abundantes fenocristales de plagioclasa o muestra litofacies afanitica.

EDAD	COLUMNA GEOLOGICA	LITOLOGIA	ESPESOR (m)	MINERALIZACION
Cuaternario		Aluvio y coluvio	~ 80	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Veta</li> <li style="margin-left: 20px;">[ Ag-Cu (Mina Unión)</li> <li style="margin-left: 20px;">Au (Mina Isleña)</li> <li style="margin-left: 20px;">(Mina Jesica) ]</li> </ul> <ul style="list-style-type: none"> <li>● Manto</li> </ul>
Cretácico		Andesitas Porfido dacítico Granodiorita Dacita Diorita	1.000(+)	
		Basalto Caliza Arenisca, Conglomerado, Toba andesítica, Andesita	400(+)	
Jurásico		Andesita	400(+)	
Paleozoico		Cuarcita	500(+)	

Fig. 1-1-3 Columna geologica generalizada del area N° 22

La identificación de la estratificación es difícil, por proceder casi exclusivamente de la superposición de coladas de lava. Sin embargo, vista de lejos, se aprecia claramente una estructura estratificada. La dirección es N50~70° E, y el buzamiento es 0~30° S, suave en la parte norte (estratos inferiores) y más pendiente hacia al sur.

La superposición de estos niveles de andesita forma una potente serie, de 2,000m en la presente area. Dichos niveles son seccionados directamente por la falla de Atacama.

Estas rocas están en general débilmente alteradas, y sus feldespatos están prácticamente frescos, pero los minerales maficos experimentan cloritización.

Por otra parte, los yacimientos que posteriormente se describen sufren sus proximidades (de varios centímetros a varios metros) una débil argilización, y muestran color pardo por manchas de óxido de hierro.

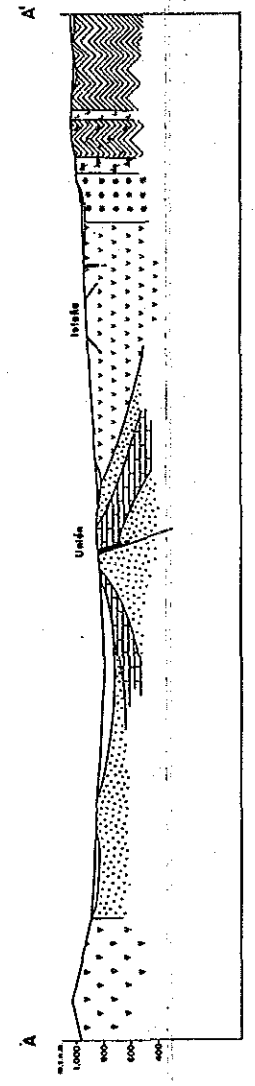
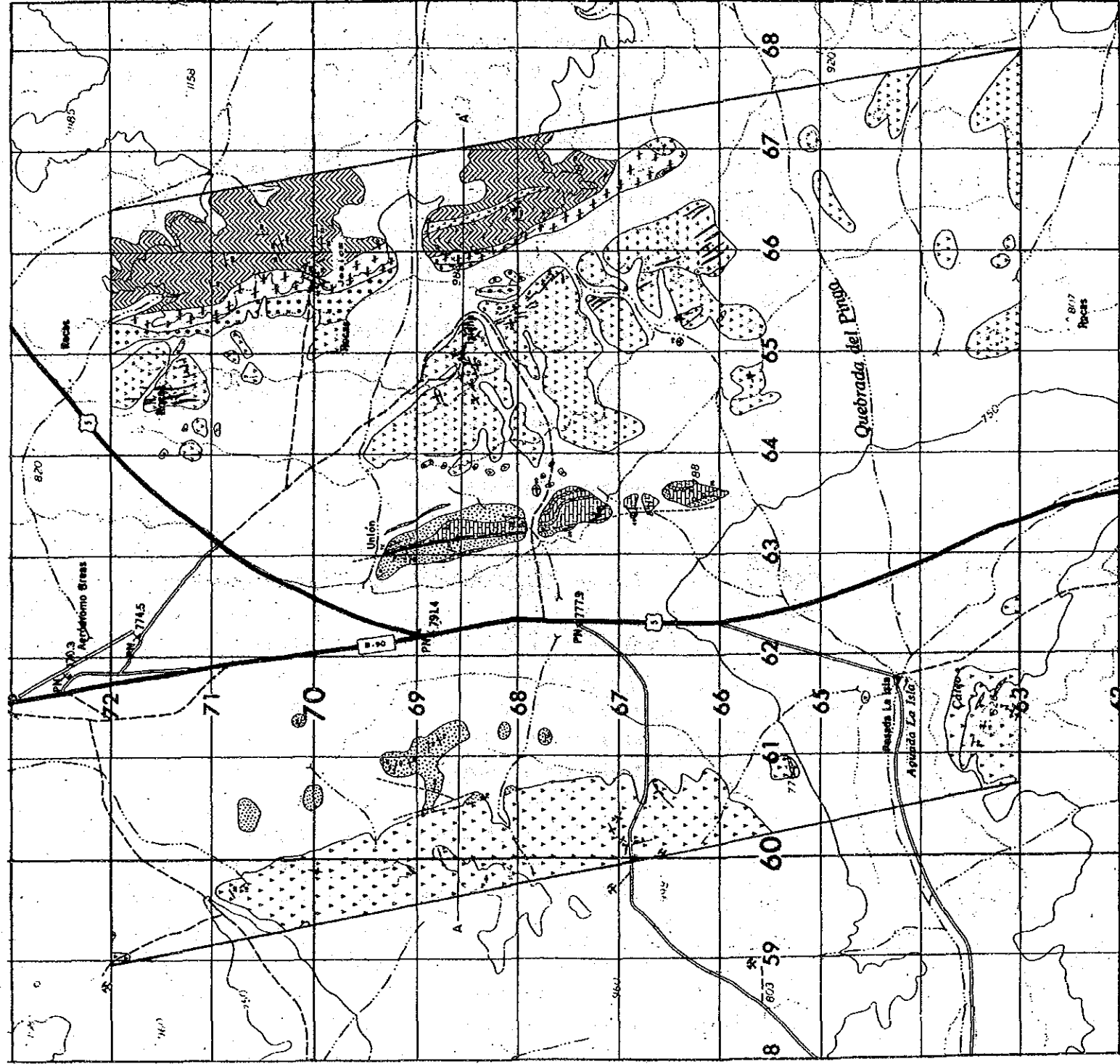
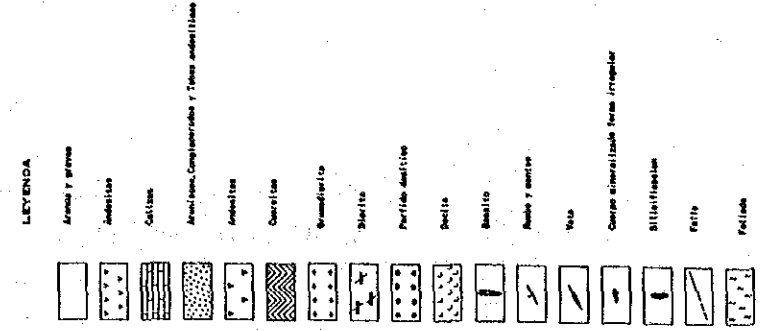
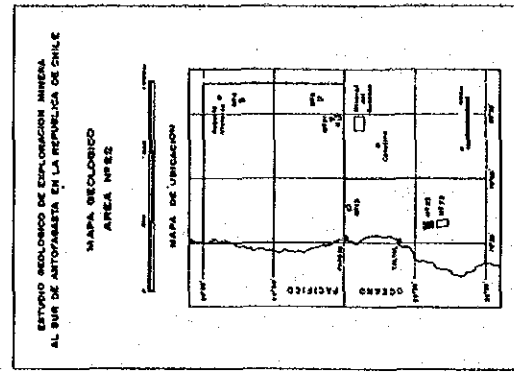


Figura I-1-4 Mapa geológico del area Nº22



### Formacion cretacica

Las rocas cretácicas están formadas por andesita, arenisca, conglomerado, caliza, etc. En la parte este, la andesita se distribuye extensamente, y del centro al oeste abundan las rocas sedimentarias. En la parte central, las rocas volcánicas y sedimentarias se alternan.

La andesita muestra bandas verdosas o color pardo rojizo. La andesita en contacto con rocas sedimentarias tiene color pardo rojizo, y a medida que se aleja de la zona de rocas sedimentarias va adquiriendo un tono verdoso. La roca consiste en andesita porfídica con fenocristales de plagioclasa a afanítica.

En las proximidades de los sectores donde se distribuye la caliza se encuentra toba andesítica con fragmentos volcánicos y toba arenosa que contiene abundantes moluscos fósiles. Sin embargo, hacia el este predomina la lava. El hecho que la andesita este en contacto con parte de los estratos marinos, se interprete que procede de una erupción próxima a la línea de costa.

Debido a que prácticamente no pueden identificarse superficies se estratificación en la andesita, su estructura es incierta. Asimismo, la distribución de esta roca encuentra preferentemente en dirección N-S siguiendo la falla de Atacama. La andesita con bandas verdes que se distribuye extensamente al este de la presente área se presenta de epidotizada y muestra manchas de color pardo amarillento por argilización, debido a las de intrusiones.

Las rocas sedimentarias están formadas principalmente por arenisca de grano grueso y conglomerado de grano fino, y en la parte central del área estudiada se intercalan estratos caliza.

La matriz de la arenisca y el conglomerado contiene óxido de hierro, que le da un color pardo rojizo. Los fragmentos son principalmente de andesita, subredondeados, de clasificación regular a mala. La dirección es localmente E-W, y el buzamiento  $30^{\circ}$  S, pero en las proximidades de la falla que recorre de N a S la parte central, tanto la dirección como el buzamiento se ven modificados.

La caliza se distribuye en una delgada franja paralela a la falla N-S antes citada, y presenta color gris claro amarillento a gris oscuro. Por disolución de la parte calicalear es frecuente desarrollo de cavidades. Esta roca muestra aspecto sacaroide por recristalización.

La potencia de los estratos caliza es 0,5~1,0m, y se interestratifica con arenisca, conglomerado, toba y andesita, mostrando una estructura en islotes.

La extensión confirmada de los estratos de caliza es de 3,5km en dirección N-S y 0,5km en dirección E-W. Fuera de esta área está cubierta por

sedimentos aluviales.

Esta caliza contiene abundantes fosiles de ostraceos litorales, por lo que se deduce que esta roca sedimentaria y parte de la andesita se sedimentaron en un ambiente proximo a la costa.

La zona de distribucion de la caliza muestra ondulaciones topograficas, y tanto esta y demas rocas sedimentarias estratificadas como la andesita presentan estructuras plegadas segun dichas ondulaciones. Probablemente la zona central se ha activado por el movimiento de la falla, hasta dar lugar a dichas estructuras plegadas.

#### Formacion cuaternaria

En la parte central del area estudiada, siguiendo el trazado de la Carretera Panamericana, se distribuyen extensamente sedimentos fluviales cuaternarios, que impiden el afloramiento del substrato. Su potencia es maxima en los valles a lo largo de la carretera, y decrece hacia ambos lados.

Este cuaternario esta formado por arenas y gravas. En el area, a diferencia de otras areas secas, las rocas de evaporita son pequenas. Asimismo, la infiltracion de salitre transportado por el viento es tambien pequena.

#### Rocas intrusivas

La mayor de las rocas intrusivas se concentran en las cercanias del limite este de la falla de Atacama, y se alargan segun la falla en direccion NNW-SSE.

Las rocas son, por orden de antiguedad diorita, porfido dacitico, granodiorita, dacita y basalto.

Ademas de estas, la andesita cretacica esta intruida por cuerpo rocosos de 10 a 20m de diametro de roca silicea con cuarzo compacto y pequenas cantidades de hematitas, que a veces se presenta en diques de 10m de potencia y 200m de longitud.

Estas rocas intrusivas estan controladas por la falla, activada a partir del Cretacico superior. Por tanto, se cree que las intrusiones son posteriores a esta epoca.

Por ultimo, en la andesita jurasica situada al oeste del area estudiada se intruyen pequenos diques basalticos.

#### Estructura

La falla de Atacama, que ejerce una influencia sobre la estructura del area, la actividad intrusiva y la formacion de yacimientos, y atraviesa la Cordillera de la Costa del norte de Chile a lo largo de 800km, es una gran falla que controla las caracteristicas de las lineas estructurales.

El movimiento de esta falla comenzo en el Cretacico y se ha mantenido hasta la actualidad.

En esta área, la falla de Atacama discurre en direccion NNW-SSE en un ancho aproximado de 5,5km. Como queda dicho, las características geológicas en el interior (mas moderno) y el exterior (mas antiguo) de la zona de falla difieren.

De ello se deduce que la parte exterior se eleva. Asimismo, en la parte central de la falla se desarrolla una falla inversa en direccion N15° W y buzamiento 78° E que da lugar a una zona milonitizada de 9m de ancho. Paralelamente a esta falla hay numerosas fisuras, y un area rica en estas fisuras forma el mayor yacimiento del area estudiada (Mina Union ), que se describe posteriormente.

Esta falla inversa se considera formada por el empuje ascendente debido a la compresion creada en la parte central por el hundimiento de la falla de Atacama. Este movimiento activa tambien los estratos calizas, formando pliegues en forma de casco de barco.

En las cercanias del extremo oriental de la falla de Atacama la cuarcita esta intensamente fracturada en una franja de 200m de anchura. Por otra parte, la zona de falla esta extensamente cubierta por sedimentos cuaternarios, por lo que hay numerosos detalles sin aclarar.

Cada formacion presenta localmente una estructura monoclinial de direccion E-W y buzamientos, excepto la caliza, cuya direccion es N-S.

#### 1-2-2 Yacimientos

Segun se muestra en el plano 24, en el area estudiada existen numerosos yacimientos de tipo vetiforme y de diseminacion en la falla de Atacama y areas colindantes, pero a excepcion del yacimiento Union, la mayoria son vetas de unos 20cm de potencia.

Los principales metales son oro, plata y cobre.

Los yacimientos actualmente en explotacion son tres, Union, Jessica e Islena, pero salvo el Union, se trata de explotaciones de poca monta, con 2 o 3 operarios.

#### Yacimiento Union

Este yacimiento esta situado unos 900m al este de la Carretera Panamericana, y actualmente es propiedad de SOTRAMIN (Sociedad de Trabajadores Mineros ), una empresa formada como inversion conjunta por 18 inversores chilenos. Dicha empresa posee una planta de tratamiento propia en la ciudad de Taltal, donde se produce plata por el metodo de amalgamacion.

La produccion en la mina es llevada a cabo por 60 trabajadores. Se extraen mensualmente (a Julio de 1.986 ) 460T de mineral con un grado de 25g/t

de Au, 202,7g/t de Ag y 0,4% de Cu.

Este yacimiento se dispone paralelo a una falla de dirección N15° W y buzamiento 70~80° E que discurre por el centro del área estudiada, a unos 20m al este de dicha falla, aprovechando una franja fisurada. Una parte del yacimiento es de carácter diseminado. Esta franja fisurada mineralizadora está formada por interestratificación de caliza, arenisca, conglomerado, andesita y toba andesítica.

La extensión confirmada por galerías en horizontal y vertical es de 430m y 130m, respectivamente. La potencia medida de la veta es 1~2m, pero localmente puede alcanzar 15m.

Los minerales de mena son cuprita, calcopirita, calcocina, sulfuros de plata, plata nativa, minerales de oro en pequeña cantidad, etc. La ganga está compuesta por calcita, hematita y cuarzo, abundando las dos primeras y escaseando el tercero.

Las menas se disponen en diseminaciones, lentes o películas de varios centímetros a varias decenas de centímetros de anchura, conteniendo ganga.

Este yacimiento muestra en sentido vertical la siguiente diferenciación: hasta unos 50~80m desde la superficie, zona de oxidación formada por cuprita y óxidos de hierro; varias decenas de metros por debajo de ella, zona de enriquecimiento secundario, con calcocita y plata nativa; y por debajo de esta, la zona primaria, con calcopirita.

En la zona primaria, la ley de plata disminuye bruscamente. La bonanza de la plata no se conoce en detalle, pero a juzgar por el aspecto de muestras de la mina (ver la Fig. I-1-5) la inclinación de dicha bonanza es de unos 10°, de norte a sur.

Los resultados del análisis de muestras son los siguientes:

Nº Muestra	Au (ppb)	Ag (g/t)	Cu (%)	Pb (ppm)	Zn (ppm)	As (ppm)
B494	<20	10	0,54	530	186	9
B495	6,3ppm	45	17,65	11	59	20
B496	<20	900	6,45	330	423	39
B500	40	28	3,03	21	514	74

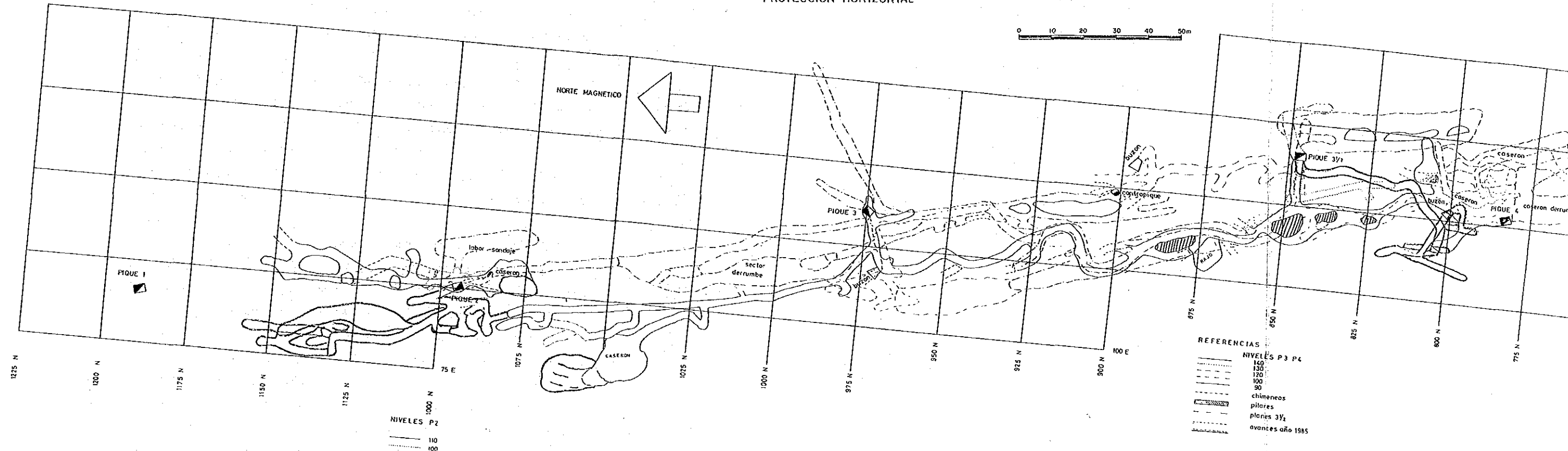
En la prolongación hacia el sur de este yacimiento afloran intermitentemente zonas de fracturación infiltradas de óxido de cobre, hasta 1,5km más allá del límite sur de las galerías de mina. Desde ese punto en adelante, no puede seguirse debido al recubrimiento cuaternario.

La alteración es incierta.

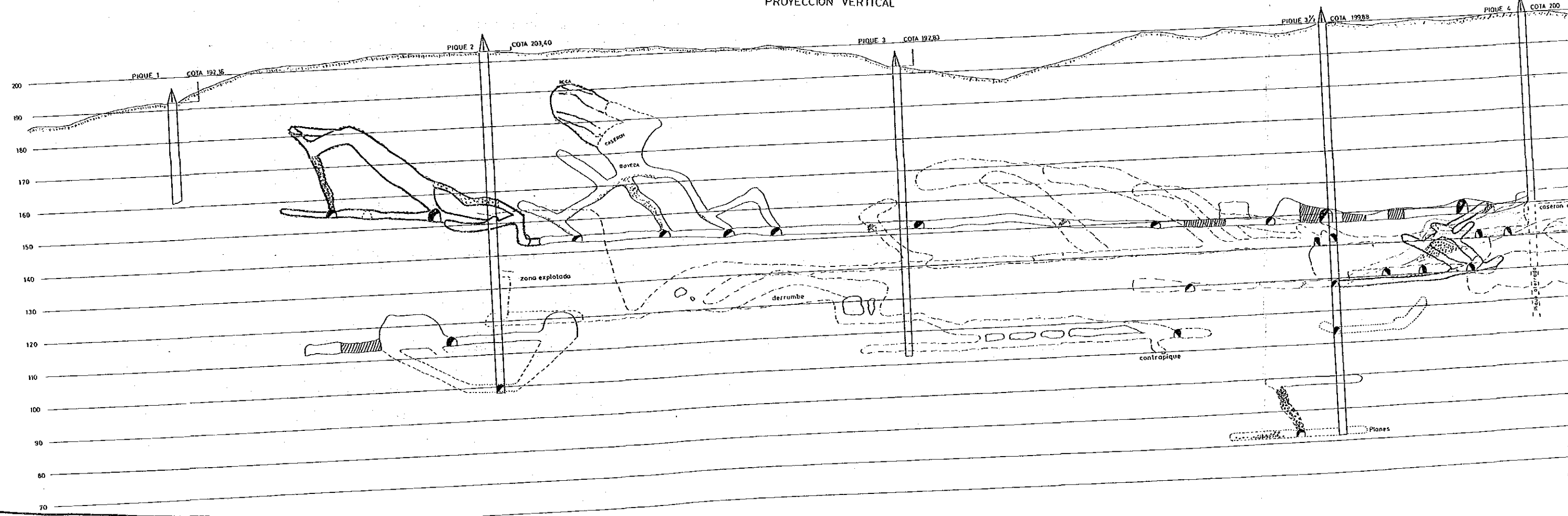
Yacimiento Isleña



PROYECCION HORIZONTAL



PROYECCION VERTICAL



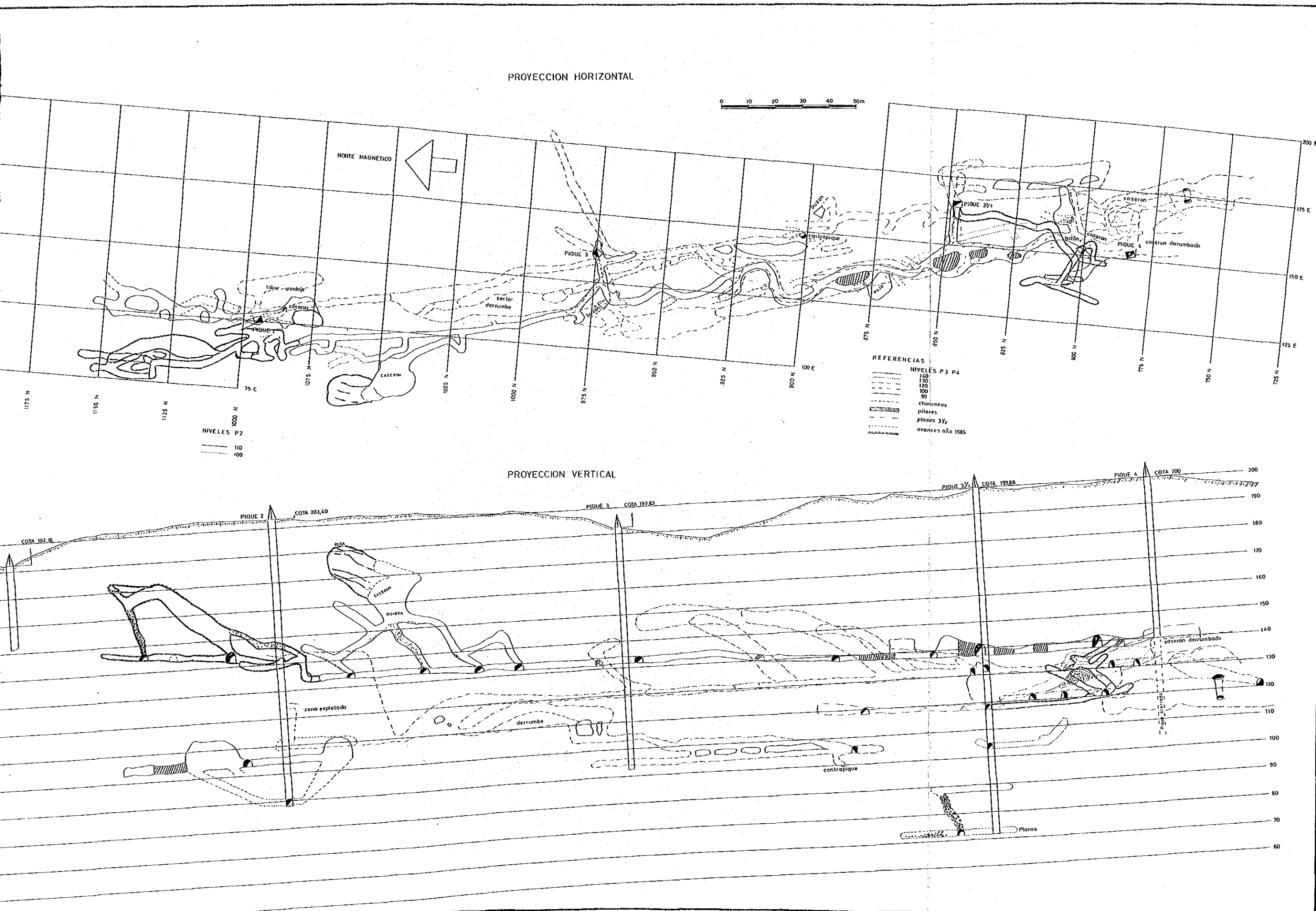


Figura I-1-5 Mapa de labores de la Mina Union



Este yacimiento esta formado por vetas de hematita y cuarzo aurifero hospedados en las lavas andesiticas cretacicas de la parte este del presente area. En este estudio se han confirmado mas de 10 vetas.

En la actualidad, 2 operarios realizan labores mineras a muy pequena escala en una parte de las excavaciones de un antiguo pozo. En la mina, en conjunto, se han encontrado mas de 30 desmontes, por lo que se estima que en la epoca de maximo auge alcanzo una produccion importante.

El sistema de vetas del yacimiento se divide en 2 : N45~70° E y N30~40° W. El primero se localiza en la parte norte de la mina, y el segundo, en la parte sur.

El sistema N45~70° E presenta un buzamiento relativamente suave, 40~70° N. Por el contrario, el sistema N30~40° W tiene un fuerte buzamiento de 80°, en ocasiones hacia el NE, en otras hacia el SW.

En casos aislados la prolongacion en direccion de las vetas llega a 200, pero por lo general es de unas decenas de metros. La prolongacion en buzamiento no se conoce con precision, pero a juzgar por las cantidades de material desechado debe ser de unos 20~30m.

La potencia de las vetas es de unos 0,2. Los minerales componentes son hematita (rico en hierro especular de color ambar con estructura en escala), cuarzo y calcita principalmente, con pequenas cantidades de cuprita.

Segun el personal de la mina, la ley del mineral es 5~8g/t de Au.

En el presente estudio se obtuvieron los siguientes resultados de la ley de muestras representativas tomados de desmonte del mineral.

Nº muestra	Au(g/t)	Ag(g/t)	Cu(%)	Pb(ppm)	Zn(ppm)	As(ppm)
B503	28	3,5	1,65	<2	8	15
B505	2,1	2,5	1,37	<2	8	13
B506	15	2,4	3,36	<2	9	6
B507	<20ppb	0,4	32ppm	5	6	5
B512	1,5	0,9	0,37	<2	16	14

La roca encajante entre vetas, presenta cloritizacion y epidotizacion en un ancho de 1~2m.

#### Yacimiento Jessica

Este yacimiento esta situado en la parte noreste del area estudiada. Es un yacimiento vetiforme con cuarcita paleozoica como roca encajante. En la actividad, se llevan a cabo labores de explotacion de oro a muy pequena escala, por 4~5 personas, y el mineral se vende a la planta de ENAMI.

En este yacimiento hay tambien dos sistemas de veta, N20~30° W,

60~75° NE, y E-W, 30° N. La prolongacion en direccion del sistema NW es de 200m, y la del E-W, 100m. La prolongacion en buzamiento es incierta, pero a juzgar por el tamaño de los desmonte es muy escasa.

La potencia de las vetas es 0,5~0,9m para el sistema NW y 1,0m para el sistema E-W.

El numero de vetas confirmadas es de 4 en el sistema NW y 2 en el sistema E-W, bastantes menos que en el yacimiento Islena.

Los minerales componentes, al igual que en el yacimiento Islena son principalmente cuarzo y hematita (especularita), con pequenas cantidades de cuprita, calcopirita y oro. Por debajo de 30m se transforma en la zona de calcopirita.

La ley de Au es por termino medio de 5~6g/t, excepcionalmente 10g/t. La ley de Cu es inferior al que permite la venta comercial del mineral.

En este yacimiento no se advierte alteracion notable de la roca encajante.

Ademas de los yacimientos resenados, existen otros dispersos aflorando por las partes noreste, sureste y oeste del area estudiada, sin denominacion y similares al Islena, que contiene cuarzo, calcita, hematita y pequenas cantidades de cuprita y limonita. Se indica en el plano 24, y en todos ellos la potencia de las vetas es 0,1~0,3m. Como referencia, la ley del mineral es el siguiente.

Nº Muestra	Au (ppb)	Ag (ppm)	Cu (ppm)	Pb (ppm)	Zn (ppm)	As (ppm)
B501	<20	0,4	90	<2	48	240
M446	<20	0,1	24	4	284	13
M449	<20	0,7	177	<2	8	20

Asimismo, tal como se indico en el apartado de rocas intrusivas, vetas de cuarzo compacto en diques o masas rocosas que contienen hematita aislada o dispersa se desarrollan al oeste del porfido monzonitico cuarcifero cerca del limite este de la falla de Atacama, paralelamente a dicho porfido.

Estas vetas de cuarzo tienen una potencia de varias metro a varias decenas de metro, o bien 10~20m de diametro si se trata de cuerpos rocosos. Probablemente se trata de minerales relictos de de magma de porfidos monzoniticos cuarciferos, que se enriquecieron extraordinariamente en silice y se intruyeron.

Como referencia, se dan a continuacion los resultados del analisis de muestras relativamente ricas en hematita.

Nº Muestra	Au (ppb)	Ag (ppm)	Cu (ppm)	Pb (ppm)	Zn (ppm)	As (ppm)
B462	<20	0,1	6	9	10	7
B464	<20	0,4	2	2	2	5
B465	<20	0,1	7	2	5	5
B491	100	0,9	1,94%	3	29	13

### 1-2-3 Consideraciones

#### Lugares favorables a la localizacion de yacimientos

Como se ha senalado, en el area estudiada existen yacimientos de plata-cobre, representados por Union, y de oro, representados por Islaña. El primero se localiza sin lugar a dudas en una parte de la falla de Atacama, pero no hay pruebas de que el segundo intersecte dicha falla ni muestra fallas en la estructura vetiforme. Carece ademas de continuidad, por lo que se estima que no tiene relacion con la falla de Atacama.

Probablemente, el yacimiento Islaña se localiza en fisuras de la roca encajante, y en el caso del yacimiento Jessica en pequenas fracturas independientes de la falla de Atacama.

#### Procesos de mineralizacion

Confirme a lo expuesto previamente, en el area estudiada hay yacimientos de plata-cobre y oro, con notables diferencias en los respectivos componentes minerales. Es decir, en los primeros, la cantidad de plata y cobre es alta, pero la de cuarzo, oro y hematita es pequena. Por el contrario, en los segundos la cantidad de hematita es extremadamente alta, y la de oro y cuarzo relativamente alta, pero la de plata y cobre baja.

No se ha encontrado ningunna zona de transicion entre ambos tipos de yacimientos.

De lo anterior se infiere que ambos tipos de yacimientos se formaron independientemente, y que se desarrollan en determinadas areas.

### 1-2-4 Conclusiones

De acuerdo con lo anterior, en el area estudiada se localiza la falla de Atacama con un ancho de 5,5km. En su parte central existe el yacimiento de plata y cobre Union, que se ubica en el area favorable de la franja de fracturacion asociada a la falla.

La franja de fracturacion de la falla se extiende ininterrumpidamente hacia el sur hasta el area 23, y se sabe por datos anteriores que aun continua mas hacia el sur. Se sabe asimismo que se prolonga varios cientos de kilometros hacia el N.

Por consiguiente, esta falla es un campo favorable a la formación de yacimientos, y en el futuro cabe esperar el descubrimiento de grandes yacimientos mediante estudio de la prolongación de la falla.

Asimismo, la zona comprendida desde el oeste del yacimiento Union hasta el extremo oeste de la falla de Atacama es desconocida por estar cubierta por niveles cuaternarios, pero cabe esperar la existencia de vetas paralelas al yacimiento.

Por otra parte, en la mitad este de la falla de Atacama, pese a la relativamente buena calidad de los afloramientos, no se han descubierto más que pequeños yacimientos, tales como Isleña y Jessica. Además, estos yacimientos no guardan relación directa con la falla de Atacama y están formados en pequeñas fisuras de tensión, por lo que no cabe esperar una ampliación en el tamaño de dichos yacimientos.

De lo precedente se concluye que los objetivos de exploración para el futuro en el área estudiada son la prolongación N-S de la zona que alberga al yacimiento Union, y la región comprendida entre el oeste de la zona que alberga al yacimiento Union y el límite oeste de la falla de Atacama.

### 1-3. Área N°. 23

#### 1-3-1. Geología y Estructuras

La geología en esta área consiste en una secuencia de rocas volcánicas andesíticas jurásicas, rocas sedimentarias marinas y volcánicas andesíticas cretácicas y rocas intrusivas cretácicas, estas unidades se encuentran cubiertas por sedimentos aluviales cuaternarios de gran extensión, especialmente en la parte central del área (Figs. I-1-6 y I-1-7).

Las rocas jurásicas son lavas andesítico-basálticas con niveles de tobas andesíticas con variaciones brechosas.

Las andesitas basálticas son verde oscuro a negrozco con grandes cristales de plagioclasa, presentando variaciones texturales afáníticas alternadas de 1-2 m hasta 10m.

Las rocas sedimentarias marinas cretácicas corresponden principalmente a calizas y arenas acompañadas de lavas andesíticas y tobas de lapilli. Las calizas son arcillosas (calcilitas), con un color de meteorización pardo amarillento.

Las areniscas son gruesas y presentan matriz tobacea de color pardo rojizo. Entre estas rocas sedimentarias se intercalan lavas andesítico-basálticas de textura porfídica.

Las tobas de lapilli andesíticas tienen matriz arcillosa y presentan color gris verdoso a chocolate.

Las rocas andesíticas cretácicas son de color gris oscuro a verde oscuro y chocolate, las son textura predominantemente porfídica con variaciones afaníticas.

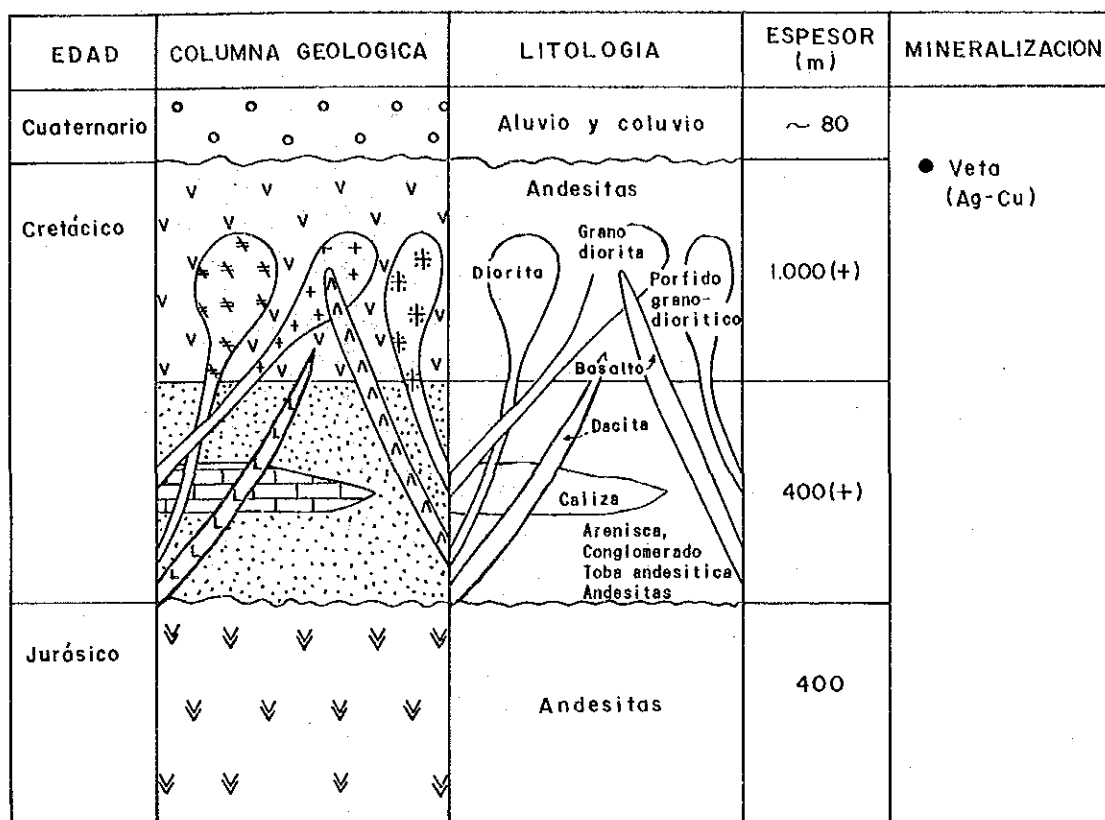


Fig. I -1-6 Columna geologica generalizada del area N°23

Rocas intrusivas corresponden a granodiorita diorita porfídica, porfidos granodioríticos, stocks dacíticos y diques basálticos.

Las granodioritas se distribuyen preferentemente al este del area cortando andesitas cretácicas.

Los afloramientos de diorita son de escasas dimensiones y de distribución diseminada, intruyendo a rocas jurásicas y cretácicas.

Los porfidos granodioríticos se distribuyen al noreste del area cortando principalmente a andesitas cretácicas.

Las dacitas y los basaltos afloran al norte del area como pequeños cuerpitos (stocks y diques), que cortan a andesitas jurásicas.

Las rocas sedimentarias y andesitas cretácicas están en contacto por falla, por lo cual no es posible determinar la posición relativa entre ellas. Basados en la estratigrafía del area se puede presumir que en el area N°23 la secuencia estratigráfica se dispone de abajo hacia arriba en estratos de arenisca, caliza, arenisca y lavas andesíticas, aflorando de oeste a este





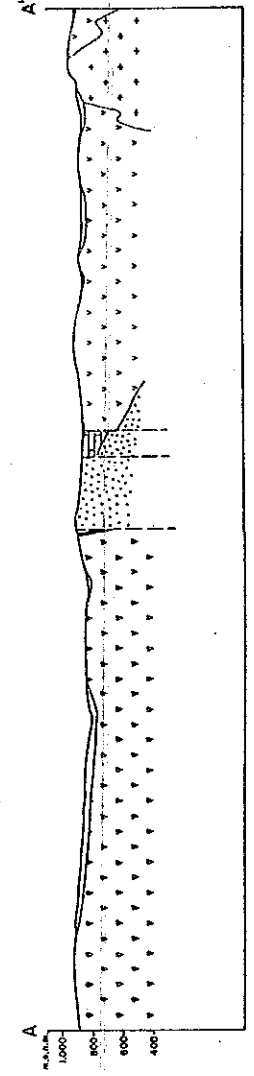
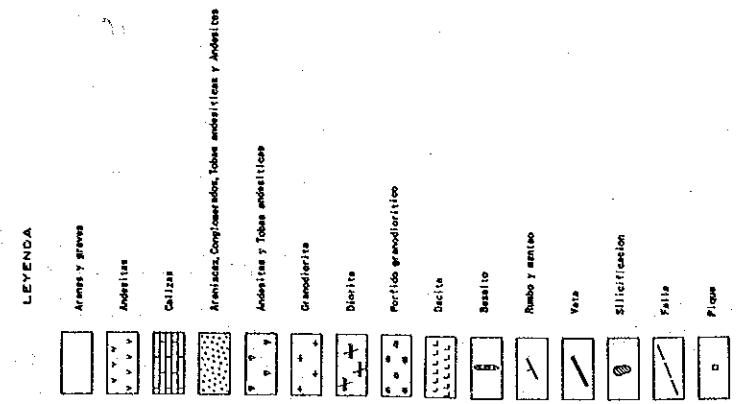
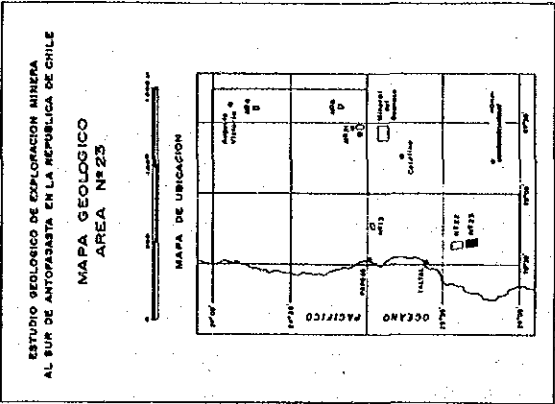
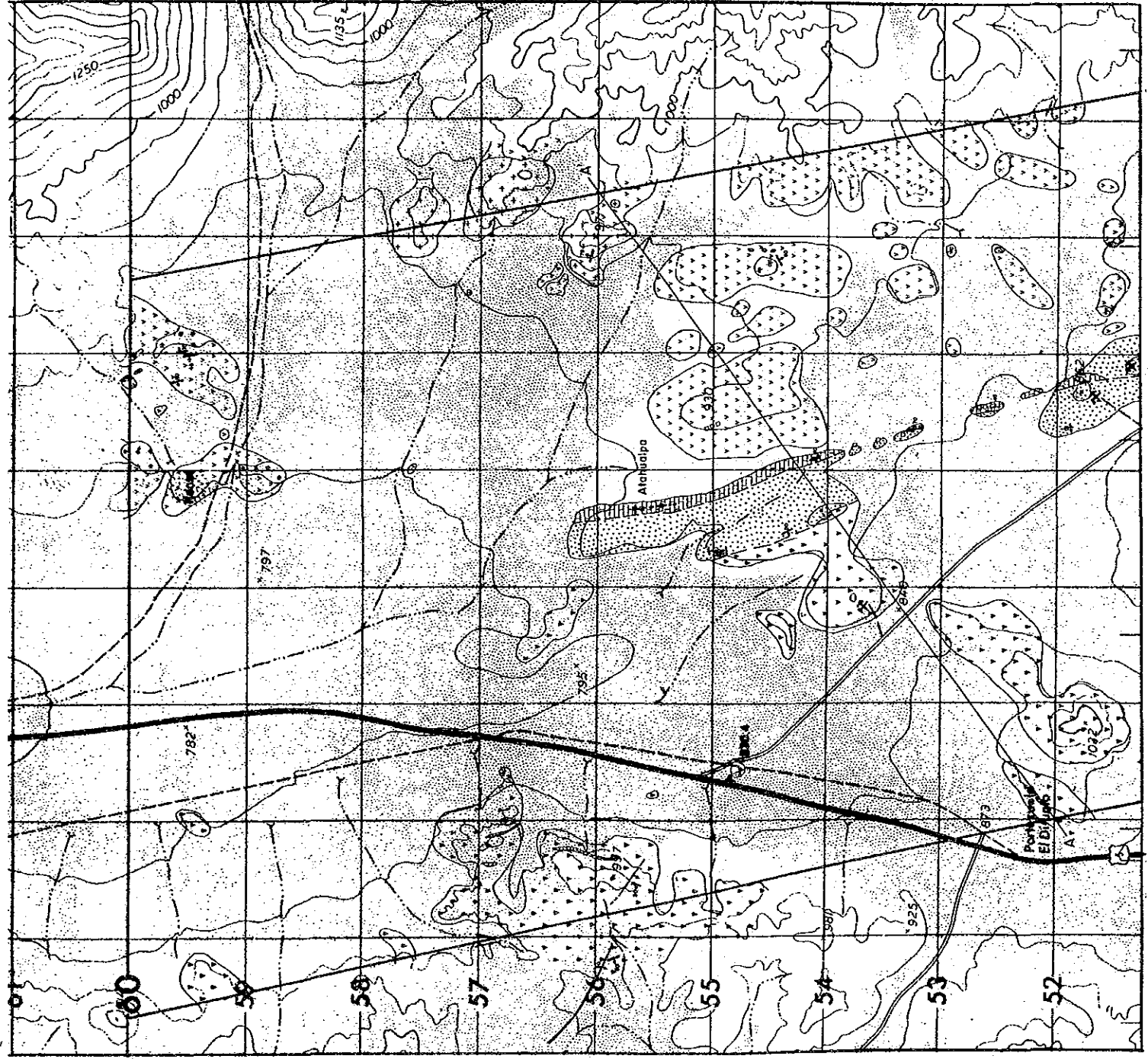


Figura I-1-7 Mapa geológico del area N°23



en ese orden.

Las estructuras de esta area corresponden a un gran sistema de fallas (Falla Atacama) de direccion N-S o NNW~ SSE.

Las rocas jurasicas y cretacicas se distribuyen en una franja N-S a lo largo de las fallas.

Las estructuras de las rocas jurasicas son predominantemente NS o NW/SE con manteos de 10-30° W-SW formando estructuras monoclinales.

Las rocas sedimentarias Cretacicas presentan diversos rumbos y manteos debido a la intensa tectonica que las afecta, sin embargo, se proesume que la inclinacion original seria al este .

Las rocas intrusivas, especialmente losgranitos y los porfidios granodioriticos, se ubican al este con una distribucion elongada NNW-SSE.

### 1-3-2. Yacimientos

#### (1) Mineralizacion

En esta area se en contraron 3 tipos de yacimientos segun la distribucion y asociacion de mineralogica .

i) yacimientos argentiferos con pirita y calcopirita, tipo stockwork o diseminado.

ii) vetas de calcita -hematita- oxidos de Cu.

iii) vetas de cuarzo y calcita.

Los primeros (argentiferos) se localizan en las cercanias de una falla y la mineralizacion esta controlada por esta (mina Atahualpa, paralizada). La caja de la mineralizacion forma vetillas y stockworks de sulfuros en las zonas cizalladas o bien, diseminacion tanto en las zonas de cizalle como en las cajas. El cuerpo mineralizado se localiza a lo largo de la falla, pero en un sector se desarrolla en forma maciza. Los minerales metalicos son los ya mencionados ademas de escasa plata nativa. Como mineral de ganga se observa escasa calcita en stockworks. Desde la superficie hasta los 80 m de profundidad los sulfuros estan alterados a oxidos de Cu. La dimension del yacimiento es de 70m de potencia. Segun datos entregados por el propietario de la mina la ley de oro es de 0,5 g/ t, la de Ag 10g/ t y Cu 0.40%.

A lo largo de la falla que controla la mineralizacion de la mina Atahualpa, y por 3 km al Sur, se observan numerosos picados en rocas cizalladas con oxidos de Cu.

En la parte oeste de la mina Atahualpa se encontraron dos yacimientos tipo stockwork de calcita, oxidos de Cu, hematita y limonita. Ambos yacimientos se distribuyen alo largo de la falla, con el mismo rumbo de esta.

Las rocas de caja son andesitas cretácicas y contienen escasa Ag (19-56 g/t) y Cu (1,1-3,3%).

En el sector noteste y este se distribuyen vetas de calcita, hematita óxido de cobre, de escasa potencia (0,05 a 0,35m). Dichas vetas se alojan en lavas andesitas y granodioritas cretácicas.

Al oeste, fuera del área se reconocen vetas de cuarzo-calcita con corridas mayores a 1 km y potencia de 1,6-3,6m. Análisis geoquímicos de estas vetas no detectaron valores de oro ni plata.

Los resultados de los análisis geoquímicos se presentan en Ap. Tabla 5.

## (2) Alteración

Esta área no presenta alteración regional, excepto una leve epidotización cerca de las granodioritas y porfidos granodioríticos.

La roca de caja del yacimiento Atahualpa presenta una débil cloritización.

En las andesitas cretácicas de la parte este del área se reconocen 7 zonas silicificadas de escasas dimensiones, concentrándose en el sector sureste, 5 de ellas distribuidas en una franja de orientación N-S, la alteración consiste en una asociación cuarzo-alunita. Los análisis geoquímicos de estas zonas no presentan valores anómalos interesantes.

## 1-3-3. Consideraciones

Esta área se ubica al sur y sureste del área No 22 que ha sido estudiada en esta Fase. La mina Atahualpa se localiza en dirección SSE de la mina Unión (área No 22) y presenta una débil mineralización de óxidos de Cu y limonita a través de fallas y zonas de fracturas, hasta una distancia de 3 km, lo cual hace que sean favorables para la depositación de minerales.

La edad de la mineralización se considera que es posterior a la iniciación de los movimientos de falla, pero no es posible determinada exactamente, lo mismo que la relación de esta mineralización con la presencia de cuerpos subvolcánicos que probablemente existan en profundidad.

Según el propietario de la mina Atahualpa, la ley es de Au 0,5g/t, Ag 10g/t y Cu 0,4%, sin embargo los análisis geoquímicos obtenidos en este estudio han dado resultados.

Levemente mayores en Au y Cu que la mina Atahualpa. Las Leyes de la mina Atahualpa son bajas comparadas con la mina Unión.

Las vetas de calcita, hematita y óxidos de Cu distribuidas en el sector noreste y este del área presentan distinta mineralización que la mina Atahualpa, en este caso se considera que esta estaría relacionada a dioritas o porfidos granodioríticos.

1-3-4 Conclusiones

En esta area se encuentran yacimientos argentiferos tipo stockwork o diseminados controlados por el sistema "Falla de Atacama" y ademas vetas de calcita - nematita - oxidos de Cu, en rocas andesiticas cretacicas.

De acuerdo a lo observado, se esperaria encontrar este tipo de yacimiento en aproximadamente 9 km a lo largo de la falla en la distancia comprendida entre ambos yacimientos (Atahualpa, Union)

Los contenidos de Ag y Cu en la mina Atahualpa y en su prolongacion sur son escasos, pero en sectores a lo largo de la falla los afloramientos son escasos, especialmente entre la mina Atahualpa y Union, donde existe una gran cubierta de aluvio.

Las condiciones estructurales son favorables para la recepcion de mineralizacion, por lo cual se esperaria encontrar otros yacimientos tipo Union bajo la superficie.

A excepcion de este tipo no existe interes de encontrar otros yacimiento poque serian de baja ley.

1-4. Area Mineral El Guanaco

1-4-1. Geologia y estructuras

La geologia de esta area esta constituida por rocas andesiticas, piroclasticas daciticas, porfidos cuarcifero y riolitas del Terciario inferior ( SERNAGEOMIN, 1984,) ademas de sedimentos aluviales recientes.

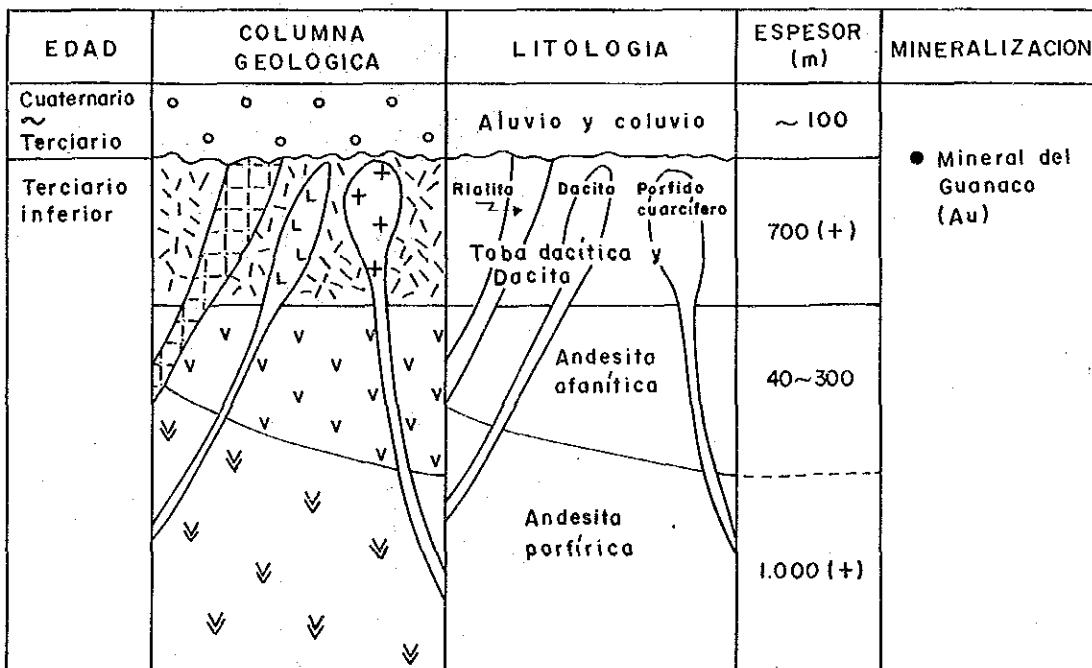


Fig. 1 -1-8 Columna geologica generalizada del Mineral El Guanaco



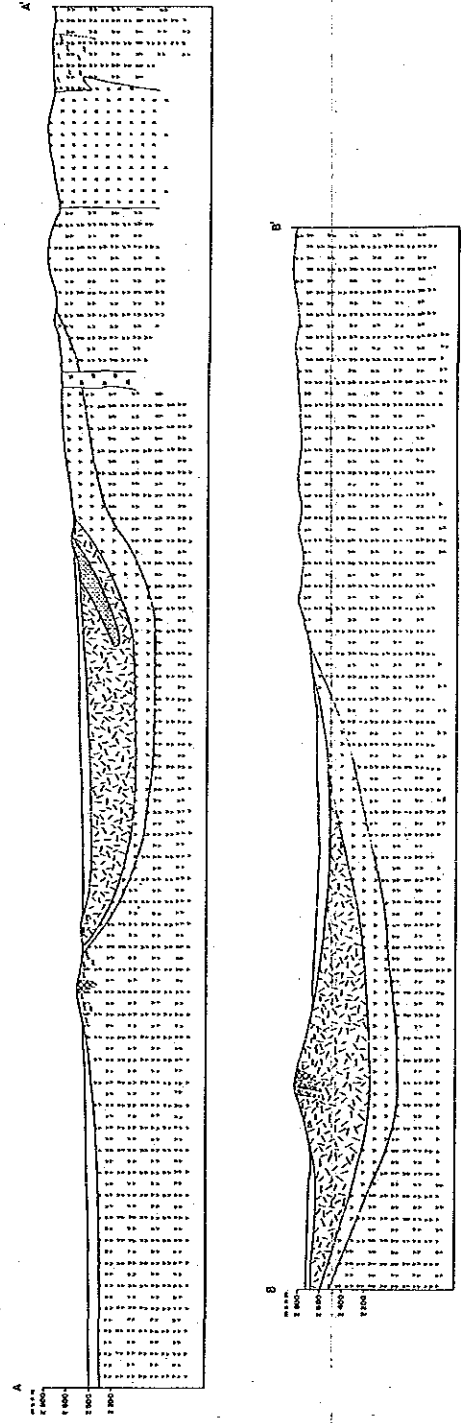
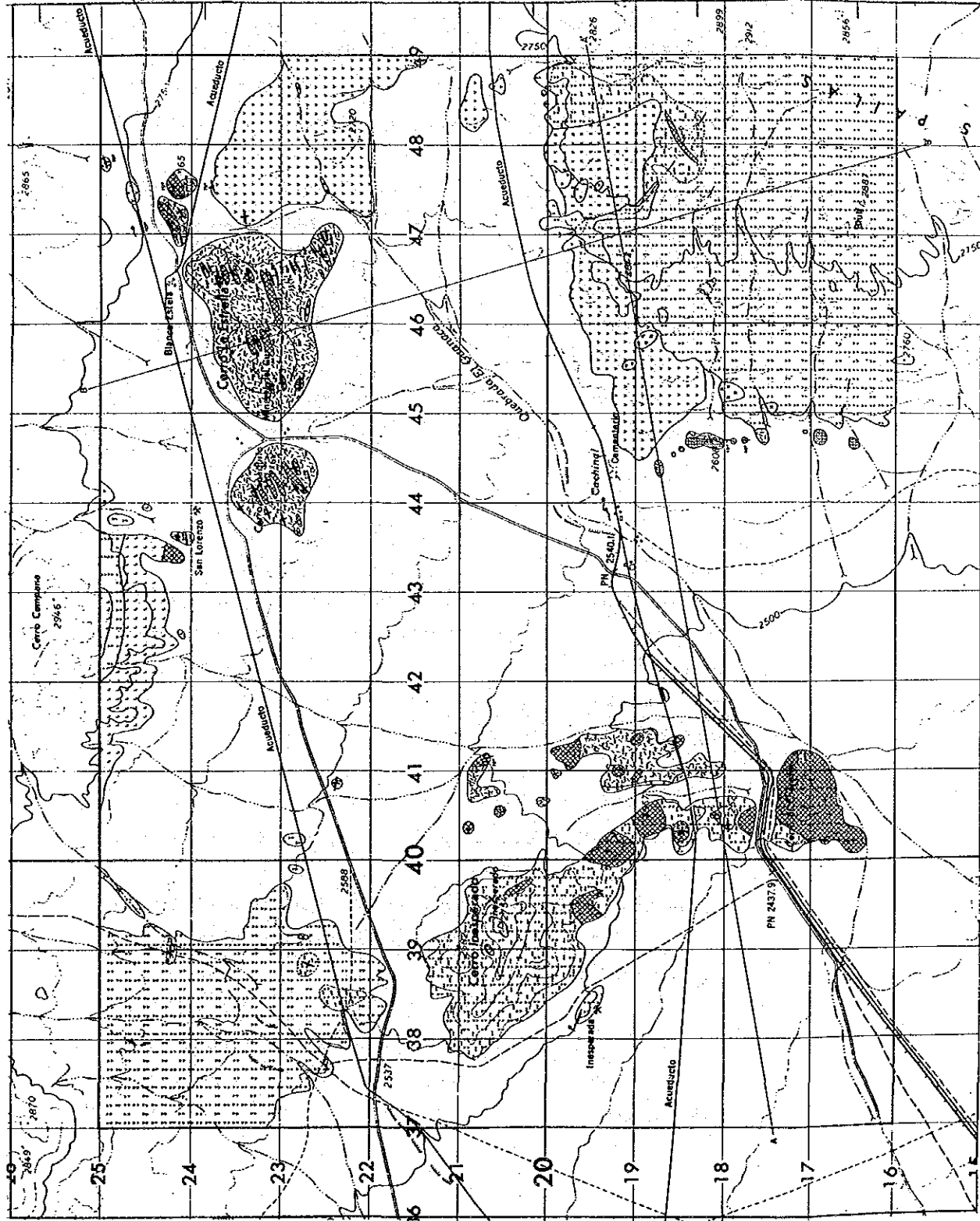
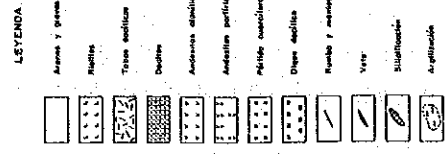
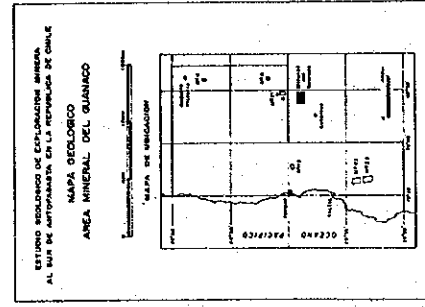


Figura 1-1-9 Mapa geologico del area la Mina Guanaco





Las andesitas son las rocas más antiguas y su textura varía de porfídica a afanítica hacia arriba, presentan color negro verdoso oscuro y se encuentran levemente propilitizadas. En la parte noreste del área afloran andesitas afaníticas cubriendo a andesitas porfídicas de gran espesor, y que se adelgazan notablemente hacia los otros sectores.

Las rocas piroclásticas dacíticas son principalmente tobas y tobas de lapilli dacíticas acompañadas de tobas pumíceas y brechas tobáceas.

En algunos sectores se encuentran lavas dacíticas y andesíticas intercaladas en rocas piroclásticas dacíticas.

En el sector este se encuentra un porfido cuarífero intruyendo a rocas piroclásticas dacíticas.

En este mismo sector se encuentran dacitas cortando a rocas volcánicas andesíticas. Al norte del área se encuentra riolitas intruyendo rocas volcánicas andesíticas, esta misma riolita se encuentra fuera del área como domo.

Las andesitas y las rocas piroclásticas dacíticas se encuentran inclinadas hacia el centro (inclinación máxima 35°)

Magascópicamente se desarrolla una estructura sinclinal con eje de rumbo N-S, cerca de la mina El Guanaco se observa una pequeña estructura de cuenca.

#### 1-4-2. Yacimiento

##### 1. Mineralización

En esta área se encuentran los yacimientos auríferos "Guanaco", el yacimiento de sulfuro "Inesperada" y algunos yacimientos tipo network o veta de cuarzo-especularita, además de zonas de silicificación y argilización.

Los yacimientos auríferos de Guanaco se localizan en un área de 4 km, (E-W) por 2 km (N-S).

Los yacimientos auríferos están constituidos por 2 tipos. Uno de ellos es un cuerpo silíceo aurífero, el oro se concentra en sectores brechizados de este cuerpo (10g/t), siendo bajo el contenido de Au en el resto del cuerpo (2-3g/t).

El cuerpo silicificado se ha formado por lixiviación tomando un aspecto poroso con cavidades de hasta 2 cm y un color gris claro.

Los sectores brechizados presentan textura angulosa que en parte se acompaña de arcilla café amarillenta.

En el otro yacimiento aurífero de tipo network o veta los espacios de la zona brechizada están rellenos por cuarzo - arcilla - hematita óxidos de Cu, o esta formando "network" con estos mismos minerales, en las zonas silicificadas.

En este tipo de yacimiento tambien se encuentra oro en las rocas silicificadas de ambas cajas.

Todos los yacimientos tienen rumbo N 60° - 80° E y una inclinacion de 65° N - 90°.

El yacimiento esta constituido por una veta de 50 a 500 m de corrida y 0,5 a 3,0 m de potencia (zona brechizada de roca silicificada o veta de cuarzo-arcilla-oxido de Cu), y un cuerpo macizo silicificado aurifero de baja ley de hasta 50 m de potencia maxima. Todos estos cuerpos mineralizados se distribuyen paralelamente y forman el mineral Guanaco.

Los minerales de mena son oro nativo, argentita, calcopirita, enargita, calcosina y covelina.

Como minerales de ganga se encuentran cuarzo, alunita, baritina, limonita, hematita y escorodita.

Es dificil considerar una zonacion mineral por cuanto no fue posible entrar a los socavones, pero segun ENAMI (1979), en la parte superior se observa una zona de oxido (hasta 70 m de profundidad) con oro, oxidos de cobre, oxidos de hierro, cuarzo, baritina, luego hacia abajo (70-120 m) una zona de sulfuros secundarios con oro, calcosina, covelina, cuarzo; en la parte inferior (bajo los 120 m), se encuentra la zona de sulfuros primarios con oro, enargita y cuarzo.

La ley de oro, segun ENAMI (1979), en la zona de oxidos es de 5-10 g/t y en la zona de sulfuros secundarios y primarios, de 0,5 - 2 g/t.

La forma del yacimiento en la zona de sulfuro secundario y primario es maciza, con una potencia de 20 m maximo y constituida por vetillas irregulares y diseminacion.

La datacion en alunita de una vetilla de desmonte dio  $43 \pm 1,2$  ma (Eoceno).

Se midieron temperaturas de homogenizacion y salinidad de 5 muestras (3 en cuarzo y 2 en baritina).

Los resultados se indican en Apd. Tabla 10 y Apd. Fig.4 .

La temperatura de homogenizacion es de 198,4~222,5°C en cuarzo y de 211,8~218,7°C en baritina.

La salinidad es de 3,1wt% en el cuarzo y 4,4wt% en baritina.

Aparte del mineral "El Guanaco", se encuentra la mina "Inesperada" actualmente paralizada. Este yacimiento es de sulfuro y se emplaza en las andesitas basales.

El yacimiento es de tipo vetilla y diseminado con calcopirita, covelina, pirita y oro nativo.

No fue posible el acceso al pique por lo tanto no se cuenta con mayores datos. Segun Sernageomin(1984) este yacimiento corresponde al tipo "chimenea" y la ley del mineral es de Au 5-10 g/t y Ag 30-50 g/t.

En la zona de alteracion hidrotermal, especialmente en las zonas silicificadas localizadas en la parte suroeste se encuentran vetas o "network" de cuarzo-especularita. Las vetas contienen solo specularita (o hematita) y cuarzo y tienen una potencia de 0,1~1,5m. Los network tienen dimensiones de aproximadamente 50x50m y los mismos minerales constituyen los networks o vetillas.

En el Mineral El Guanaco y en el sector sureste y oeste del area se desarrollan zonas de silicification y argilization.

La mineralizacion del yacimiento "Guanaco" y del sector suroeste esta descrita en los parrafos anteriores. En el sector sureste del area solo se observa silicification tipo vetiforme, esteril, y zonas de argilization.

Los resultados de los analisis de las muestras de esta area aparecen en Apd Tabla 5.

(2) Alteracion. En esta area como se ha mencionado anteriormente se observan 3 zonas de alteracion: el mineral El Guanaco, el sector sureste y sector suroeste.

a) Zona de alteracion del mineral "El Guanaco".

Las rocas adyacentes a los cuerpos mineralizados se encuentran silicificadas y/o argilizadas.

Los minerales de alteracion son cuarzo, alunita-caolin (caolinita o dickita), sericita, clorita, montmorillonita, pirofilita, yeso y calcita.

Se observan las siguientes asociaciones mineralogicas.

A. cuarzo-alunita (-pirofilita-caolin)

B. caolin(-alunita-sericita-montmorillonita)

C. sericita-clorita(-calcita)

Estas asociaciones aparecen generalmente en el orden A,B,C, desde el yacimiento hacia afuera, en direccion aproximada E-W, que es la misma orientacion del yacimiento.

En la zona A y B, los feldspatos y minerales maficos originales de la roca han sido destruidos y se encuentran totalmente alterados.

En la zona C los feldspatos de algunos se encuentran parcialmente preservados.

El yacimiento del cuerpo macizo silicificado se aloja en la zona A. La mayoria de los de tipo "network" o veta se encuentran tambien en la zona A, aunque unos pocos se ubican en la zona B.

b) Zona de alteracion del sector sureste del area.

Las andesitas adyacentes al porfido cuarcifero presentan silicification y argilization en un ancho maximo de 500m.

Los minerales de alteracion son cuarzo, caolin, sericita y yeso. En un sector de esta zona se observa un cuerpo vetiforme silicificado. Alrededor de este cuerpo las rocas se presentan intensamente argilizadas, los feldepatos y maficos estan totalmente alterados a caolinita y sericita, con excepcion de este cuerpo silicificado la alteracion es debil, no observandose feldepatos alterados, no se observa alunita como en el mineral El Guanaco.

c) Zona de alteracion en el sector sureste del area:

Se observan diversas zonas silicificadas, de  $60 \times 100 \sim 800 \times 1400\text{m}$ ; y zonas de argilizacion, alrededor de estas zonas silicificadas.

Los minerales de alteracion son cuarzo, alunita caolin, sericita y yeso. No es posible determinar una zonacion de alteracion considerando la escala a semidetalla.

La asociacion de los minerales de alteracion es similar a la del mineral El Guanaco, la intensidad de esta alteracion es fuerte encontrandose los feldepatos de todas las muestras totalmente destruidos.

En el yacimiento "Inesperada", que se ubica vecino a esta zona de alteracion las rocas andesiticas se encuentran totalmente alteradas a una asociacion cuarzo-alunita(-caolin-sericita), similar a la observada en el mineral "El Guanaco".

#### 1-4-3 Consideraciones y conclusiones.

La forma del yacimiento, la asociaciones mineralogicas y la alteracion del mineral "El Guanaco" son similares a las del yacimiento de oro Nansatsu en Japon, el cual consiste en un cuerpo macizo silicificado.

La asociacion mineralogica observada (oro-enargita-cuarzo) y la alteracion son similares a las de "El Indio" en Chile y a la de Chin-Qua-Shin de Taiwan.

El modelo de mineralizacion de El Guanaco seria similar al de Nansatsu que ha sido estudiado en forma detallada por geologos japoneses (Enjoji et al.1976, Urashima et al.1981, Takenouchi,1983). Se presenta una comparacion entre ellos.

	Mineral El Guanaco	Nansatsu
Roca	Tobas dacíticas y dacitas~ andesitas Terciarias.	Tobas andesíticas y andesitas terciarias.
Forma y dimension del yacimiento	Lentiforme subvertical (roca silicificada). Zona brechizada vetiforme (yac.) o veta de cuarzo-arcilla-ox.de Fe.  500×50×70 (max. roca silicificada)	Cuerpo silicificado  Con forma de hongo.El sombrero del hongo se desarrolla en tobas y la raiz en andesita. 500×150×80m. (max)
Ley de mineral	Au 5-10 g/t	Au 2-6 g/t, 4-10 g/t
Mineral de mena	Oro nativo, pirargirita, calcopirita, enargita, calcosina, covelina	Oro nativo, pirargirita argentita, pirita, enargita, luzonita
Mineral de ganga	Cuarzo, baritina, alunita limonita, hematita, escorodita	Cuarzo, sulfuro nativo
Alteracion	Del centro hacia afuera cuarzo-alunita caolin sericita-clorita	Del centro hacia afuera Silicification (-alunita) Caolin-alunita Caolin-montmorilonita propilitizacion.
Temp. de homog.y salinidad	198-223 °C 3,1-4,4wt%	150-220 °C

Como se observa en el cuadro anterior el Mineral El Guanaco es muy parecido al de Nansatsu tanto en la mineralizacion como en la alteracion, por lo tanto basandose en estos datos se podria interpretar la genesis de El Guanaco segun el siguiente modelo:

- i) Movimiento tectonico durante el cual se producen fracturas E-W.
- ii) Formacion de zonas de alteracion hidrotermal con acido sulfurico cerca de y en superficies elongadas de direccion E-W.
- iii) Formacion de Fracturas y brechizacion de las zonas alteradas.
- iv) Precipitacion de los elementos de la solucion hidrotermal (mineralizacion y silicificacion).

v) Repeticion de iii) y iv)

vi) Meteorizacion (oxidacion y lixiviacion que produciria el enriquecimiento de oro secundario en la zona de oxidos.

vii) Yacimiento actual

El modelo de mineralizacion de El Guanaco se indica en Fig. I -1-10 .

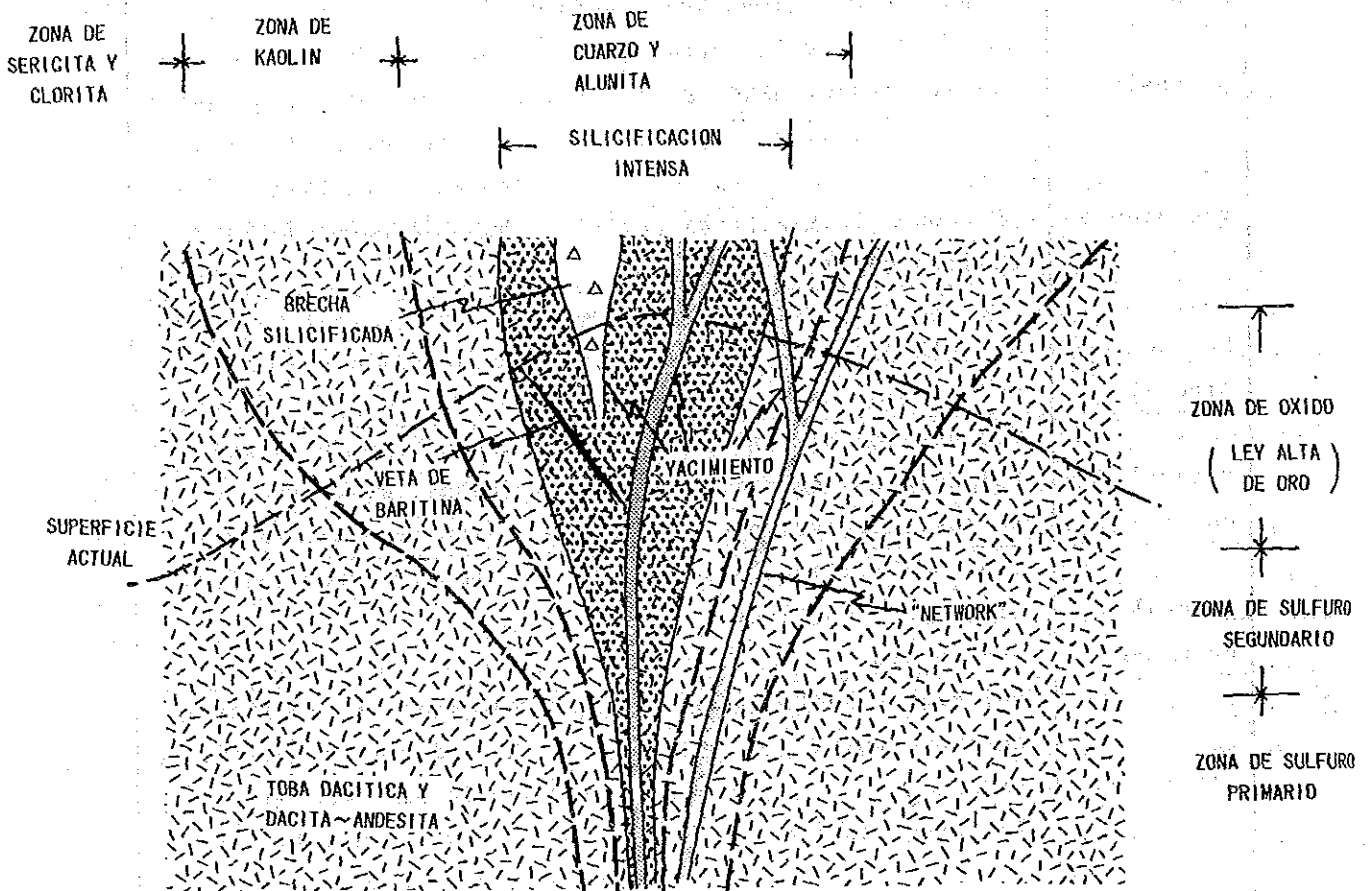


Figura I -1-10 Modelo propuesto para yacimiento Guanaco

A continuacion se presenta la guia de exploracion para yacimientos tipo Guanaco.

1. Existe una gran zona de alteracion hidrotermal acido sulfurica.
2. El cuerpo silicificado es de tipo lixiviado.
3. Existen anomalias geoquimicas de Au, Cu y As.

Ademas de zona de alteracion del Guanaco existen sectores atractivos al suroeste y al sureste del area, tal como se menciona en el parrafo 1-4-2 (2). A pesar de los escasos datos existentes, se podria aplicar la guia de exploracion anteriormente expuesta a la zona suroeste por considerarse la de mayor atractivo desestimandose la sureste.

En esta zona suroeste se observa un gran cuerpo silicificado, pero no fue

posible confirmar si corresponde al tipo lixiviado.

Las vetas (cuarzo- especularita y cuarzo- limonita) que afloran en el sector suroeste presentan leves anomalías de Au y Ag, sin embargo, considerando la gran extensión de esta zona (5×4 km), existe la probabilidad de encontrar dentro de ella un cuerpo aurífero, para lo cual sería necesario efectuar un levantamiento geológico y geoquímico en detalle.