

THE UNITED STATES OF AMERICA  
DEPARTMENT OF JUSTICE  
FEDERAL BUREAU OF INVESTIGATION  
WASHINGTON, D. C. 20535

CONFIDENTIAL

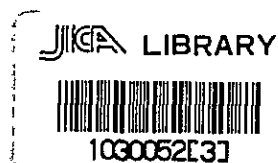
ALL INFORMATION CONTAINED  
HEREIN IS UNCLASSIFIED

702  
661  
MFM



LA REPUBLICA DE BOLIBIA  
INFORME DE LA EXPLORACION COOPERATIVA  
DE MINERAL EN EL AREA SAN ANTONIO

FASE I



MAYO 1983

JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY  
METAL MINING AGENCY OF JAPAN

No. 13579

702

66.1

MPN

国際協力事業団	
受入 月日 82.9.24	70220
登録No. 109911	661R2
	MPN

## PROLOGO

El Gobierno del Japón, de acuerdo con la solicitud del Gobierno de República de Bolivia, decidió efectuar estudios relativos a la exploración minera como investigaciones geológicas a efecto de comprobar la existencia de recursos minerales en el área San Antonio situada al sur parte de este país, y encargó la ejecución de los estudios a la Japan International Cooperation Agency (JICA). Los estudios son de materias especiales pertenecientes a las investigaciones sobre geología y recursos minerales, por lo que la JICA pidió a la Metal Mining Agency of Japan (MMAJ) que los pusiera en ejecución.

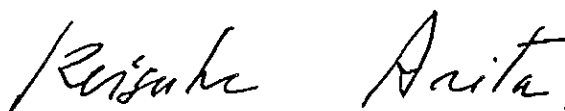
La investigación presente del ejercicio de 1982 es del primer año. La MMAJ envió una misión investigadora de seis miembros, y las investigaciones en el campo se realizaron desde 3 de septiembre de 1982 hasta 22 de noviembre de 1982.

Las investigaciones se han concluido tal como estaban planeadas gracias a la cooperación de las Autoridades bolivianas, especialmente del Ministerio de Minería y Metalurgia y de la Corporación Minera de Bolivia.

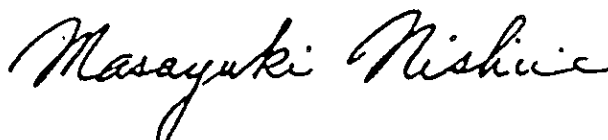
El presente informe es fruto de las investigaciones efectuadas en el primer año, y formará parte del informe final.

Antes de terminar, quisiéramos manifestar nuestro más profundo agradecimiento a todos los señores concernientes a las Autoridades e Instituciones Bolivianas, el Ministerio de Relaciones Exteriores, el Ministerio de Comercio Internacional e Industria del Japón, la Embajada del Japón en Bolivia y todas las empresas privadas que cooperaron en nuestra investigación.

Marzo de 1983



Keisuke Arita  
Presidente  
Japan International Cooperation Agency



Masayuki Nishiie  
Presidente  
Metal Mining Agency of Japan



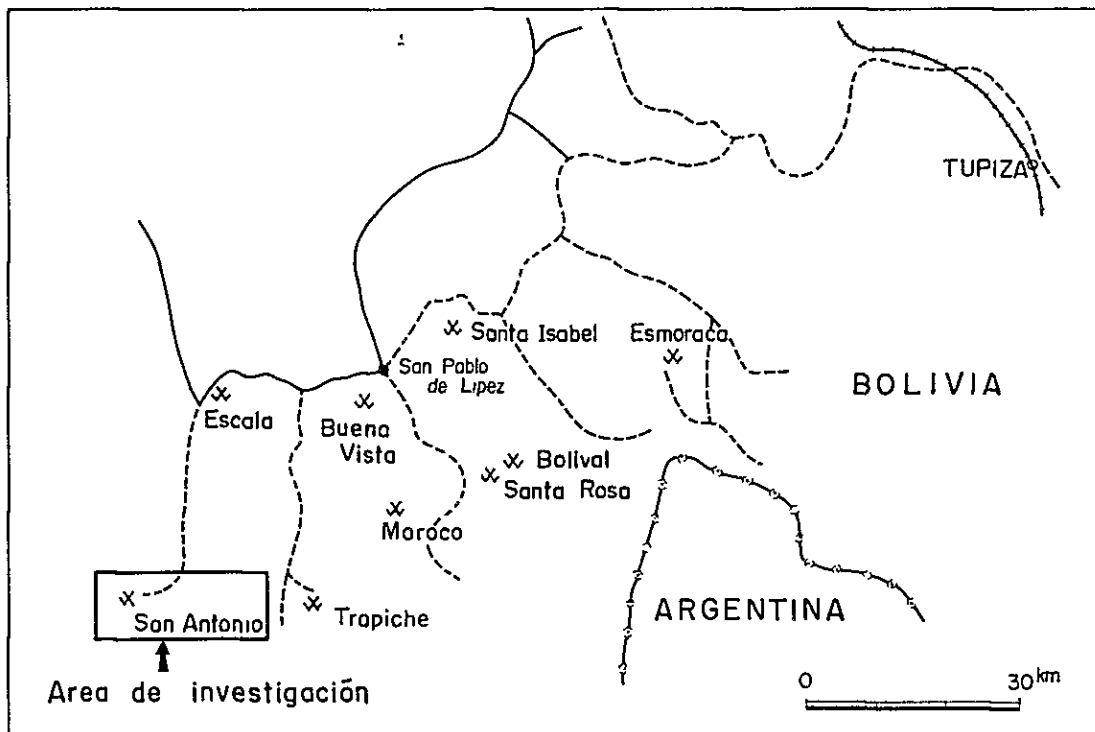
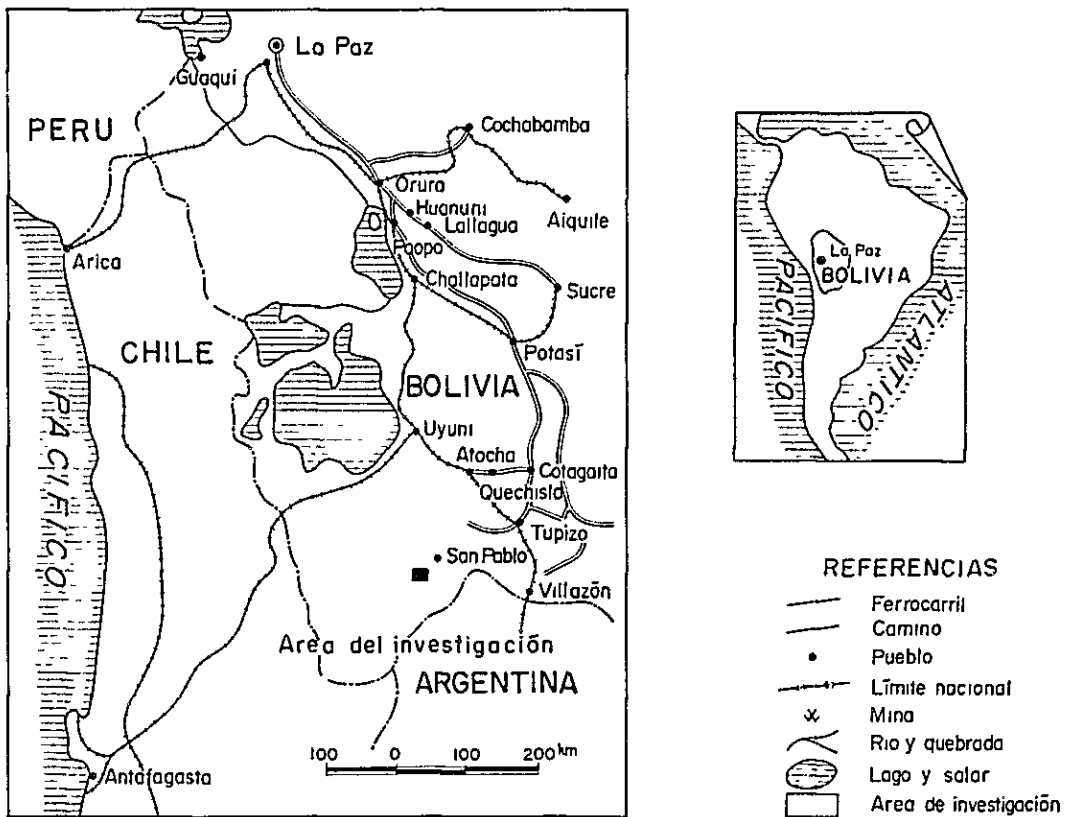


Fig. 1 Plano general del área de investigación





## SUMARIO



## SUMARIO

La presente investigación se realizó como la del primer año de la investigación geológica en Area San Antonio en la República de Bolivia. Esta se compone de la investigación geológica y por el sondeo planeada a base del resultado de la investigación geológica preparatoria efectuada en el año 1981.

La zona objeto de esta investigación cubre una extensión de 20 Km<sup>2</sup>, o sea, 4 Km en Norte-Sur por 5 Km en Este-Oeste, que rodea la Mina San Antonio. La investigación geológica se realizó con objeto de obtener índice para la futura exploración, a través de dibujar planos geológicos de la superficie y de la interior mina y analizar el mecanismo de formación de fisuras que encajonan vetas y las características de la roca madre, tales como la alteración, mineralización y forma de bonanzas. La investigación por sondeo se realizó con objeto de reconocer la escala y el grado de mineralización en partes inferiores contiguas a los Sistemas de Veta No. I y Veta No. II (en adelante se referirán simplemente como "Veta No. I" y "Veta No. II" respectivamente):

La geología global del Area Sud Lípez está compuesta por rocas, del sistema del Ordovícico, Cretácico y Terciario. Pero en la zona estudiada se desarrollan solamente dacitas del Terciario Neógeno sobre sedimentos de la formación Chaunaca del sistema del Cretácico.

En cuanto a la geología estructural, no se encuentran estructuras desarrolladas de fallas ni pliegues, por lo que su detalle no es claro. Pero, juzgando por los datos existentes y las estructuras de fallas y pliegues del Area Sud Lípez en general, se presume que la de la zona estudiada es también del sistema de Norte-Sur o NNE-SSO.

En el Area Sud Lípez, reconocidos muchísimos lugares de indicios

de mineralizantes, tales como minas abandonadas, afloramientos de vetas, zonas alteradas, se forma una de las más importantes provincias metalogénicas de vetas polimetálicas en Bolivia. Todos dichos lugares de indicios de mineralizantes se formaron en relación íntima con las actividades volcánicas dacíticas del Terciario Neógeno. Recientemente los lugares de dichos indicios en la zona estudiada están destacados como zona suministradora importante de plomo para la fundición de este metal que está ahora en proceso de construcción por la Corporación Minera de Bolivia (en adelante se referirá como "COMIBOL") en la Ciudad de Potosí. Entre dichos lugares de indicios se presponen las más prometientes la Mina San Antonio y la Mina Buena Vista, por lo que se efectúa actualmente la exploración por sondeo por COMIBOL.

En la zona estudiada, dacita está afectada por fuerte alteración generalmente, y se forman especialmente unas zonas bien blanquecidas de gran escala rodeando zonas mineralizadas y lugares de indicios de mineralizantes. Los grupos principales de yacimientos en la Mina San Antonio son Vetas No. I, No. II, No. III, No. IV, etc. Se presume que el rumbo de las vetas es aproximadamente de Este-Oeste, y que su longitud máximo a lo largo del rumbo es 1,000 m aproximadamente. Sin embargo, se encuentran muchas vetas que indican rumbos diferentes del arriba mencionado. La Veta No. I indica el rumbo al Norte; la Veta No. II el rumbo al Sur, ambas en forma predominante. Pero, el rumbo de otras vetas indica varias direcciones. Todas estas vetas tiene como roca madre dacita fuertemente alterada. El ancho de estas vetas varía mucho y alcanza a más de 10 m como máximo, pero la continuidad de bonanzas está en buenas condiciones.

Todas las vetas encontradas en la Mesa de Plata y en afloramientos son de granos gruesos de cuarzo baritina, y casi no se encuentran minerales de sulfuros. Una veta en el nivel 150 m inferior al recorte principal reconocida en el sondeo del presente año también tiene características casi

idénticas. Por consiguiente, es posible que exista una zona de minerales de sulfuros en la parte más profunda.

En la Mesa de Plata las Vetas No. I y No. II tienen indicios de que fueron explotadas en la época colonial española, pero no son disponibles ni datos detallados sobre la explotación real en dicha época, ni datos de geología económica. Tampoco no se sabe en absoluto la razón de por qué se suspendió la explotación. Según el muestreo de COMIBOL en tajos explotados en el nivel superior al recorte principal, las leyes de promedio de 548 muestras sacadas son: Ag, 289 g/t; Pb, 1.20%; Zn, 0.49%, lo cual indica que se explotaba con objeto principal de plata.

Los minerales metálicos primarios son galena, esfalerita, pirita, marcasita, calcopirita, tetraedrita, plata nativa, argentita, polibasita, piragirita, hematita, greenockita (CdS), Aikinita ( $\text{CuPbBiS}_3$ ). Los minerales de ganga son baritina, cuarzo y siderita. Los minerales secundarios son goethita y covellina.

Conforme al resultado del análisis de la alteración y ocurrencia de vetas y observación microscópica, la mineralización se resume como sigue. Esta se compone de dos etapas divididas por brechamiento; la Etapa I anterior a ésta y la etapa II posterior a ésta.

La mineralización de la etapa I se presenta por la Veta No. I. Abunda comparativamente en minerales de sulfuros, tales como pirita, calcopirita, galena, esfalerita y minerales de plata. Los minerales de ganga se componen principalmente de cuarzo.

Por otra parte, la etapa II se presenta por la Veta No. II. Es la mineralización que cementa los fragmentos minería de la etapa I. Carece de minerales de sulfuros y abunda en marcasita y siderita. Los minerales de ganga se componen principalmente de baritina.

Las leyes y bonanzas de estos yacimientos se resumen como sigue. En

cuanto a leyes de promedio de las vetas principales, en la Veta No. I son Ag, 344 g/t; Pb, 2.65%; Zn, 3.38%; en la Veta No. II, Ag, 289 g/t; Pb, 1.2%; Zn, 0.49%; en la Veta No. IV, Ag, 399 g/t; Pb, 0.67%; Zn, 0.36%; lo cual indica que estas de plata.plomo.cinc. Pero, el resultado del análisis estadístico indica que cada una pertenece a grupos distintos. Referente a la forma de bonanzas, se analiza solamente la de la Veta No. II por haber obtenidas muchas muestras para el ensayo.

Se reconocen en la Veta No. II cuatro bonanzas de plata con la ley de 300 g/t o más. La distribución de leyes en éstas indica cambio ordenado desde la parte central de alta ley hacia afuera. Se presume que estas bonanzas se formaron reguladas por paso de solución. La dirección del clavo es casi vertical, por lo cual se presume que alcanzan a una parte más profunda. Estas bonanzas existen complicada y esparcidamente presentando una forma irregular tipo amiba, cuya escala es 80m x 80m aproximadamente.

Por consiguiente, en adelante se necesitará bastante número de sondeo para la exploración de bonanzas.

La alteración asociada con la mineralización se resume como sigue a base del estudio sobre el resultado del análisis por rayos-X y análisis completo de rocas.

#### Resultado de Análisis por Rayos-X

Se reconoce que la zona alterada presenta en el interior mina una distribución zonal ordenada de zonas de clorita, sericita, caolín y montmorillonita, lo cual puede servir como índice para la futura exploración. La distribución de la zona de clorita casi corresponde a la de bonanzas abundantes en galena y esfalerita de las Vetas No. I y

No. II, e indica la parte central de la mineralización. La zona de sericita se distribuye casi paralela a la Veta No. II rodeando la zona de clorita. La zona de caolín se distribuye ampliamente rodeando dichas dos zonas y se transforma gradualmente a la de montmorillonita. La zona de montmorillonita se distribuye ampliamente rodeando todas dichas zonas y forma parte de borde de zona alterada.

Las zonas alteradas reconocidas en la zona estudiada son las zonas alteradas No. I, No. II, No. III y No. IV.

La zona alterada No. I se distribuye rodeando las vetas ya reconocidas en gira de la Mesa de Plata, y tiene la mayor prioridad para la exploración.

Especialmente se presume la existencia de una parte central de la mineralización poderosa en la parte inferior a la zona de sericita que rodea la Veta No. III en la parte oeste de la zona estudiada.

La zona alterada No. II se distribuye contiguamente al sudeste de la Mesa de Plata, y se compone principalmente de zona de sericita. Tanto la calidad como la escala son más poderosas que la zona alterada No. I, por lo cual se presume que el valor de su exploración es sumamente grande. Especialmente los indicios de zona de clorita en esta zona son importantes por ser supuestas como una parte central de la mineralización. Además, es posible que las partes contiguas al este y al oeste de esta zona se extiendan en forma cubierta a la parte inferior de la morrena, por lo que es necesaria su exploración.

La zona alterada No. III se distribuye en el borde sudeste de la zona estudiada, y se compone principalmente de zona de caolín. Su calidad y escala son casi idénticas a las de la zona alterada No. I, por lo que el valor de su exploración es sumamente alta. Especialmente, la posibilidad de que los indicios de zona de clorita y zona alterada reconocidas en esta

zona se extiendan a la parte inferior de la morrena, es de condiciones idénticas a la zona alterada No. II.

La zona alterada No. IV se distribuye al nordeste de la Mesa de Plata y se compone principalmente de zona de caolín. Es posible que sea la continuación de la zona alterada No. I, por lo que es necesaria su exploración.

En el estudio de los minerales alterados a base de las condiciones de formación de zonas alteradas, se presuponen diferentes combinaciones de minerales; una de caolín-alunita típica en zona ácida y la otra de sericita-clorita-montmorillonita típica en zona neutral. Conforme a la a. distribución zonal de zonas alteradas y análisis de mineralización, etc., se presume que esta alteración se extiende rodeando vetas y que sus características se transforman gradualmente del condición de zona neutral de sericita al de zona ácida de caolinita.

#### Resultado de Análisis de Ag, As y 13 componentes de rocas

Como resultado de análisis estadístico de los valores analizados de Ag y As, se aclara la relación entre éstos y dichas zonas alteradas.

En la interior mina, la distribución de indicios altos de ambos Ag y As corresponde a una parte de las zonas de clorita, sericita y caolín que rodean yacimientos; la de indicios comparativamente bajos, a la zona de caolín que contiene comparativamente gran cantidad de montmorillonita.

Fuera de la mina, la distribución de indicios altos de Ag y As corresponde a las zonas alteradas excepto la mitad del oeste de la zona alterada No. II, o sea, tiende a cubrir zonas alteradas No. I, No. II y No. III antes mencionadas. Los valores de análisis de dichos componentes, empero, ambos son más altos que los de fondo de zona ácida de rocas volcánicas, lo cual indica que la zona estudiada por completo forma una zona



de anomalía.

Como resultado del análisis de los 13 componentes de rocas por el método del Análisis de Componentes Principales, se reconoce que los componentes que afectan mucho a la alteración son  $\text{Na}_2\text{O}$ ,  $\text{K}_2\text{O}$ ,  $\text{CaO}$ ,  $\text{MgO}$ ,  $\text{FeO}$ ,  $\text{MnO}$ ,  $\text{SiO}_2$ , o sea, componentes principales de minerales arcillosos, tales como clorita, sericita, carolín y montmorillonita. Se puede reconocer cualitativamente la escala de la alteración a través del resultado de análisis por este método.

Por consiguiente, la aplicación paralela de este método y el análisis por rayos-X servirá eficazmente para la exploración de zonas alteradas en una extensión más amplia.

Por el resultado del estudio de inclusiones fluidas, debemos suponer que la temperatura de mineralización, varía entre  $149^\circ \text{C}^\circ$  a  $298^\circ \text{C}^\circ$ .

Los minerales de la etapa II, cuantitativamente se presentan en menor cantidad que los minerales de la etapa I debido a que la temperatura disminuye gradualmente de la I a la etapa II.

La temperatura supuestamente encontrada para San Antonio de Lipez es menor que para Catavi (  $315^\circ \text{C}^\circ$  a  $529^\circ \text{C}^\circ$  ) y para Animas (  $195^\circ \text{C}^\circ$  a  $349^\circ \text{C}^\circ$  ); la salinidad de las inclusiones fluidas, es mucho mas baja que en los dos yacimientos arriba mencionados.

Los valores encontrados de temperatura y salinidad concuerdan plenamente con las características mineralógicas simples del yacimiento.

Por lo anteriormente expuesto debemos suponer que este yacimiento, desde superficie, por lo menos hasta los 300 m de profundidad persiste con las características marcadamente Epitermales.

Por ello genéticamente este depósito mineral es diferente a otros yacimientos polimetálicos en el territorio Boliviano.

Las fisuras que encajonan estos yacimientos son principalmente del sistema Este-Oeste. Pero, se reconocen muchas que cruzan éste diagonalmente. El mecanismo de formación de éstas se resume como sigue.

Las fisuras del sistema este-oeste representadas por las Vetas No. I y No. II se formaron por el esfuerzo lateral de la dirección N85E. Esta dirección concuerda con el esfuerzo lateral que formó la geología estructural global del sistema norte-sur del Area Sud Lípez, y se presume que este esfuerzo es proveniente del movimiento tectónico.

Las fisuras de los sistemas norte-sur y nordeste-suroeste representadas por la Veta No. IV se formaron por el esfuerzo lateral de la dirección N25Ø. Pero, su distribución es parcial y de escala pequeña. Por consiguiente, se presume que este esfuerzo es proveniente de la intrusión parcial de rocas volcánicas y otras causas.

Como un lugar para formación de bonanzas, tienen buenas condiciones fisuras de cizalla secundaria que tienen gran anchura. Las Vetas No. I y No. II están provistas de estas condiciones. Pero, aparte de estas condiciones, la distribución de bonanzas se regula por paso de solución como lo antes mencionado.

El resultado de la investigación por sondeo se resume como sigue.

En el MJB-1 se reconoce una parte inferior de la Veta No. II en la profundidad entre 100.3 y 104.8 m (4.5 m de ancho). Las leyes de promedio son; Au, 1.8 g/t; Ag, 168 g/t; Pb, 0.64 %; Zn, 0.07 %, indicando una alta ley de oro. En el MJB-2, se reconoce una parte inferior de dicha veta en la profundidad entre 155.2 y 162.8 m (7.5 m de ancho). Las leyes de promedio son; Au, menos de 1 g/t; Ag, 20 g/t; Pb, 0.96%; Zn 0.55%; Sn, 0.01%, indicando bajas leyes. Por consiguiente, aunque se reconoce que la Veta No. II se extiende hasta un nivel aproximadamente 150 m inferior al recorte principal con una escala grande, todavía se compone principalmente

de cuarzo-baritina que casi no acompañan minerales sulfuros, y es posible que se transforme en una zona de sulfuros primarios en la parte más profunda.

En el MJB-3 se reconoce una veta con las leyes de Au, 15 g/t; Ag, 21 g/t; Pb, 0.15%; Zn, 0.38%; Sn, 0.01%. Pero, no es clara la relación entre ésta y la Veta No. I. Pero ley de oro es muy alto.

En el MJB-2 se reconoce la formación Chaunaca del Cretácico que está en contacto con dacitas a través de una falla. Pero, todavía no se reconocen ni la relación en el tiempo entre la mineralización y el movimiento de falla, ni el rumbo y buzamiento de la falla. Por consiguiente, es muy importante e indispensable reconocer dichos puntos para la evaluación de los presentes yacimientos.

Conforme al resultado de investigación arriba mencionado, el índice de la futura exploración en esta zona de estudio es como sigue. Previa su ejecución, es necesario el preparativo íntegro tomando en consideración satisfactoriamente las severas condiciones ambientales del sitio y las situaciones sociales.

- (1) Prioritariamente se deben efectuar investigaciones desde interior mina con taladros de diamantina con el fin de reconocer la extensión vertical y horizontal de las vetas No I y II.
- (2) Investigación detallada de las franjas de alteración en superficie, priorizando la importancia de ella según II-III-IV, y las zonas de alteración cloritica existentes por debajo de los sedimentos morreniscos.
- (3) Referente a la Veta I: Debe efectuarse taladros de diamantina desde interior mina hacia la prolongación oriental de la galería a fin de

comprobar las características geológicas como mineralógicas y determinar potencial del yacimiento en profundidad de la parte explotada, donde la veta contiene minerales de sulfuros primarios.

- (4) - En cuanto se refiere Veta No II debe efectuarse un taladro a diamantina para comprobar la potencia de mineralización y geología de la parte profunda del sector oeste a los taladros MJB-1 y 2.

## CONTENIDO

PROLOGO

PLANO DEL AREA DE INVESTIGACION

SUMARIO

### PARTE I DESCRIPCION GENERAL

CAPITULO 1	INTRODUCCION .....	7
1-1	Reseña histórica y objeto de la investigación .....	7
1-2	Reseña de los trabajos de la investigación .....	8
1-3	Formación de la misión investigadora .....	9
1-4	Selección de zona investigada .....	10
CAPITULO 2	RESEÑA GENERAL DEL ZONA INVESTIGADA .....	13
2-1	Localidad y accesibilidad .....	13
2-2	Geomorfía y clima .....	13
2-3	Situación social general del zona investigada .....	15
CAPITULO 3	RESEÑA GENERAL DE GEOLOGIA Y YACIMIENTOS .....	17
3-1	Geología .....	17
3-2	Geología estructural e historia geológica .....	19
3-3	Mineralización .....	21

### PARTE II INVESTIGACION GEOLOGICA

CAPITULO 1	GEOLGIA .....	25
1-1	Geología .....	25
1-2	Geología estructural .....	28

CAPITULO 2	YACIMIENTOS MINERALES .....	29
2-1	Roca encajonante .....	29
2-2	Vetas .....	30
2-3	Minerales y mineralización .....	33
2-4	Leyes y Bonanzas .....	35
2-5	Inclusiones fluidas .....	40
2-6	Mecanismo de formación del sistema de fisuras .....	43
CAPITULO 3	ALTERACION .....	47
3-1	Resultados del análisis por rayos-X .....	47
3-2	Resultados de análisis completo de rocas ...	55
CAPITULO 4	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES PARA LA INVESTIGACION DE LA SIGUIENTE FASE .....	63
4-1	Conclusiones.....	63
4-2	Recomendaciones para la investigaciones del segundo año .....	64

### PARTE III INVESTIGACION DEL SONDEOS

CAPITULO 1	RESEÑA DE TRABAJO DE SONDEO .....	67
CAPITULO 2	METODO DE SONDEO Y MAQUINAS USADAS .....	69
CAPITULO 3	OPERACION DE SONDEO .....	71
3-1	Preparación general .....	71
3-2	Transporte e instalación .....	71
3-3	Desarme y retiro .....	71
3-4	Condiciones de testificación y control del agua de lodo .....	71
3-5	Agua para el sondeo .....	72
3-6	Estado de perforación .....	72

CAPITULO 4	GEOLOGIA INVESTIGADA POR SONDEO .....	75
4-1	Selecciones de las ubicaciones de taladros de sondeo .....	75
4-2	Geología investigada por sondeo .....	75
CAPITULO 5	CONCLUSIONES Y RECOMONDACIONES PARA LA INVESTIGACIONES DE LA SIGUIENTE FASE .....	81
5-1	Conclusiones .....	81
5-2	Recomendaciones para la investigaciones del segundo año .....	81
BIBLIOGRAFIA	.....	83
APENDICE		
DATOS DE REFERENCIA		

Mapa de rutas, secciones delgadas y pulidas, muestras de minerales y rocas, fotos y película del trabajo.

## LISTA DE FIGRAS

- Fig.II-1 Clasificación de dacitas por Modelo de I.U.G.S.
- Fig.II-2 Secuencia de minerales idealizados
- Fig.II-3 Dibujos de vetas (explicando la etapa de mineralización)
- Fig.II-4 Distribución de leyes de Ag. Pb y Zn de cada Veta
- Fig.II-5 Mapa de distribución de ley de Ag.Pb y Zn de Veta No. II verticalmente
- Fig.II-6 Histograma de temperatura de homogenización de inclusiones fluidas
- Fig.II-7 Modelo de mecanismo de formación de fracturas
- Fig.II-8 Características de fracturas de cada Veta
- Fig.II-9 Resultado de investigación de fracturas de Veta No. I y Veta No. II
- Fig.II-10 Resultado de investigación de fracturas de superficie
- Fig.II-11 Resultado de investigación de esfuerzo de formando las fracturas cerca de Veta No. IV
- Fig.II-12 Secuencia relativa de minerales de arcilla
- Fig.II-13 Perfil de zona clasificada por alteración de interior mina de Mesa de Plata
- Fig.II-14 Histograma y curva de frecuencia acumulativa de Ag y As
- Fig.II-15 Histograma y curva de frecuencia acumulativa de Z<sub>1</sub> y Z<sub>2</sub>
- Fig.III-1 Mapa de ubicación de los pozos
- Fig.III-2 Perfiles geológicas de los pozos
- Fig.III-3 Resultado de investigación de zona clasificada por alteración, Ag, As, Z<sub>1</sub> y Z<sub>2</sub> de cada pozo



## LISTA DE TABLAS

Tab.II-1	La estratigrafía del área de Sud Lipez y San Antonio
Tab.II-2	El características de Veta No. I, Veta No. II y Veta No. IV
Tab.II-3	Ley promedia y correlación de cada Veta
Tab.II-4	Relación entre temperatura de homogenización y salinidad de inclusiones fluidas
Tab.II-5	Correlación entre cada minerales confirmadas por rayos-X
Tab.II-6	Lista de factores estadísticos entre cada composiciones de rocas, Ag y As
Tab.II-7	Correlación entre cada composiciones de rocas y minerales de arcilla
Tab.II-8	Resultado de análisis de componentes principales
Tab.III-1	Direcciones, inclinaciones etc de cada pozo perforado
Tab.III-2	Resultado mediado de curva de cada pozo perforado
Tab.III-3	Lista de maquinas y materiales usadas
Tab.III-4	Lista de consumo de materiales
Tab.III-5	Lista de estado de consumo de las coronas de diamantes y cilindros de escariadores
Tab.III-6	Lista de especificación de coronas de diamantes y de escariadores (Número de veces de uso)
Tab.III-7	Análisis de las horas trabajadas por obras de cada sondeo
Tab.III-8	Los resultados de perforaciones
Tab.III-9	Trabajo de trasladación
Tab.III-10-1	Datos resumidos de perforación de MJB-1
Tab.III-10-2	Datos resumidos de perforación de MJB-2
Tab.III-10-3	Datos resumidos de perforación de MJB-3
Tab.III-11-1	Resultado de obras de sondeo de MJB-1

Tab.III-11-2 Resultado de obras de sondeo de MJB-2

Tab.III-11-3 Resultado de obras de sondeo de MJB-3

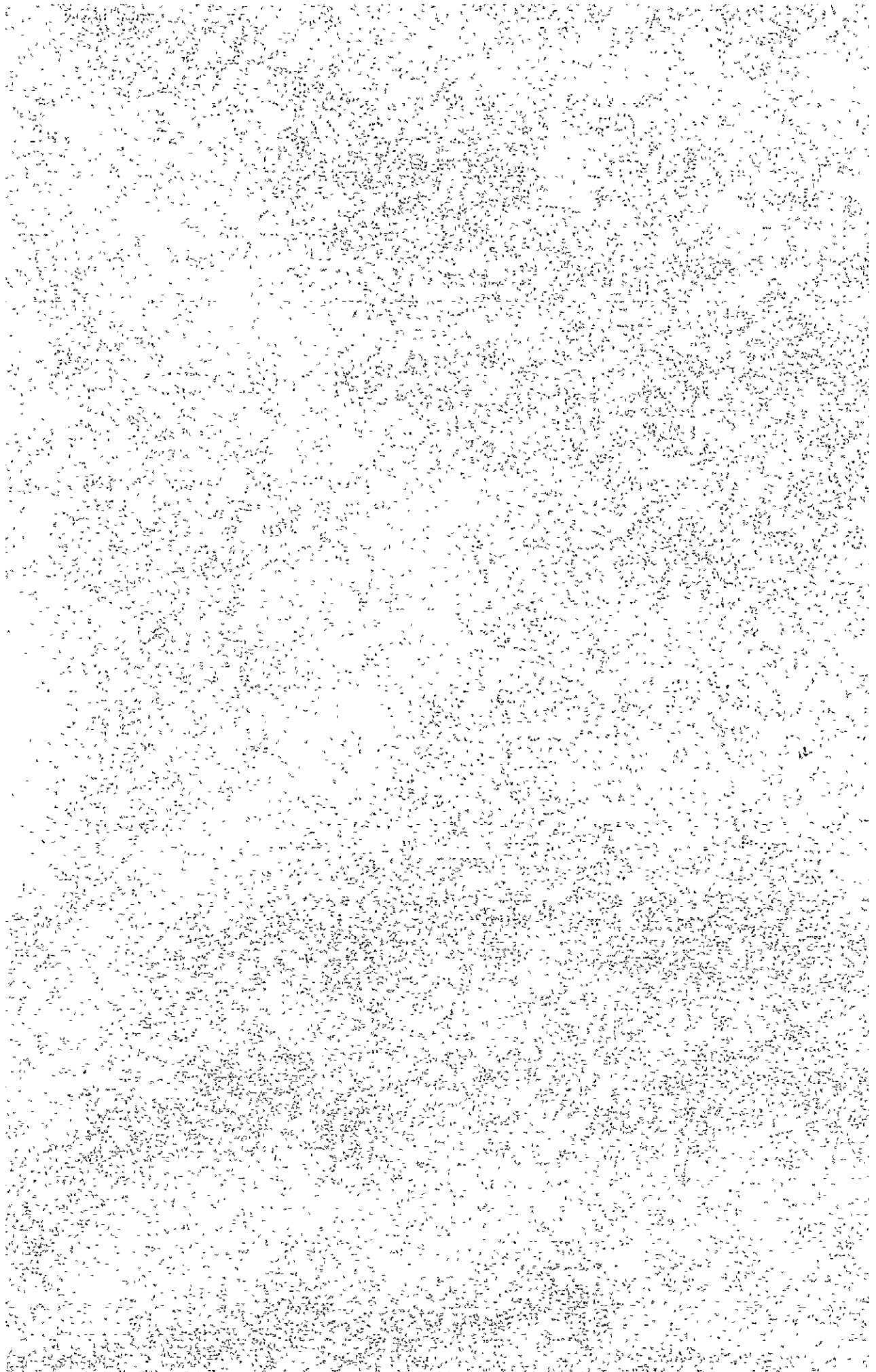
#### LISTA DE APENDICES

- A-1 Lista de análisis químico de los minerales
- A-2 Lista de análisis químico de rocas
- A-3 Resultados de medida de inclusiones fluidas
- A-4 Resultados de observaciones microscópicas de secciones de pulidas y delgadas, y sus fotografías
- A-5 Análisis de rayos-X y sus cartas
- A-6 Columnas geológicas de taladros de sondeo
- A-7 Fotografías

#### LISTA DE PLANOS

- PL-1 Mapa geológico del área estudiada (1:5,000)
- PL-2 Mapa geológico de interior mina (1:500)
- PL-3 Mapa de ubicaciones de muestras (1:10,000)
- PL-4 Mapa de distribuciones y clasificaciones de zonas alteradas (superficie 1:10,000, interior mina 1:2,500)
- PL-5 Mapa de distribuciones de indicios de Ag, As, Z<sub>1</sub> y Z<sub>2</sub> de superficie (1:10,000)
- PL-6 Mapa de distribuciones de indicios de Ag, As, Z<sub>1</sub> y Z<sub>2</sub> de interior mina de Mesa de Plata (1:2,500)
- PL-7 Mapa de distribuciones de leyes de minerales analizados

## PARTE I DESCRIPCION GENERAL



## CAPITULO 1. INTRODUCCION

### 1-1 Reseña histórica y objeto de la investigación

La República de Bolivia es un país en desarrollo, situado en el interior del continente sudamericano, y país productor de recursos minerales. Alrededor de 65% de las finanzas del estado depende de productos minerales. El país se enorgullecía de ocupar el segundo puesto del mundo por lo que a la producción de estaño se refiere, pero en los últimos años tiende a reducir la producción de dicho mineral y ocupa el cuarto puesto después de Tailandia, Malasia, Brasil y Indonesia. Por lo tanto, el conseguir minerales de estaño, para las finanzas nacionales del mismo país, es un problema muy importante.

El Gobierno del mismo país ha considerado la construcción de refineras en todas partes del país como la política básica minera, desde los puntos de vista de reducir gastos de transporte de minerales y de aumentar el valor añadido. Por consiguiente, es urgentemente necesario conseguir minerales. El Gobierno del mismo país ha solicitado al Gobierno del Japón las investigaciones fundamentales colaboradas en la exploración de recursos naturales. En respuesta a esta solicitud, el Gobierno del Japón realizó la primera investigación en el área San Vicente-Tatasi (año 1976-1978) y la segunda en el área de Gran Chocaya (año 1979-1981). Después de estas investigaciones, se aclararon substancias como geología, yacimientos, mineralización y alteración, y características en ambas áreas, según la investigación por sondeo basada en estos resultados, se comprobaron en el área de Gran Chocaya dos vetas de plata-estaño-plomo. cinc de alta ley y zonas alteradas dominantes. Por lo tanto se ha confirmado que una serie de métodos de investigación adoptados en dichas áreas son aplicables a la exploración de otras áreas mineralizadas del mismo país.

En el año 1981 el Gobierno de Bolivia solicitó al Gobierno del Japón

la cooperación técnica de exploración de yacimientos en la región de Sud Lipez que es lugar suministrador de minerales prometedor para la refinera de plomo en construcción en Potosí. De acuerdo con esta solicitud, el Gobierno del Japón envi6 en el mismo año la misi6n investigadora preliminar de geología y decidi6 efectuar la investigación fundamental colaborada en la exploraci6n de recursos naturales en mina San Antonio por un acuerdo previo sobre la investigación con el Gobierno de Bolivia y el COMIBOL, firmado en 1982. Esta investigación ha tenido por objeto efectuar la investigación geol6gica y el sondeo en mina San Antonio, asegurar reservas de minerales necesarios para la explotaci6n de dicha mina y perseguir alguna posibilidad de nuevos yacimientos existentes en sus alrededores.

#### 1-2 Reseña de trabajos de la investigación

La investigación consta de la investigación geol6gica dentro y fuera de la mina, y del sondeo. La investigación de la superficie de la tierra se destin6 a un campo de 20 km<sup>2</sup>, y la investigación del interior mina se efectu6 principalmente en Mesa de Plata. En la investigación de la superficie de la tierra se hicieron un mapa geol6gico a escala de cinco mil y otro geol6gico. Al realizar la investigación se comprobaron afloramientos principales y lugares de minas abandonadas por medici6n sencilla. En la investigación del interior mina se realiz6 el bosquejo del techo de galería y se confeccion6 un mapa geol6gico del interior mina a escala de quinientos.

En el sondeo se realiz6 el sondeo inclinado de tres pozos que tuvo por objeto comprobar la mineralizaci6n de la parte inferior de las vetas ya conocidas en el recorte principal de Mesa de Plata. La investigación se llev6 a cabo por los investigadores de bolivianos y los japoneses abajo mencionados. La obra dur6 desde el día siguiente de llegada a la mina San

Antonio hasta el día anterior de partida de la misma mina. Se tardó 54 días para la investigación geológica y 73 días para el sondeo. Al realizar la investigación nos ofrecieron los datos en posesión de COMIBOL y los utilizamos para la investigación y el análisis de los resultados de la investigación. Se extrajeron las muestras abajo mencionadas para el experimento en el laboratorio.

	geología	sondeo	total
sección delgada de roca	20	10	30
sección pulida de mineral	30	20	50
muestra de roca para análisis de rayos-x	166	34	200
muestra de mineral para análisis químico	50	50	100
muestra de roca para análisis químico	83	17	100
muestra de inclusión fluida	15	5	20
muestra de E.P.M.A.	10		10

### 1-3 Formación de la misión investigadora

La investigación local se realizó en un ambiente amistoso por los investigadores bolivianos y japoneses bajo la cooperación de COMIBOL. Los investigadores que tomaron parte en esta investigación son los siguientes:

#### (1) Proyecto de investigación y negociación de la parte japonesa (1982-5-7~5-17)

Yasushi	Kanbe	MMAJ
Shimode	Masayoshi	Sección de Energía de Ministerio de Comercio Internacional e Industria
Ken	Nakayama	MMAJ

#### (2) Investigación de campo (1982-9-3~12-22)

Los miembros japoneses de investigación

Yasuhisa	Yamamoto	MMAJ
Toshiya	Ito	DOWA ENGINEERING, CO., LTD., (geología)
Yukuo	Kinryu	" ( " )

Masanobu Kajio	DOWA ENGINEERING, CO., LTD.,
	(sondeo)
Syozō Shikanai	" ( " )
Katsuhiko Yamamoto	" ( " )
Masayuki Ōshima	" ( " )

Los miembros bolivianos

Ing. Carlos Soruco M.	Departamento geológico de Oruro, COMIBOL
Ing. Juan Carlos Seguro A.	"
Ing. Plinio Velasco A.	"
Ing. Vladimir Rodríguez	"

1-4 Selección de zona investigada

La zona investigada ocupa una parte de la región de Sud Lípez, ubicada al extremomeridional de la República de Bolivia, y se sitúa al extremo suroeste de la provincia de yacimiento polimetálico de gran escala que conecta La Paz-Oruro-Potosí-Tupiza. Por lo tanto, se reconocen en esta área minas abandonadas innumerables, indicios de mineralización y zonas alteradas, etc. Es una de las áreas apinadas de yacimientos dentro del mismo país. Y los yacimientos de esta área son altamente argentíferos por lo cual son muy importantes económicamente. Con el arreglo de carreteras a esta área en los últimos años, han sido foco de la atención pública con rapidez.

COMIBOL está construyendo en Potosí una refinería de plomo con el objeto de recuperar plata. Y se ha juzgado que la provincia de yacimiento de Sud Lípez, como lugar suministrador de mineral para dicha refinería, es geográficamente favorable y tiene varias clases de minerales. COMIBOL formuló un equipo de proyecto de exploración bajo el control directo del departamento geológico de Oruro y empezó la exploración de galería y el sondeo de las minas San Antonio y Buena Vista.

La misión investigadora preliminar de geología, en el año 1981,



realizó la investigación general de diez partes mineralizadas principales de esta área, y examinó y comparó las condiciones de localización, geología y geología económica de cada parte mineralizada. Después de esto, se decidió que la mina San Antonio fuera área objetiva de la investigación fundamental colaborada en la exploración de recursos naturales, por las razones siguientes.

- (1) Geográficamente está cerca de mina Escala que es centro de exploración de la presente área y base de retransmisión de materiales.
- (2) La zona alterada, desarrollada en torno de la mina, es notablemente de gran escala y dominante. Y, se esparce otra zona alterada de misma escala y calidad en torno de Cerro Amarillo situado al este de esta mina.
- (3) Hay indicios de que en la época de la colonización española estaba en operación sumamente en gran escala.
- (4) En la superficie de la tierra se observan muchos afloramientos cuya potencia máxima llega a 200 cm, y existen tajos explotados de vetas cuya potencia alcanza a unos metros en el nivel de recorte de Mesa de Plata.
- (5) El yacimiento consta de muchas vetas paralelas en torno de la Veta No II que es la principal, y se supone que la prolongación de rumbo llegue a alrededor de 1,000 m y la máxima potencia a unos metros.
- (6) Aunque las vetas están acompañadas por minerales de sulfuro en el nivel de recorte de Mesa de Plata a 150 m bajo tierra, su mineral principal es óxido aún y se espera que exista alguna zona de sulfuros primarios.
- (7) Hay indicios de que se explotaron también bajo del nivel de recorte, pero no se sabe de su escala, informaciones del yacimiento, geología y la razón por la cual se suspendió la explotación.

- (8) Los minerales son los argentíferos, plomo y de cinc, cuyo valor económico es alto.

## CAPITULO 2. RESEÑA GENERAL DEL ZONA INVESTIGADA

### 2-1 Localidad y accesibilidad

El zona de investigación se ubica a unos 800 km de distancia en línea recta al sur de la capital, La Paz, y pertenece administrativamente al Departamento de Potosí. Se encuentra en el mapa de San Antonio de Lipez a escala de cincuenta mil publicado por el Instituto Geográfico Militar. Se puede acercarse a esta mina desde La Paz en automóvil o en ferrocarril y vehículo. Pero, no se puede utilizar ni una de estas dos maneras de accesibilidad desde diciembre hasta marzo, en la época de lluvia, porque las carreteras y los lechos se quedan inundados y cortados, por lo cual resulta intransitable.

Las rutas principales en automóvil son las siguientes:

La Paz — Oruro — Uyuni — mina San Antonio	3 días
La Paz — Oruro — Potosí — Atocha — mina San Antonio	3 días

Y, las rutas en ferrocarril y automóvil son como siguen:

La Paz — Uyuni — mina San Antonio	2 días
ferrocarril                  automóvil	
La Paz — Atocha — mina San Antonio	2 días
ferrocarril                  automóvil	

En caso de ir en ferrocarril se utiliza la línea

La Paz—Villazón que conecta La Paz con Argentina, pero es muy difícil conseguir automóviles en Uyuni y Atocha, por lo cual resulta imposible tomar esta ruta. La carretera de La Paz a mina San Antonio es de buena condición excepto una parte.

### 2-2 Geografía y clima

La región de Sud Lipez está en la zona montañosa a la altitud de más de 4.000 m, pertenecida al extremo sur de los Andes Orientales, donde se

encuentra la cima más alta Cerro López (6.000 m) con otras montañas altas concentradas (más de 5.000 m), y en torno de éstas se desarrollan zonas mineralizadas.

La geomorfía refleja claramente la geología del área, y las partes planas, a la altitud de menos de 4.200 m, constan de roca piroclástica del Terciario Neógeno y el sistema Ordovícico, y el sistema Cuaternario. En cambio, las partes más altas, o sea, más de 4.400 m, están formadas de dacita del Mioceno del Terciario Neógeno y roca piroclástica y presentan topografía escarpada de la etapa madura. En los ríos se observa erosión avanzada y presenta topografía abrupta de terraza.

El área investigada, situada al norte de Cerro López, a 22° de la latitud sur, pertenece a la región tropical. Sin embargo, por las condiciones naturales dichas antes, no se observa casi nada de flora en esta área que es estéril y medio desierto.

La época de las lluvias y la seca están bien marcadas. En la temporada de las lluvias se interrumpe el tráfico por causa de inundación y no se puede comunicar con otras áreas. En la estación seca, es decir, desde abril hasta diciembre, la humedad es de 0 a 20% y hace frío severo. De junio a septiembre, sobre todo, la diferencia entre la temperatura máxima y la mínima del día es notablemente grande y la temperatura se varía entre 15°C y -20°C. En la época de las lluvias, o sea, desde enero hasta marzo, la temperatura se varía entre -5°C y -25°C, y la cantidad anual de lluvias, que es de unos 400 mm., se concentra en esta época. De junio a agosto, sobre todo, en lo más recio del invierno la temperatura baja a -30°C. El viento fuerte brama todos los días y en los valles se congela nevada por lo cual resulta difícil hacer el servicio de jeep.

Por consiguiente, las actividades para exploración se pueden realizar solamente de septiembre a diciembre.

### 2-3 Situación social general del zona investigada

Las condiciones naturales de esta zona son extremadamente severas por lo cual no existe ningún rancho a la altitud de más de 4.200 m excepto mina San Antonio. Se instalaron alojamientos para esta investigación en Mesa de Plata a la altitud de 4.600 m. Todos los habitantes son indios cuyo nivel de vida es muy bajo, y la vida depende del pastoreo de llama y oveja. Las severas condiciones naturales no les permiten dedicarse a la agricultura. San Pablo de Lípez es la capital de Sud Lípez cuya población alcanzaría de 200 a 300 habitantes, pero no hay tienda ni mercado ni instalación de alojamiento. Por lo tanto, antes de realizar la investigación, hay que proveer víveres, artículos de primera necesidad, materiales para instalar alojamientos y combustibles para motores y automóviles, desde fuera.

Se suministran alimentos y materiales para la investigación a las mina San Antonio y Buena Vista en exploración, desde Oruro, Uyuni y Atocha. Y, durante el período de esta investigación se hizo lo mismo. Para proveer alimentos se necesitan dos días a ir en jeep a Atocha que es pueblo más cerca de la mina. Es necesario proveer víveres por lo menos una vez por semana.

Para comunicar con fuera se utiliza la radiotelefonía reservada para COMIBOL de mina San Antonio, pero el estado de radio es malo y hay restricciones de tiempo, así que no hay manera segura de comunicar directamente con otras áreas.

Además de las severas condiciones naturales arriba mencionadas hay problemas del mal de montañas causado por falta de oxígeno. Al realizar la investigación, es necesario prestar minuciosas stenciones a conservar la salud de los investigadores, aparte de atenciones a materiales.



### CAPITULO 3. RESEÑA GENERAL DE GEOLOGIA Y YACIMIENTO

#### 3-1 Geología

La región de Sud Lípez está compuesta geológicamente del sistema Ordovícico de los Andes Orientales y el Terciario del altiplano y se sitúa en la provincia de yacimiento polimetálico como se ha mencionado antes. Por los límites entre ambos sistemas se observan esparcidas dacitas, y una parte suya está estrechamente relacionada con la formación de yacimientos polimetálicos.

El área investigada consta solamente de dacita del Terciario Neógeno y del sistema Cuaternario. Y a continuación se describe la reseña general geológica de la región de Sud Lípez.

La geología de esta región está compuesta del sistema Cretácico y el Terciario a base del sistema Ordovícico, y es casi igual a las áreas de San Vicente y Gran Chocaya.

El sistema Ordovícico: este sistema está difundido a unos 5 km al nordeste de mina San Antonio y más al este, por la frontera con Argentina. Este sistema, formado por pizarra y arenisca estratificadas y la alternancia de ambas, es típico sedimento geosinclinal monótono que no intercala ningún producto de actividades ígneas, sin sufrir ninguna acción metamórfica. La litofacies está clasificada en la alternancia de arenisca gris compacta, dura y estratificada, de alrededor de 10 cm de espesor, y de pizarra negra, y pizarra negra con clivaje desarrollado menudo. La primera queda debajo de la última estratigráficamente.

Este sistema limita con el sistema del Cretácico y Terciario superiores con fallas y discordancia.

El sistema Cretácico: este sistema se llama la formación de El Molino y se difunde en escala pequeña a unos 70 km al este de mina San

Antonio. Su litofacies consta principalmente de arenisca roja estratificada que tiene estrato falso magnífico e intercala estrato fino de caliza del mar poco profundo y arenisca verde en una parte, pero se podría llamar formación continental en general.

Este sistema linda con del sistema Terciario con falla y discordancia, y gradualmente en una parte.

El sistema Terciario: en este sistema se encuentran desde abajo hacia arriba las formaciones Potoco, San Vicente, Rondal y Quehua, dacitas y rocas volcánicas, amontonadas.

La formación Potoco limita con del sistema Ordovícico con falla de San Vicente y se difunde en escala pequeña, de norte a sur, larga y estrechamente. Esta formación también consta de formación continental de arenisca roja estratificada que tiene estrato falso, pero su concretación es más baja que la de la formación El Molino, por lo cual se puede distinguir una de otra. Hasta esta formación está sufrida de plegamiento notable.

La formación San Vicente está difundida ampliamente al norte y al sudeste de mina Santa Isabel. Consta de arenisca roja que presenta estratificación casi horizontal y poco claro y de estrato de conglomerado, y sus fragmentos componentes son guijas que son rocas de base. Dentro de esta formación se observan en todas partes la estructura gradada y la estructura imbricada con las direcciones horizontal y vertical de pedazo y estrato falso.

La formación Rondal presenta la distribución larga y estrecha de escala comparativamente pequeña al este de mina Santa Rosa en la dirección nornoroeste-sursudeste. La característica litológica es lava basáltica negra, que es detallada y dura, contenida de mucha cantidad de fenocristal de olivina. Esta actividad volcánica es la primera reconocida en Bolivia y se considera como problema muy importante en la historia geológica.



La formación Quehua es de toba dacítica cuyo espesor llega a unos cientos de metros, difundida ampliamente en todo el altiplano, inclusive Sud LÍpez. La litofacies es muy diversa y se varía de pumita tobácea y toba hasta toba brecha y toba arenosa. Los pedazos contenidos son principalmente de dacita, pero, también de pedazos distintos como pizarra y arenisca de la parte inferior. Esta formación, por características como litofacies estratificación y distribución, se interpreta como sedimento de roca piroclástica caída difundida ampliamente.

Dacitas y rocas piroclásticas de misma calidad están difundidas en relación estrecha con la parte mineralizada de la región de Sud LÍpez. La lava es una serie de dacita con biotita y hornblenda y la textura porfirítica, que contiene mucha cantidad de fenocristal de plagioclasa y cuarzo aparte de los minerales de color antes mencionados, es muy notable. Esta roca es compacta principalmente pero que tiene diaclasa columnar, sin embargo, en una parte se observa lava autobrechada y en algunas ocasiones se convierte en roca piroclástica son de toba y toba brecha, cuya escala de distribución es notablemente pequeña. La mayoría de estas lavas y rocas piroclásticas tiene colores de blanco-amarillo-gris claro por causa de alteración. En el lugar donde hubo alteración notable plagioclasa está enturbiada de blanco, y fenocristal de minerales color está tan alterado como es difícil distinguirlo a simple vista. Pero, se queda frescamente fenocristal de cuarzo.

### 3-2 Geología estructural e Historia geológica

La región de sud LÍpez se ubica al extremo occidental de los Andes Orientales, por lo cual la básica geología estructural, igual que la de los Andes Orientales, es de norte-sur, y se sugiere que la del zona investigada sea igual.

Falla: por la frontera con Argentina, al este de mina San Antonio, se desarrolla de norte a sur la falla de San Vicente que es una de las más grandes de escala en Bolivia, que separa el sistema Terciario principalmente desde el sistema Ordovícico. Por esta falla se reconocen fallas pequeñas de norte-sur, y otras pequeñas perpendiculares a las primeras controladas por esta falla. Dentro la sistema del ubicado al nordeste de mina San Antonio, próximo a ésta, las fallas de rumbo N20°E y otras perpendiculares a las primeras son destacadas. La dirección de las últimas es casi igual que el rumbo general de vetas de la region de Sud Lipez, lo cual alude que la mecanismo de formación de fisura encajonada de vetas de esta región esté relacionada con el movimiento tectónico. Las fallas la sistema del Terciario fuera del área investigada próxima a mina San Antonio demuestran la dirección NNE-SSW y la perpendicular a la primera.

Pliegue: la estructura de pliegue es notable en la sistema Ordovícico y el Cretácico, sin embargo, no se observa pliegue. La forma de pliegue es pliegue simétrico con el eje vertical, y la dirección del eje es de norte-sur y de N20°E. La dirección de eje de la estructura de pliegue suave, reconocida en la sistema Terciario, es casi igual que el anterior. Estas estructuras de pliegue son resultados de que la sistema Ordovícico sufrió el movimiento orogénico de Variscan, que el sistema Cretácico el de Nevada, y de que el sistema Terciario el de los Alpes.

Y, en el zona investigada no se observa falla ni estructura de pliegue que demuestre alguna geología estructural.

Historia geológica: toda Bolivia, durante la época Ordovícico, pertenecía al geosinclinal de los Andes Orientales, desarrollado entre el escudo Brasileño y los Andes Occidentales, donde se formó el sedimento eugeosinclinal enorme de la época Ordovícico. Después, se avanzó la regresión del mar y hasta ahora se ha continuado el solevantamiento,

mientras se observa solamente la transgresión del mar de escala pequeña de la época Cretácico. Se formó la cuenca sedimentaria del altiplano intercalado en los Andes Orientales y Accidentas, solevantados con el comienzo de la época Terciario Paleógeno, y se sedimentó la formación continental cuyo espesor llega a más de 10.000 m.

Después de sedimentarse la formación de San Vicente, se entra en la primera época de actividad ígnea verdadera en la historia geológica. Es decir, a continuación de la actividad de basalto de Rondal de escala pequeña, se entró en la época de actividad ácida amplia y de escala grande e hizo formar la formación Quehua. En la última etapa de esta actividad se desplegó la actividad de dacita de pequeña escala por todas partes, acompañada de mineralización variada en una parte. Dacita de esta área de investigación es consecuencia de la actividad de esta época.

### 3-3 Mineralización

En la región de Sud Lípez están confirmados indicios de mineralización, dentro de los cuales el ejemplo principal es mina San Antonio. La mayoría de partes mineralizadas dentro de la región está concentrada en la zona montañosa abrupta que tiene más de 4.400 m de altitud, y en 1981 se realizaron las investigaciones generales de las minas Escala, Buena Vista, San Antonio, Trapiche, Moroco, Santa Rosa, Esmoraca y Villarruer. Con respecto a estos yacimientos, las minas Trapiche y Buena Vista sólo están encajonadas en la formación Quehua, y la roca madre de otras minas es dacita.

Todas las minas arriba mencionadas están alguna vez operadas y exploradas, pero en este momento, en 1982, las mina Esmoraca y Villarruer solas están en operación, y las minas San Antonio y Buena Vista en exploración.

La mineralización es principalmente de plata, plomo y cinc, y además

de estos está acompañada de poco estaño y cobre. La mina Trapiche, sin embargo, es de veta de bismuto.cuarzo, y la Esmoraca de tungsteno con poco oro.

Todas minas están acompañadas de zonas alteradas notables de diferentes tamaños. En las minas San Antonio, Santa Isabel y Moroco, sobre todo, están desarrolladas zonas alteradas de gran escala, de 5x3 km, cuya forma es casi oval, en general en torno de yacimientos. Pero, las zonas alteradas de pequeña escala están desarrolladas en forma de faja o paralela en torno de vetas.

En minerales alterados se observa sericita por observaciones de rayos-x y microscópica, y en los lugares con notable alteración se comprueban clorita y caolín. A continuación, se describe brevemente sobre las minas de la región de Sud Lipez.

Mina Santa Isabel: esta mina es el término genérico para las zonas alteradas mineralizadas de gran escala que están desarrollada en torno de Cerro Santa Isabel situado a unos 50 km al nordeste de mina San Antonio. En esta área son conocidas las minas Mercedes, San Agustín, Consuelito y Escalera y muchas minas abandonadas. El yacimiento es veta de plata.estaño.plomo.cinc que se encuentra dentro de dacita, y en mina San Agustín están comprobadas vetas de alta ley predominantes.

La mineralización de esta mina es mineral complejo argentífero cuyo valor económico es alto, y muchas minas abandonadas y partes mineralizadas están comprobadas y la escala de distribución de la zona alterada y su calidad son predominantes, por los cuales se juzga que el valor de explotación de esta mina es alto.

Mina Santa Rosa: esta mina es yacimiento de plata.plomo.cobre encajonado en dacitas, situado al nordeste a unos 40 km de mina San Antonio. El desarrollo de zona alterada blanqueada es notablemente de escala grande,

además, se acompañan muchas minas abandonada a indicios de mineralization. En el desmonte no se observa casi ningún mineral, y la mineralización de los datos existentes es inferior, por los cuales se supone que la mineralización sea en general débil.

Mina Bolívar: esta mina, situada a unos 40 km al nordeste de mina San Antonio, es veta de plata·plomo·cobre compuesta por bismuto. Se quedan muchas minas abandonadas y desmontes enormes. Si embargo, no se observa casi ningún mineral en ellos y el desarrollo de la zona alterada blanqueada es de escala pequeña, por los cuales se juzga que la alteración mineralizada es inferior.

Mina Buena Vista: esta mina, ubicada a unos 30 km al nordeste de mina San Antonio, es veta argentífera de bismuto·plomo·cinc encajonada dentro de la formación Quehua y a partir de 1981 se han realizado por COMIBOL el sondeo fuera de superficie y la exploración en galería. El yacimiento es de alta ley y consta de vetas paralelas con muchos cambios de ancho, y los operacionales son bastante buenas. La situación real de esta mina se va a aclarar por los resultados de exploración del futuro.

Mina Moroco: esta mina, situada a unos 30 km al este de mina San Antonio, es veta argentífera de plomo·cinc acompañada de mucha cantidad de pirita. El yacimiento consta de la veta principal Rica cuya prolongación de rumbo alcance probablemente a alrededor de 1.000 m. y de muchas vetas paralelas, por lo cual la escala de zona alterada es grande y la calidad es buena. Sin embargo, no se observa casi ningún mineral en el desmonte enorme ni se queda escoria.

Mina Trapiche: esta mina, ubicada a casi 20 km al este de mina San Antonio, es yacimiento donstado principalmente de bismuto encajonado en la formación Quehua. Su potencia es de menos de 10 cm, y la mineralización y la alteración son muy inferiores, y el valor económico de

bismuto es bajo.

Mina Escala: esta mina, a cerca de 30 km al norte de mina San Antonio, es yacimiento de plata-plomo-cinc encajonado en dacita. El yacimiento está compuesto por muchas vetas paralelas. La continuidad de la dirección de rumbo de la veta principal es buena, pero, la potencia y la ley son variadas y la zona alterada que se lleva con la veta es de pequeña escala relativamente. Esta mina es base principal de exploración de COMIBOL en la región de Sud Lípez, donde están instalados depósitos para materiales y alojamiento.

Mina Esmoraca: esta mina, ubicada a unos 60 km al este-nordeste de mina San Antonio, por la frontera con Argentina, es yacimiento encajonado en andesita. Su mineral es tungsteno con poco oro. Es veta de alta temperatura acompañada de mucha cantidad de hematita, magnetita y pirita, y la combinación de minerales es muy distinta a la de otras minas antes mencionadas. El yacimiento consta de la veta Thiel cuya prolongación de rumbo se supone que llegue a cerca de 1.500 m, y de muchas vetas paralelas.

Mina Villarruer: esta mina, situada a casi 35 km al suroeste de mina Escala, es veta de galena argentífera encajonada en andesita y yacimiento de alta ley que no contiene casi ningún mineral de ganga. En la actualidad, se explota a mano y se envía mineral concentrado seleccionado a mano. Esta mina consta de varias vetas paralelas y su mineralización es dominante.

## **PARTE II INVESTIGACION GEOLOGICA**





CAPITULO 1. GEOLOGIA

1-1 Geología

En la zona estudiada existen rocas ígneas extrusivas dacíticas y sedimentos cuaternarios. Además, se comprobó la existencia de rocas sedimentarias pertenecientes a la formación Chaunaca del sistema Cretácico. (Ver Tabla II-1).

Tab. II - 1 La estratigrafía del área de Sud López y Antonio

Area		San Antonio	Sud López	
Edad		Unidades	Unidades	Rocas
QUATERNARIO		Aluviones, Terrazas etc.		
TERCIARIO	Mioceno Superior	Lavas y rocas piroclásticas	Lavas y rocas piroclásticas	Intrusivos, lavas y piroclásticos
			Formación Quehua	Tobas, Tobas lapilli, Tobas brecha etc.
			Formación Rondal	Lava de basalto
	Eoceno		Formación San Vicente	Arenisca con conglomerado
			Formación Potoco	Areniscas
CRETACICO		Formación La Chaunaca	Formación El Molino	Areniscas, calizas y yeso
ORDOVICICO		Areniscas y pizarras, alternante de areniscas y pizarras		Areniscas y pizarras

Formación Chaunaca: Las rocas de esta formación no se desarrollan en superficie en toda el Area Sud López, pero fue cortada por el taladro No. MJB-2 por debajo de 200 m del nivel del socavón Mesa de Plata. Las rocas sedimentarias constituidas por alternancia de areniscas de grano fino, limolitas y yeso, tienen estratificación laminar, delgada. Las limolitas de color variable entre rojo, gris negro a gris son de consistencia menor que las areniscas. Según estudios microscópicos presentan

poco cuarzo fino en su constitución siendo la arcilla la componente mayoritaria.

Las areniscas de color rojo a gris posan gradualmente a limolitas. Las observaciones microscópicas revelan textura bandeada síctica, pues hay intercalación de granos gruesos que gradualmente pasan a grano fino. El yeso de color variable de blanco a negro está constituido por cristales subparalelos a la estratificación en un matrix de limolitas revelado claramente por estudios microscópicos.

Dacita: De toda las muestras extraídas en superficie e interior mina solamente 9 de ellas son frescas para los estudios microscópicos, las cuales de acuerdo a normas internacionales (ver Fig. II-1.) dan como resultado la denominación de riolita con componente de feldespatos alcalinos, aunque 2 muestras revelan la roca como riolita. Nosotros por preservar la tradición continuaremos usando la denominación de dacitas.

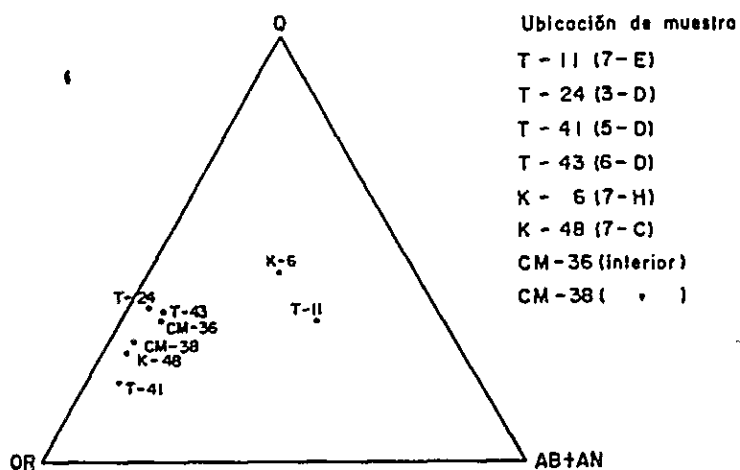


Fig. II-1 Clasificación de dacitas por modelo de I.U.G.S.

Las rocas dacíticas son generalmente masivas, aunque parcialmente diaclasadas con estructuras fluidas y autobrechadas sin límites definidos y distribuidas caóticamente. En algunas dacitas se encuentran poros con contenido

de gases. La actividad volcánica que originó el emplazamiento de los diferentes tipos de dacitas (lava y domos) no fue al mismo tiempo, pero sí muy cercanas.

La textura autobrechada se encuentra en varios lugares del área estudiada, pero más frecuentemente están presentes en la parte NE y SW de ésta área. Dentro de las dacitas en algunos sectores se encuentran xenolitas pertenecientes a las rocas de la formación Chuanaca como areniscas rojas y limolitos grises.

Las dacitas alteradas generalmente son de color gris blanquesino a blanco amarillento. Especialmente en sectores fuertemente alterados los fenocristales de biotita y plagioclasa no se pueden diferenciar. Sólo es posible ver los cristales de cuarzo.

Los estudios microscópicos revelan textura clástica en las dacitas autobrechadas, y textura porfirítica en los demás tipos de esta roca compuesta por fenocristales de cuarzo, plagioclasa, feldespatos alcalinos y biotita.

Los cristales de cuarzo muy fracturados miden hasta 4 mm de diámetro, son generalmente redondeados y tienen carácter idiomórfico. Las plagioclasas y feldespatos alcalinos de hasta 4 mm de diámetro son idiomórficos. (No se diferencian entre estos minerales siendo la denominación general la de plagioclasa.) La biotita es generalmente idiomórfica y su tamaño alcanza hasta 3 mm de diámetro. Los cristales de biotita y plagioclasa están fuertemente argilitizadas en las zonas de alteración. El matrix de la roca está constituido por plagioclasa y biotita fina fuertemente alteradas. Aparte de los minerales descritos encontramos la presencia de minerales de Fe, como pirita, limonita y otros. En rocas adyacentes a las estructuras mineralizadas, también tienen su ocurrencia la magnetita e ilmenita en forma restringida.

Sistema Cuaternario: Representado por sedimentos aluviales á lo largo de las quebradas y ríos; morrenas en franjas de dirección NW-SE distribuidas en las partes topográficamente altas, están constituidas por clastos de diferente tamaño y arena. Los clastos mayores son andesitas de color gris oscuro y dacitas biotíticas de color gris rojiza. Ambas rocas no alteradas fueron transportadas de zonas o regiones alejadas al yacimiento. La andesita tiene textura porfirítica y está constituida por fenocristales de hipersteno, hornblenda y biotita. Esta roca no fue detectada en el Área de Sud López.

#### 1-2 Geología estructural

En la superficie estudiada no se observan fallas ni plegamientos, por lo cual no se detallan en el plano de superficie. Sin embargo, por datos regionales probablemente existan estructuras de dirección submeridional (N-S), lo cual podría confirmarse con los datos del estudio de diaclasamiento que revela esfuerzos mayores E-W.

## CAPITULO 2. YACIMIENTOS MINERALES

El campo minero de San Antonio de LÍpez tiene una extensión de 2.5 Km de N-S y 2.0 Km de E-W con varios afloramientos de vetas con socavones de explotación abandonadas. Durante la época colonial española, a través del nivel Mesa de Plata fueron explotadas las Vetas I y II. No se conocen datos de la producción, la geología y la magnitud de explotación de ellas. Actualmente está siendo estudiado por COMIBOL a través de taladros a diamantina desde superficie e interior mina, los principales sistemas de vetas (I, II, III y IV) que son de dirección NE a SW. El programa de investigación de 1982 se efectuó en el nivel Mesa de Plata y los afloramientos de superficie no pudiendo ser posible en otros socavones. Se investigó la geología del yacimiento, la mecánica de formación de las estructuras mineralizadas, las características mineralógicas y configuración de las alteraciones primarias. Además del estudio en laboratorio de las características fisicoquímicas, secciones pulidas, análisis químicos, inclusiones fluidas y otros. Paralelamente se estudió la forma de las bolsoneras y clavos mineralizados, y la correlación de los principales elementos como Pb, Zn, Ag. Los resultados obtenidos serán de gran ayuda para la exploración de nuevos centros mineralizados del yacimiento.

### 2-1 Roca encajonante (or roca madre).

La roca huésped es la dacita masiva sumamanete alterada, cerca de la Veta II se encuentra brechada. Su color es generalmente blanco amarillanto, pero junto a la Veta I es verde.

En las secciones delgadas se observa que la plagioclasa generalmente está alterada a sericita y caolín, y la clorita a minerales de hierro. Las rocas del sistema de Veta I están fuertemente cloritizadas; en cambio,

en la Veta II predominan la sericitización y caolinización. En la alteración de las rocas, la cloritización es relativamente anterior a la sericitización y caolinización, sin embargo, existe una fase posterior de formación de vetillas de caolín y cuarzo que cortan a las zonas de alteración anterior.

## 2-2 Vetos

Veta I: De rumbo general E-W con buzamiento predominante N y predisposición en echelon, la longitud entre el desarrollo de interior mina y su afloramiento probablemente sea de cerca de 1,000 m. Hacia profundidad está confirmado hasta los 250 m y probablemente continúa. La potencia es variable y llega hasta los 15 m como máximo hacia el E del recorte principal. La veta principal es acompañada por vetillas paralelas delgadas y varios ramos, en dirección de la prolongación occidental, la veta adelgaza, al contrario, hacia el E su potencia es considerable. Sin embargo, no se conoce su comportamiento mucho más de E del roje I. El mayor componente es el cuarzo y acompañan a éste la galena, esfalerita, pirita y minerales de Ag, todos ellos tienen cristalización gruesa, su textura generalmente es bandeada, entre el cuarzo y los sulfuros. Sin embargo, se aparecía la presencia restringida de textura brechosa. Esta veta antiguamente fue explotada tanto al techo como al piso, y al presente no se conoce la magnitud total de su explotación.

Veta II: Tanto el rumbo como buzamiento y ancho son variables, pero el rumbo general es N70E hasta E-W y su buzamiento predominantemente al S. Muchos ramos paralelos la acompañan hacia el W, la longitud de ella en horizontal probablemente sea alrededor de 800 m, asimismo en vertical cerca de los 300 m comprobados, el ancho es variable y llega hasta 20 m en la parte central, hacia los flancos E y W se reducen grandemente. Los

mayores componentes minerales son la baritina y el cuarzo. Además de la galena, esfalerita y minerales de plata, su textura normalmente es brechada con clastos cementados con minerales de una fase posterior, como la baritina y cuarzo con muy poco contenido de sulfuros.

Este hecho nos demuestra la existencia de 2 fases de mineralización en la veta. Antiguamente fue explotada tanto al piso como al techo desconociéndose hasta hoy la magnitud de dicha explotación.

Veta III: Emplazada hacia el SW de la Veta II en forma subparalela, al S de ella tenemos varios ramos de diverso rumbo que no se describen. En afloramiento la potencia de estas vetas no pasa los 2 m, tienen como componentes minerales mayoritarios el cuarzo y la baritina con cristalización gruesa y textura brechosa, aspectos muy similares a la Veta II. A lo largo de los afloramientos existen muchos socavones y piques con desmontes pequeños, aunque la potencia de la veta es considerable, las leyes para Ag son bajas, por lo cual es necesario el estudio geológico y su exploración a travéz de taladros a diamantina.

Grupo de Veta IV: Este grupo se encuentra aproximadamente a 2 Km SW de Mesa de Plata, abarca 1 Km de largo NW-SE y ancho de 200 m, donde existen varios afloramientos con pequeños trabajos mineros. Los rumbos y buzamientos son diversos, pero predominan las direcciones de N-S y NW-SE. La veta en socavón Quebrada tiene potencia reducida, pero en afloramiento llega a los 2 m. Las longitudes tanto en horizontal como vertical no conocen. Los componentes minerales mayoritarios son el cuarzo y la baritina, encontrándose además galena, esfalerita con textura brechosa. Cerca del socavón Quebrada existen varios cateos de exploración sobre el afloramiento de la veta que aún no está bien explorada y explotada.

Otras Vetas: Al N de Veta I a más o menos 400 m existen varios afloramientos de dirección general E-W con buzamiento mayoritario al N con

80°, pero en algunos casos es al S, la longitud alcanza entre 400 y 500 m en afloramiento, no se conoce con exactitud la longitud en dirección del buzamiento. La mineralización es gruesa y está representada por cuarzo y baritina con textura brechosa, similar a la Veta II. A lo largo del afloramiento existen algunos piques de exploración que no tienen mensura, mapeo ni muestreo.

Tab. II - 2 Elcaractrísticas de Veta No. I, Veta No II y Veta No. IV .

veta característica	Veta No I	Veta No II	Veta No IV
longitud	grande	grande	mitad
Brechamiento de roca	parcialmente	cralmente	parcialmente
Brechamiento de veta	"	"	popular
textura bandeada	cralmente	parcialmente	"
drusa	bastante	bastante	bastante
cara de desplazamiento	parcialmente	cralmente	parcialmente
veta paralela	mucho	mucho	mucho
bonanza	grande	grande	pequeño



## 2-3 Minerales y Mineralización

Los minerales metálicos primarios que se encuentran en la presente investigación son galena, esfalerita, pirita, marcasita, calcopirita, tetraedrita, plata nativa, argentita, polibasita, pirargirita, hematita, aikinita ( $\text{CuPbBiS}_3$ ) y greenockita ( $\text{CdS}$ ). Los minerales de ganga son cuarzo, baritina y hematita. Los minerales secundarios son goetita, covellina, etc.

Entre estos minerales no se encuentran los de generación en alta temperatura ni minerales sulfosales complicados que contengan estaño. En la observación microscópica el paragénesis de minerales es comparativamente simple. Además, existe una gran cantidad de baritina, o sea, se encuentran características de vetas epitermales. Por consiguiente, se puede decir que el yacimiento de San Antonio es, hasta unos 300 m por debajo de la superficie, una mineralización diferente de yacimientos xenotermales polimetálicos que acompañan estaño, tungsteno y otros minerales producidos generalmente en Bolivia.

Los minerales de plata son argentita, pirargirita, polibasita, tetraedrita, etc. Su cristalización se concentra comparativamente en la etapa temprana (la Etapa I abajo mencionada). Estos minerales de plata existen principalmente en paragénesis con galena o incluidos en ésta. Sin embargo, en la etapa tardía (la Etapa II abajo mencionada) son tendientes a existir en paragénesis denso o disperso con otros minerales o existen aisladamente en los minerales de ganga. Por otra parte, se confirma por EPMA el hecho de que galena casi no incluye plata como solución sólida.

Los minerales principales de galena, esfalerita y pirita son tendientes a existirse en íntima paragénesis y a cristalizarse principalmente en la etapa temprana. Estos minerales contienen en muchas ocasiones minerales pequeños de plata y cobre, etc.

La hematita existe generalmente en paragénesis con cuarzo, o se

cristaliza en etapa comparativamente temprana presentando una forma foliada dentro de cuarzo.

La calcopirita se asocia con galena o se cristaliza incluida en esfalerita en la etapa temprana. En ambos casos es pequeña y de poca cantidad.

La marcasita existe en paragénesis con galena y esfalerita, pero es de poca cantidad.

La aikinita y la greenockita existen un poco, asociadas con galena.

El cuarzo y la baritina son componentes principales de minerales de ganga. La primera se cristaliza principalmente en la época temprana conteniendo varios minerales o cementándolos. La segunda existe en paragénesis con cuarzo, pero su cristalización se concentra en la época tardía.

La Fig II-2 describe la cantidad y la época de cristalización relativas de dichos minerales a base del resultado de estudios microscópicos. También Fig II-3 indica la relación de época I y II.

La época de la mineralización se presume como sigue según el resultado de la investigación de interior mina. La mineralización se clasifica en dos etapas divididas por el brechamiento reconocido generalmente en la Veta No. II; o sea, la Etapa I, anterior a éste, representada por la Veta I y fragmentos de minerales en la Veta II, y la Etapa II, posterior a éste, representada por la mineralización que cementa los fragmentos de minerales de la Veta No. II.

La Etapa I está compuesta de cuarzo y acompaña galena, esfalerita, pirita, calcopirita y vetillas de hematita. Presenta característicamente textura bandeada. Estos minerales se aumentan gradualmente hacia la época tardía, y pasan de la textura diseminada a la bandeada.

La Etapa II es la mineralización que corta vetas o cementa brechas de minerales de la Etapa I. Está compuesta principalmente de cuarzo y baritina.

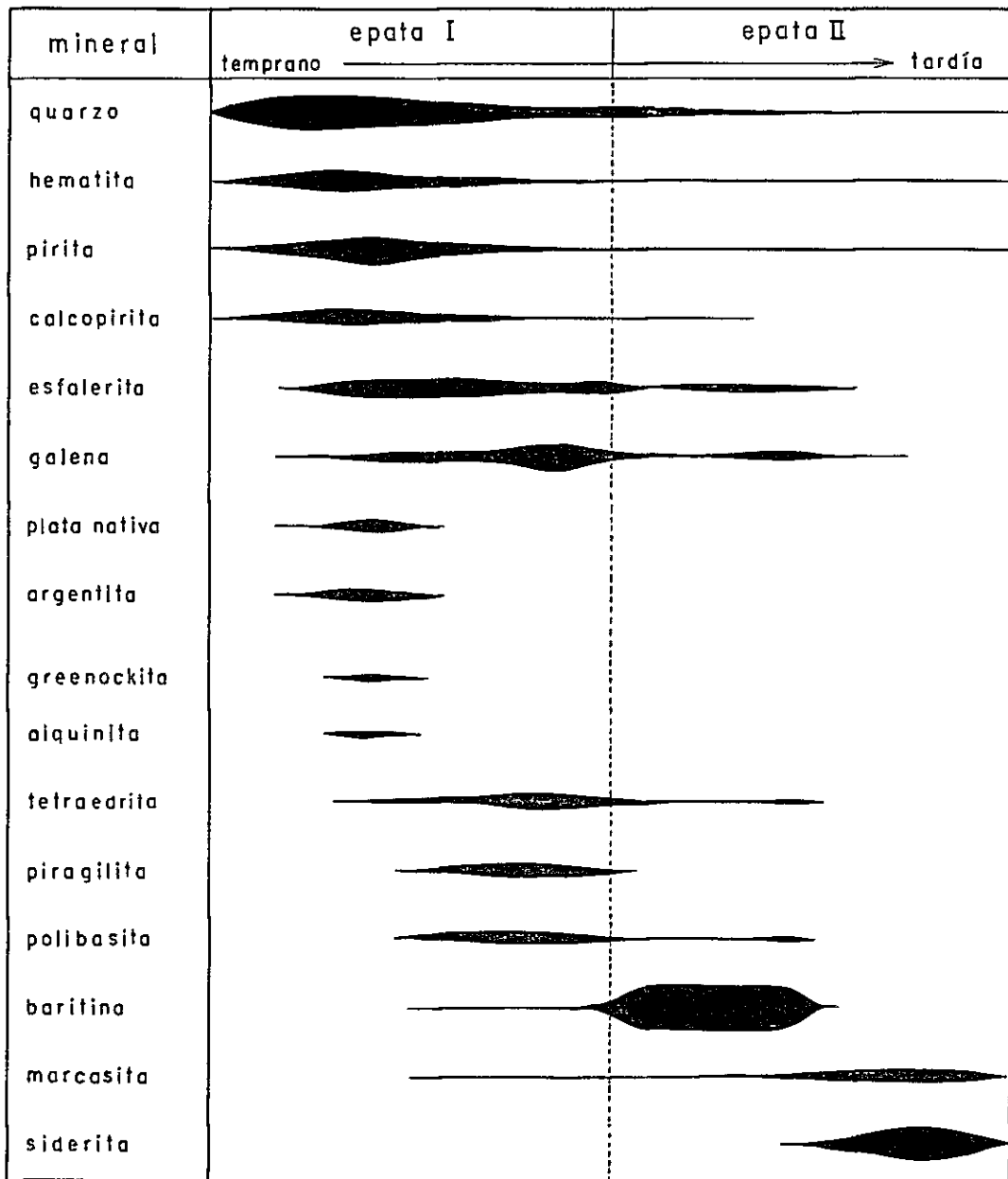
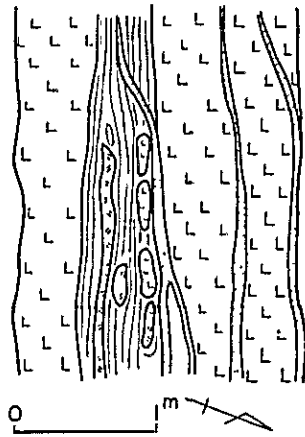


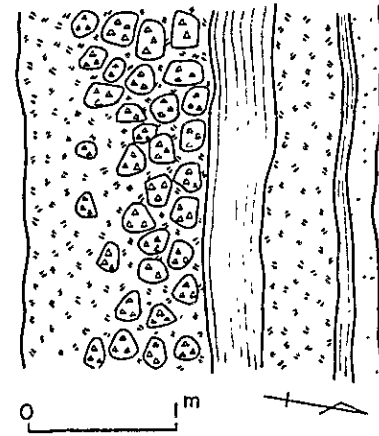
Fig.II-2 Secuencia de minerales idealizados



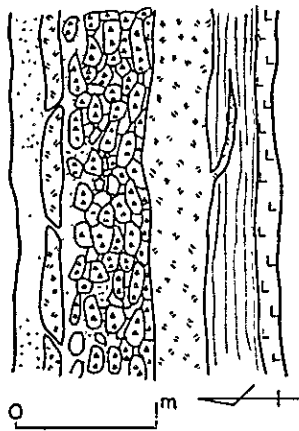
VETA No. I



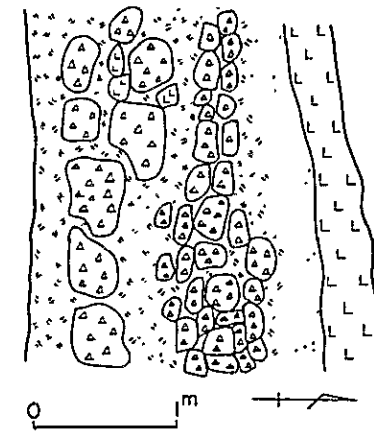
VETA No. I



VETA No. II



VETA No. II



### LEYENDA






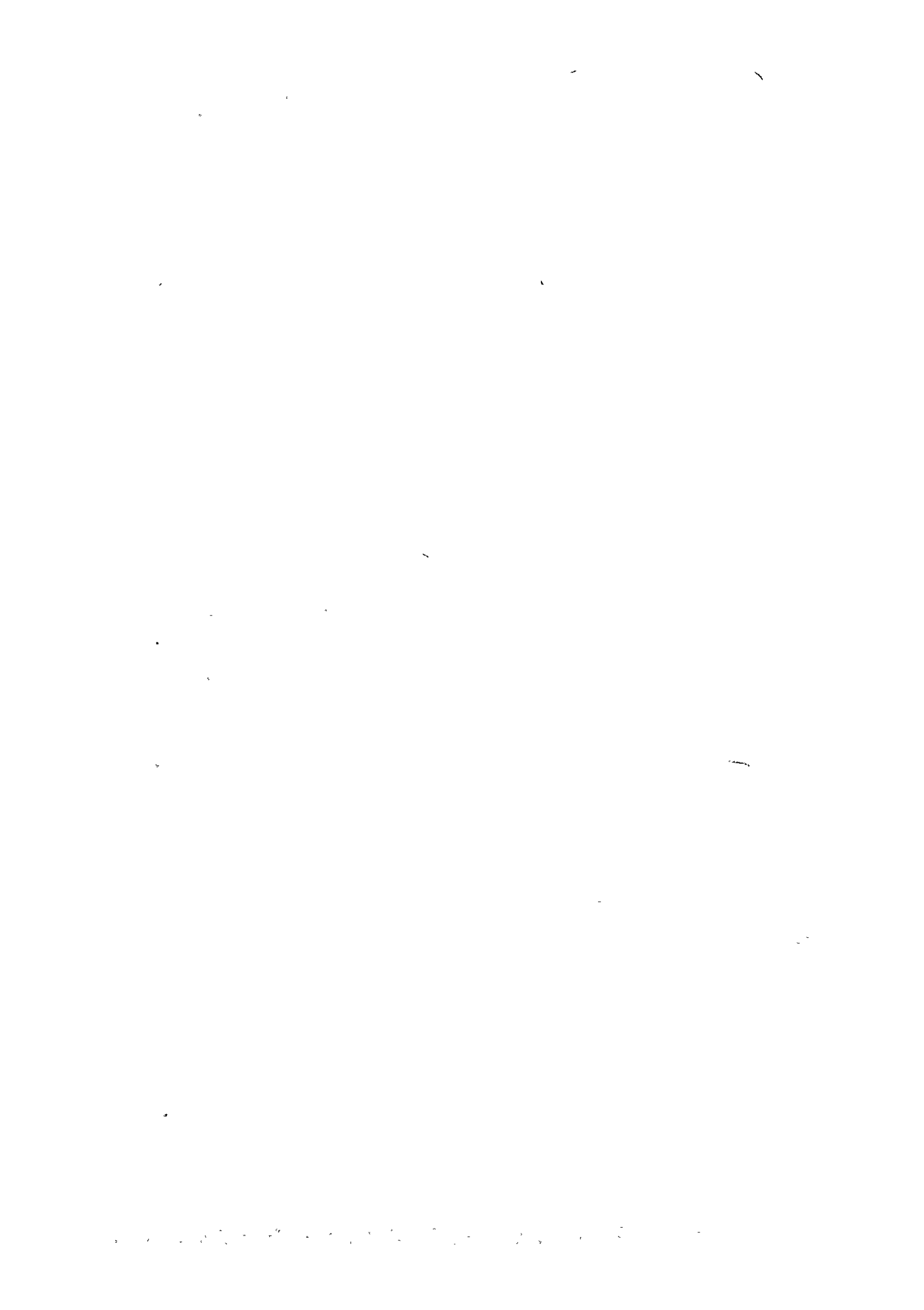
-  : dacita alterada fuertemente
-  : mineral brechado de cuarzo y sulfuros (etapa I)
-  : mineral bandeado de cuarzo y sulfuros (etapa II)
-  : mineral de baritina, sulfuros y plata (etapa II)
-  : caolinita y cuarzo

Fig. II-3 Dibujos de Vetas (Techo)  
(explicando la etapa de mineralización)



Carece de minerales metálicos en comparación con la Etapa I y no presenta textura bandeada. En la época tardía de esta mineralización se encuentra la tendencia a producirse limonita y marcasita. Además, se encuentran vetillas de caolín y cuarzo que cortan ambas mineralizaciones.

En comparación de la ocurrencia arriba mencionada y la Fig II-2, la mineralización de la Etapa I abunda en minerales de plata, tales como galena, esfalerita, calcopirita y hematita, y acompaña plata nativa, argentita, piragirita, polibasita, etc. Los minerales de ganga están compuestos principalmente de cuarzo. Además, esta mineralización acompaña minerales raros, tales como greenockita y aikinita.

La Etapa II en general contienen minerales metálicos de cantidad menor que la Etapa I. Mientras, se reconocen minerales de generación en comparativamente baja temperatura, tales como marcasita y limonita. El mineral de ganga está compuesto principalmente de baritina. Sin embargo, la Veta No. II contiene gran cantidad de fragmentos de minerales de la época de la Etapa I, por lo que no se reconoce empeoramiento notable de las leyes.

Por consiguiente, se concluye que el presente yacimiento es de vetas epitermales, compuesto de dos etapas de mineralización de caracteres un poco diferentes.

## 2-4 Leyes y Bonanzas

### 2-4-1 Leyes

Se ha estudiado la diferencia de las leyes y sus razones sobre las Vetas No. I, No. II y No. IV, de donde se ha obtenido muchas muestras de ensayo.

En la Tabla II-3 y la Fig. II-4 se demuestran factores estadísticos, correlaciones y ancho de distribución de las leyes de plata, plomo y cinc

de cada veta. Según los datos de COMIBOL, las leyes de oro es por la mayoría 0.5% o menos, y como máximo 5 g/t. En cuanto a estaño, 0.1% o menos y 3.5% respectivamente.

Se ha estudiado las leyes conforme a la Tabla II-3 y la Fig II-4.

Tab. II - 3 Ley promedia y correlación de cada Veta

ubicación de muestra	número de muestra	Ag (g/t)		Pb (%)		Zn (%)		Correlación		
		valor de promedio aritmético	valor de promedio geométrico	valor de promedio aritmético	valor de promedio geométrico	valor de promedio aritmético	valor de promedio geométrico	Ag - Pb	Ag - Zn	Pb - Zn
VETA No I	140	343	188	2.65	1.97	3.38	1.67	+	+	+
VETA No II	548	289	188	1.20	0.93	0.49	0.38	+		
VETA No IV	29	399	269	1.28	1.17	3.14	2.29			

confianza mas 95% + : positivo

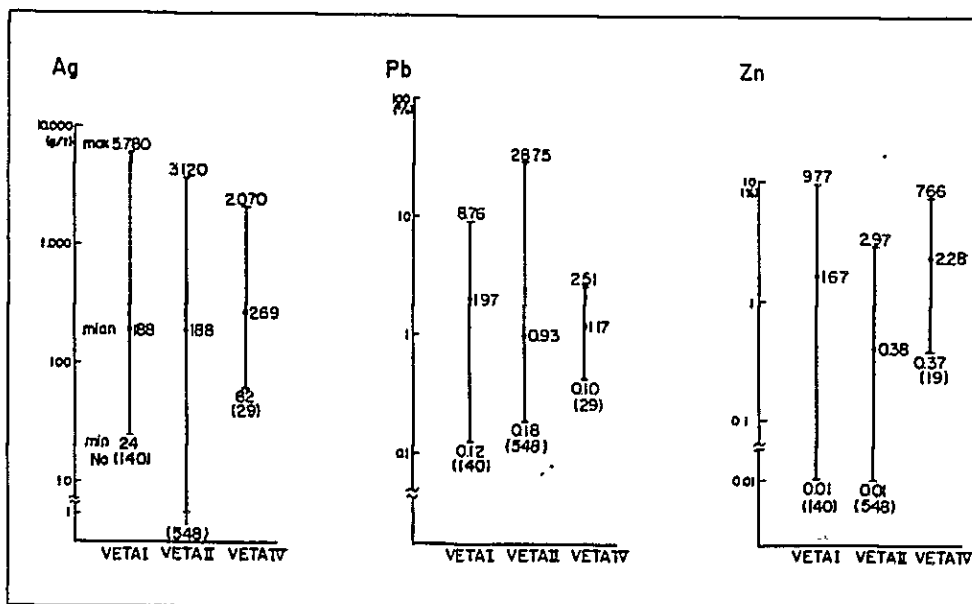


Fig. II-4 Distribución de ley de Ag, Pb y Zn de cada veta

#### Análisis de Valores de Promedio Geométrico

En cuanto a las leyes de plata, no se encuentra la diferencia entre las Vetas No. I, No. II y No. IV.



Las leyes de plomo son diferentes entre dichas tres vetas. Relativamente son altas en la Veta No. I y bajas en las otras.

Las leyes de cinc son diferentes entre las Vetas No. I y IV y la Veta No. II. Relativamente son altas en las Vetas No. I y No. IV, y bajas en la Veta No. II.

#### Análisis de Significación de Factores de Correlación

En la Veta No. I se reconocen las correlaciones positivas en cada una de la combinación entre plata, plomo y cinc.

En la Veta No. II se reconoce la corelación positiva solamente entre plata y cinc.

En la Veta No. IV no se reconoce la corrlación entre estos minerales.

Como resultado de lo arriba mencionado, en el presente yacimiento la Veta No. IV indica leyes altas en cuanto a las de plata que son de alto valor económico, pero no se reconoce estadísticamente la diferencia entre las tres vetas.

Por consiguiente, es necesario explorar con prioridad, entre dichas tres vetas, las Vetas No. I y No. II que tienen escala grande.

El cambio de leyes y correlaciones entre dichas tres vetas se debe a la relación de paragénesis y la razón de cantidad de minerales metálicos provenientes de la diferencia de la época de mineralización como se describe a continuación.

La Veta No. I abunda comparativamente en minerales metálicos, y en cuanto a los minerales de plata, son predominantes los que correlacionan íntimamente con galena. Mientras, en las Vetas No. II y No. IV los fragmentos de la época de la Veta No. I están cementados por la minería que acompaña plata y comparativamente poca cantidad de minerales metálicos, cuyos detalles se describirán a continuación.

## 2-4-2 Bonanza

Bonanza de Veta II, Fig. II-5 La distribución de las leyes de Ag, Pb, Zn, en plano vertical, dentro de la bonanza es como sigue. La plata mayor a 300 g/t, Zn 0,7%, Pb 1.5%.

Distribución de leyes de Ag: De W a E tenemos 4 bonanzas que las denominamos Ag I, Ag II, Ag III y Ag IV. La forma de las partes más ricas es muy irregular, y en forma general su tamaño en horizontal es de 80 m y en vertical más o menos alcanza los 100 m. Sin embargo, los sectores de Ag I y Ag III tienen continuidad y predominancia en dirección hacia los niveles inferiores. Los límites de la distribución de leyes por rangos es regular yendo de leyes bajas a la periferie a leyes altas en el centro. Por la forma de la distribución (ore shoot) podemos suponer el paso de las soluciones mineralizantes, pero en el caso de Ag II y Ag IV se desconoce la apertura hacia profundidad. En el caso de Ag I y Ag III la tendencia de leyes mayores es hacia la profundidad en forma tubular, además, los picos cercanos a Ag III también tienden hacia esta dirección verticalmente. Ambas zonas importantes están separadas por otras de baja ley. Las observaciones anteriores nos llevan a suponer que las fuentes de alimentación son de varios centros hubicados verticalmente a la profundidad de las bonanzas. Por otra parte, la forma de las bonanzas en general es con tendencia a cerrar hacia la superficie, la existencia de pequeños centros bonasibles por encima de Ag II, la tendencia vertical de continuidad de Ag I y Ag III y la baja alteración de la roca encajonante en dirección de la superficie nos indica que las bonanzas conocidas tienen su límite superior cerca de la superficie. Al contrario la tendencia a una mayor amplitud de las bonanzas es hacia a la profundidad.

Distribución de Pb: De W a E se observan 5 zonas de bonanzas, Pb I, Pb II, Pb III, Pb IV y Pb V. Tienen en general forma de franjas alargadas

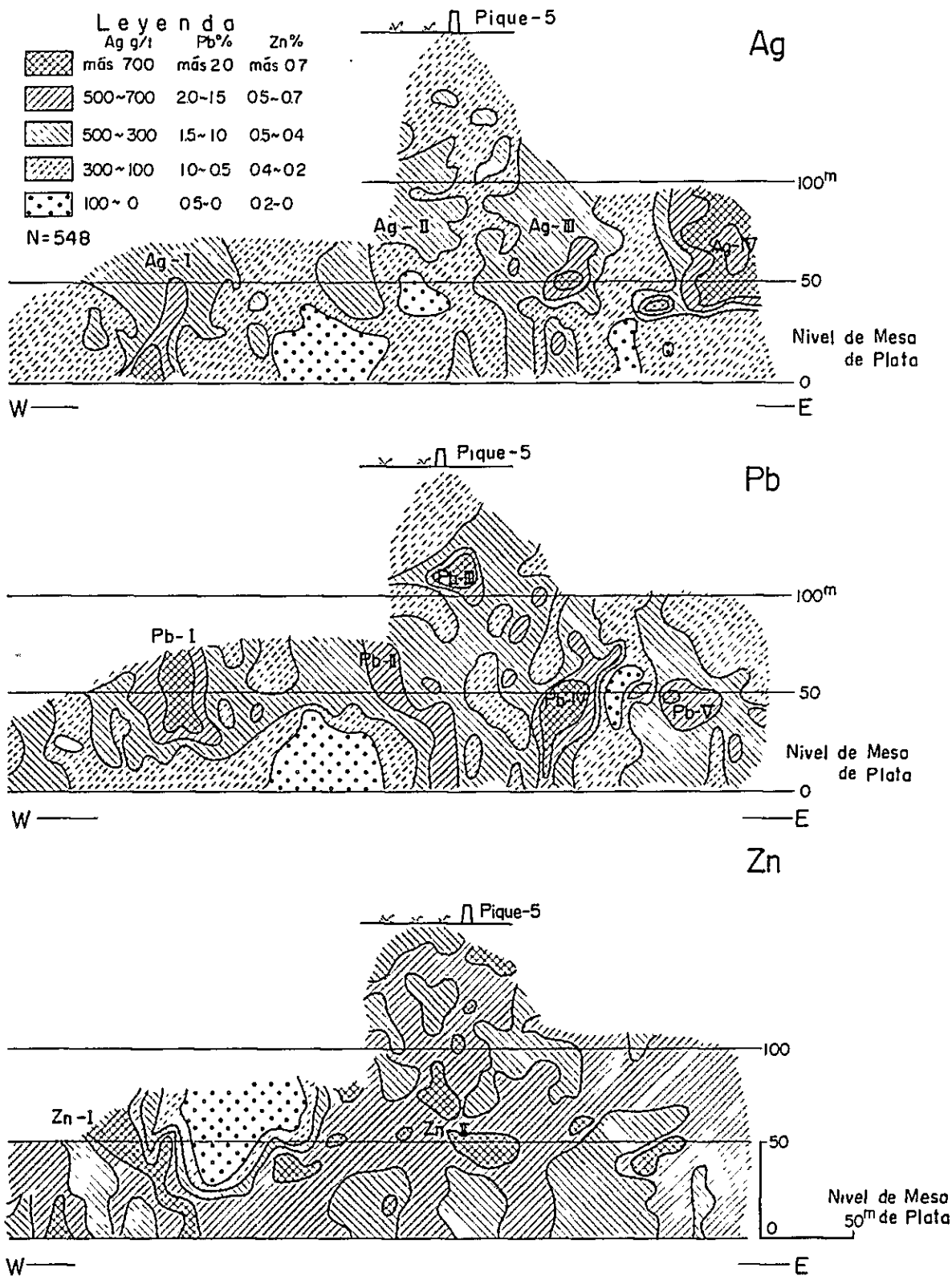


Fig.II-5 Mapa de distribución de ley de Ag, Pb, Zn de Veta No.II verticalmente



excepto el Pb III y Pb IV que son redondeados. Las franjas tienen tendencia a profundidad un poco diferente, pero cerca a la verticalidad. La distribución de leyes es también regular con leyes bajas a la periferie y altas en el centro. La tendencia de cierre de las bonanzas hacia la superficie, la verticalidad de las zonas ricas y la separación por zonas con leyes muy bajas, nos demuestran que la concentración de minerales bonansibles tienen tendencia general hacia la profundidad. Además, en concordancia con las conclusiones para la Ag, también en este caso se debe suponer, varios centros de alimentación hubicados verticalmente por debajo de las bonanzas. La hubicación de las bonanzas de Pb concuerda con las bonanzas de Ag.

Bonanzas de Zn: En igual forma que para Ag y Pb las bonanzas tienen forma irregular, pero con tendencia vertical a la profundidad, aunque en este caso se debe suponer muchos más centros de alimentación. La forma del "ore shoot" hacia a superficie es con tendencia a cierre. Además las zonas ricas concuerdan con las zonas de alta ley de Pb y Ag.

De lo expuesto anteriormente se concluye:

- (1) Las bonanzas de W a E están separadas por 3 zonas de muy baja ley.
- (2) En la parte central, la Ag tiene 3 centros de alimentación, en cambio, Pb y Zn solamente 2.
- (3) En los flancos tenemos pocos centros de alimentación y hubicados un poco separados en el caso de Pb y Zn de los centros de alimentación de Ag.
- (4) En la parte central, la cantidad de apertura de alimentación para la Ag adecúan la mayor bonanza formada.

La exploración de esta veta con taladros a diamantina confirma la continuidad de ella a 150 m por debajo del nivel Mesa de Plata, sin embargo, de una potencia considerable, las leyes para los 3 elementos son bajos.

Es posible que el corte haya sido fuera de los límites de las bonanzas, pues la forma irregular, tamaño de 80 x 100 m y la separación por estériles, requieren de una red de taladros más estrecha.

## 2-6 Mecanismo de formación del sistema de fisuras

El presente yacimiento se compone de un grupo de vetas principales del sistema E-0 y otro grupo de vetas que se cruzan con las primeras diagonalmente. Las direcciones de su buzamiento son variadas. Aun dentro de una misma veta hay lugares donde se cambia el rumbo y el buzamiento a la vez que se observan muchos ramos. Se ha aclarado la relación entre la geología estructural y los lugares en que se ha formado la bonanza por medio del análisis del mecanismo de formación del sistema de fisuras que germinan las vetas en cuestión.

Como resultado de la investigación en la mina, la Fig II-2, 3 indica que dentro de las vetas se observa generalmente el desarrollo de plano de resbalamiento con arcilla y la textura lechosa, peculiar de las fisuras de cizallamiento. Se ha decidido por estas ocurrencias que las principales fisuras que germinan vetas son las fisuras de cizallamiento.

Estas fisuras se clasifican en dos clases principales: las fisuras poco anchas que presentan una textura lechosa menos prevaeciente y las fisuras anchas en que es notable el desarrollo de la textura lechosa y que se cruzan con las primeras en ángulo agudo. Según Mckingstry, se puede interpretar que las primeras son fisuras de cizallamiento primarias y las otras, fisuras de ciazllamiento secundarias (Fig II-7). Las fisuras de cizallamiento secundarias se forman a causa de "deslizamiento" que acompaña a la formación de las fisuras de cizallamiento primarias. Forman grandes huecos vacíos y con frecuencia son lugares de germinación de bonanza. Esta característica corresponde a las ocurrencias de las vetas del presente yacimiento.

Dentro de la mina se observan un par de fisuras de cizallamiento secundarias, de las cuales, son prevaecientes aquellas que se cruzan con las fisuras de cizallamiento primarias en ángulo agudo, y es sabido que

esta dirección corresponde a la dirección del esfuerzo máximo principal durante la época de formación de fisuras.

La Fig. II-9, 10, 11 indica los resultados del análisis en el que se proyectaron sobre el hemisferio sur de Schumit Net un gran número de fisuras encontradas en la Veta No. I, la Veta No. II y en la superficie de la tierra, que presentan sus distintas direcciones y buzamientos. A continuación se analiza el mecanismo de formación de cada sistema de fisuras. En cuanto a la Veta No. I, son principales el rumbo  $N90^{\circ}E$  con buzamiento sur y el rumbo  $N75^{\circ}W$  con buzamiento norte, siendo predominante éste último. Respecto de la Veta No. II, son principales el rumbo  $N70^{\circ}E$  con buzamiento sur y el rumbo  $N75^{\circ}E$  con buzamiento norte, siendo prevaleciente el primero.

En la Veta No. I y la Veta No. II no se observan un conjunto de fisuras ("conjugate set"), pero las fisuras de cizallamiento secundarias presentan  $N75^{\circ}W$  y  $N75^{\circ}E$ . De esto se deduce que el esfuerzo principal que hizo formar la Veta No. I y la Veta No. II es el esfuerzo lateral de la dirección E-0, mas o menos.

Como indica la Fig. II-10, el sistema de fisuras en la superficie son variadas, pero las principales son del sistema E-0 al igual que en la Veta No. I y la Veta No. II. También se observan el sistema NS( $N5^{\circ}W$ ), NW( $N45^{\circ}W$ ) y NE( $N50^{\circ}E$ ), que se desarrollan principalmente desde la Oficina de la Mina San Antonio hasta los alrededores de la Veta No. IV.

No se puede interpretar que estos sistemas de fisuras se formaran en el mismo lugar del esfuerzo. Cabe deducirse que las fisuras principales, es decir, las del sistema E-0 se formaron por el esfuerzo lateral de dirección E-0 antes mencionado.

Por otra parte, la Fig. II-8 indica que el sistema NS y el sistema NW de la Veta No. II son un conjunto ("conjugate set") de fisuras de cizallamiento primarias y se puede interpretar que la dirección del



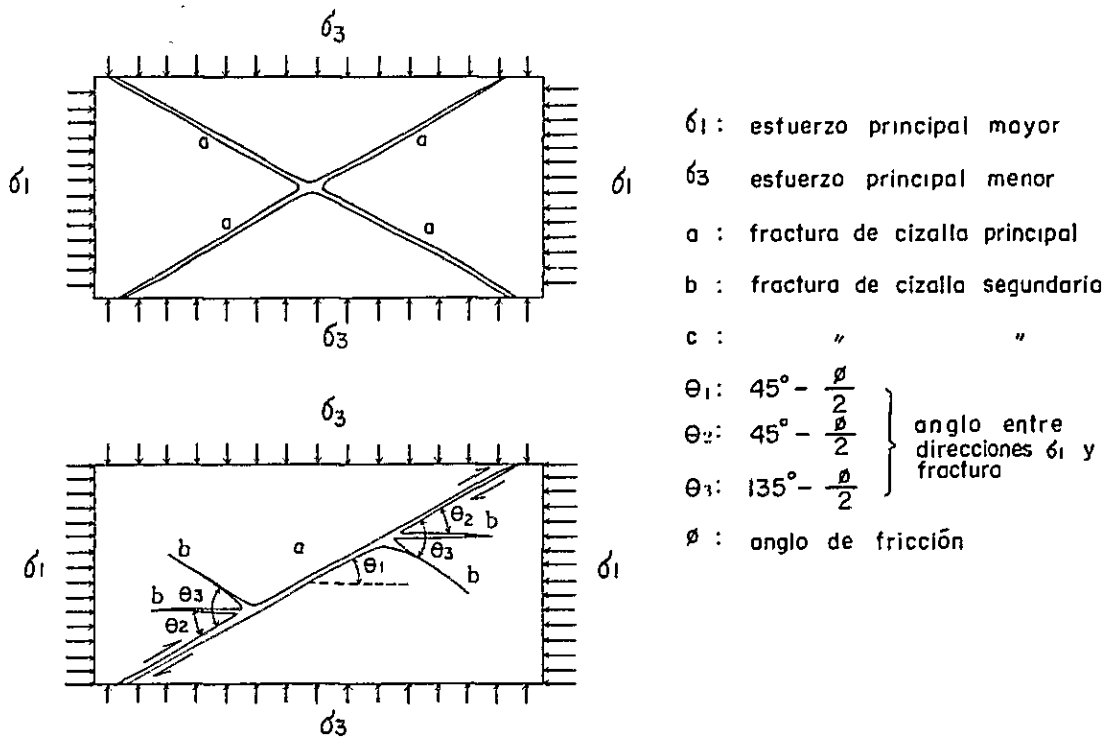


Fig. II-7 Modelo de mecanismo de formación de fracturas

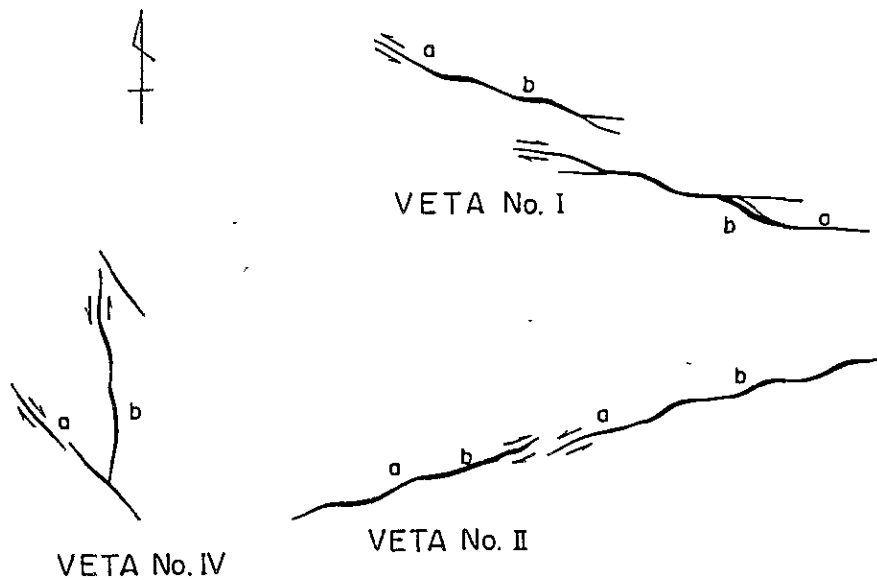
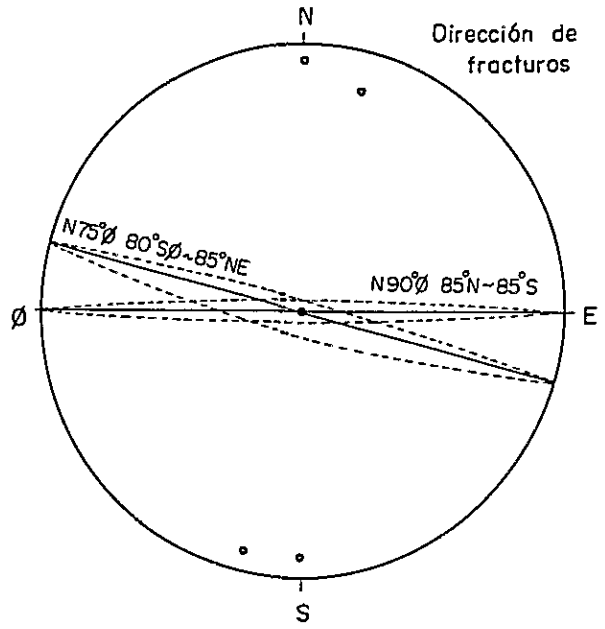
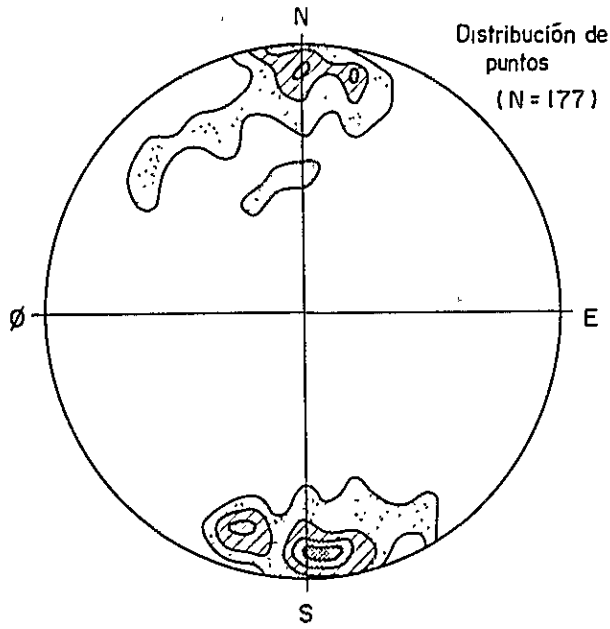


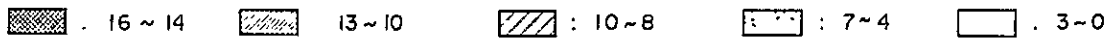
Fig. II-8 Característica de fracturas de cada Veta



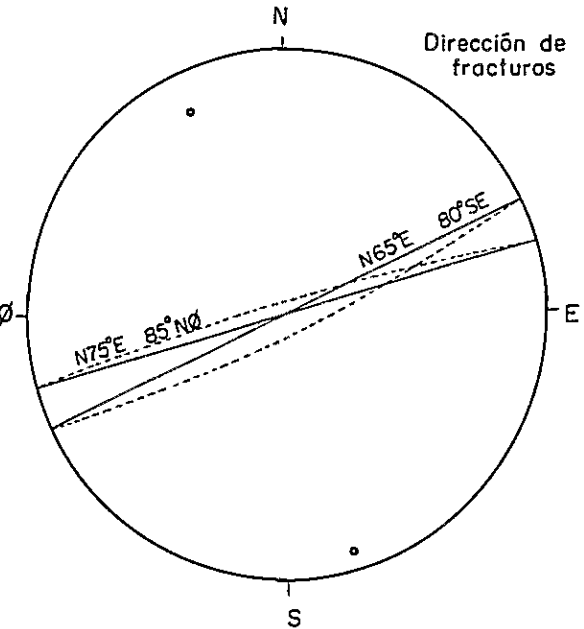
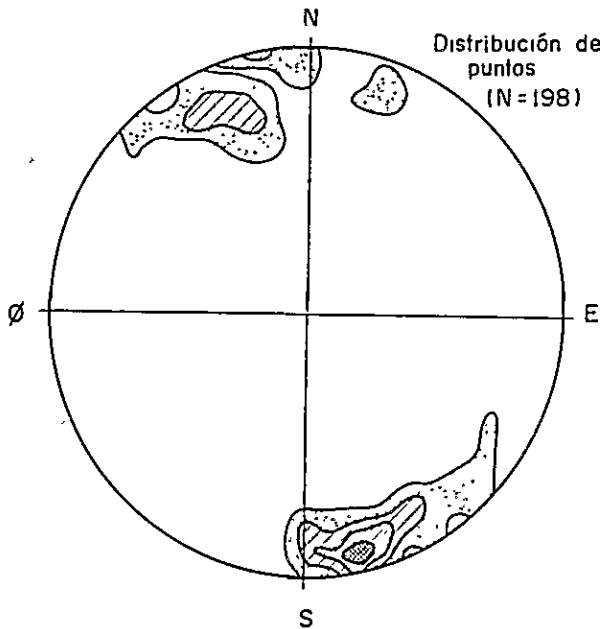
VETA No. I



Número de puntos



VETA No. II



Número de puntos

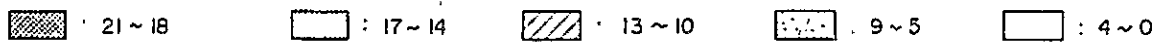


Fig. II-9 Resultado de investigación de fracturas de Veta No. I y Veta No. II



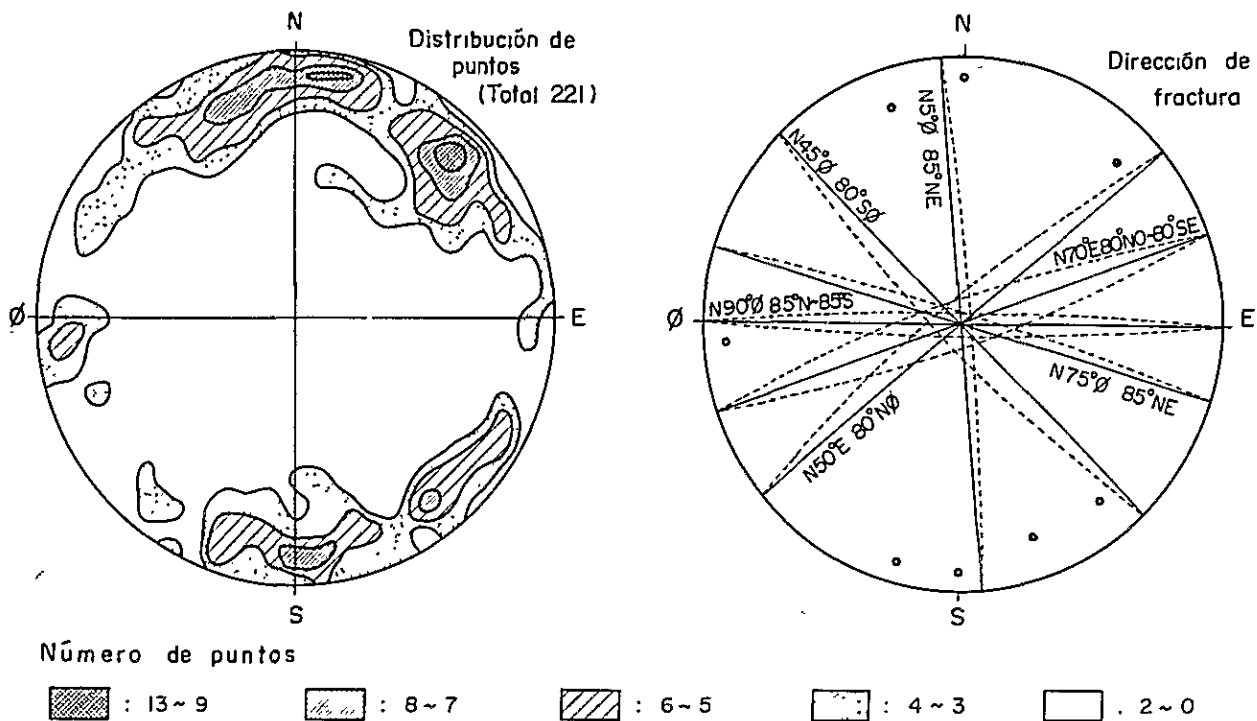


Fig.II-10 Resultado de investigación de fracturas de superficie

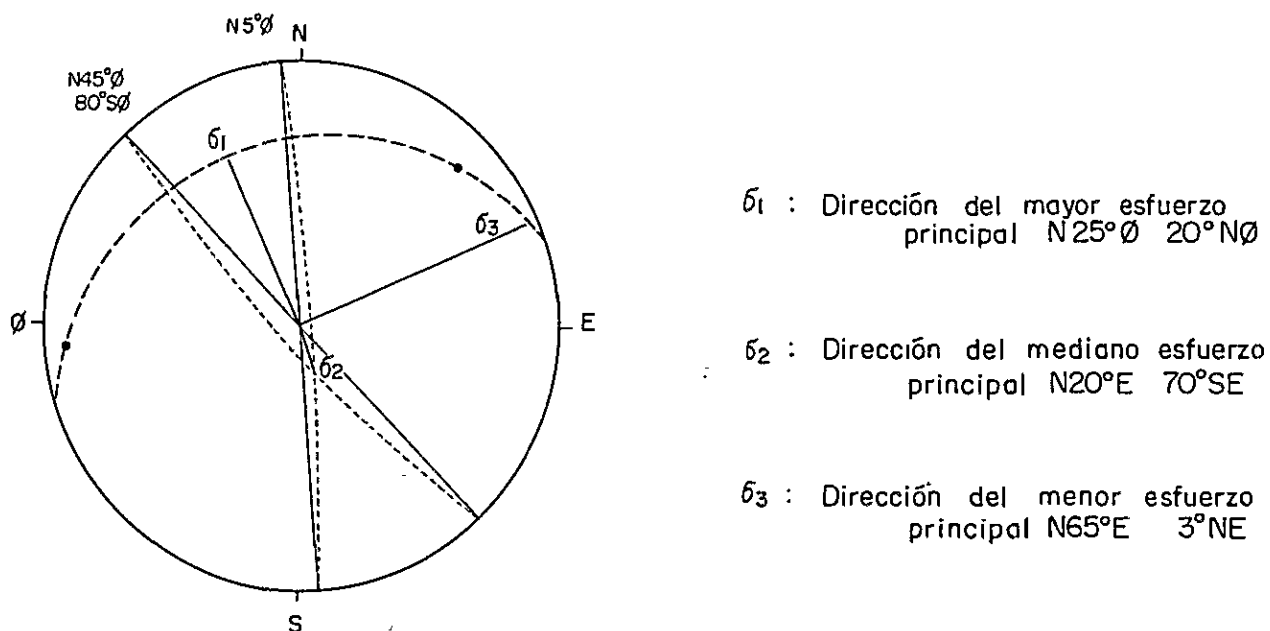


Fig.II-11 Resultado de investigación de esfuerzo de formando las fracturas cerca de Veta No. IV



esfuerzo principal que hizo formar estas fisuras corresponde al esfuerzo lateral de dirección N25°W como consecuencia de la síntesis de ambos sistemas. Esto es un hecho lógico, ya que esta dirección corresponde a las fisuras de cizallamiento secundarias. (Fig II-11).

Como resultado de lo arriba mencionado, se resume a continuación el mecanismo de formación del sistema de fisuras que germinan las vetas del presente yacimiento:

Las fisuras del sistema E-O representadas por la Veta No. I y la Veta No. II se formaron por la presión lateral de dirección E-O. Esta dirección se pone en armonía con la presión lateral que hizo formar la geología estructural de dirección S-N del área total Sud Lipez. Por tanto, se puede pensar que su presión lateral se debe al movimiento estructural.

Las fisuras del sistema N-S y N-W representadas por la Veta No. IV se formaron por la presión lateral de dirección N25W, cuya distribución es parcial y son fisuras de escala pequeña. Por tanto, cabe deducirse que esta presión lateral se debe a la intrusión parcial de rocas ígneas, etc.

En cuanto a la bonanza, las fisuras de cizallamiento secundarias anchas presentan condiciones óptimas para su formación, que satisfacen la Veta No. I y la Veta No. II. Sin embargo, los lugares donde existen bonanzas se limitan aún por el paso de la solución de mineralización, como se ha mencionado arriba.

La Veta No. IV es un sistema de fisuras de escala pequeña formadas por la presión lateral parcial y las vetas están germinadas por las fisuras de cizallamiento primarias. No se han formado bonanzas de escala grande.

## 2-5 INCLUSIONES FLUIDAS

Para el estudio de la relación de las características del fluido hidrotermal con la mineralización, se han efectuado; análisis de la temperatura de homogeneización y salinidad de los componentes de las inclusiones fluidas.

Para este cometido se usó el método de estudio microscópico con platina en caliente y en frío.

Entendemos por salinidad al contenido de sales dentro de la inclusión fluida (líquida) y está expresado en % peso de concentración de NaCl correspondiente a una determinada temperatura de disolución.

Se ha demostrado que el contenido de las inclusiones fluidas en el cuarzo es polifásica, o sea tienen contenido tanto de gases como de líquidos.

Las inclusiones fluidas, en relación con la génesis de los minerales, están clasificados en primarias y pseudosecundarias; el 90 % de las muestras estudiadas corresponden a las inclusiones primarias que tienen forma alargada e irregular con tamaños que varían entre 5 y 50 micrones.

La fig. II-6 y la tabla II-4 indican el resultado de la investigación de 166 inclusiones fluidas.

Las temperaturas de formación varían desde 149° C° a 298° C°, pero la mayoría de las inclusiones se formaron entre 170° C° y 230° C°.

Las inclusiones fluidas de la etapa de mineralización II en las muestras estudiadas, son poco frecuentes y la tendencia de su formación es hacia temperaturas más bajas.

Esto nos demuestra que la temperatura fue bajando gradualmente desde la etapa I hacia a la formación de minerales de la etapa II coincidentemente con la cristalización de minerales de baja temperatura como son la baritina y la siderita.

De las 166 inclusiones fluidas estudiadas, solamente, 18 presentan tamaños grandes que posibilitan la investigación de la salinidad de ellas, que varía



de 0 a 18.9 wt % (peso por ciento) aunque la mayoría contiene menos de 10 wt %.

La relación salinidad-temperatura no está muy bien aclarada, pero se observa que el rango de la variación de la temperatura es mayor que el de la salinidad.

Para la estimación de la temperatura de mineralización por ebullición del contenido líquido de la inclusión fluida es necesario efectuar corrección por concepto de presión y por salinidad (Kelly et Al)

De lo expuesto anteriormente debemos suponer que la profundidad de formación de los minerales debió tener aproximadamente 100 atmósferas de presión y la temperatura se debe corregir con  $\pm 10^{\circ} \text{C}^{\circ}$ ; entonces la temperatura encontrada de esta manera, será más o menos la de cristalización de los minerales.

Como resultado de la investigación anterior y el levantamiento geológico de la zona, nos inducen a pensar que la topografía actual es muy similar y tiene configuración más o menos correspondiente al que tuvo después de la actividad volcánica.

El cerro Lipez que es el punto más alto de la región (6000 m.s.n.m.) no está erosionado, en cambio, la zona de Mesa de Plata fue erosionada por la actividad glacial (morrenas), la magnitud de ella, probablemente esté entre 100 a 1000 m de espesor.

La altura de extracción de las 166 muestras es de 4600 m.s.n.m. por lo cual debemos suponer que durante la actividad volcánica ellas estuvieron a más de 1000 m de profundidad y bajo presión estática de 100 atmósferas aproximadamente.

Como referencia de comparación damos algunos datos sobre Catavi y Animas:  
CATAVI.-La temperatura de formación del estño porfirítico fluctúa entre  $315^{\circ} \text{C}^{\circ}$  y  $529^{\circ} \text{C}^{\circ}$ . La salinidad varía entre 1.9 a 2.06 wt %.

ANIMAS.-Las vetas de origen hidrotermal de Ag, Pb y Zn tienen temperatura de formación entre  $195^{\circ} \text{C}^{\circ}$  y  $349^{\circ} \text{C}^{\circ}$ ; la salinidad entre 9.5 a 21.6 wt %

Entonces la temperatura y salinidad encontradas para San Antonio de Lipez son mas bajas que para las minas mencionadas, este aspecto tambien confirma la ausencia de minerales como la magnetita, pirrotina y otros minerales de estaño que requieren temperaturas y salinidad mas altas para su cristalización

Por el contrario en Mesa de Plata tenemos abundante baritina y algo de siderita; ademas, la paragenesis de minerales metálicos y su composición son mas simples que en Animas.

Por ello, este yacimiento hasta el nivel Mesa de Plata tiene todas las características de ser del tipo de yacimiento Epitermal.

Tab II-4. Relación entre temperatura de homogenización y salinidad de inclusiones fluidas

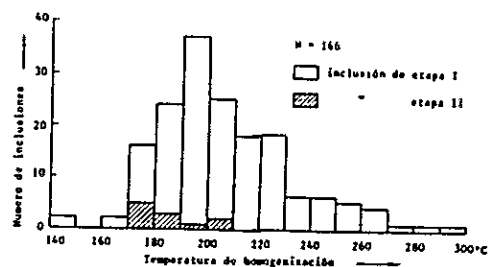
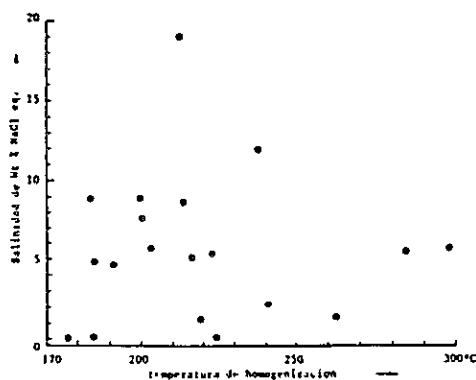


Fig II-6 Histograma de temperatura de homogenización de inclusiones fluidas

## CAPITULO 3. ALTERACIÓN

Como resultado de la investigación geológica, se ha aclarado la relación entre los indicios de mineralización, la escala, estado y distribución de las zonas alteradas existentes dentro del área estudiada. Se ha efectuado el análisis completo y el análisis por rayos-X de dacita, con el propósito de calificar el valor de exploración de las zonas alteradas y analizar la característica de distribución de las principales zonas alteradas en el yacimiento para aclarar su relación con la bonanza.

### 3-1 Resultados del análisis por rayos-X

#### 3-1-1 Resultado del análisis por rayos-X

Los resultados del análisis por rayos-X se indican por medio del índice de intensidad que se explica a continuación: se logra la extensión de l pico determinado y representativo de cada mineral identificado y la suma total de esas extensiones con la ayuda de la carta de investigación. El índice de intensidad es el porcentaje que ocupa cada pico determinado dentro de la suma total en cuestión.

Los minerales identificados son: cuarzo, cristobalita, plagioclasa, albita, feldespató potásico, biotita, montomorillonita, sericita, caolinita, alunita, mineral de carbonita, yeso, baritina, etc.

Algunos de estos minerales se formaron como resultado de la alteración. A fin de aclarar las correlaciones entre los minerales que constituyen la roca y los minerales arcillosos, se ha logrado el coeficiente de correlación entre todos los minerales de acuerdo según el índice de intensidad. Después se ha efectuado un examen, cuyo resultado se muestra en la Tabla II-5.

Tabla II-5 Correlación entre cada minerales confirmados por Rayos - X

	Qz	Cr	Pl	Ab	Kf	Bio	Mnt	Ser	Chl	Kao	Aln
Cr	-										
Pl	-	+									
Ab			-								
Kf	+	-	-	-							
Bio	-		+		-						
Mnt	-	+	+	+	-	+					
Ser		-	-		+	-	-				
Chl								+			
Kao	+	-	-		+	-	-	+	-		
Aln		+			-						
Ca				+	-		+			-	

Legenda

Qz : Cuarzo  
 Cr : Cristobalita  
 Pl : Plagioclasa  
 Ab : Albita  
 Kf : Feldespato potásico  
 Bio : Biotita  
 Mnt : Montomorillonita  
 Ser : Sericita  
 Chl : Clorita  
 Kao : Caolinita  
 Aln : Alunita  
 Car : Carbonita

confianza: más 95%, +: positivo, -: negativo

Tomando en consideración este resultado, la observación megascópica y la observación microscópica, se ha aclarado lo siguiente: en los lugares en que el grado de alteración es débil y subsisten la plagioclasa y la biotita, se ha formado la montomorillonita en cantidad grande; y en los lugares en que el grado de alteración es intenso y la gran mayoría de los minerales de fenocristal arriba mencionados se han substituído por los minerales secundarios, se han formado la sericita, la caolinita y la clorita en cantidad considerable.

En los lugares donde se encuentra en abundancia la caolinita, también abunda mucho la sericita y por el contrario, la clorita tiende a disminuirse. Estos fenómenos llevan a la conclusión siguiente: la alteración de la Veta No. I que contiene principalmente la clorita tuvo lugar en una época relativamente anterior a la alteración de la Veta No. II acompañada de sericita y caolinita, como se ha mencionado ya en el Capítulo de la Mineralización (Fig II-12).

El cuarzo, la albita y el feldespato potásico se pueden considerar como minerales alterados, aparte de ser minerales que constituyen la roca madre, pero es difícil distinguir entre ambos minerales por medio del

análisis por rayos-X, sin poder aclarar las condiciones de la formación de ellos.

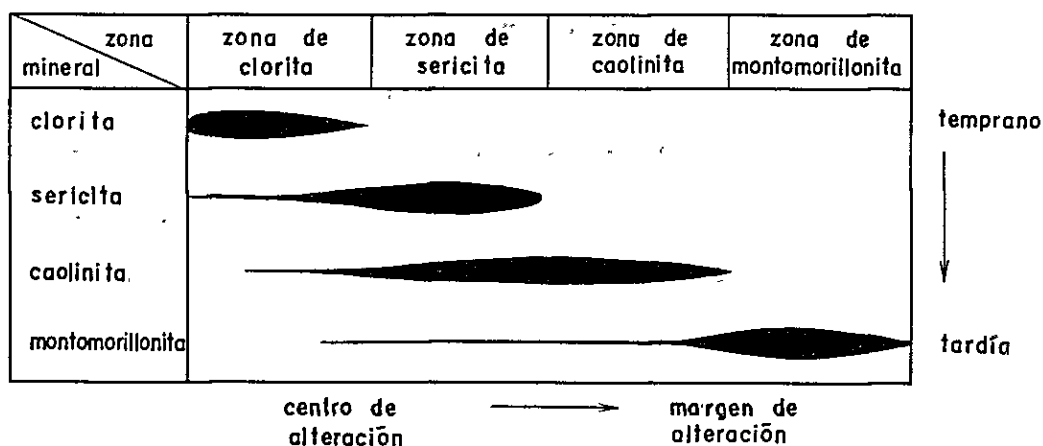


Fig. II-12 Secuencia relativa de minerales de arcillas.

La cristobalita, la albita, y el mineral de carbonita se han formado en los lugares en que es débil el grado de alteración y su frecuencia de aparición es baja.

Por consiguiente, para el análisis de la zona alterada, se han utilizado la clorita, sericita, caolinita y montomorillonita, las cuales sirven para la orientación de exploración, ya que la frecuencia de su aparición es alta y el orden de su formación es relativamente claro.

Como queda mencionado arriba, estos minerales se diferencian entre sí según el grado y la época de alteración. Por tanto, se han dividido las zonas alteradas de la manera siguiente, en base a algunas combinaciones de minerales:

Zona de clorita: mineral es clorita solamente, pero contiene poca sericita, y caolinita.

Zona de sericita: el mineral principal es la sericita, carece de clorita, y en la mayoría de los casos se registra la caolinita, es rara la montomorillonita.

Zona de caolinita: carente de clorita y sericita, la caolinita es el mineral principal aunque se contiene montomorillonita en cantidad se considerable.

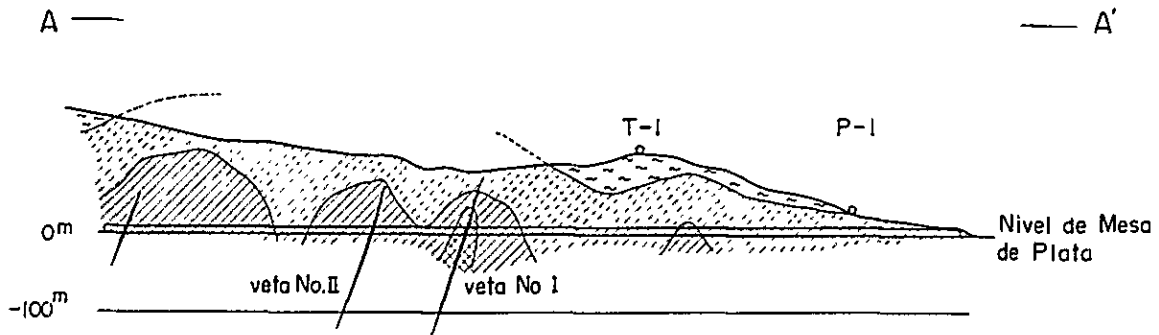
Zona de montomorillonita: contiene montomorillonita solamente.

De acuerdo con los criterios arriba mencionados, se han examinado las zonas alteradas dentro del área estudiada, y como resultado de ello, se ha aclarado lo siguiente: se distribuyen con regularidad las zonas de montomorillonita, caolinita, sericita y clorita principalmente en el yacimiento interior mina Mesa de Plta (Fig. II-13).

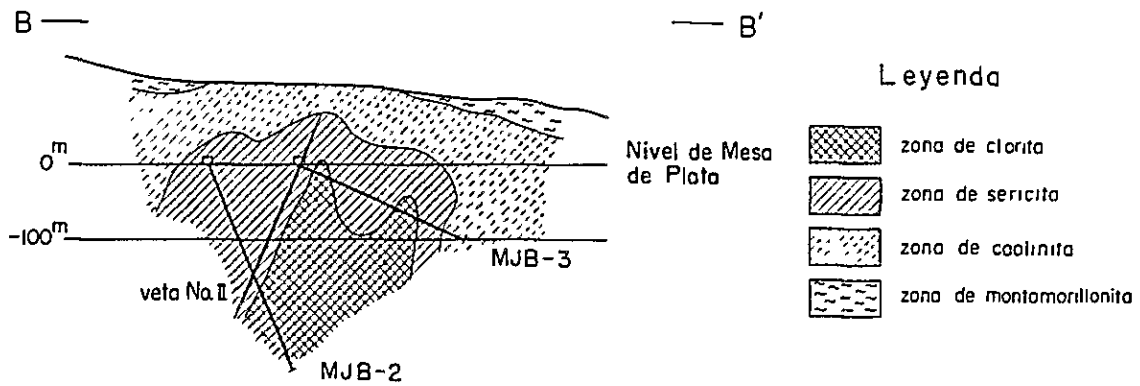
A continuación se describe cada zona alterada:

- (1) Zona de clorita: se desarrolla principalmente en la Veta No. I, aunque se distribuye en escala pequeña en la Veta No. II. En cuanto a la forma de distribución, se ha aclarado por el sondeo que esta zona presenta la forma de faja, paralela a la veta y va extendiéndose hacia la parte inferior. En la Veta No. I el ancho de esta zona es aproximadamente de 40m con una longitud aproximada de 180m. Pero no se está por averiguar en la prolongación de la parte oriental. En la Veta No. II son unos 40m en dirección a la prolongación y su escala es pequeña. La distribución de esta zona alterada tiende a coincidir con la bonanza de plata relativamente rica en minerales de sulfuros, lo que hace suponer que constituye el centro de la mineralización (Etapa I), que merece mayor atención.
- (2) Zona de sericita: se distribuye en estas dos partes principales: en la parte del norte que rodea la Veta No. I y la Veta No. II; y en la parte del sur donde se desarrollan vetas relativamente estrechas. En cuanto a la forma de distribución en la parte septentrional, esta zona, que se hace ancha y estrecha alternativamente, presenta la forma de faja paralela a la veta y su ancho varía desde los 10m

Perfil de A - A'



Perfil de B - B'



Mapa plano de Mesa de Plata

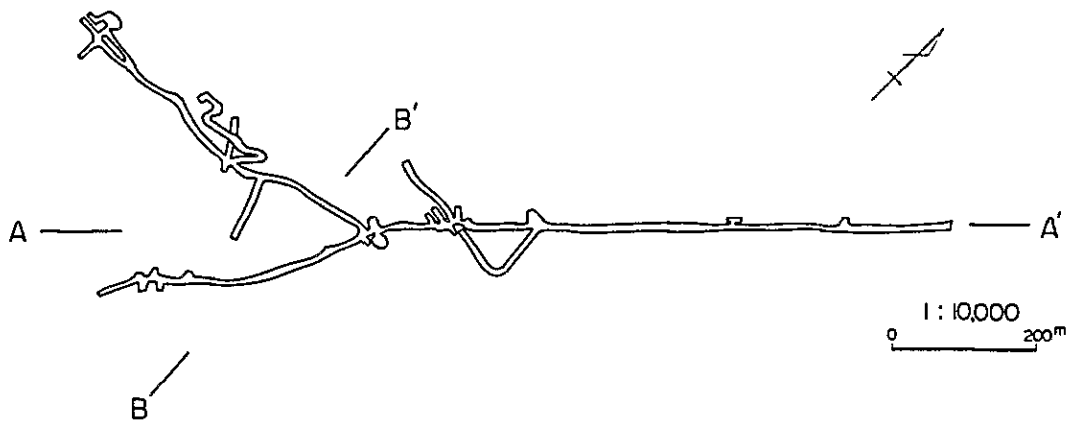


Fig. II - 13 Perfil de zona clasificada por alteraci3n interior mina de Mesa de Plata





hasta los 200m más y menos, que se disminuye en un grado considerable sobre todo en la Veta No. II. Se ha reconocido hasta alrededor de 700m más y menos en dirección al rumbo de la veta, pero no se ha aclarado nada con respecto a su prolongación. En cuanto a la escala de distribución en la parte del sur, el ancho es de 200m aproximadamente, sin que sea aclarada la dirección de la prolongación.

Esta zona se extiende hasta la parte inferior conteniendo principalmente clorita, que se va reduciendo de un modo repentino en dirección hacia la parte superior.

Se puede pensar que la distribución de esta zona refleja la parte central de mineralización en la Veta No. II (Etapa II). Esto merece atención.

- (3) Zona de caolinita: se distribuye en escala grande presentando la forma de faja que rodea las dos zonas arriba mencionadas, y continúa hasta la zona alterada No. I en la superficie. En cuanto a su forma y escala, se mencionarán más adelante.

En la parte septentrional del recorte principal, la cantidad de montomorillonita se va aumentando gradualmente en dirección al norte, observándose un fenómeno evidente de transición gradual de la zona de caolinita a la zona de montomorillonita.

Esta zona se distribuye ampliamente en los alrededores de la zona de sericita, principalmente en la Veta No. II.

- (4) Zona de montomorillonita: no se observa interior mina, sino que se distribuye en la superficie alrededor de cada zona alterada que se mencionará más adelante. Representa la parte marginal de la zona alterada.

### 3-1-2 Circunstancias de formación de la zona alterada

Si se examinan las condiciones de formación de la zona alterada en base a los minerales alterados, puede afirmarse que la zona de clorita y la zona de sericita se han formado principalmente bajo las condiciones neutras y la zona de caolinita, bajo las condiciones ácidas. La distribución de la zona alterada refleja la época de mineralización principal de la Veta No. I y la Veta No. II, y la zona se desarrolla casi simétricamente.

Por tanto se puede deducir que la alteración de Mesa de Plata coincidió con la mineralización observada principalmente en la Veta No. I y la Veta No. II, y hubo una transición mediante la cual las condiciones de formación neutras pasaron a ser ácidas, y se formaron zonas alteradas de escala grande.

Desde el punto de vista topográfico, el área estudiada no ha sufrido una erosión considerable, conservando el relieve casi original de la época de actividad de dacita.

En fin, puede deducirse lo que sigue: la alteración se quedó disminuida a medida que la temperatura se fue bajando repentinamente en las cercanías de la superficie, dando como resultado una distribución de zona alterada de escala considerablemente pequeña en la superficie, en comparación con el interior mina.

### 3-1-3 Distribución de la zona alterada, sus características y estimación

Tomando en consideración las características propias de la zona alterada aclaradas interior mina Mesa de Plata, se mencionarán las características y la distribución de las zonas alteradas I, II, III, IV en la superficie, para efectuar su estimación. La gran mayoría de los límites entre la zona no alterada y la zona de montomorillonita que rodea cada zona alterda, se encuentran fuera del área estudiada, por lo tanto

sus detalles no se han podido aclarar (PL-4).

- (1) Zona alterada No. I: Esta zona se distribuye principalmente en Mesa de Plata, rodeando la Veta No. I, la Veta No. II y la Veta No. III. Abarca unos 2500m en dirección E-O y unos 500m en dirección S-N, sin que se haya aclarado la parte prolongada en el este por estar cubierta de morrena. Esta zona es una zona de caolinita, pero dentro de ésta se desarrolla otra de sericita de unos 900m E-O y unos 200m S-N, principalmente de T-26 de la parte occidental.

Esta zona rodea el yacimiento reconocido, y en la parte oriental ha encontrado COMIBOL vetas predominantes de plata, de plomo y de zinc. Por tanto, esta zona tiene la mayor prioridad para la exploración.

- (2) Zona alterada No. II: Esta zona colinda con la zona alterada No. I en el sudeste, y se distribuye en el curso medio del Río Mina Blanca. Su forma y escala no se han podido aclarar por falta de muestras de roca y también porque está cubierta de morrena tanto en la parte oriental como en la parte occidental, aunque se puede deducir que la dirección de la prolongación es casi igual a la zona alterada No. I. Puede hacerse la siguiente clasificación general: la zona de sericita en la parte del norte y la zona de caolinita en la parte del sur.

La zona de sericita abarca unos 500m en dirección S-N y unos 1.800m en dirección E-O, suponiendo que continúa hasta los indicios de clorita de P-13 del curso medio del Río Yurai Salli en la parte oriental.

La zona de caolinita comprende unos 300m en dirección S-N, pero la prolongación de la parte oriental y de la parte occidental no se ha aclarado por estar cubierta de morrena.

El grado de alteración de esta zona es superior al grado de

alteración de la Zona No. I y su distribución y escala son grandes, observándose indicios de clorita de P-28, P-29 y P-13. Por tanto, se puede concluir que esta zona sigue a la zona alterada No. I en cuanto al orden de exploración.

- (3) Zona alterada No. III: Esta zona se distribuye en la parte más alta del Río Yurai Salli y del Río Mina Blanca, en el sudeste de Mesa de Plata. Su forma y escala no se han aclarado por falta de muestras de roca y también porque la prolongación de la parte del este y del sur se extiende hasta más allá del área estudiada, y además existe la morrena entre los dos ríos arriba mencionados. A pesar de todo, cabe suponerse que se abarcan más de 1.500m en dirección E-O y más de 1.000m en dirección S-N.

La zona de caolinita se encuentra en el Río Mina Blanca, y en el Río Yurai Salli están la zona de clorita y la zona de sericita.

El grado de alteración de esta zona y su escala de distribución se consideran casi iguales al grado y la escala de la zona alterada No. I. Aparte de eso, se observan indicios de clorita de T-5, P-7 y P-17 dentro de esta zona, por lo que se concluye que la zona en cuestión sigue a la zona alterada No. II en cuanto al orden de exploración.

- (4) Zona alterada No. IV: Esta zona se distribuye en el extremo septentrional del área estudiada y su prolongación de la parte oriental se extiende hasta más allá del área estudiada. La zona abraza más de 1.000m en dirección E-O y más de 1.500m en dirección S-N. Es una zona de caolinita con indicios de sericita de P-38.

El grado de alteración de esta zona es algo inferior al grado de alteración de las tres zonas arriba mencionadas. Esta zona sigue a la zona alterada No. III en lo que se refiere al orden de

exploración, ya que no se registran indicios de mineralización. Sin embargo, para aclarar su continuidad hasta la Zona alterada No I, es importante la investigación sobre la parte inferior de la morrena que se distribuye entre ambas zonas.

- (5) Otras: Aparte de las cuatro zonas alteradas mencionadas arriba, se registran los mismos indicios de caolinita de P-23 y P-25 en el extremo noroeste del área estudiada, que quedan aislados unos de los otros. Por eso y teniéndose en cuenta también las condiciones geológicas de sus alrededores, se llega a la conclusión de que dichos indicios no merecen atención.

### 3-2 Resultados del análisis completo de las rocas (PL-5.6)

Tomando en consideración los resultados del análisis de la plata y el arsénico (de aquí en adelante referidos como Ag y As, respectivamente), y los 13 componentes de dacita, se han examinado la mineralización y la alteración para aclarar sus relaciones con la zona alterada.

La Tab II-6 indica el factor de estadísticos del valor logrado del análisis de Ag y As, y los 13 componentes de la roca. La Tab II-7 indica las correlaciones entre ellos. La colección de muestras se efectuó principalmente en la parte que se extiende en dirección S-N de Mesa de Plata, cruzándose perpendicularmente con la zona alterada.

#### 3-2-1 Resultados del análisis de Ag y As

La Fig. II-14 indica la distribución de frecuencia del valor de análisis de Ag y As, y su frecuencia acumulada relativa por medio del logaritmo con espacios iguales. Estrictamente dicho, los puntos de acumulación no se colocan en la línea recta, pero como se incluyen en el límite de confianza por un 95%, se puede afirmar que los valores de análisis pertenecen al

Tab. II - 6 Lista de factores estadísticas entre cada composiciones de rocas, Ag y As

composición	valor mínimo %	valor máximo %	valor de medio aritmético %	valor de desviación %	valor de medio geométrico %	coeficiente de desviación %
SiO <sub>2</sub>	51.94	89.69	65.79	4.21	65.66	0.027
TiO <sub>2</sub>	0.42	1.05	0.60	0.07	0.60	0.046
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1.92	19.93	15.10	1.91	14.87	0.096
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.38	6.74	2.69	1.37	2.31	0.263
FeO	0.29	9.79	1.59	1.54	1.19	0.307
MnO	0.00	0.70	0.70	0.13	0.03	0.516
MgO	0.01	3.01	0.79	0.72	0.39	0.661
GaO	0.06	4.06	0.91	1.19	0.36	0.593
Na <sub>2</sub> O	0.01	3.11	0.98	0.96	0.57	0.507
K <sub>2</sub> O	0.10	11.67	6.43	2.64	5.68	0.267
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0.02	1.36	0.18	0.14	0.15	0.253
+H <sub>2</sub> O	0.60	3.76	1.96	0.73	1.83	0.166
-H <sub>2</sub> O	0.06	1.52	0.54	0.36	0.41	0.349
Ag	0.10 PPM	99.0 PPM	5.54 PPM	13.37 PPM	1.77 PPM	0.623 PPM
As	5.00 PPM	2300.0 PPM	158.0 PPM	335.0 PPM	50.92 PPM	0.660 PPM

Tabla II-7 Correlación entre composiciones de roca y minerales de arcilla.

	SiO <sub>2</sub>	TiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	FeO	MnO	MgO	CaO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	+H <sub>2</sub> O	-H <sub>2</sub> O	Ag	As
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	-	-													
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	-	-													
FeO	-	-													
MnO	-			+	+										
MgO	-		+	+	+	+									
CaO	-	+				+	+								
Na <sub>2</sub> O	-		+				+	+							
K <sub>2</sub> O	-	-	+					-	-						
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	-		+		+			+	+	-					
+H <sub>2</sub> O											-	+			
-H <sub>2</sub> O			+		+			+	+	+	-		+		
Ag								-	-	-	+			-	
As								-	-	-	+			-	+
Mnt			+					+	+	-	-	+	+	+	-
Ser								-	-	+		-			
Chl	-				+	+	+								
Koo					-		-	-	-						+

confianza: más 95%. +: positivo, -: negativo  
 Mnt: Montmorillonita, Ser: Sericita, Chl: Clorita, Koo: Coalinita

mismo grupo. Por consiguiente, sin lograr el "threshold", los puntos acumulados se dividen en 4 partes iguales por cada 25% de frecuencia. De este modo el valor de análisis de Ag y As se dividen respectivamente en los 4 grupos siguientes: en cuanto a Ag, menos de 0.5 ppm, 0.5-1.6 ppm, 1.6-5.0 ppm y más de 5.0 ppm; en cuanto a As, menos de 16 ppm, 16-47 ppm, 47-131 ppm y más de 131 ppm.

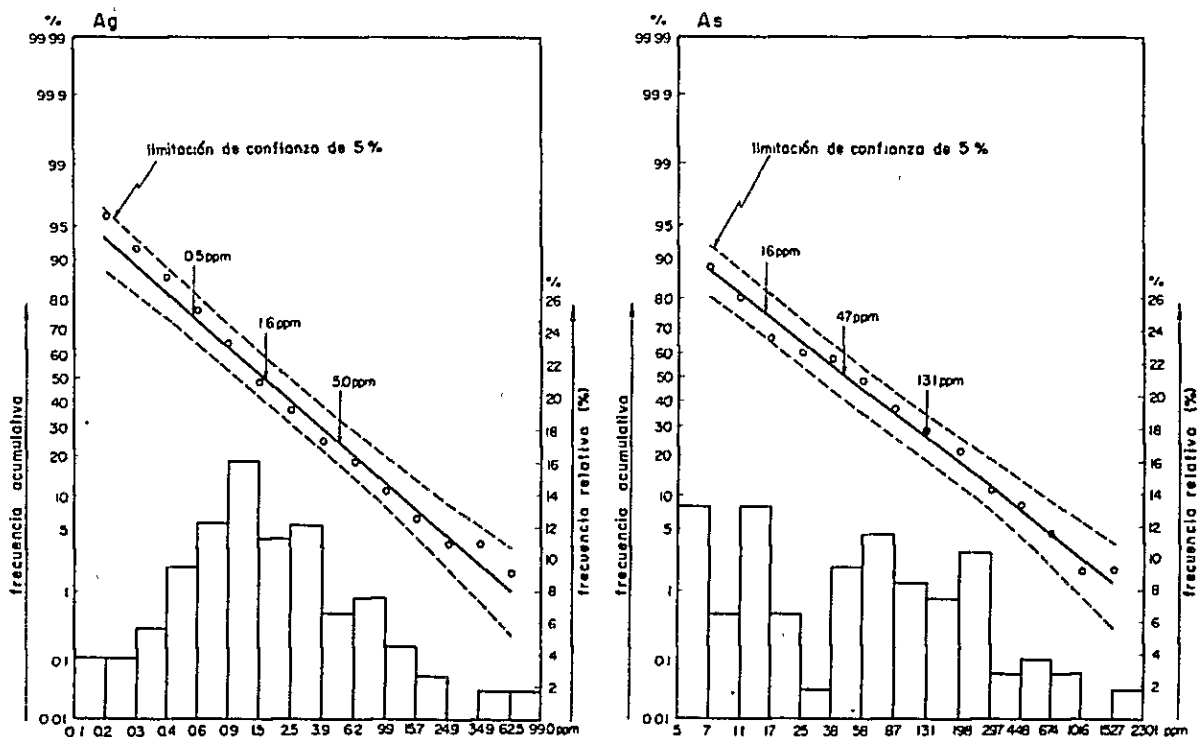


Fig. II-14 Histograma y curva de frecuencia acumulativa de Ag y As

El valor de análisis de Ag y As resulta más alto que el "back ground" de la zona de rocas ígneas acídicas (Ag 0.4 ppm, As 2.1 ppm, Rose et al 1979), lo cual significa que toda el área estudiada constituye una zona de anomalía.

A continuación se describe la distribución de Ag y As en interior y exterior mina haciendo uso de P1-5 y P1-6.

Interior mina: Los indicios de más de 5.0 ppm de Ag se distribuyen principalmente en los alrededores de la Veta. Los indicios de 1.6-5.0 ppm

se encuentran a unos 300m de la bocamina para más al sur, y de allí hacia el norte se distribuyen los indicios de 0.5-1.6 ppm, aunque éstos existen dispersos también hacia el sur.

Todos los indicios de As, excepto los alrededores de la bocamina, son más de 131 ppm.

En el interior mina los indicios de valor alto de Ag y As casi coinciden con la zona de caolinita, sericita y clorita y los indicios de valor bajo coinciden con la zona de carolinita que contiene montomorillonita en cantidad relativamente grande, en la parte septentrional.

Exterior mina: En cuanto a Ag, los indicios de más de 5.0 ppm se observan en la zona de sericita dentro de la zona alterada No. I. Los indicios de 5.0-1.6 ppm coinciden con los indicios de sericita, clorita de K-12, K-13 y P-15 dentro de las zonas alteradas No. II y No. III. Aparte de las zonas alteradas, se han observado indicios de valor alto de T-40, hacia al norte de la zona alterada No. I y de K-6, hacia el oeste de la zona alterada No. III. No se conoce la causa del valor alto de K-6. Pero en cuanto a T-40, es un hecho explicable, ya que se encuentra cerca de la veta. Los indicios de 0.5 ppm para abajo tienden a distribuirse en lugares elevados, al este y al oeste del Río Mina Blanca.

En cuanto a As, los indicios de más de 47 ppm se encuentran en la zona de sericita dentro de la zona alterada No. I y también se han observado en P-16 y P-17 de la zona alterada No. III y en T-24, T-41 y T-43 al norte de la zona alterada No. I. Todos excepto T-24 se encuentran en los alrededores de la mina abandonada. Los indicios de 16 ppm para abajo se distribuyen generalmente hacia el oeste del Río Mina Blanca.

En consecuencia, salvo la parte occidental de la zona alterada No. I donde el valor de Ag es bajo, los indicios de Ag y As muestran una tendencia más o menos igual, reflejando todas las zonas alteradas. Asimismo, se



puede decir lo que sigue a modo de decusión: si los indicios de valor bajo de Ag y As se encuentran en lugares elevados será porque desde el punto de vista topográfico, el terreno no ha experimentado la erosión.

En fin, salvo algunas partes de la zona alterada No. I, puede afirmarse que los indicios de valor relativamente alto de Ag y As se coinciden más o menos, tanto dentro como fuera de la mina, abarcando todas las zonas alteradas.

### 3-2-2 Resultados del análisis de las rocas

Para averiguar los principales factores que dominan la variación entre los componentes, se efectúa generalmente el análisis de los componentes principales (principal component analysis) en la estadística. Este método consiste en examinar la razón de contribución (contribution ratio) que influye en la variación total, para analizar los principales factores de la variación. La razón de contribución es la proporción de variación explicable que ocupa cada uno de los componentes en la variación total de ellos. Los que prestan razón de contribución baja son prescindibles, entendiéndose que tienen poca influencia en el conjunto, o reflejan variación parcial.

La carga de factor (factor loading) indica la correlación entre el punto de componente (point of component) y cada componente, que se explica con las siguientes funciones:

$$Z = f_1 + f_2$$

$f_1$ : composición de carga de factor grande  
 $f_2$ : composición de carga de factor pequeña

Por consiguiente, cuanto más se aumenta  $f_1$  y se disminuye  $f_2$ , tanto más se aumenta el valor de Z.

Tab. II - 8 Resultado de análisis de componentes principales

Componente principal	Proporción (%)	carga de factor														
		SiO2	TiO2	Al2O3	Fe2O3	FeO	MnO	MgO	CaO	Na2O	K2O	H2O <sup>+</sup>	H2O <sup>-</sup>	P2O5	Ag	As
21	30.4	-0.44	0.22	0.32	0.17	0.21	0.36	0.75	0.87	0.81	-0.43	0.36	0.28	-0.43	-0.75	-0.81
22	17.5	-0.66	-0.59	0.42	0.35	0.71	0.61	0.16	-0.04	-0.06	0.52	-0.23	-0.36	0.30	0.23	0.21

La Tabla II-8 indica que la razón de contribución del primer componente (first component)  $Z_1$  ocupa un 30.4% de la variación total, y de su carga de factor se logra lo siguiente:  $f_1$  consta de MgO (0.75), CaO (0.87),  $Na_2O$  (0.81);  $f_2$  consiste en  $SiO_2$  (-0.44),  $K_2O$  (-0.43), Ag (-0.75) y As (-0.81).

La Tabla II-7 de correlación indica que a medida que aumenta la composición  $f_2$ , el índice de intensidad de los minerales arcillosos tiende a disminuir excepto la montomorillonita. Por otra parte, el índice de intensidad de sericita aumenta cuando asimismo incrementa la composición  $f_2$ . Desde el punto de vista de los componentes químicos,  $f_1$  refleja la formación de montomorillonita y rocas no alteradas;  $f_2$  refleja la formación de caolinita y sericita.

En consecuencia, puede afirmarse lo que sigue:  $Z_1$  indica cualitativa y cuantitativamente el proceso mediante el cual la zona no alterada y la zona de montomorillonita se van convirtiendo en la zona de sericita y caolinita, a medida que los puntos se van disminuyendo.

La Tab II-8 indica que la razón de contribución de  $Z_2$  es 17.5%;  $f_1$  consta de FeO (0.71), MnO (0.61)  $K_2O$ ;  $f_2$  consta de  $SiO_2$  (-0.66),  $TiO_2$  (-0.59).

La Tab II-7 de correlación indica que cuanto más aumenta la composición de  $f_1$ , tanto más el índice de intensidad de clorita, el cual disminuye a medida que se va disminuyendo la composición de  $f_2$ . De esto se saca que  $Z_2$  indica el grado de cloritización.

En cuanto a  $Z_3$  para abajo, la razón de contribución es menos de 10%, lo cual permite concluir que se indica la variación de la roca original así como la variación pequeña producida por la alteración, aparte de  $Z_1$  y  $Z_2$ .

Teniendo en cuenta los resultados arriba citados, se ha aclarado que los principales componentes de rocas que dominan  $Z_1$  y  $Z_2$  son  $Na_2O$ ,

K<sub>2</sub>O, CaO, MgO, MnO, FeO y SiO<sub>2</sub>.

La Fig. II-15 indica la distribución de frecuencia y la frecuencia acumulada relativa de Z<sub>1</sub> y Z<sub>2</sub>. Como los puntos de acumulación de ambos se incluyen en el límite de confianza por un 95%, desde el punto de vista estadístico, se entiende que ellos pertenecen al mismo grupo. Por consiguiente, sin lograr el "threshold", se han dividido los puntos acumulados de la manera siguiente, por cada 25% de frecuencia: en cuanto a Z<sub>1</sub>, menos de -1.24, -1.24-0.10, 0.10-1.48 y más de 1.48; en cuanto a Z<sub>2</sub>, menos de -0.92, -0.92-0.12, 0.12-1.10 y más de 1.10. La Fig. II-15 indica su resultados.

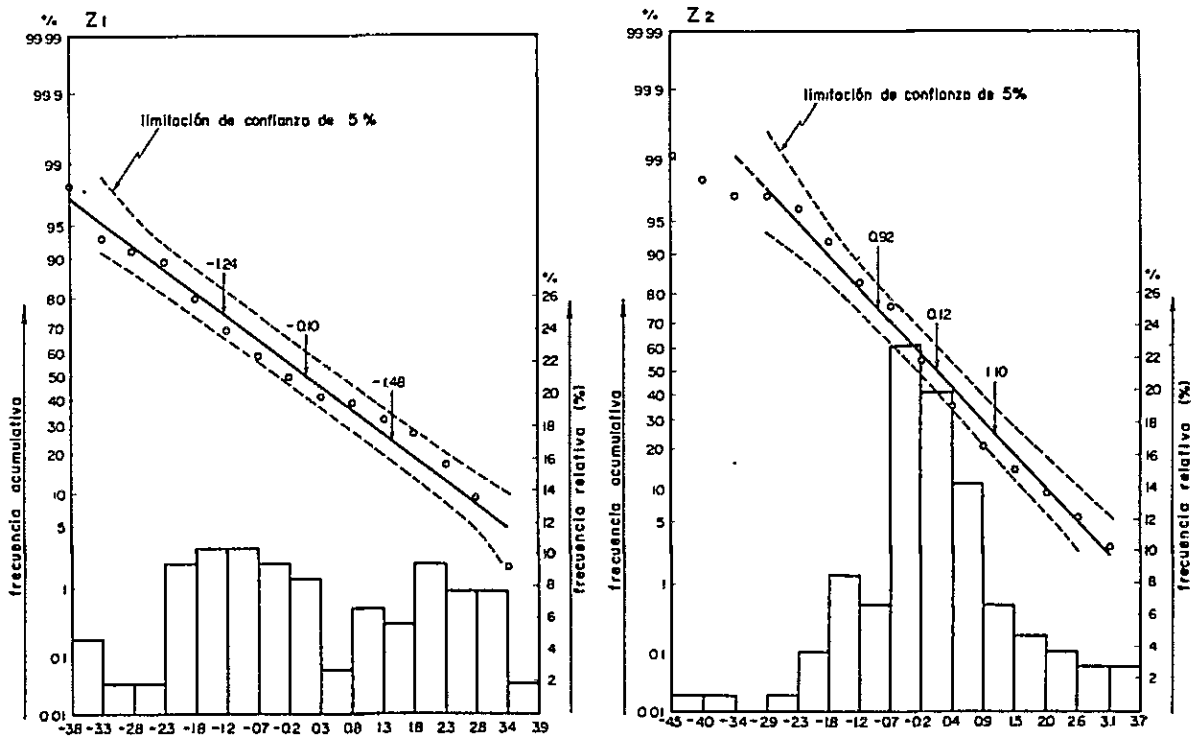


Fig. II-15 Histograma y curva de frecuencia acumulativa de Z<sub>1</sub> y Z<sub>2</sub>

Z<sub>1</sub>: Interior mina en los alrededores de la Veta No. I se distribuyen los indicios de más de 0.10, en torno a los cuales, se encuentran indicios de 0.10-1.48 en escala pequeña. Los indicios encontrados

fuera de los lugares mencionados inmediatamente arriba son todos de 0.10-1.24 y menos de -1.24. Los indicios de puntos de valor alto no indican la alteración débil, sino que coinciden con la zona de puntos de valor alto de  $Z_2$ , mencionados abajo. De esto se saca que ello refleja los resultados de la cloritización.

Los puntos de  $Z_1$  de exterior la mina son de valor bajo en comparación con el interior de la mina, lo que indica que es bajo el grado de alteración.

$Z_2$ : Dentro de la mina se distribuyen los indicios de más de 1.10 principalmente en la Veta No. I. A partir de la zona situada a unos 350m de la bocamina para más al sur se encuentran indicios de más de 0.12 y allí hacia al norte, indicios de menos de 0.12. Todo esto permite afirmar que en la Veta No. I es notable la cloritización, que se hace débil en la parte septentrional a partir de unos 350m de la bocamina, mientras que tiende a intensificarse desde allí hacia al sur.

En cuanto al exterior mina, se divide la zona alterada No. I en dos partes: oriental y occidental. En la parte occidental de la morrena se distribuyen indicios de más de 0.12, observándose también indicios de menos de -0.92 de T-34, T-43. En la parte oriental todos los indicios son de menos de 0.12, excepto aquellos indicios de 1.10-0.12 de T-2, T-10, P-15 dentro de la zona alterada No. II y la zona alterada No. III.

De esto se saca que en la mitad occidental de la zona alterada No. I y en la parte oriental de la zona alterada No. III ha avanzado la cloritización, que se hace débil fuera de dichas partes.

#### CAPITULO 4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES PARA LA INVESTIGACIÓN DE LA SIGUIENTE FASE

De acuerdo a los resultados de la investigación geológica de interior y exterior mina así como de los experimentos de laboratorios se obtuvieron las siguientes conclusiones como guías para la exploración geológica.

##### 4-1 Conclusiones

- (1) La zona investigada esta constituida por domos de lavas y lavas dacíticas de edad terciaria, teniendo como base sedimentas de la formación Chaunaca del sistema cretácico. La dacita se encuentra fuertemente alterada; especialmente en los sectores mineralizados y de los yacimientos, donde se formaron amplias franjas alteradas de coloración blanquecina.
- (2) Como resultado del mapeo geológico de superficie se comprobaron los siguientes 4 zonas alteradas  
Zona alterada No I: Zona de sericita y caolín que esta destruida en torno a los diferentes grupos de vetas de San Antonio.  
Zona alterada No II: Zona de clorita y sericita distribuida hacia el SE de la Zona No I.  
Zona alterada No III: Zona de caolín y clorita que esta distribuida al SE del área investigada.  
Zona alterada No IV: Constituida primeramente par caolín y publicada al SE del área de estudio.
- (3) Las fisuras que encierran las vetas principales como las vetas conocida I y II son fracturas de cizalla probablemente formadas por esfuerzos mayores laterales de dirección E-W. La fractura de la veta IV fué originada por esfuerzos laterales de direceión N25 W que afectaron

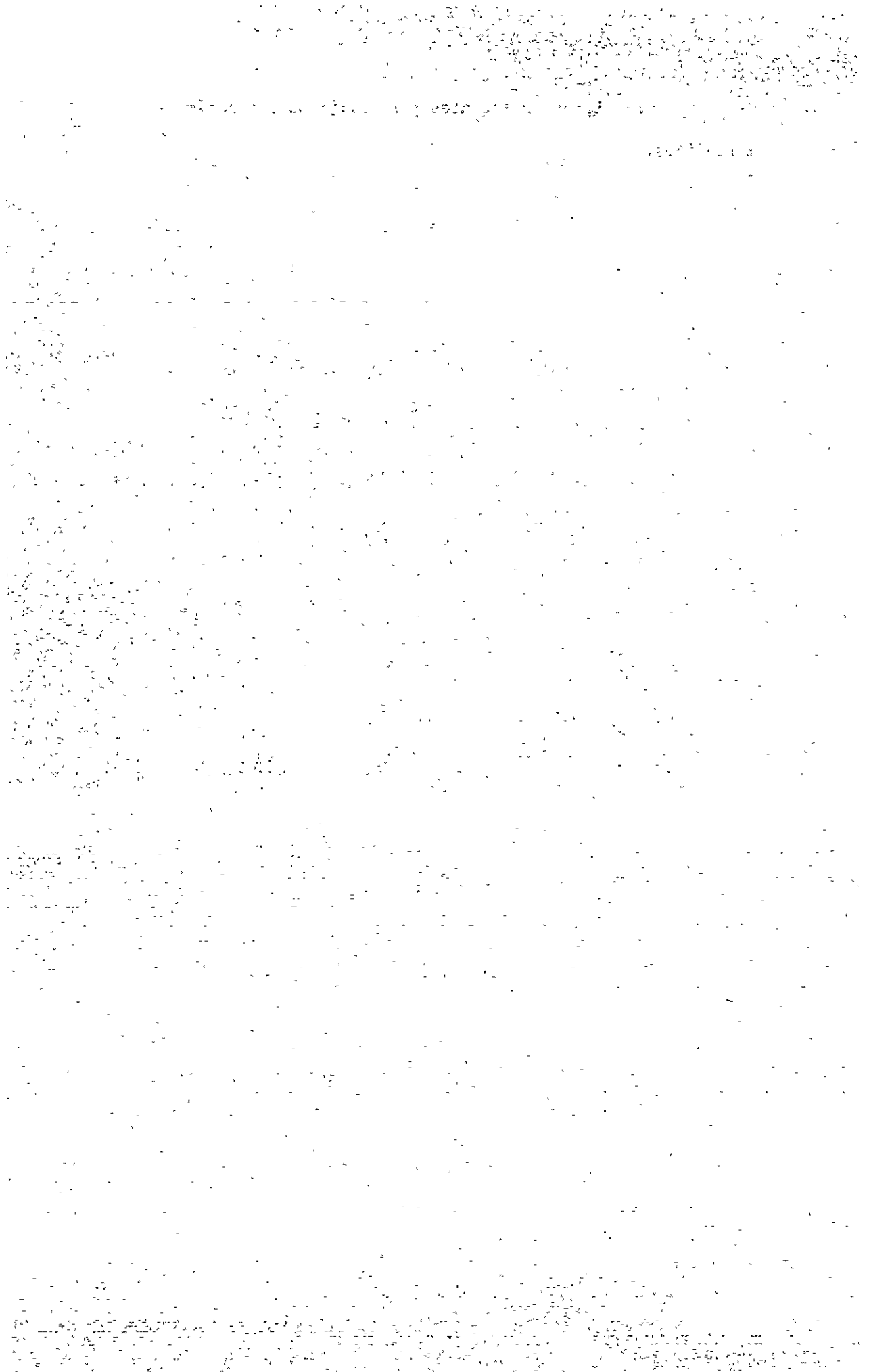
localmente, por lo cual se deduce que la magnitud de ellas no es grande.

- (4) Los elementos principales de las vetas I y II varían considerablemente en las direcciones de rumbo, buzamiento y la potencia de ellas, sin embargo el rumbo general es E-W, además el buzamiento dominante de la veta I es al N y de la veta II al S.
- (5) Fueran determinadas 4 zonas de bonanza en Ag en la veta No. II cuya magnitud es más o menos de 80x80 m de forma irregular a semejanza de amibas con tendencia vertical y mayor posibilidad de continuidad a profundidad.
- (6) Los minerales metálicos más importantes que constituyen las vetas son: galena, esfalerita, pirita, marcasita, calcopirita, tetraedrita, plata nativa, argentita, polibasita, piragirita, hematita etc. Los minerales de ganga son el cuarzo y baritina.
- (7) En los procesos de mineralización fueron reconocidas dos etapas, la primera antes de brechación y la segunda posterior a ella. La veta I corresponde a la primera y esta constituido por minerales primarios de sulfuros.
- (8) Las Zonas alteradas se clasifican en franjas de clorita, sericita, caolín, montmorillonita, demostrando distribución regular con el centro del yacimiento.

#### 4-2 Recomendaciones para la investigación del segundo año

1. Prioritariamente se deben efectuar investigaciones desde interior mina con taladros de diamantina con el fin de reconocer la extensión vertical y horizontal de las vetas I y II.
2. Investigación detallada de las franjas de alteración en superficie, priorizando la importancia de ella según II-III-IV, y las zonas de

alteración clorítica existentes por debajo de los sedimentos morrenicos.





## PARTE III INVESTIGACION DEL SONDEOS



## CAPITULO 1: RESEÑA DE TRABAJO DE SONDEO

El sondeo se efectuó dentro de la mina Mesa de Plata, en base a los resultados de la investigación geológica preliminar de 1981, con el fin último de comprobar el estado de la mina debaja de recorte principal de la veta No I y No II, aclarar lo que realmente son la mineralización y la alteración y aumentar reservas minerales de la misma mina. Las operaciones del sondeo se comenzaron el día 18 de octubre de 1982 y se finalizaron el día 11 de diciembre del mismo año. Durante este período se perforaron 3 taladros con una longitud total de 853.5m. Los 3 taladros son perforaciones inclinadas. El personal se compone de los 20 miembros siguientes: un investigador jefe de japonés, cuatro ingenieros de sondeo y quince obreros bolivianos, trabajando por 3 turnos con una máquina taladradora.

En cuanto al método de perforación, se adoptó el de "Wire-Line" para mejorar la recuperación de testigos y elevar la eficiencia de la operación.

En la misma zona no hay ninguna máquina más que el automóvil, y como tampoco hay vías dentro de la mina, tuvo que dependerse totalmente de la fuerza humana, para cargar y descargar las materiales, y también para transportarlas. Además como la galería es pequeña, las máquinas grandes tuvieron que desarmarse al meterse, sacarse y transportarse, y de nuevo tuvieron que montarse en lugares necesarios. Estos trabajos relacionados necesitaron más horas de lo que se imaginaba.

En la operación del sondeo se encontraron muchas zonas fracturadas de falla, y se necesitó mucho esfuerzo especialmente para la protección de las paredes del pozo y la perforación de la falla fractuada con alteración arcillosa de unos 100m, la cual divide la sistema del Terciario

y la sistema del Cretácico de MJB-2. Las operaciones se limitaron porque se efectuaron dentro de la mina y la base del sondeo era estrecha.

La dirección, inclinación, la profundidad y etc. del sondeo quedan indicadas a continuación.

En los 3 taladros perforados se encontraron vetas. Se efectuó la medida de curva de pozo en 3 taladros, y la curva de pozo es muy pequeña como está indicada en la table siguiente.

Tab. III - 1 Direcciones, inclinaciones etc de cada pozo perforado

No	direcion	Inclinacion	Profundidad <sup>(m)</sup>	C R (%)	Periodo de perforacion
MJB-1	330°	-50°	250.8	91.46	11.11.1982~1.12.1982
" -2	0°	-75	301.5	85.17	15.9.1982~10.11.1982
" -3	350	-30	302.0	91.42	23.11.1982~16.12.1982

Tab. III - 2 Resultado mediado de curva de cada pozo perforado

Numero de pozo Profundidad(m)	MJB-1		MJB-2		MJB-3	
	Direccion (°)	Inclinacion (°)	Direccion (°)	Inclinacion (°)	Direccion (°)	Inclinacion (°)
0	330	-50	0	-75	350	-30
50	328	-50	359	-75	350	-30
100	328	-49	358	-75	351	-29
150	imposible por		358	-74	350	-29
200	Jerming		356	-73	349	-28
250			355	-73	349	-29
300			355	-72	350	-29

## CAPITULO 2. METODO DE SONDEO Y MAQUINAS USADAS

Las rocas de objeto del sondeo fueron decita del Terciario, arcilla, areniscas y yeso del Cretácico. Como se preveía la existencia de minas abandonadas, vetas, zonas fracturadas y zonas alteradas, se planearon el método de "Wire-Line" con el uso de BW revestimiento.

En la investigación de esta vez, debido al sondeo dentro de la mina, se adoptó el motor eléctrico para la ventilación. Y el gran generador eléctrica (125kw), el transformador, el cable eléctrico y varios motores eléctricos necesarios para esto, se mandaron desde Japón y se transportaron.

La especificación y el modelo de la máquina de sondeo y demás equipos y coronas de diamantes usadas quedan indicados a continuación.

Planearon el método para agua de lodo con bentonita y el método de "Wire-Line" con el uso de BW revestimiento.

1. Introduction

2. Methodology

3. Results

4. Discussion

5. Conclusion

6.

7.

8.

9.

10.

11.

12.

13.

14.

Tabla III-3 Lista de maquinas y materiales usados

Artículo	Modelo	Capacidad, Tipo, Medida Especification	Cantidad
Maquina de perforación	TGM-3	Capacidad BQT 500mm Medida Altura 1,520mm Largo 2,380mm Anchura 990mm	1 Juego
Motor electrico para perforación	HITACHI	cabeza giratoria Torno asceite Velocidad de eje (r.p.m.) 200, 500, 770, 1000 Capacidad de izar 2,200 ton Maxima presion 70 kg./cm <sup>2</sup>	1 "
Bomba para perforación	NAS-3C	Duplex cilindro y dobla acción Peso 330 kg Diámetro de pistón 60mm / 75 ℓ /min Carrera de pistón 50mm Capacidad 80 ℓ/min. - 130 ℓ /min Presión máxima 40 kg/cm <sup>2</sup>	
Motor electrico de bomba para perforación	HITACHI	7.5KW,50HZ, 200V, 4P	1 "
Bomba para abastecimiento de agua	E-IN-3	Peso 14 kg Capacidad 360 ℓ /min Capacidad por desagüe Vertical 26m	1 "
Motor electrico de bomba para abastecimiento de agua	TERADA S-400	100 V, 200W	1 "
Varillaje	NQT BQT	3m 3m	Pieza 55 " 100"
Tubo de nevestimiento	NW BW	3m 3m	2 " 55 "
Mandibula automática de varilla	CH-60A		1 "
Eslabón giratorio de elevación de agua	B-NO5		1 "
Transformador	FUJI BHD515681	Peso 710 kg 3KV-210V, 50-60HZ, 200KVA Peso 3550 kg	2 "
Generador	EDG-175 Diesel	Capacidad 175KVA/140KW/50HZ 200KVA/160KW/60HZ	1 "
Cable de alambre		3KV, 3 <sup>c</sup> × 8 <sup>se</sup>	1500 m





Tabla III-4 Lista de consumo de materiales

Articuro	Media	Unitada	Cantidad	Articuro	Media	Unidad	Cantidad
vauillaje de wire line	NQT	pieza	10	traba	16 100 <sup>m</sup> /m	pieza	10
"	NQT	"	20	center ponch		"	2
"	BQT	"	50	alambre		"	11
tubo de revestimiento	NW	"	20	trapos		kg	50
"	BW	"	30	clavo		"	20
tubo interior Assy	NQT	juego	2	para		pieza	5
"	BQT	"	"	tecle de cadina	2t	"	1
anillo	NQT	"	"	pulla de cambio		"	"
"	BQT	"	"	goma de piston		"	16
cable de metal con encaje	125 25 <sup>m</sup>	pieza	"	vara de piston		"	4
corona de zapata de	NW	"	1	empaquetadura de V		"	32
revestimiento				foco	200V, 100V	"	60
"	NW	"	"	valvula		"	2
"	BW	"	"	tubo		"	2
nabaja para sierra mecanica	250 <sup>m</sup> /m	"	12	pin		"	"
lima		juego	1	empaquetadura		"	10
regalo	180 <sup>cm</sup>	"	3	arandela		"	2
cepillo		"	"	tuerca		"	3
cepillo de cable		"	"	collar		"	2
alambre		kg	30	resorte		"	2
alicate		pieza	2	callar		"	2
dearmador		"	"	resorte		"	2
llave ingresa		"	"	rolepin de resorte		"	5
llave de trueras		juego	2	over shot	BQT	"	1
gata con aceite		pieza	"	swibel	"	"	"
llave para tubo	900 <sup>m</sup> /m	"	4	ancillo O		"	2
"	600 <sup>m</sup> /m	"	"	oil sheel		"	2
"	450 <sup>m</sup> /m	"	2	cojinet		"	1
sub		"	1	pieza de mandril	NQT	"	2
over shot	NQT	juego	1	"	BQT	"	2
cable	6 <sup>m</sup> /m	m	500	bentonita		kg	22,900
caja de extractor	NQT	pieza	6	ribonita		"	260
"	BQT	"	5	C M C		"	387
extractor	NQT	"	9	Tel stop		"	40
"	BQT	"	7	cemento		"	400
goma para contolorar	NQT	"	5	macho de roscar		"	1
"	BQT	"	5	aceite y gasolina		ℓ	18,000
cojinet de empuje	51203	"	6				
"	7	"	5				
mangela de caudal	25 <sup>m</sup> /m	m	25				
mangela de succion	50 <sup>m</sup> /m	"	3				
swibel de aqua,empaquetdor V		pieza	6				
cojinet de bola	6207	"	6				
oil sheel		"	4				



Tabla III-5 Lista de estado de consumo de las coronas de diamantes y los cilindros de escuriadores

Artículo	Medida	Tipo	Número de corona	Estado de uso				Descripción
				MJB-1	MJB-2	MJB-3	Total(m)	
Corona	NQ	NQT-WL	481120	53.00			53.00	desperfecto
			481121	24.70			24.70	
			481122	60.30			60.30	
			481123		42.20		42.20	
			481124		110.40		110.40	
			481125		10.20		10.20	
			481126			42.80	42.80	
			481127			10.30	10.30	
	BQ	BQT-WL	481128			105.70	105.70	
			471669	67.60			67.60	
			471670	45.20			45.20	
			471671		53.40		53.40	
			471672		85.30		85.30	
			471673			65.30	65.30	
Lima	NQ	NQT-WL	476174			77.90	77.90	
			68379	77.70			77.70	
			68380	60.30			60.30	
			68381		42.20		42.20	
			68382		120.60		120.60	
			68383			158.80	158.80	
			67311	112.80			112.80	
BQ	BQT-WL	67312	138.70			138.70		
		67313			143.20	143.20		
		Corona	250.80	301.50	302.00	854.30		
Lima	250.80	301.50	302.00	854.30				

Tabla III-6 Lista de especificación de coronas de diamantes y cilindros de escuriadores (Numeros de veces de uso)

Artículo	Medida	Modelo	Cantidad colocada	Matriz	Tamaños del diamante	Paso del agua	Cantidad	Descripción
Corona	NQ	NQT-WL	30 "	E	1/40 ~ 1/20	4kg/cm <sup>2</sup>	9	481120 ~ 28
"	BQ	BQT-WL	20 "	E	"	7 ~ 8kg/cm <sup>2</sup>	6	471669 ~ 74
Cilindro escuriador	NQ	NQT-WL	8 "	E	1/25		5	68379 ~ 83
"	BQ	BQT-WL	6 "	E	"		3	67311 ~ 13



## CAPITULO 3. OPERACION DE SONDEO

### 3-1 Preparación general

La máquina taladradora y demás equipos auxiliares se guardaban en un depósito de La Paz. Después de realizar una revisión y mantenimiento necesario para toda esta maquinaria, llevaron hasta la mina en 3 camiones. Otros equipos traídos desde Japón también fueron cargados en 2 camiones. En la mina la máquina taladradora y las bombas fueron desarmadas para llevar hasta la cámara de sondeo, donde fueron armadas de nuevo, ya que las galerías fueron muy estrechas. El transporte para llevar y sacar la maquinaria fue realizado por una pequeña carretilla con una rueda y por los hombres.

### 3-2 Transporte e instalación

La máquina taladradora y las bombas fueron desarmadas y llevadas por los hombres de MJB-2 a MJB-3, con la distancia de 250m aproximadamente. El trabajo de transporte fue realizado al mismo tiempo que el de sondeo para ahorrar el tiempo de trabajo.

### 3-3 Desarme y retiro

La perforación del MJB-3 se finalizó el día 13 de diciembre de 1982. Sin embargo, antes de esta fecha comenzaron llevar una parte de la maquinaria. Después de hacer una revisión y mantenimiento de la maquinaria, la llevaron y guardaron en el depósito de La Paz.

### 3-4 Condiciones de la testificación y control del agua de lodo

En los casos del MJB-1 y el MJB-2 se efectuó la perforación con H.S. hasta los 3.00m y luego con "Wire-Line" N.Q.T. En cuanto al MJB-3 se

hizo la perforación con "Wire-Line" N.Q.T. desde el comienzo. En los tres taladros, hasta a los 150m de profundidad aproximadamente, insertando tubo de revestimiento B-W continuaron la perforación con el método B,Q,T. Sobre todo, en MJB-2 casi la mitad del taladro fue de la zona fracturada con alteración arcillosa, y bastante cantidad de agua se escapó y mano, por lo cual tuvieron que gastar gran cantidad de los materiales del agua de lodo para proteger el taladro. Los materiales de lodo utilizados son los siguientes:

	MJB-1	MJB-2	MJB-3	total
Cemento (kg)	250	150		400
Bentonita (kg)	7,050	9,900	5,950	22,900
Ribonita (kg)	200		60	260
CMC (kg)	117	65	205	387
Tel-Stop		40		40

La recuperación de testigos fue 91.46% en el MJB-1, y 91.42% en el MJB-3, mientras fue sólo 85.17% en el MJB-2 debido a la mala condición geológica.

### 3-5 Agua para el sondeo

Reuniendo el agua dentro de la galería y lo utilizaron por abastecimiento con bomba de agua.

### 3-6 Estado de perforación

MJB-1 : Este taladro es de dacita, y localmente se encuentran la zona arcillosa y la zona donde sale poca agua y se utilizó gran cantidad de los materiales del agua de lodo.

MJB-2 : Casi la mitad de este taladro es de la zona fracturada de falla con alteración arcillosa y se encuentran la zona donde mana

agua y la zona donde se escapa agua. Por lo cual para perfeccionar el taladro se utilizó gran cantidad de los materiales del agua de lodo tales como bentonita, ribonita, cemento, etc. El sistema del Terciario linda con el sistema del Cretácico, lo cual forma la falla mayor con el escala de 100m aproximadamente.

MJB-3 : En cuanto a este taladro la parte del comienzo hasta los 80m de profundidad más o menos es de dacita que contiene mucha cantidad de cuarzo, lo cual causa utilizar corona de diamante en cantidad considerable. Sin embargo, la parte más profunda es de dacita más blanda. Como la inclinación de este taladro es  $-30^{\circ}$  tuvieron que usar instrumento para sacar testigo.

Tab. III - 7 Análisis de las horas trabajadas por obras de cada sondeo

Número de sondeo	Perforación (Horas)	Ascensos y descensos del varillaje y tubo interior		Trabajos dependientes			Accidentes	Varios	Traslación, desarme y retiro	Total
		Varillaje	Tubo interior	Revestimiento	Ampliación de taladro	Varios				
MJB-1	171°00'	20°20'	116°05'	8°00'	2°20'	0°55'	2°05'		108°00'	
" 2	216°35'	29°50'	178°15'	9°00'	10°00'	13°40'	19°20'		296°00'	
" 3	138°30'	24°45'	96°45'	8°00'	0	18°40'	8°25'		193°00'	

Tab. III - 8 Los resultados de perforaciones

Número de sondeo	Modelo de máquina	Fecha de comienzo y terminación	Avance total (m)	Testigo sacado		Número de turno de perforación			Avance por un turno de trabajo general de perforación (m)	Avance por un turno trabajado solo por perforación (m)	Terreno (m)
				Largo de testigo (m)	Recuperación (%)	Por perforación	Por revestimiento	Total			
MJB-1	TGM-3	11.11.1982 29.11.1982	250.8	229.4	91.47	40	15	55	4.56	6.27	3
" 2	"	15.11.1982 10.11.1982	301.5	256.8	85.17	65	41	106	2.84	4.46	3
" 3	"	23.11.1982 16.12.1982	302.0	276.1	91.42	36	18	54	5.59	8.39	0





Tabla III-9 Trabajo de traslación

		MJB-1		MJB-2		MJB-3				Total	
Trabajo de traslación (Período)	Preparación	11.11.1982~ 12.11.1982		15. 9.1982~ 17.10.1982		23.11.1982~ 29.11.1982					
	Desarme y retiro	28.11.1982~ 29.11.1982		9.11.1982~ 10.11.1982		5.12.1982~ 16.12.1982					
		Días	Mitas	Días	Mitas	Días	Mitas	Días	Mitas	Días	Mitas
Preparación	Arreglo de planta y reparación de camino										
	Transporte de máquinas			28.5		5.5				34	
	Instalación	1		1.0		0.5				2.5	
	Instalación de tubos para agua	1		0.5						1.5	
	Prueba y otros			1.0		0.5				1.5	
	Total	2	37	31	200	6.5	60			39.5	297
	Desarme y retiro	Desarme y retirado de tubos para agua	0.5		1		0.5				2
	Transporte de máquinas	1		1		10.5				12.5	
	Reparación de camino										
	Varios					1				1	
	Total	1.5	30	2	20	12	140			15.5	190
	Gran total	3.5	67	33	220	18.5	200			55.0	487



Tabla III-10-1

Datos resumidos de perforación de MJB-1

MJB-1

Período de Trabajo	Clase	Período de trabajo		Detalle de Período			
		Período		Total de días	Días trabajados	Días no trabajados	Total mitas
Período de Trabajo	Preparación para perforación	11.11.1982 ~ 12.11.1982		2	2	0	37
	Perforación	13.11.1982 ~ 27.11.1982		15	15	0	313
	Traslación	28.11.1982 ~ 29.11.1982		1.5	1.5	0	30
	<b>Total</b>			<b>18.5</b>	<b>18.5</b>	<b>0</b>	<b>380</b>
Profundidad de perforación	Profundidad proyectada	250 m	Gravas	3 m	Recuperación del testigo por cada 100 m.		
	Largo prolongado	0.8m	Largo de testigo	229.4m	Profundidad	Total por 100 m	Gran total
	Profundidad supervisada	250.8 m	Re-cuperación	91.47%	(0m ~ 100m)	0 ~ 102.3 %	88.56 %
Horas trabajadas	Perforación	171 <sup>00</sup>	53.31 %	42.67 %	(100m ~ 200m)	102.3 ~ 205.6 m	94.58 %
	Ascenso y descenso de varillase	20 <sup>020</sup>	6.34 %	5.07 %	(200m ~ 300m)	205.6 ~ 250.8 m	90.93 %
	Ascenso y descenso de tubo interior	116 <sup>005</sup>	36.19 %	28.97 %	<b>Total</b>	<b>m</b>	<b>%</b>
	Trabajos dependientes	10 <sup>020</sup>	3.22 %	2.58 %	<b>Eficiencia</b>		
	Trabajos para accidentes de pozo	2 <sup>005</sup>	0.65 %	0.52 %	250.8 m/total Periodo		13.55 m/día
	Varios	55	0.29 %	0.23 %	250.8 m/días trabajados		13.55 m/día
	Sub-Total	320 <sup>045</sup>	100 %		250.8 m/Período perforado días trabajados		16.72 m/día
Traslación	Preparación	48 <sup>000</sup>		11.98 %	250.8 m/solo por perforación real		16.72 m/día
	Desarme y retiro	32 <sup>000</sup>		7.98 %	Total mita/ 250.8 m		1.5 mitas±
<b>Total</b>		<b>400<sup>045</sup></b>		<b>100.00 %</b>			
Tubo de revestimiento	Profundidad revestida por cada diámetro del taladro	$\frac{B}{A} \times 100$	Recuperación de tubos de revestimiento		CR de tubo de BQ 48 %		
	HW m	%	%				
	NW 3 m	1.2 %	100.00 %		Observación		
	BW 138 m	55.02%	100.00 %		A: Largo perforado B: Largo revestido		



Tabla III-10-2

Datos resumidos de perforación de MJB-2

MJB-2

Período de Trabajo	Clase	Período de trabajo		Detalle de Período					
		Período		Total de días	Días trabajados	Días no trabajados	Total mitas		
Período de Trabajo	Preparación para perforación	15. 9.1982~ 17.10.1982		33	31	2	200		
	Perforación	18.10.1982~ 8.11.1982		22	22	0	579		
	Traslación	9.11.1982~ 10.11.1982		2	2	0	20		
	Total			57	55	2	799		
Profundidad de perforación	Profundidad proyectada	300.0 m	Gravas	3.0 m	Recuperacion del testigo por cada 100 m.				
	Largo prolongado	1.5 m	Largo de testigo	256.8m	Profundidad	Total por 100 m	Gran total		
	Profundidad supervisada	301.5 m	Re-cuperación	85.17%	(0m~100m)	0~102.5 m	89.17 %	%	
					(100m~200m)	102.5~206.9 m	90.00 %	87.86 %	
Horas trabajadas	Perforación	216 <sup>0</sup> 35	45.44%	28.03 %	(200m~300m)	206.9~301.5 m	79.28 %	85.17 %	
	Ascenso y descenso de varillase	29 <sup>0</sup> 50	6.26%	3.86 %	Total	m	%	85.17 %	
	Ascenso y descenso de tubo interior	178 <sup>0</sup> 15	37.39%	23.07 %	Eficiencia				
	Trabajos dependientes	10 <sup>0</sup> 00	2.10%	1.30 %	301.5 m/total Periodo		5.29 m/día		
	Trabajos para accidentes de pozo	19 <sup>0</sup> 20	4.05%	2.50 %	301.5 m/días trabajados		5.48 m/día		
	Varios	22 <sup>0</sup> 40	4.76%	2.93 %	301.5 m/Período perforado días trabajados		13.7 m/día		
	Sub-Total	476 <sup>0</sup> 40	100.00%		301.5 m/sólo por perforación real		13.7 m/día		
	Traslación	Preparación	248 <sup>0</sup> 00		32.1 %	Total mitas/ 301.5 m		2.65 mitas±	
		Desarme y retiro	48 <sup>0</sup> 00		6.21 %				
	Total	772 <sup>0</sup> 40		100.00 %					
Tubo de revestimiento	Profundidad revestida por ca-de diametro del taladro	$\frac{B}{A} \times 100$	Recuperacion de tubos de revestimiento						
	HW	m	%	%					
	NW	3 m	0.99%	0 %	Observación				
	BW	165 m	54.72%	100 %	A: Largo perforado B: Largo revestido				



Tabla III-10-3 Datos resumidos de perforación de MJB-3

MJB-3

Período de Trabajo	Clase	Período de trabajo		Detralle de Período					
		Período		Total de días	Días trabajados	Días no trabajados	Total mitas		
Período de Trabajo	Preparación para perforación	23.11.1982~ 29.11.1982		6.5	6.5	0	60		
	Perforación	29.11.1982~ 11.12.1982		12.5	12.5	0	293		
	Traslación	5.12.1982~ 16.12.1982		12.0	12.0	0	140		
	Total			31.0	31.0		493		
Profundidad de perforación	Profundidad proyectada	300.0 m	Gravas	0 m	Recuperación del testigo por cada 100 m.				
	Largo prolongado	2.0 m	Largo de testigo	276.1m	Profundidad	Total por 100 m	Gran total		
	Profundidad supervisada	302.0 m	Re-cuperación	91.42%	(0m~100m)	0~128.4 m	89.95 %		
					(100m~200m)	128.4~207.2 m	83.50 %	87.50 %	
Horas trabajadas	Perforación	138 <sup>0</sup> 30	46.75%	28.37 %	(200m~300m)	207.2~302.0 m	100.00 %	91.42 %	
	Ascenso y descenso de varillase	24 <sup>0</sup> 45	8.85%	5.07 %	Total	m	%	91.42 %	
	Ascenso y descenso de tubo interior	96 <sup>0</sup> 45	32.68%	19.82 %	Eficiencia				
	Trabajos para dientes	8 <sup>0</sup> 00	2.61%	1.64 %	302.0 m/total Período		9.74 m/día		
	Trabajos para accidentes de pozo	8 <sup>0</sup> 25	2.75%	1.73 %	302.0 m/días trabajados		9.74 m/día		
	Varios	18 <sup>0</sup> 45	6.36%	3.84 %	302.0 m/Período perforado días trabajados		24.16 m/día		
	Sub-Total	295 <sup>0</sup> 10	100.00%		302.0 m/sólo por perforación real		24.16 m/día		
	Traslación	Preparación	81 <sup>0</sup> 00		16.59 %	Total mita/ 302.0 m			1.6 mitas†
		Desarme y retiro	112 <sup>0</sup> 00		22.94 %				
	Total				100.00 %				
Tubo de revestimiento	Profundidad revestida por cada diámetro del taladro	$\frac{B}{A} \times 100$	Recuperación de tubos de revestimiento		Observación A: Largo perforado B: Largo revestido				
	HW	m	%	%					
	NW	m	%	%					
	BW	158.8 m	52.58%	100 %					





Tabla III-11-1 Resultado de obras de sondeo de MJB-1

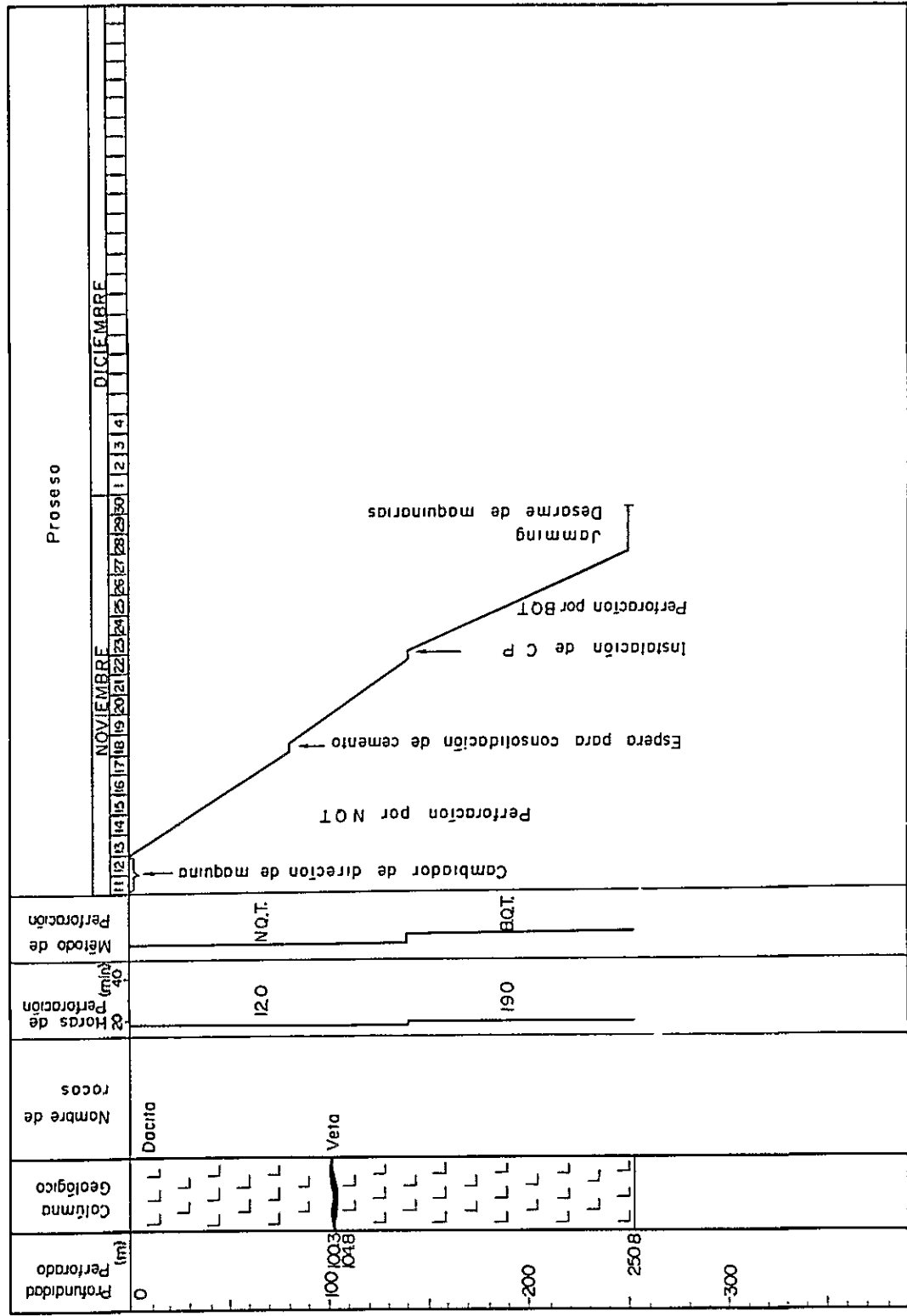




Tabla III-11-2 Resultado de obras de sondeo de MJB-2

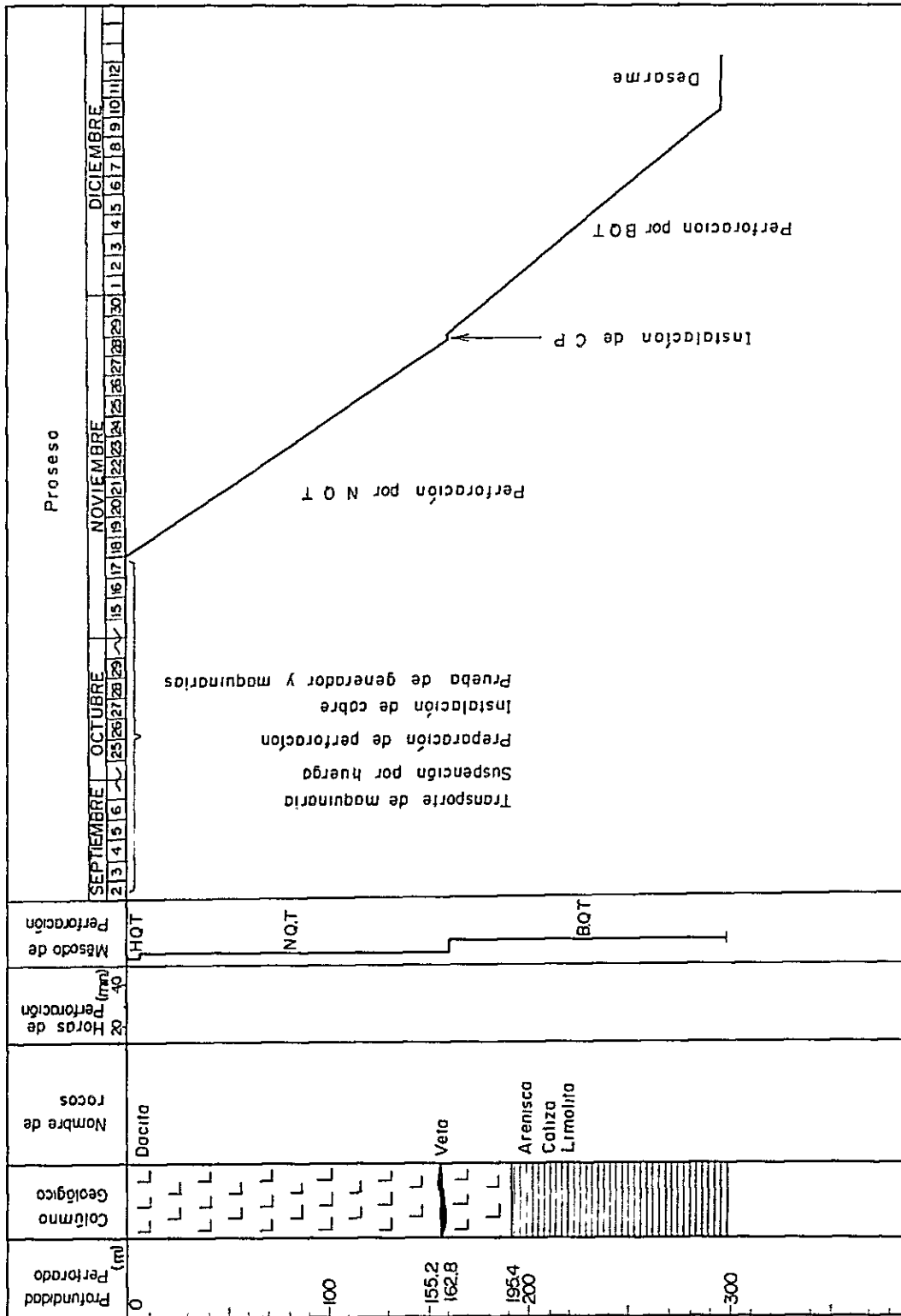
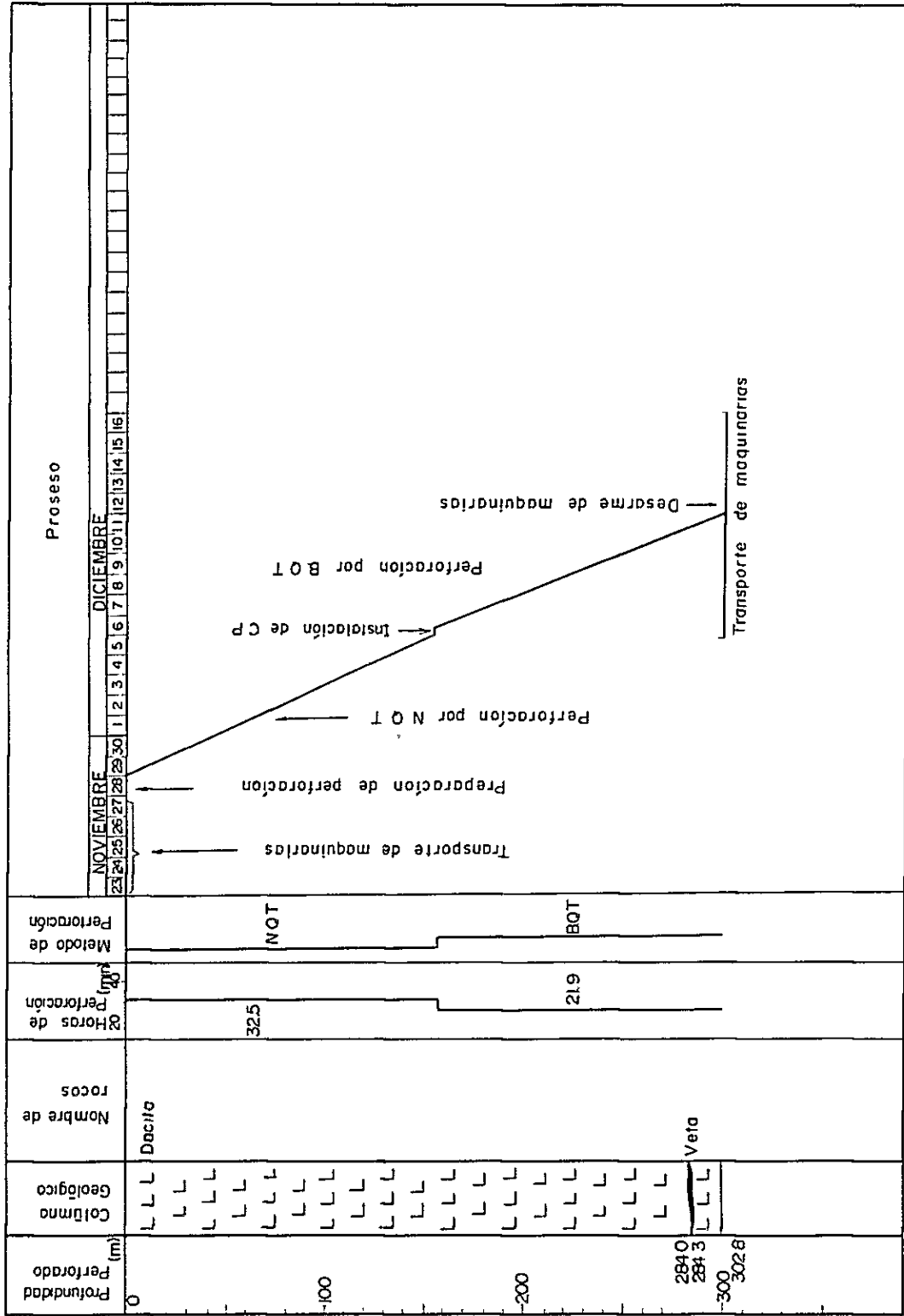




Tabla III-II-3 Resultado de obras de sondeo de MJB-3

MJB-3





## CAPITULO 4. GEOLOGIA INVESTIGADA POR SONDEO

### 4-1 Selecciones de las ubicaciones de taladros de sondeo

El sondeo se efectuó en 3 taladros dentro de la galería de la Mesa de Plata con los métodos, direcciones, inclinaciones y profundidades ya antes mencionados.

Se seleccionaron los lugares de los MJB-1 y MJB-2 con objeto de explorar la prolongación inferior de la veta No.II, y la veta paralela a la misma. Y se seleccionó el lugar del MJB-3 para explorar la prolongación inferior del punto oeste de la veta No.I y la veta paralela a ésta.

### 4-2 Geología investigada por sondeo

#### 4-2-1 MJB-1

Por la parte de los 100.3m a los 104.8m (4.5m) se encuentra la veta de cuarzo.baritina que acompaña poca cantidad de galena. Esta veta es de la prolongación inferior de la veta No.II. La roca de alrededor del taladro es compuesta por sólo dacita a pesar de tener mucha variedad de litofacies como consecuencia de alteración. Esta roca tiene los colores blanco, gris pálido, y verde pálido y sufre alteración arcillosa medianamente. Se encuentra notablemente silicificación a las profundidades de 0m a 12.0m, de 51.0m a 54.0m y de 148.0m a 152.0m. La zona de falla notable que acompaña arcilla se observa a las profundidades de los 54.5m a 56.0m, de los 64.2m a 70.5m, de los 95.8m a 97.9m a 97.9m, de los 197.0m a 201.4m. Por la parte más profunda de 40m aproximadamente se desarrolla notablemente estructura autobrechosa. La observación microscópica está mencionada en el capítulo de geología. (En cuanto a las de MJB-2 y MJB-3 lo mismo pasa.) Comparado con el MJB-3 se encuentran más mineral de caólinita y menos clorita.

#### 4-2-2 MJB-2

Por la parte de las profundidades de los 155.2m a 162.8m (7.6m) se encuentra la prolongación inferior de la veta No.II, la que es la veta de cuarzo.baritina acompañando poca cantidad de galena. La roca es compuesta por dacita hasta a los 195.4m de profundidad y en la parte más profunda, hasta el fondo es de la formación de Chaunaca la y sistema del Cretácico. La dacita sufre débil o medianamente alteración arcillosa y blanqueación hasta los 40m de profundidad, y de los 40m a los 150m de profundidad la roca es relativamente fresca excepto la zona fracturada con falla. De los 150m a los 190m de profundidad se observan silicificación y blanqueación notables y la roca tiene el color blanco por alteración arcillosa mediana. La roca de este taladro sufre en general quebrantación notable. Por la observación microscópica se observan más mineral de caolinita y menos clorita que la del MJB-3 como el caso de MJB-1. La formación de Chaunaca más profunda que los 195.4m de profundidad es roca sedimentaria estable menos la zona de falla como ya se ha mencionado.

La zona notable arcillosa con falla se encuentra de los 43.1m a 46.8m, de los 75.7m a 78.4m, de los 85.0m a 95.0m, de los 110.5m a 148.0m y de los 169.5m a 244.3m de profundidad. Sobre todo es grande la falla del sistema del Terciario con el Cretácico, de los 169.5m a 244.3m. La zona de falla y la formación de Chaunaca sufren sericitización y cloritización, aunque en éstas no se observa mineralización, por lo cual se supone que esta falla es de la actividad posterior de la mineralización.

#### 4-2-2 MJB-3

No se puede encontrar indicio a los 190m de profundidad, donde se supone haber parte mineralizada, sin embargo, de los 284.0m a 284.3m (0.3m) de profundidad se encuentra la veta de cuarzo.baritina que asocia.



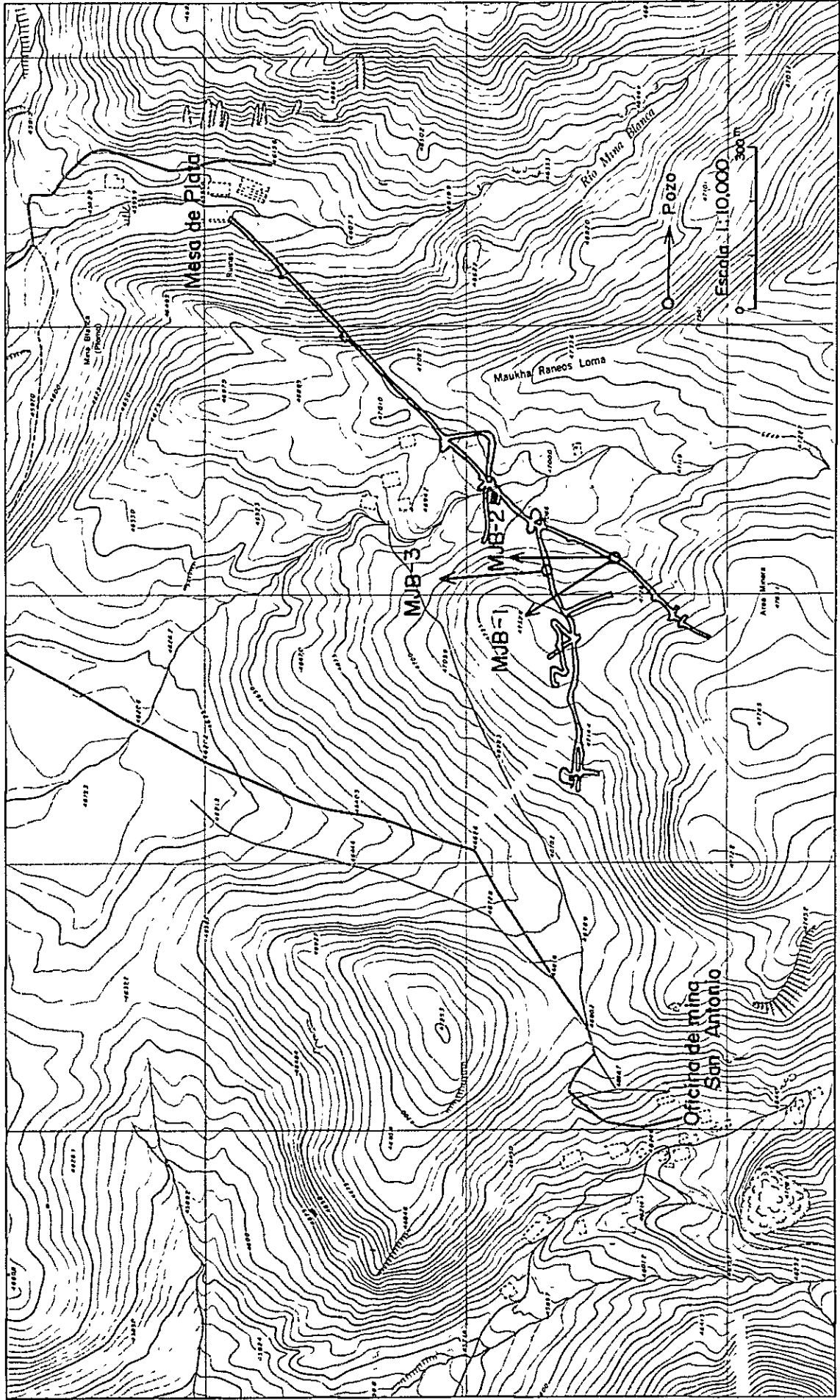
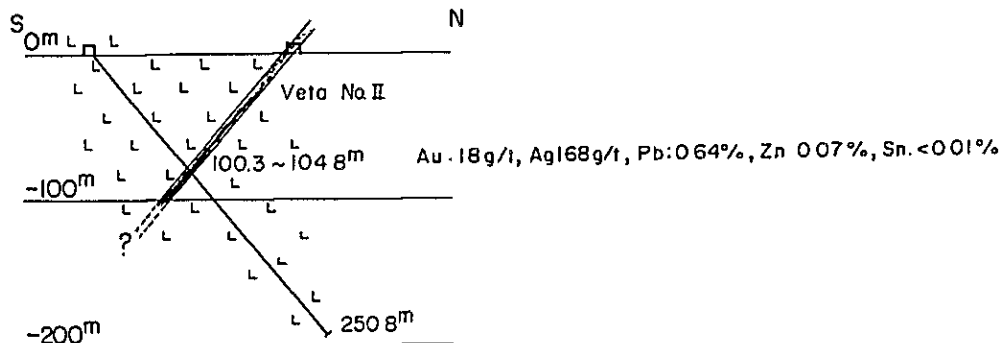


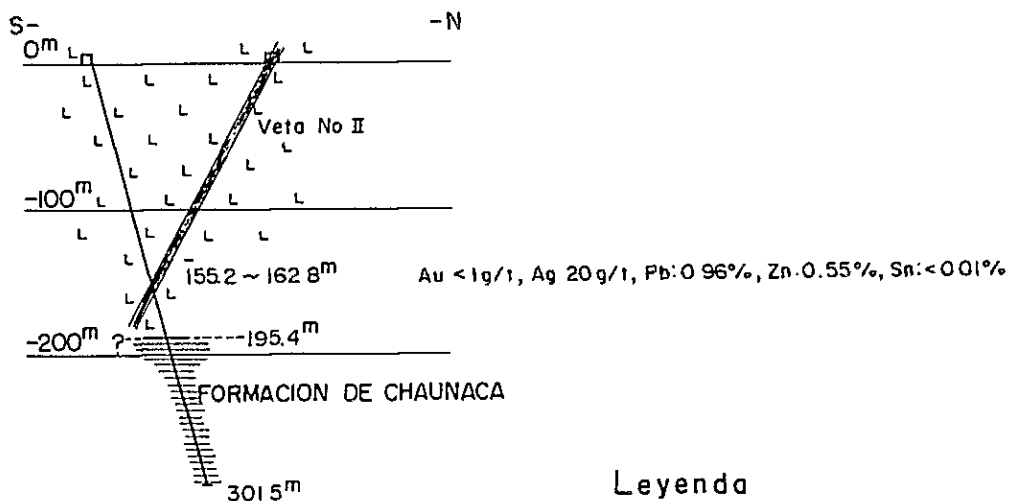
Fig. III-1 Mapa de Ubicación de pozos






MJB-1 Perfil (330° - 50°)



MJB-2 Perfil (0° - 75°)



Leyenda

-  Dacita
-  Arenisca fina, limolita y yeso (Cretácico)
-  Veta

MJB-3 Perfil (350° - 30°)

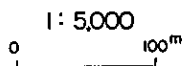
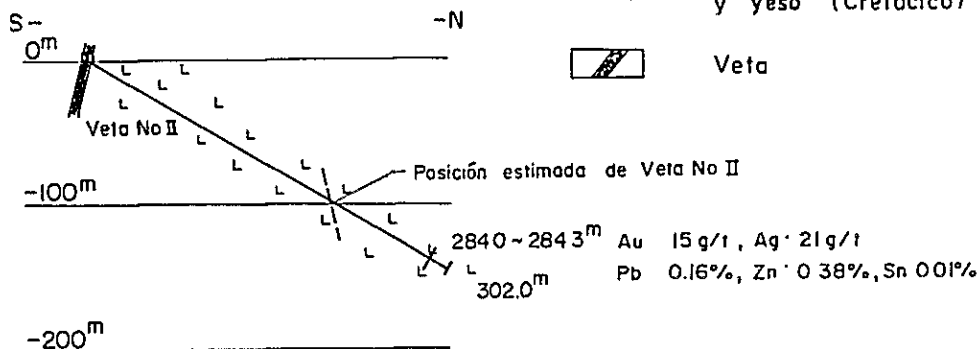
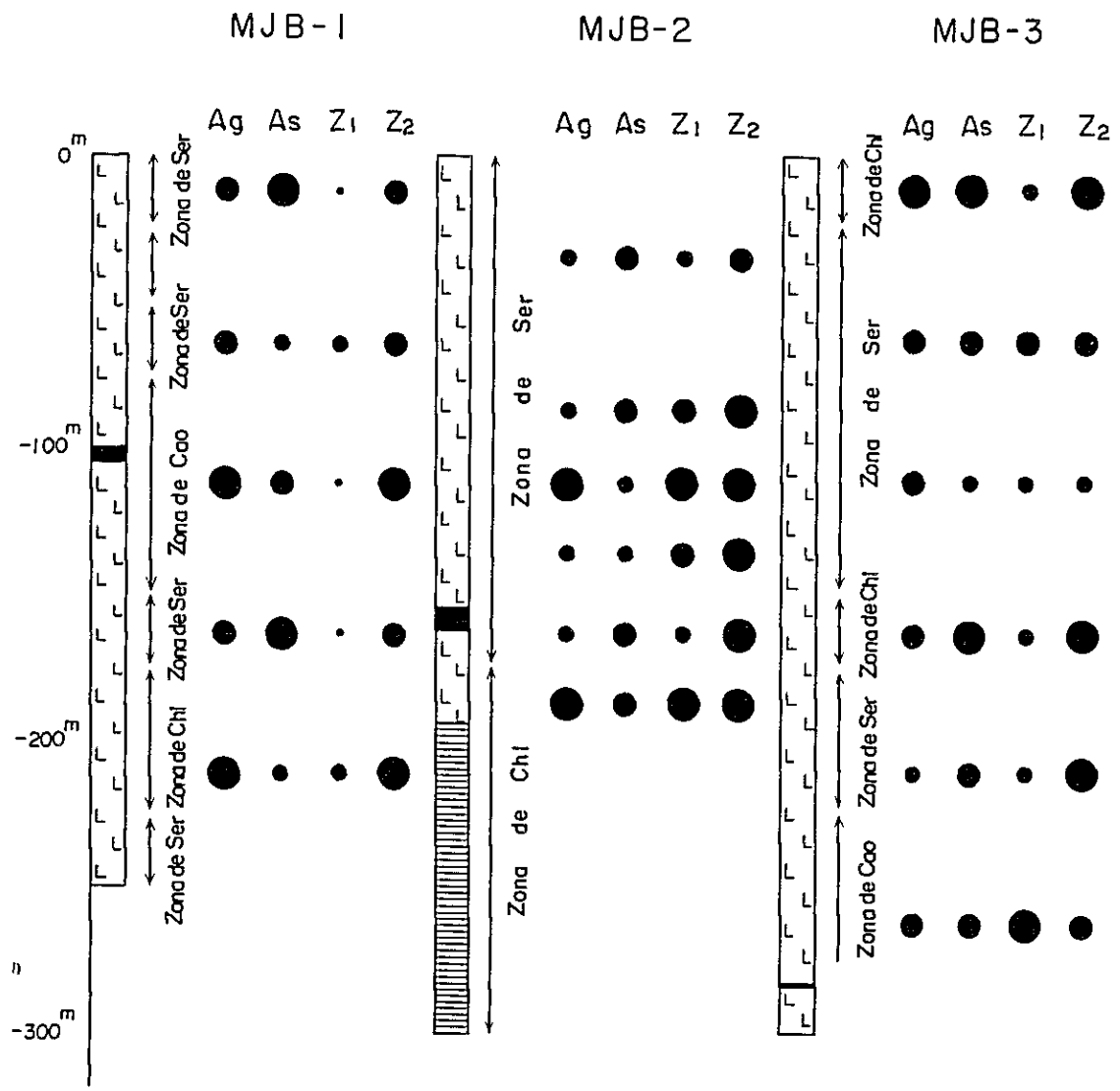


Fig. III-2 Perfiles geológicas de pozos








- |   |  |    |    |    |    |   |   |   |   |  |  |  |  |   |   |   |   |                                      |  |  |  |   |   |   |   |                                     |  |  |  |   |   |   |   |   |  |  |  |
|---|--|----|----|----|----|---|---|---|---|--|--|--|--|---|---|---|---|--------------------------------------|--|--|--|---|---|---|---|-------------------------------------|--|--|--|---|---|---|---|---|--|--|--|
| <p>  : Dacita<br/>  : Arenisca fina, limolita y yeso (Cretácico)<br/>  : Veta<br/> <br/> Ser : Sericita<br/> Coi : Coalinita<br/> Chi : Clorita </p> | <table border="0"> <tr> <td style="text-align: center;">Ag</td> <td style="text-align: center;">As</td> <td style="text-align: center;">Z1</td> <td style="text-align: center;">Z2</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">●</td> <td style="text-align: center;">●</td> <td style="text-align: center;">●</td> <td style="text-align: center;">●</td> </tr> <tr> <td colspan="4">: más 50ppm más 131ppm más 148 más 110</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">●</td> <td style="text-align: center;">●</td> <td style="text-align: center;">●</td> <td style="text-align: center;">●</td> </tr> <tr> <td colspan="4">: 50~16ppm 131~47ppm 148~010 110~012</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">●</td> <td style="text-align: center;">●</td> <td style="text-align: center;">●</td> <td style="text-align: center;">●</td> </tr> <tr> <td colspan="4">: 16~05ppm 47~16ppm 010~124 012~092</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">•</td> <td style="text-align: center;">•</td> <td style="text-align: center;">•</td> <td style="text-align: center;">•</td> </tr> <tr> <td colspan="4">: menos 05ppm menos 16ppm menos 124 menos 092</td> </tr> </table> | Ag | As | Z1 | Z2 | ● | ● | ● | ● | : más 50ppm más 131ppm más 148 más 110 |  |  |  | ● | ● | ● | ● | : 50~16ppm 131~47ppm 148~010 110~012 |  |  |  | ● | ● | ● | ● | : 16~05ppm 47~16ppm 010~124 012~092 |  |  |  | • | • | • | • | : menos 05ppm menos 16ppm menos 124 menos 092 |  |  |  |
| Ag  | As   | Z1 | Z2 |    |    |   |   |   |   |  |  |  |  |   |   |   |   |                                      |  |  |  |   |   |   |   |                                     |  |  |  |   |   |   |   |   |  |  |  |
| ●   | ●  | ●  | ●  |    |    |   |   |   |   |  |  |  |  |   |   |   |   |                                      |  |  |  |   |   |   |   |                                     |  |  |  |   |   |   |   |   |  |  |  |
| : más 50ppm más 131ppm más 148 más 110  |  |    |    |    |    |   |   |   |   |  |  |  |  |   |   |   |   |                                      |  |  |  |   |   |   |   |                                     |  |  |  |   |   |   |   |   |  |  |  |
| ●   | ●  | ●  | ●  |    |    |   |   |   |   |  |  |  |  |   |   |   |   |                                      |  |  |  |   |   |   |   |                                     |  |  |  |   |   |   |   |   |  |  |  |
| : 50~16ppm 131~47ppm 148~010 110~012  |  |    |    |    |    |   |   |   |   |  |  |  |  |   |   |   |   |                                      |  |  |  |   |   |   |   |                                     |  |  |  |   |   |   |   |   |  |  |  |
| ●   | ●  | ●  | ●  |    |    |   |   |   |   |  |  |  |  |   |   |   |   |                                      |  |  |  |   |   |   |   |                                     |  |  |  |   |   |   |   |   |  |  |  |
| : 16~05ppm 47~16ppm 010~124 012~092   |  |    |    |    |    |   |   |   |   |  |  |  |  |   |   |   |   |                                      |  |  |  |   |   |   |   |                                     |  |  |  |   |   |   |   |   |  |  |  |
| •   | •  | •  | •  |    |    |   |   |   |   |  |  |  |  |   |   |   |   |                                      |  |  |  |   |   |   |   |                                     |  |  |  |   |   |   |   |   |  |  |  |
| : menos 05ppm menos 16ppm menos 124 menos 092   |  |    |    |    |    |   |   |   |   |  |  |  |  |   |   |   |   |                                      |  |  |  |   |   |   |   |                                     |  |  |  |   |   |   |   |   |  |  |  |

Fig. III-3 Resultado de investigación de zona clasificada por alteración, Ag, As, Z1 y Z2 de cada pozo



con poca cantidad de galena. Pero en cuanto a esta veta no son claros buzamiento, rumbo y relación con la veta No I. La roca es compuesta por dacita como las de los dos taladros mencionados. Litofacies es relativamente homogénea aproximadamente, pero por la parte más baja hasta el fondo del taladro se desarrolla notablemente estructura autobrechosa. En cuanto a la alteración la roca de este taladro es inferior a las de los otros dos. Sin embargo, se observa alteración arcillosa de los 70m a 145m de profundidad, silicificación de los 40m a 180m. Sobre todo silicificación de los 66m a 72m y de los 153m a 155m es notable y parcialmente se encuentra veta pequeña de cuarzo.limonita.

Se observan relativamente pocas fallas, y sólo se desarrollan fallas de zona arcillosa de los 65.9m a los 68.2m y de los 143.2m a 145.3m. La primera falla contiene los pedazos de mineral de cuarzo de 3cm de diámetro, lo cual sugiere la existencia de veta alrededor de ésta. Por la observación microscópica en la alteración se observan mucho más clorita y menos mineral de caolinita que los MJB-1 y MJB-2.

Por lo cual como consecuencia de observación microscópica de testigo de mineral alterado se ha confirmado que la alteración de la veta No.I es distinta que la de No.II.

#### 4-3 Mineralización y alteración

##### 4-3-1 Mineralización

MJB-1 : Las leyes promedias de la veta de los 100.3m a 104.8m (4.5m) de profundidad son : Au 1.8 g/t, Ag 168 g/t, Pb 0.64%, Zn 0.07%, Sn < 0.01%, lo cual muestra que la ley de oro es relativamente alta.

En cuanto al mineral la estructura brechosa es notable y se observa intercalada ganga de dacita de los 102.7m a 103.8m de profundidad.

Con respecto a la estructura brechosa, brecha de minerales de cuarzo

y baritina de grano grueso es llenada del mineral de misma calidad que acompaña poca cantidad de arcilla. Los minerales componentes son principalmente cuarzo y baritina y asocia muy poca cantidad de galena, esfalerita, pirita, y mineral de plata. Textura brechosa y los minerales componentes son iguales que los de veta No. II.

Además de esta veta se desarrollan por todas partes vetas pequeñas de limonita.cuarzo.baritina, pero su tamaño y ley son pobres. A los 157.8m de profundidad existe la veta irregular de limonita con 2cm de ancho más o menos, cuyas leyes son relativamente altas : Au < 1 g/t, Ag 221 g/t, Pb 0.39%, Zn 0.16%, Sn < 0.01%. Y además se nota la existencia de mineralización de los 150.3m a 152.4m de profundidad en la dacita silicificada y diseminada por poca cantidad de pirita. Sus leyes son : Au < 1 g/t, Ag 60 g/t, Pb 0.06%, Zn 0.02%, Sn 0.01%.

MJB-2 : Existe veta de los 155.2m a 162.8m (7.5m) de profundidad, y es ancha pero sus leyes son bajas : Au < 1 g/t, Ag 20 g/t, Pb 0.96%, Zn 0.55%, Sn < 0.01%. Esta veta tiene misma combinación y textura de minerales que los del MJB-1, pero contiene de 10 a 20% de brecha de roca madre. Por la roca debajo de esta veta se encuentra esparcidamente veta de forma de red de cuarzo-baritina, dentro de dacita brechosa y arcillosa de los 162.8m a 182.5m de profundidad. Sus leyes promedias son: Au < 1 g/t, Ag 3 g/t, Pb 0.05%, Zn 0.07%, Sn 0.01%. Esto muestra que la mineralización influye sobre roca madre debajo de la veta.

Aparte de éstas se desarrollan por todas partes vetas muy pequeñas de limonita.cuarzo.baritina, pero no hay veta cuyos tamaños y leyes merezcan la atención.



MJB-3 : Hay una veta de los 284.0m a 284.3m (0.3m) de profundidad y sus leyes son : Au 15 g/t, Ag 21 g/t, Pb 0.16%, Zn 0.38%, Sn 0.01 %, Esta veta es pequeña pero su ley de oro es muy alto. Su combinación de los minerales es misma que la del MJB-1, pero no se observa textura brechosa. También se encuentra por todas partes vetas muy pequeñas.

Sobre todo en cuanto a la veta de forma de red de cuarzo. baritina, de los 5.3m a 6.7m (1.4m) de profundidad, sus leyes son : Au < 1 g/t, Ag 132 g/t, Pb 0.75%, Zn 0.25%, Sn 0.01%. La roca fuertemente silicificada de los 145.3m a 148.3m (3.0m) de profundidad.

#### 4-3-2 Alteración

MJB-1 : Hasta los 50m de profundidad la alteración es relativamente inferior pero de los 50m a 175m de profundidad aproximadamente es la zona típica de mineral de caolinita y por la parte más profunda que los 175m es la zona de sericita.clorita.

Por eso este taladro penetra completamente la parte mineralizada, pero por la parte del fondo, en la zona de sericita.clorita hay gran probabilidad de existencia de veta.

MJB-2 : La dacita de este taladro, hasta los 195m de profundidad, es la zona típica de sericita.caolinita. Sobre todo, por la parte más profunda que los 100m aproximadamente aumenta fuertemente mineral de sericita y caolinita a causa de mineralización de la veta No.II. Por la parte más profunda que los 195.4m, dentro de la formación de Chaunaca se encuentra sericitización y cloritización. Esto sugiere que esta formación ha sufrido una serie de alteración acompañada por la formación de yacimiento y que la época de actividad de falla que separó la dacita con la formación de Chaunaca fue posterior a la mineralización.

MJB-3 : Hasta los 25m de profundidad aproximadamente este taladro es de la faja de clorita. Y por la parte más profunda hasta el fondo es la faja de minerales de sericita.clorita, pero el grado de alteración es relativamente inferior. Se efectuó este taladro con objeto de explorar la prolongación de la parte extrema oeste de la veta No.I y por los resultados de la investigación de alteración en este taladro se debe comprobar la zona alterada de clorita. Por la parte donde se suponía encontrar la parte mineralizada no se pudo comprobar la mineralización y se difunden las zonas alteradas distintas de lo que se suponía, lo cual prueba la suposición de que la prolongación de la parte extrema oeste se dislocó por la falla.