





INFORME PROVISIONAL  
SOBRE  
LA EXPLORACION COOPERATIVA DE MINERAL  
EN EL AREA DE COLQUIRI  
LA REPUBLICA DE BOLIVIA

JICA LIBRARY



1103149[9]

24708

MARZO 1993

JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY  
METAL MINING AGENCY OF JAPAN



## P R E F A C I O

De acuerdo con la solicitud del gobierno de la República de Bolivia, el gobierno del Japón decidió a realizar la exploración de mineral en el área de Colquiri, situada en el centro de Bolivia y la encargó a Japan International Cooperation Agency (JICA) y Metal Mining Agency of Japan (MMAJ).

La JICA y MMAJ enviaron a la República de Bolivia una misión dos veces encabezada por Toshiya Ito y Hiroji Kuronuma desde el 5 de julio de 1991 hasta el 30 de marzo de 1992 y desde el 26 de junio de 1992 hasta el 30 de diciembre de mismo año.

La misión hizo intercambio de opiniones con los oficiales concernientes del gobierno de Bolivia y reanizó los estudios en el área de Colquiri. Después retornar al Japón hizo más estudio por lo cual se ha preparado informe provisional.

Esperamos que éste informe sea útil para el desarrollo del proyecto y contribuya a la activación de relaciones amistosas entre nuestros dos países.

Quisieramos expresar nuestro profundo agradecimiento a las organizaciones concernientes de la República de Bolivia por sus estrechas cooperaciones prestadas a la misión.

MARZO 1993



Kensuke Yanagiya

Presidente

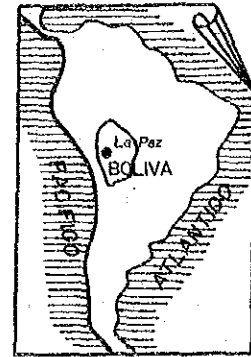
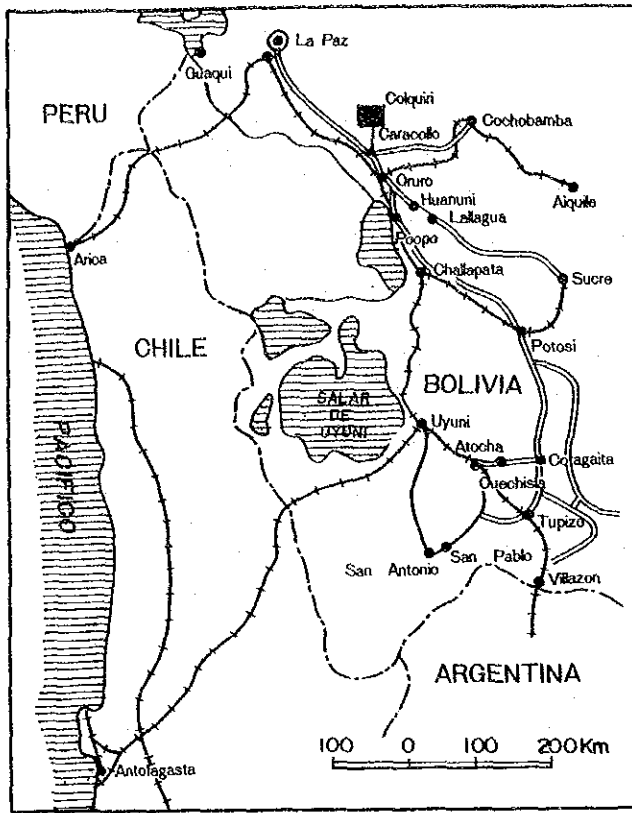
Japan International Cooperation Agency



Takashi Ishikawa

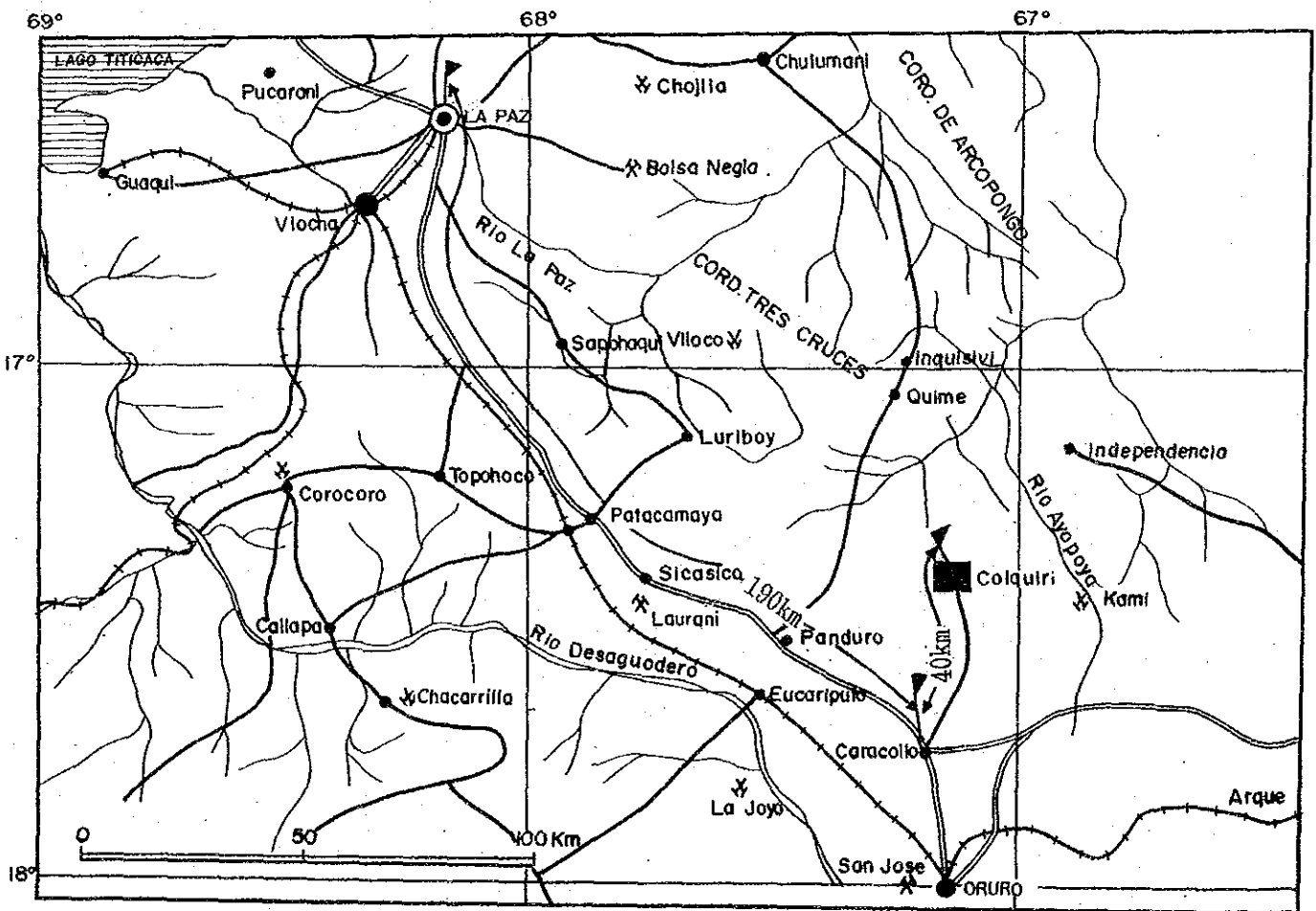
Presidente

Metal Mining Agency of Japan



**REFERENCIAS**

- +— Ferrocarril
- Carreteras de Cuota
- Carreteras Principales
- Pueblo, Ciudad
- - - Limite nacional
- ⊗ Mina parada
- ⊗ Mina en actividad
- Rio
- Lago
- Area de investigacion



MAPA DE LOCALIZACION DE LA REGION DE INVESTIGATION

## RESUMEN

Con el objeto de ofrecer cooperación a las actividades mineras en la mina Colquiri, en la zona de Colquiri de la República de Bolivia se realizaron diversos estudios para averiguar el estado de existencia de los yacimientos y descubrir nuevos yacimientos. El presente informe cubre los resultados obtenidos de los estudios geológicos, geofísicos efectuados en el año 1991, y de las investigaciones por sondeo realizadas en 1991 y 1992.

### 1. OBJETIVO

#### (1) ESTUDIO GEOLOGICO

Estudio destinado a poner de manifiesto los yacimientos geológicos y la estructura geológica, además de examinar el mecanismo de las zonas mineralizadas en la zona de mineralización y el estado de existencia de yacimientos. Considerando también en conjunto el resultado del estudio geofísico, realización de la selección y análisis de los puntos para la investigación por sondeo.

#### (2) ESTUDIO GEOFISICO

El presente estudio cubre la determinación de la relación entre la zona mineralizada y la estructura geológica y descubrimiento de nuevas zonas anómalas para facilitar la selección y análisis de los puntos de investigación por sondeo.

#### (3) ESTUDIO POR SONDEO

Verificación de la magnitud de la zona mineralizada y de la situación de minerales en la zona prospectiva de existencia de yacimiento. Basándose del resultado de este estudio, se realizaron cálculos de la cantidad de mineral obtenible y evaluación del potencial de los yacimientos de la zona de estudio.

### 2. RESULTADO DE LOS ESTUDIOS

#### (1) ESTUDIO GEOLOGICO

Mediante este estudio, se confirmaron el alcance, forma y distribución de la zona mineralizada en 7 puntos, incluso la forma distribuida de las vetas. Existe una zona mineralizada (Armas Ocavi-Alto Colquiri) de pequeña escala al oeste de la zona de estudio y al este de la misma se extiende la zona mineralizada de gran escala, centralizada en la zona mineralizada

Central.

El alcance de la serie de zonas mineralizadas distribuidas principalmente en la zona mineralizada Central cubre aproximadamente 4.000m entre sur y norte, y 400m como máximo en su dirección directa.

En el estudio geológico interior, se ha verificado que dentro de la zona de minerales se desarrollan más notablemente las vetas paralelas con las de Rosario, San Carlos y Blanca. Y se extienden a lo largo de unos 3km, alcanzando su dirección directa aproximadamente 500m. Se han comprobado que estas vetas se extienden en la dirección inclinada por 500m consecutivamente, además de desarrollarse hacia abajo. Los diversos experimentos efectuados sobre mineralización, han demostrado ser del tipo relleno de grietas xenotermal.

Y hace suponer que podría convertirse en una técnica sumamente positiva para el estudio futuro, si se utiliza positivamente su alteración consecuente.

## (2) ESTUDIO GEOFISICO

En el estudio geofísico se adoptaron los métodos IP y CSAMT.

El método IP se adoptó en el área al extremo este de la zona de existencia de yacimientos, principalmente en la zona prometedora, y se detectaron precisamente como zona anómala IP los 7 puntos de la zona mineralizada concentrados en la zona mineralizada Central.

El método CSAMT fue aplicado para averiguar las mayores profundidades de la zona anómala detectada, obteniéndose informaciones provechosas sobre la forma de distribución de resistividad. En cuanto a la zona anómala de la parte baja de la zona mineralizada de Alto Colquiri y Ocavi, se comprobó la existencia de vetas mediante los estudios por sondeo.

## (3) ESTUDIO POR SONDEO

Como resultado del estudio por sondeo realizado en la zona de Alto Colquiri, se prevé existencia de una cantidad de 550mil toneladas de minerales, en que se incluyen estaño, zinc, plomo y plata con una ley de 0,7%, 3,38%, 0,76% y 227g/t respectivamente. Además, en la zona mineralizada Central se prevé una cantidad de 190mil toneladas de minerales; estaño 0,50%, zinc 17,42 %, plomo 0,14% y plata 83g/t. En las perforaciones realizadas en las zonas de Armas y Ocavi se encontraron un gran número de vetas (venillas o vetas de red), pero sin ser objeto de desarrollo.



### 3. PROPOSICIONES PARA ESTUDIO EN EL FUTURO

- (1) Como se estima una extensión más hacia el norte del grupo de vetas de la zona Alto Colquiri, se hará la persecución y confirmación mediante investigaciones por sondeo. Por medio de este estudio, se podrá esperar un considerable aumento en la cantidad de minerales.  
El grupo de vetas de la zona Alto Colquiri ofrece generalmente plata de alta calidad. Sin embargo, debido a que en esta inmensa mina la fructuación de calidad es enorme, debe hacerse una confirmación concreta por la galería.
- (2) En cuanto a la parte que se extiende al sur de la veta de San Antonio descubierta en la zona mineralizada Central, debe confirmarse la situación de los minerales y su escala, para la conexión con la operación de excavación mineral.
- (3) La mineralización comprobada en las secciones Armas y Ocavi, aunque ley de zinc y estaño sea alta es vetas delgadas o veta de red. Sin embargo según exploración geofísica se obtiene zona anómala clara y se puede esperar la posibilidad de existencia de vetas más ancho, por lo tanto se necesita investigación continua
- (4) Existen minerales primitivos que contienen plata de aproximadamente 50g/t, sin recoger. Por otra parte, en el grupo de vetas de la zona de Alto Colquiri recientemente descubierto, existen vetas de plata de muy alta calidad. Por lo tanto, es necesario examinar los aspectos técnicos de selección de minas destinados a la colección de plata en el futuro.



## I N D I C E

PREFACIO

MAPA DE LOCALIZACION DE LA REGION DE INVESTIGATION

RESUMEN

### PARTE PRIMERA GENERALIDADES

CAPITULO 1	GENERALIDADES .....	1
1-1	ANTECEDENTES Y OBJETO DE LOS ESTUDIOS .....	1
1-2	METODO Y CANTIDAD DE LOS ESTUDIOS .....	1
1-3	PERIODO Y PERSONAL DE LOS ESTUDIOS .....	5
CAPITULO 2	GEOGRAFIA DE LA REGION DE LOS ESTUDIOS .....	12
2-1	TOPOGRAFIA E HIDROGRAFIA .....	12
2-2	CLIMA Y VEGETACION .....	12
CAPITULO 3	GENERALIDAD DE LA GEOLOGIA .....	14
3-1	ESTUDIOS ANTECEDENTES .....	14
3-2	GEOLOGIA GENERAL Y SITUACION GEOLOGICA .....	15
	DE LA REGION DE ESTUDIOS	
3-3	HISTORIA GENERAL DE LA INDUSTRIA MINERA .....	15
CAPITULO 4	ESTUDIO GENERAL DEL RESULTADO DE LA INVESTIGACION .....	17
4-1	CRACTERISTICAS DE LA MINERALIZACION Y MODELO DE .....	17
	FORMACION DE YACIMIENTOS	
4-1-1	CARACTERISTICAS DE LA MINBRALIZACION .....	17
4-1-2	MODELO DE FORMACION DE YACIMIENTOS .....	21
4-2	ZONA ANOMALA POR LA EXPLORACION GEOFISICA Y MINERALIZACION .....	23
CAPITULO 5	CONCLUSION Y PROPOSICIONES .....	25
5-1	CONCLUSION .....	25
5-2	PROPOSICIONES PARA ESTUDIO EN EL FUTURO .....	26

### PARTE SEGUNDA DESCRIPCIONES DETALLADAS

CAPITULO 1	ESTUDIO GEOLOGICO .....	27
1-1	RESUMEN DE GEOLOGIA .....	27
1-2	GEOLOGIA .....	27
1-3	ESTRUCTURA GEOLOGICA .....	33

1-4	YACIMIENTO .....	34
1-4-1	RESUMEN DE LOS YACIMIENTOS .....	34
1-4-2	COMENTARIO SOBRE LAS ZONAS MINERALIZADAS .....	37
1-5	CONSIDERACIONES .....	59
1-5-1	FORMA DE DISTRIBUCION DE LAS VETAS Y CARACTERISTICAS DE LA MINERALIZACION .....	59
1-5-2	POTENCIAL DE LOS YACIMIENTOS .....	62
CAPITULO 2 EXPLORACION GEOFISICA .....		64
2-1	METODO DE ESTUDIO .....	64
2-1-1	METODO POR IP .....	64
2-1-2	METODO CSAMT .....	71
2-2	RESULTADO DE LOS ESTUDIOS .....	80
2-2-1	RESULTADO DE LA MEDICION DE PROPIEDAD FISICA .....	80
2-2-2	ANALISIS DE SIMULACION DE IP .....	80
2-2-3	ANALISIS DE DOS DIMENSIONES POR METODO CSAMT .....	99
CAPITULO 3 SONDEO .....		109
3-1	OBJETO .....	109
3-2	CONTENIDO DE TRABAJO .....	116
3-3	RESULTADO DEL ESTUDIO Y CONSIDERACIONES .....	117
3-3-1	SECCION ARMAS .....	117
3-3-2	SECCION OCAVI .....	125
3-3-3	SECCION ALTO COLQUIRI .....	129
3-3-4	SECCION CENTRAL .....	151
CAPITULO 4 CALCULO DE RESERVAS MINERALES .....		193
4-1	BASE Y METODO DE CALCULOS .....	193
4-2	RESULTADO DE CALCULO .....	194
PARTE TERCERA CONCLUSIONES Y PROPOSICIONES PARA EL ESTUDIO EN EL FUTURO		
CAPITULO 1 CONCLUSIONES .....		201
CAPITULO 2 PROPOSICIONES PARA ESTUDIO EN EL FUTURO .....		203
DATOS EXISTENTES .....		205
BIBLIOGRAFIA .....		207
APENDICES		

## Lista de Tablas y Figuras

Tabla I -1-1	Contenido y cantidad del estudio
Tabla I -1-2	Cantidad de prueba en laboratorio
Tabla I -1-3	Período de estudio
Tabla I -1-4	Personales de estudios
Tabla II -1-1	Correlación de estratigrafía
Tabla II -1-2	Lista de vetas principales
Tabla II -1-3	Correlación de elementos analizados
Tabla II -1-4	Lista de resultados de estudios de yacimientos y zonas minerarizadas
Tabla II -2-1	Contenido de exploración geofísica
Tabla II -2-2	Lista de equipo y materiales de medición por método PI
Tabla II -2-3	Lista de profundidad de efecto epidermis
Tabla II -2-4	Lista de equipo y materiales de medición por método CSAMT
Tabla II -2-5	Lista de los resultados de medición de muestras
Tabla II -3-1	Los resultados de medición de ubicación de los sondeos
Tabla II -3-2	Resumen de proceso de obra de sondeo
Tabla II -3-3	Lista de equipos y maquinarias usadas
Tabla II -3-4	Lista de consumo de materiales
Tabla II -3-5	Cantidad de uso de coronas y cilindros escariadores de diamante
Tabla II -3-6	Lista de sumario de perforación (MJBC-1)
Tabla II -3-7	Lista de sumario de perforación (MJBC-2)
Tabla II -3-8	Lista de sumario de perforación (MJBC-3)
Tabla II -3-9	Lista de sumario de perforación (MJBC-4)
Tabla II -3-10	Lista de sumario de perforación (MJBC-5)
Tabla II -3-11	Lista de sumario de perforación (MJBC-6)
Tabla II -3-12	Lista de sumario de perforación (MJBC-7)
Tabla II -3-13	Lista de sumario de perforación (MJBC-8)
Tabla II -3-14	Lista de sumario de perforación (MJBC-9)
Tabla II -3-15	Lista de sumario de perforación (MJBC-10)

- Tabla II-3-16 Lista de sumario de perforación (MJBC-11)
- Tabla II-3-17 Lista de sumario de perforación (MJBC-12)
- Tabla II-3-18 Lista de sumario de perforación (MJBC-13)
- Tabla II-3-19 Lista de sumario de perforación (MJBC-14)
- Tabla II-3-20 Lista de sumario de perforación (MJBC-15)
- Tabla II-3-21 Lista de sumario de perforación (MJBC-16)
- Tabla II-3-22 Lista de sumario de perforación (MJBC-17)
- Tabla II-3-23 Lista de sumario de perforación (MJBC-18)
- Tabla II-3-24 Lista de sumario de perforación (MJBC-19)
- Tabla II-3-25 Lista de sumario de perforación (MJBC-20)
- Tabla II-3-26 Lista de sumario de perforación (MJBC-21)
- Tabla II-4-1 Lista de cálculo de reserva de Alto Colquiri
- Tabla II-4-2 Lista de cálculo de reserva por perforacion de interior mina
- Tabla II-4-3 Lista de cálculo de reserva de Alto Corquiri por diferencia de ley  
de plata

- Fig. I -1-1 Ubicación de estudio geológico, exploración geofísica y sondeos
- Fig. I -1-2 Flujograma de investigación del área Colquiri y selección de secciones de existencia de yacimientos prometedoras
- Fig. I -1-3 Modelo de formación de yacimientos
- Fig. II -1-1 Mapa geológico y corte geológica
- Fig. II -1-2 Mapa resumido de estructura geológica
- Fig. II -1-3 Mapa de ubicación de indicios mineralizados
- Fig. II -1-4 Mapa geológico de interior mina Ni 325
- Fig. II -1-5 Mapa geológico de interior mina Ni 365
- Fig. II -1-6 Sección geológica de interior mina
- Fig. II -1-7 Diagrama de rosa sobre rumbos de vetas
- Fig. II -1-8 Distribución de ley de estaño
- Fig. II -1-9 Distribución de ley de estaño hecho de ley de bloque
- Fig. II -1-10 Mapa de ubicación detallada de indicios mineralizados
- Fig. II -2-1 Mapa de ubicación de líneas de exploración geofísica
- Fig. II -2-2 Mapa de explicación del método elemento límite
- Fig. II -2-3 Mapa de explicación del método CSAMT
- Fig. II -2-4 Flujograma de análisis del método CSAMT
- Fig. II -2-5 Relación entre PFB y resistividad en medición de propiedad física
- Fig. II -2-6 Diagrama panel de sección geológica
- Fig. II -2-7 Diagrama panel de estructura de resistividad por método PI(Plan)
- Fig. II -2-8 Diagrama panel de distribución de FE por método PI(Plan)
- Fig. II -2-9 Diagrama panel de estructura de resistividad por método PI(Sección)
- Fig. II -2-10 Diagrama panel de distribución de FE por método PI (Sección)
- Fig. II -2-11 Diagrama panel de simulación de método PI (Sección)
- Fig. II -2-12 Diagrama panel de estructura de resistividad de método CSAMT(Sección)
- Fig. II -2-13 Diagrama panel de análisis de estructura de dos dimensiones por método CSAMT(Sección)
- Fig. II -2-14 Mapa de resultado sintético de exploración geofísica

- Fig. II-3-1 Mapa de ubicación de sondeos
- Fig. II-3-2 Perfil geológico de sondeo(MJBC-4)
- Fig. II-3-3 Perfil geológico de sondeo(MJBC-5)
- Fig. II-3-4 Perfil geológico de sondeo(MJBC-9, 10)
- Fig. II-3-5 Perfil geológico de sondeo(MJBC-3, 11)
- Fig. II-3-6 Perfil geológico de sondeo(MJBC-1, 12, 19)
- Fig. II-3-7 Perfil geológico de sondeo(MJBC-2)
- Fig. II-3-8 Perfil geológico de sondeo(MJBC-6)
- Fig. II-3-9 Perfil geológico de sondeo(MJBC-7, 13)
- Fig. II-3-10 Perfil geológico de sondeo(MJBC-8, 18)
- Fig. II-3-11 Perfil geológico de sondeo(MJBC-20)
- Fig. II-3-12 Perfil geológico de sondeo(MJBC-21)
- Fig. II-3-13 Plano geológico de sondeo(MJBC-14, 15, 16, 17)
- Fig. II-3-14 Perfil geológico de sondeo(MJBC-14)
- Fig. II-3-15 Perfil geológico de sondeo(MJBC-15)
- Fig. II-3-16 Perfil geológico de sondeo(MJBC-16)
- Fig. II-3-17 Perfil geológico de sondeo(MJBC-17)
- Fig. II-4-1 Plano de cuadro de cálculo de reserva en Alto Colquiri
- Fig. II-4-2 Plano de cuadro de cálculo de reserva en interior mina



## Lista de apéndices

- A-1 Colmuna geológica
- A-2 Observación microscópica de sección delgada de rocas de estudio superficial y de interior mina
- A-3 Fotografías de observación microscópica de sección delgada de rocas de estudios superficiales y de interior mina
- A-4 Observación microscópica de sección pulida de mineral de estudio superficial y de interior mina
- A-5 Fotografías de observación microscópica de sección pulida de mineral de estudio superficial y de interior de mina
- A-6 Lista de resultado de análisis de rayos-X de estudio superficial y de interior mina
- A-7 Lista de análisis química de mineral de estudio superficial
- A-8 Lista de análisis química de mineral de estudio de interior mina
- A-9 Lista de resultados de prueba de EPMA de muestras de interior mina
- A-10 Lista de análisis química de mineral de testigo (primera fase)
- A-11 Lista de análisis química de mineral de testigo (segunda fase)
- A-12 Observación microscópica de sección delgada de rocas de testigo
- A-13 Observación microscópica de sección pulida de mineral de testigo
- A-14 Fotografías de observación microscópica de sección pulida de testigo
- A-15 Lista de observación microscópica de sección pulida y delgada de mineral de testigo
- A-16 Fotografías de observación microscópica de sección pulida y delgada de mineral de testigo
- A-17 Lista de resultados de prueba de rayos-X de testigo
- A-18 Lista de resultado de prueba de EPMA de testigo

PARTE PRIMERA

GENERALIDADES





## CAPITULO I GENERALIDADES

### 1-1 ANTECEDENTES Y OBJETO DE LOS ESTUDIOS

A partir del año 1976, en 4 zonas de la República de Bolivia se han venido realizando exploraciones cooperativas sobre desarrollo de recursos. Hasta la fecha, se han obtenido excelentes resultados que han conducido a las eficientes explotaciones mineras, objeto que el gobierno boliviano nos han concedido su confianza y privilegio. Las mencionadas exploraciones se efectuaron principalmente en las zonas del sur de Bolivia, pero en esta oportunidad el Gobierno de Bolivia nos han solicitado la pesquisa de los alrededores de la mina de Colquiri, en la región central del país. Esta investigación tiene por objeto asegurar un gran volumen de mineral directamente relacionado a su futura producción, lo que contribuiría en gran parte al desarrollo económico de Bolivia. Respondiendo a dicha solicitud, el gobierno japonés determinó realizar la exploración cooperativa sobre desarrollo de recursos en la zona especificada bajo un plan de 2 años a partir de 1991.

La mina Colquiri perteneciente a COMIBOL está produciendo actualmente estaño y zinc que dentro de 5-6 años se agotarán. Para hacer frente a esta situación apremiante que se presentará, es importante buscar nuevas fuentes minerales en las cercanías de la mina para asegurar producciones futuras. COMIBOL proyectó planes de exploración en las zonas promisorias, no pudiendo ejecutarlos por dificultades. En la presente exploración, se realizaron estudio geológico, estudio geofísico y estudio por sondeo de las zonas promisorias con la finalidad de conocer el estado de existencia de los yacimientos y, mediante descubrimiento de nuevos yacimientos, ofrecer apoyo a las actividades de la mina de Colquiri. Además de esto, se realizará la transferencia de la técnica de exploración a la entidad gubernamental de la República de Bolivia.

### 1-2 METODO Y CANTIDAD DE LOS ESTUDIOS

Se realizaron estudio geológico, estudio geofísico y estudio por sondeo. Como parte del estudio geológico se efectuaron investigaciones de la superficie y del interior de la mina. Se prepararon mapa de rutas empleando un mapa topográfico a escala de 1/5000 y, basándose de los cuales, planos geológico y seccional a escala de 1/10000. Además, en el estudio geológico







Fig. 1-1-1 Ubicacion de estudio geológico, exploración geofísica y sondeos





interior, haciendo uso del mapa existente del interior (a escala de 1/5000), se efectuó la investigación de L325 y L365 para elaborar un mapa geológico del interior de la mina a escala de 1/5000.

El estudio geofísico se realizó adoptando tanto el método PI como el CSAMT. El método PI consta en fijar a 200m la distancia de líneas de medición cubriendo la zona con posibilidad de existencia de yacimientos, y las líneas de medición a la dirección de N74° W de manera que queden directamente en sentido que se extiende la veta. La siguiente tabla muestra los detalles de los estudios realizados.

La exploración por sondeo tuvo lugar después de un examen general de los resultados tanto del estudio geológico como del geofísico. El trabajo de sondeo se realizó adoptando el método de sondeo por cable de acero.

Las muestras tomadas durante el estudio geofísico y estudio por sondeo fueron sometidas a experimentos en el laboratorio para la interpretación de la mineralización. La siguiente tabla muestra los detalles y número de estudios así como los tipos y número de experimentos realizados en el laboratorio.

### 1-3 PERIODO Y PERSONAL DE LOS ESTUDIOS

El período y la personal de los estudios se presenta en la baja lista.

Tabla 1-1-1 Contenido y cantidad del estudio

Continido	Primera fase				Segunda fase			
Estudio geologico	① Estudio superficial Area 28km <sup>2</sup> Largo de ruta caminada 30km ② Estudio de interior mina Numero de dias de estudio 10 dias							
Exploracion geofisica	① Metodo PI Longitud total de lineas de medicion 46.5km Numero de linea 18 lineas ② Metodo CSANT Numero de estaciones 217 puntos							
Sondeo	Sondeo	Largo de perforacion	Inclinacion	Direccion	Sondeo	Largo de perforacion	Inclinacion	Direccion
	MJBC-1	301.10m	60°	280°	MJBC-5	404.45m	60°	290°
	MJBC-2	303.25m	55°	280°	MJBC-8	403.55m	75°	280°
	MJBC-3	506.55m	45°	300°	MJBC-9	405.25m	60°	290°
	MJBC-4	401.25m	50°	290°	MJBC-10	400.50m	90°	
	MJBC-6	402.10m	60°	290°	MJBC-11	400.30m	70°	300°
	MJBC-7	301.90m	60°	280°	MJBC-12	506.75m	90°	
	Total	2,216.15m			MJBC-13	503.25m	90°	
					MJBC-14	150.65m	0°	290°
					MJBC-15	152.50m	0°	225°
					MJBC-16	157.00m	0°	275°
					MJBC-17	152.00m	0°	220°
					MJBC-18	353.30m	90°	
					MJBC-19	352.65m	90°	
					MJBC-20	300.50m	90°	
					MJBC-21	351.50m	90°	
					Total	4,994.15m		

Tabla 1-1-2 Cantidad de prueba en laboratorio

Contenido	Articulo de prueba	Primera fase	Segunda fase	Total	
Estudio geologica	1. Estudio superficial	a)Secciones delgadas de rocas	5pz		5pz
		b)Secciones pulidas de minerales	5pz		5pz
		c)Prueba de rayos-X	10pz		10pz
		d)Analisis quimica Analisis de mineral (Sn, Zn, Au, Ag, Pb)	10pz (50) elementos		10pz (50) elementos
	2. Estudio de interior mina	a)Secciones delgadas de rocas	5pz		5pz
		b)Secciones pulidas de minerales	10pz		10pz
		c)Prueba de rayos-X	51pz		51pz
		d)Analisis quimica Analisis de mineral (Sn, Zn, Au, Ag, Pb)	100pz (500) elementos		100pz (500) elementos
		e)EPMA	30pz		30pz
	Exploracion geofisica	a)Prueba de propiedad fisica en laboratorio			
		• Medicion de resistividad	44pz	29pz	73pz
		• Medicion de polarizacion	44pz	29pz	73pz
	Sondeo	a)Secciones delgadas de rocas	6pz	11pz	17pz
		b)Seccion pulida y delgada de minerales		16pz	16pz
c)Secciones pulidas de minerales		17pz	26pz	43pz	
d)EPMA			5pz	5pz	
e)Analisis quimica Analisis de mineral (Sn, Zn, Pb, Ag, Au)		31pz (155) elementos	155pz	186pz (155) elementos	
				(620) elementos	

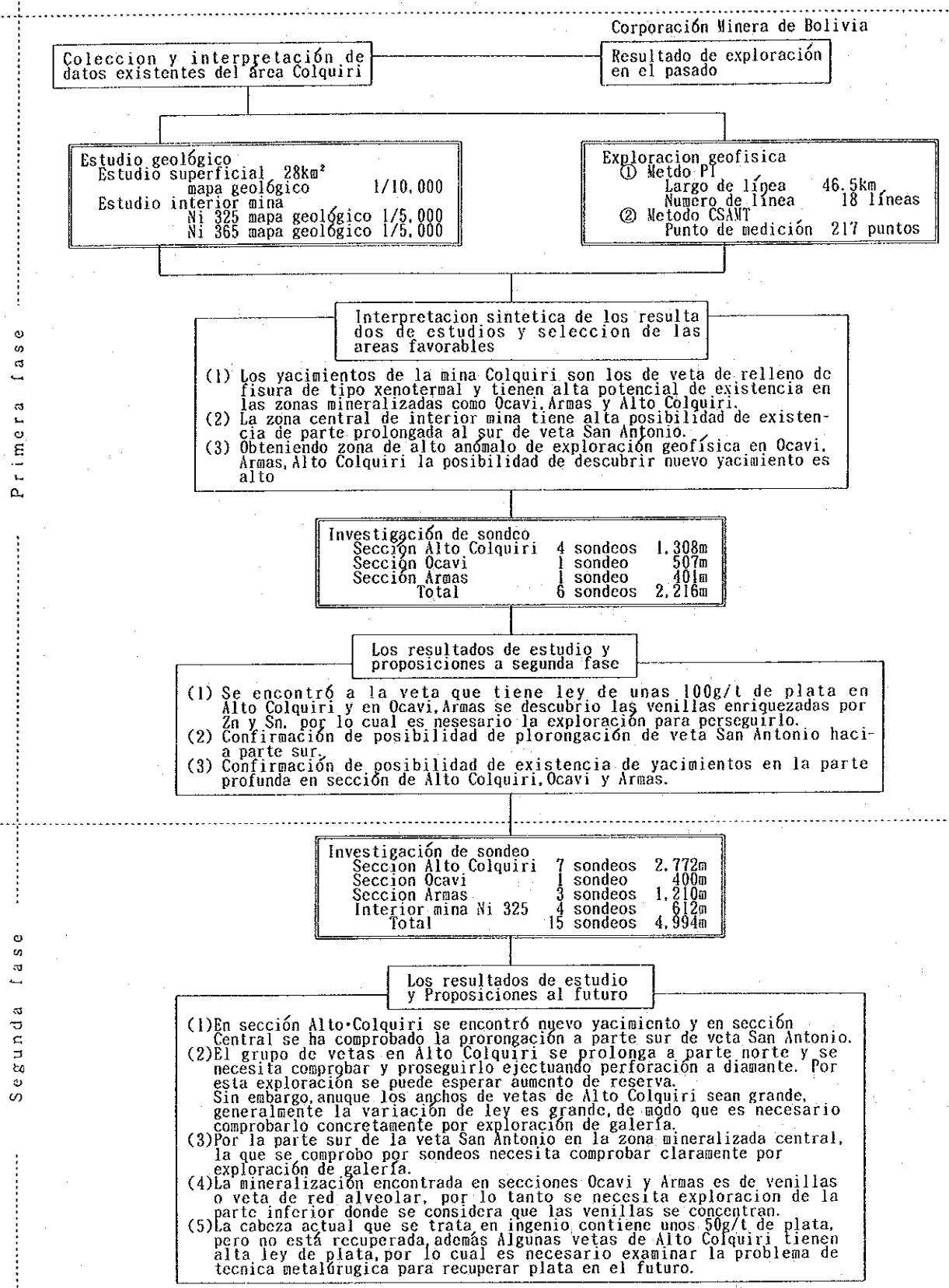


Fig. 1-1-2 Flujoograma de investigación del área Colquiri y selección de secciones de existencia de yacimientos prometedoras

Tabla 1-1-3 Período de estudio

Artículo	Primera fase	
	Periodo	Dias
Preparacion en Japon		
Estudio en Bolivia	el 6 de jun. de 1991 ~ el 4 de jul. de 1991	29
Geologia	el 5 de jul. de 1991 ~ el 17 de ago. de 1991	44
Exploracion geofisica	el 5 de jul. de 1991 ~ el 30 de sep. de 1991	88
Sondeo	el 6 de sep. de 1991 ~ el 30 de mar. de 1992	207
Preparacion del informe	el 1 de feb. de 1992 ~ el 25 de mar. de 1992	53
Periodo total de estudio	el 6 de jun. de 1991 ~ el 30 de mar. de 1992	299
Artículo	Segunda fase	
	Period	Dias
Preparacion en Japon		
Estudio en Bolivia	el 10 de jun. de 1992 ~ el 25 de jun. de 1992	16
Sondeo	el 26 de jun. de 1992 ~ el 29 de dic. de 1992	187
Preparacion del informe	el 5 de ene. de 1993 ~ el 19 de feb. de 1993	46
Periodo total de estudio	el 10 de jun. de 1992 ~ el 19 de feb. de 1993	255

Tabla 1-1-4 Personales de estudios (1)

Primera Fase	
Planificacion y negociacion	
JAPON	BOLIVIA
<p>KATSUMI YOKOKAWA Metal Mining Agency of Japan</p> <p>TOMOKI SATO Ministerio de Asuntos Exteriores</p> <p>ETSUO KOZAWA Metal Mining Agency of Japan</p> <p>KEN-ICHI SATO Metal Mining Agency of Japan</p>	<p>Adalid Ticona C. Corporacion Minera de Bolivia</p> <p>Jorge Flores B. Corporacion Minera de Bolivia</p>
Miembro del estudio en Bolivia	
<p>KOSUKE TAKAMOTO (Plan, Ajuste) Metal Mining Agency of Japan</p> <p>KAZUHIRO KOJIMA (Plan, Ajuste) Metal Mining Agency of Japan</p> <p>HIROJI KURONUMA (Jefe del grupo y geologia) Dowa Engineering Co., Ltd.</p> <p>TSUTOMU KODAMA (Geologia) Dowa Engineering Co., Ltd.</p> <p>YASUO ENDO (Exploracion geofisica) Dowa Engineering Co., Ltd.</p> <p>TADASHI NYUUI (Exploracion geofisica) Dowa Engineering Co., Ltd.</p> <p>MARIO IWAYA (Exploracion geofisica) Dowa Engineering Co., Ltd.</p> <p>HITOSHI HASEGAWA (Sondeo) Dowa Engineering Co., Ltd.</p> <p>MICHIYUKI ONUMA (Sondeo) Dowa Engineering Co., Ltd.</p> <p>KOYO KOHIRA (Sondeo) Dowa Engineering Co., Ltd.</p>	<p>Javiel Flores Corporacion Minera de Bolivia</p> <p>Alberto Murillo Corporacion Minera de Bolivia</p>

Tabla 1-1-4 Personales de estudios (2)

Segunda Fase	
Miembro del estudio en Bolivia	
JAPON	BOLIVIA
<p>TOSHIO SAKASEGAWA (Plan, Ajuste) Metal Mining Agency of Japan</p> <p>KATSUTAKA NAKAMURA (Plan, Ajuste) Metal Mining Agency of Japan</p> <p>KOSUKE TAKAMOTO (Plan, Ajuste) Metal Mining Agency of Japan</p> <p>TOSHIYA ITO (Jefe del grupo) Dowa Engineering Co., Ltd.</p> <p>HIROJI KURONUMA (Jefe del grupo) Dowa Engineering Co., Ltd.</p> <p>HITOSHI HASEGAWA (Sondeo) Dowa Engineering Co., Ltd.</p>	<p>Javiel Flores Corporacion Minera de Bolivia</p> <p>Alberto Murillo Corporacion Minera de Bolivia</p>



## CAPITULO II GEOGRAFIA DE LA REGION DE LOS ESTUDIOS

### 2-1 TOPOGRAFIA E HIDROGRAFIA

La geografía general de Bolivia está dominada por la estructura geológica, y desde el oeste está separado el sistema montañoso de los Andes Oeste, el altiplano llamado Altiplano, el sistema montañoso de los Andes Este y el plano este. La región Colquiri pertenece al sistema montañoso de los Andes Este y presenta una configuración terrestre del período avanzado excepto los lugares planos del terreno alto. Esta mina se sitúa al sudoeste del sistema montañoso de Santa Veracruz perteneciente a los Andes Este. Las montañas altas situadas en la región del estudio son Cerro Ckara Kochi (4.503m), Cerro Kausill Putunco (4.477m), Serro Pucara (4.452m) y Cerro Paco Pata (4.332m), etc. desde el norte. Las cumbres de los cerros presentan una configuración terrestre parecida a un altiplano con unadivisoria de la corriente hacia este y la otra hacia oeste.

Los sistemas de ríos principales están basados en el Río Colquiri que corre hacia este pasando por el centro de la región del estudio y el Río Tater Uma que corre hacia este pasando por la zona donde están apinados los establecimientos de la Mina Colquiri, y sus afluentes forman una configuración de valles terrestre complicada. El Río Colquiri confluye con el Río Beni que es el afluente del Amazonas, y el Río Tater Uma desemboca en el Lago Poopó, que es un lago interior de Altiplano. Por lo consiguiente, la región del estudio se ubica en la divisoria del sistema de ríos interior de los Andes y el amazónico.

### 2-2 CLIMA Y VEGETACION

La región del estudio está ubicada en las aproximaciones de 17 ° de la latitud sur, y originalmente pertenece a la zona tropical, sin embargo, por estar en una zona con altura de más de 4.000m, pertenece al clima frío y húmedo. La diferencia entre invierno y verano es muy marcada, y la temperatura invernal es de  $-5^{\circ}\text{C} \sim -8^{\circ}\text{C}$  y la veraniega es de  $2^{\circ}\text{C} \sim 14^{\circ}\text{C}$ . En invierno, de abril a noviembre, el aire está muy seco y raramente neva. El verano, de diciembre a marzo, es la época de lluvias en la que se concentra la mayor parte de la precipitación anual, cuya cantidad calculada es de 300mm aproximadamente. La diferencia de la temperatura diurna es grande en verano e invierno, especialmente de junio a agosto cuando hace frío intenso, la temperatura alcanza a  $-15^{\circ}\text{C}$ . Así es difícil trabajar de noche en el exterior y también en julio y agosto, frecuentemente es difícil trabajar fuera porque hace viento frío. Por consiguiente es ideal hacer

exploraciones entre septiembre y diciembre.

Por ser la zona fría con gran diferencia de la temperatura, además de faltar la lluvia, no se dan las plantas generales y la vegetación es muy sencilla, y solamente crecen una planta puntiaguda llamada "paja" y musgos.

## CAPITULO III GENERALIDAD DE LA GEOLOGIA

### 3-1 ESTUDIOS ANTECEDENTES

El informe de los estudios sistemático sobre la Mina Colquiri fue empezado por Donaldo F. Campell en 1947 y después se hicieron más estudios desde el punto de vista científico. El comienzo del estudio de la superficie terrestre y geología, y la exploración geofísica de cada zona mineralizada, excepto el estudio sistemático, es 1962, después de la nacionalización de la Mina Colquiri. C. Gamboa de la Corporación Minera de Bolivia (COMIBOL) investigó la zona norte de Ocavi en 1976 y publicó sus situaciones de mina. C. Soruco investigó la geología detallada de cada yacimiento, tales como Triunfo Norte situado en la zona norte de la mina Colquiri, Librulibruni y Unificada, y dió una guía a la exploración regional. También R. Merida investigó el yacimiento de la zona de Armas situada al noroeste de la Mina Colquiri en 1977 y publicó las situaciones. Además de estos, el departamento de COMIBOL hizo minuciosamente planos geológicos de Triunfo, Librulibruni y Armas. Después de reunir todos resultados de los estudios en una colección, A. Mulillo publicó sobre potencial y dirección del yacimiento de la zona norte de Colquiri en 1991, además montó un plano geológico de un diez milésimo de la región Colquiri.

Para la exploración geofísica, fue utilizado el método Turam para las zonas de Ocavi, Armas, Unificada y Triunfo Norte por Rainboth y Mecnamee en 1963. Mecnamee investigó también Alto Colquiri Norte. En 1965, J. S. Stem realizó el método Turam, la prospección magnética y el método de potencial natural para las zonas prometedoras, basándose en los resultados de estos estudios. La exploración geofísica fue realizada por los propios fondos de COMIBOL.

El estudio de sondeo se realizó en Ocavi, Armas, y Unificada entre 1960 y 1970 pero no se ha realizado el estudio para la zona anómala de la exploración geológica sino sólo para la zona poco profunda. Por lo tanto, la longitud de excavación es sondeo con declive suave de unos 100m, y no alcanzó a los lugares en laboreo.

Los estudios existentes son así, como mencionados arriba, es muy significativo realizar el sondeo de más de 300m para la zona anómala después de la exploración geofísica, para la Mina Colquiri.

### 3-2 GEOLOGIA GENERAL Y SITUACION GEOLOGICA DA LA REGION DE ESTUDIOS

Se considera que la geología del estudio se compone de la formación Uncia consistida principalmente en arcillas endurecidas de la segunda mitad del período silúrico, las areniscas micáceas consideradas en las de la primera mitad del período devónico y la formación Catavi consistida principalmente en la formación alternante de arcillas endurecidas areniscas. Se distribuyen estas geologías demostrando la corrida hacia noreste en armonía con la estructura geológica general de Bolivia mencionada mas arriba. La estructura de Los Andes Este en la que se sitúa la región del estudio, generalmente muestra una corrida hacia noreste, principalmente consistidos por el sistema silúrico, el ordovísico y el devónico del estrato paleozóico, y las formaciones Uncia y Catavi mencionadas arriba, pertenecen a estos sistemas. Los estratos paleozóicos sufrieron un pliegue de gran escala, de la orogénesis Variscana y la Alpinas, y ahora demuestran una estructura de pliegue sucesivo notable. Por estas estructuras, a lo largo de Los Andes Este, están esparcidos los basaltos hechos por intrusión del período cretácico, cuarz-porfidos, adamelitas hechos intrusión de la época mesozóica, y dacita intruda en el plioceno, sin embargo, en la región del estudio no se ve la intrusión de las rocas ígneas, solamente hay digues pequeños, sólo se relaciona la mineralización de Los Andes estrechamente con rocas intrusivas ácidas de éstas y forma un barrio de yacimiento más grande de Bolivia. Generalmente la mineralización lleva un yacimiento estañífero con temperatura elevada en las rocas intrusivas mismas, pero se conoce que cada vez que se separa de estas, se traslada al yacimiento de sulfuro complicado con temperatura baja, pero aunque en esta región del estudio no se encuentran rocas intrusivas ni está clara la relación entre la mineralización y la roca ígnea, se supone que en la parte poco profunda de la región Colquiri están difundidas escondidamente las rocas intrusivas ácidas.

### 3-3 HISTORIA GENERAL DE LA INDUSTRIA MINBRA

La región del estudio, Colquiri, procede de "colquiri" del aimara, y "colquiri" significa plata y iquiri significa "estar dormido". En la época de la colonia española se explotaron la galena argentífera en las partes poco profundas, apuntando a la plata. Cerca del pueblo de Colquiri hay una zona anómala llamada mesa de plata. Sin embargo, se aclaró que había poca galena y estaba compuesta principalmente de estaño y zinc, y luego en 1880 fue empezada producir estaño en pequeña escala. En 1937, se construyó un ingenio de separación gravimétrica con

capacidad de tratamiento de unos 50 toneladas por día en la compañía minera de Colquiri perteneciente al Consorcio Hoschild, que entonces era uno de los tres grandes consorcios financieros, además en 1974 se construyó un ingenio de estaño. También, en 1976 se construyó otro beneficio de flotación de zinc, y se hizo posible tratar unos 1.200 toneladas por día.

En 1952, fue nacionalizada esta mina por la revolución boliviana y se afiló a COMIBOL. En 1986, bajó repentinamente el precio de estaño y entonces COMIBOL racionalizó cada mina y cerró algunas no lucrativas de ellas. Esta mina también se paralizó temporalmente, pero en agosto de 1989, empezó el laboreo de nuevo. El número de empleados antes de la racionalización fue de 2.500 personas, pero el de 1991 es de 800 personas. Actualmente la cantidad de mineral crudo por día es de 1.000 t, cuyo ley es : estaño-1.43% , zinc-8.21%, la cantidad de concentrado en agosto de 1991 es : estaño-503t, 47.73%, zinc-2.965t, 47.93%. La mina presente es una lucrativa excepcional de las afiladas a COMIBOL.

## CAPITULO IV ESTUDIO GENERAL DEL RESULTADO DE LA INVESTIGACION

### 4-1 CARACTERIISTICAS DE LA MINERALIZACION Y MODELO DE FORMACION DE YACIMIENTOS

Las 7 zonas mineralizadas principales de la mina de Colquiri muestran una distribución aproximadamente elíptica con un eje largo hacia norte-sur (Fig. I-1-3). Entre estas zonas mineralizadas, las de Unificada, Librulibruni, Triunfo y Central, situadas al este, están siendo explotadas hasta altas profundidades. Sin embargo, la exploración de las zonas de Armas, Ocavi y Alto Colquiri, situadas al oeste, se ha realizado sólo cerca de la superficie de la tierra. En la superficie de todas estas zonas se encontraron venillas de limonita, alteraciones arcillosas, etc. que no son de valor explotable. Sin embargo, se ha confirmado que, en la parte inferior de la zona mineralizada que se distribuye especialmente al este, existen vetas muy promisorias.

De acuerdo con el presente estudio geológico dentro y fuera de la mina, exploración geofísica, investigación por sondeos y los datos existentes, a continuación se describirán sobre las características de la mineralización de los yacimientos y sobre el modelo de formación de yacimientos. Los detalles de las cada zona mineralizada se encuentran en (Parte II Comentarios)

#### 4-1-1 CARACTERIISTICAS DE LA MINERALIZACION

Los yacimientos de Colquiri son del tipo ejemplar de relleno de fractura. Además, desde el punto de vista de contenido metálico, son yacimientos multi-metálicos típicos que contienen principalmente estaño, zinc, plomo y plata, y en reducida cantidad plomo y cobre.

Como yacimientos de mineral, se encuentran en cantidad regular esfalerita, galena, casiterita, pirotina, pirita, arsenopirita, etc., y en reducida cantidad magnetita y mineral argentífero.

La esfalerita es una marmatita de color negro que contiene una rica cantidad de hierro (6-7%). En la esfalerita, se ven equitativamente textura de zona diferente y textura de exsolución con calcopirita, casiterita, etc.

Como minerales argentíferos se han confirmado la existencia de pirargirita, argentita, estibnita, frankeita, hocartita. Se han descubierto también yacimientos de siderita, cuarzo, calcita, clorita, etc.

De las 7 zonas mineralizadas arriba mencionadas, se han encontrado gran volumen de casiterita, marcasita, pirrotina y siderita de formación a relativamente baja temperatura. Sin embargo, se ha confirmado sólo poca pirrotina y mineral cuarzófero de formación a alta temperatura, no habiendo magnetita. Además, en la presente zona mineralizada, a diferencia de las otras zonas mineralizadas, se ha confirmado la existencia de mineral argentífero en pequeña cantidad, en que se observa buena calidad de plata concentrada en la zona de baja temperatura, pero siendo baja la calidad de estaño concentrada en la zona de alta temperatura. Por otra parte, en la cercanía de las vetas de la presente zona mineralizada, no se observa ninguna cloritización. Por lo tanto, deduciendo de estos fenómenos, puede considerarse que en comparación con la mineralización de las otras zonas mineralizadas, la mineralización de la zona mineralizada de Alto Colquiri está bajo una condición de más baja temperatura.

En las zonas de Armas y Ocavi, se encuentra abundante pirrotina de formación relativamente a alta temperatura. Se ha confirmado también magnetita de formación a alta temperatura. Sin embargo, es excesivamente bajo el volumen de explotación de marcasita, pirrotina y siderita de formación a relativamente alta temperatura. Además, en estas 2 zonas mineralizadas, la calidad de plata es baja y la de estaño es alta en comparación con la zona mineralizada de Colquiri. Por lo tanto, deduciendo de estos fenómenos, puede considerarse que en comparación con la mineralización de la zona de Alto Colquiri, la mineralización de las zonas mineralizadas de Armas y Ocavi están bajo una condición de más alta temperatura.

La combinación de los minerales de las zonas mineralizadas de Central, Librulibruni y Triunfo, es igual que la combinación de la zona mineralizada de Ocavi y Armas, aunque la ley de estaño es muy alta. Por lo tanto, se supone que las 3 zonas mineralizadas arriba mencionadas, por ofrecer un contenido rico de estaño, son de una condición un poco más alta en comparación con la mineralización de las zonas mineralizadas de Armas y Ocavi.

Además, como mineralización común a todas las zonas mineralizadas de la presente mina, sin considerar la cantidad de minerales de formación a alta temperatura, son sencillos el mineral de formación común y la textura del mineral reconocidos, sin verse sulfosales complicados.

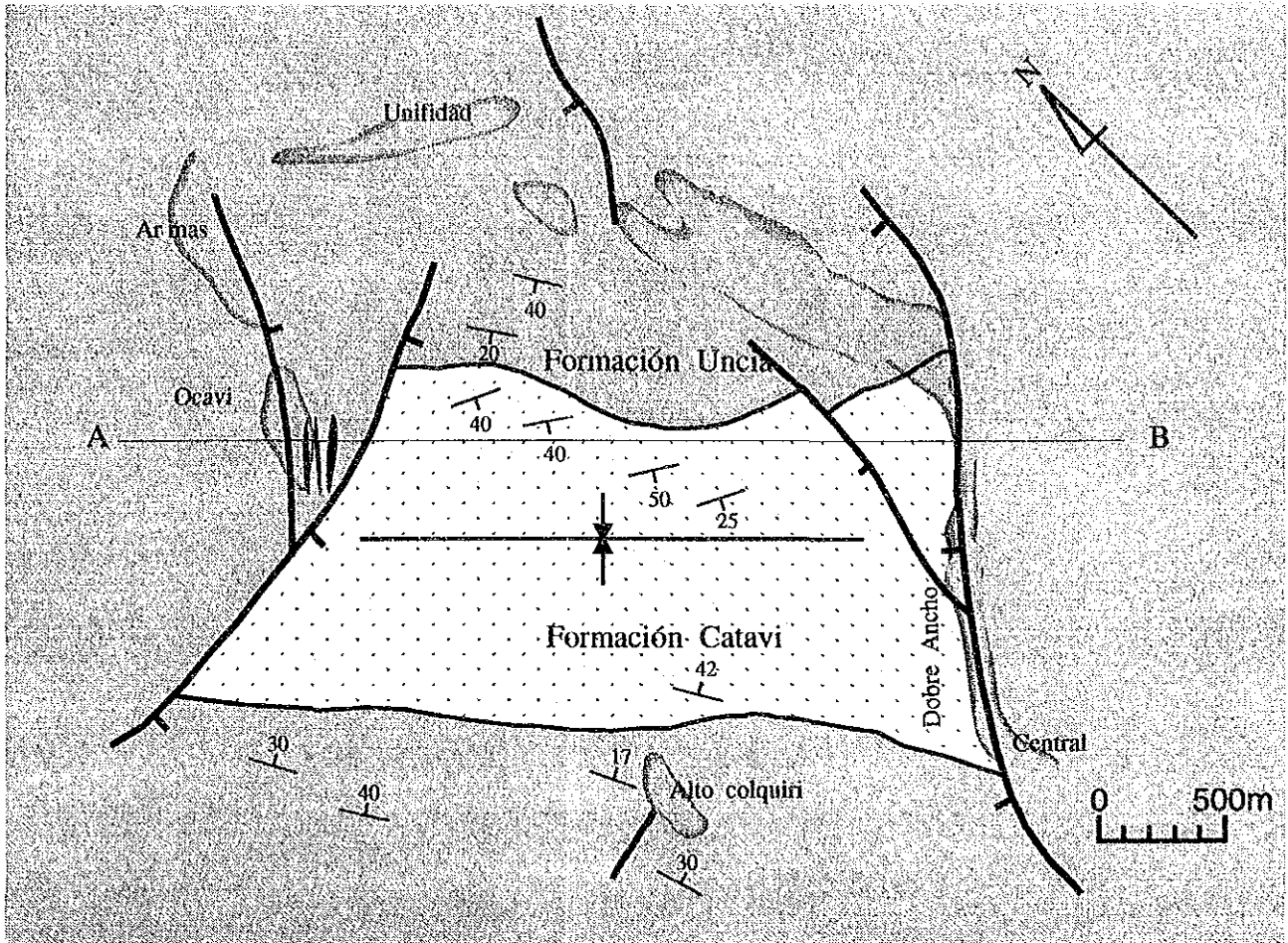
Además, la temperatura de relleno de las inclusiones de fluido dentro del cuarzo de la veta de Carlos es 205-385°C (Sugaki 1985).

De estos hechos, se deduce que la mineralización, depositándose rápidamente, es

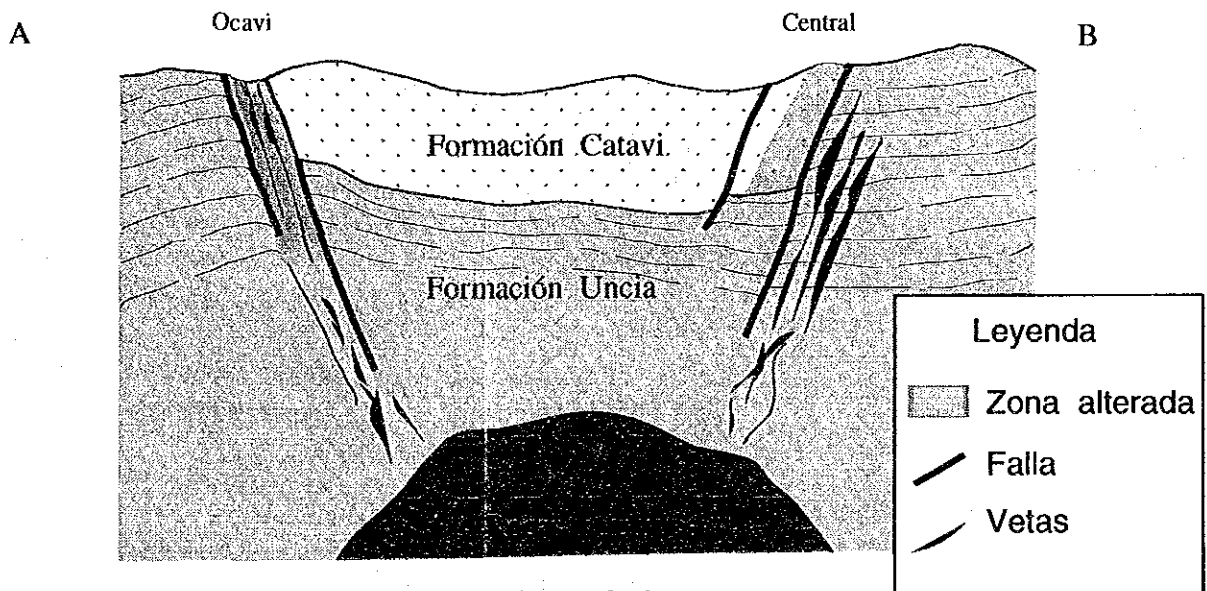








Plano Geológico



Perfil Geológico

Fig. 1-1-3 Modelo de formación de yacimientos



una que posee distribución en diferente zona mediante la combinación de textura mineral arriba mencionada. La relación mutua entre los metales principales es tal como se muestra en la Tabla II-1-4, es decir, el estaño - plata muestran una relación mutua negativa, mientras que el plomo - plata muestran una relación mutua positiva.

Por lo tanto, de los fenómenos arriba mencionados, se deduce que la temperatura de mineralización de la mina de Colquiri tiende a bajar desde la zona mineralizada de Central a las zonas mineralizadas de Armas y Ocavi. Y en la zona mineralizada de Colquiri se establece la condición de formación de baja temperatura. Además, de los minerales, puede decirse que cada zona mineralizada se caracteriza como sigue: Zona mineralizada de Central; mineral cuarcífero - pirrotina, zonas mineralizadas de Armas y Ocavi; mineral cuarcífero - magnetita - (marcasita), zona mineralizada de Alto Colquiri; mineral argentífero - marcasita - (pirrotina) - siderita - galena. Esta combinación de minerales está en conformidad con la tendencia de la temperatura de la mineralización anteriormente descrita.

Desde el punto de vista de compuestos metálicos positivos, se considera que las zonas mineralizadas de Central, Armas y Ocavi son zonas de estaño y Alto Colquiri es zona de plata - plomo.

De la coexistencia de los minerales y gangas, se observan la calidad metálica y temperatura de formación arriba mencionadas, sin tener en cuenta su volumen, como se ven minerales de formación a alta y baja temperatura a lo largo de toda la mina de Colquiri, se supone que el presente yacimiento es uno del tipo típico xenotermal.

#### 4-1-2 MODELO DE FORMACION DE YACIMIENTOS

La Fig. 1-1-3 muestra la zona mineralizada de la mina, la distribución de las fallas y el mapa seccional del modelo.

Las fallas principales de la presente mina están al nordeste - sudeste y al norte-sur. En la zona del oeste, la falla de Ocavi I de nordeste - suroeste y la falla del norte-nordeste - sur-surdoeste que corta la falla de Ocavi son fallas normales con buzamiento al este. Por otra parte, en la zona del este, la falla de Doble Ancho del nordeste - suroeste y la falla de San José del norte-sur se desarrollan con un buzamiento al oeste. Ambas fallas son normales.

Al oeste (lado del techo inferior) la falla de Ocavi I y al lado oeste (lado del techo inferior) de la falla de Doble Ancho se distribuye la Formación Uncia.

Sin embargo, en la zona central entre estas dos fallas, a través del estudio geológico se ha confirmado que se distribuye la Formación Catavi, que corresponde a la Formación Uncia, con una estructura sinclinal de noroeste - sudeste. Por consiguiente, en cuanto a la estructura geológica, puede decirse que la parte central entre la falla de Ocavi y la de Doble Ancho es una zona deprimida debido a la acción de la falla. La distribución de las fallas y zonas mineralizadas principales es tal como se muestra en la Fig. I-1-2. El grupo de vetas concentrado en la zona mineralizada de Central, al este de la zona, muestra casi el mismo rumbo y buzamiento, y se desarrolla al lado del techo inferior de la falla. Además, tanto el grupo de vetas de la zona mineralizada de Armas y Ocavi, al oeste de la zona, como el grupo de vetas del este se distribuyen casi igualmente.

Las vetas minerales de la zona este tienen una continuidad positiva de rumbo y buzamiento y forman un grupo de vetas paralelas estables de gran ancho. Por el contrario, las vetas de la zona oeste constan de venillas o vetas de red con poca continuidad. Además, en vista del hecho de que prácticamente no se observan gravas de roca de respaldo dentro de las vetas de ambas zonas, se considera que la fractura donde yacen las vetas se ha producido por la acción de la falla o por tensión originada por hundimiento.

No se ha confirmado la existencia de rocas ígneas relacionadas con la mineralización dentro de la zona de estudio. Sin embargo, en la mina de Catavi, al surdeste de la presente mina, se distribuye un grupo de vetas de gran escala por intrusión de pórfido cuarcífero del tercer período. En Bolivia, esta tendencia se ve también en otras minas. Por lo tanto, se supone que la existencia de cuerpo de rocas intrusivas que ha originado la mineralización, en las profundidades de la zona de estudio.

En otras palabras, con el enfriamiento y solidificación del magma que formó el cuerpo de rocas intrusivas y por hundimiento del este cuerpo, se estableció una fractura principalmente en el lado este y oeste de la zona; y se formaron finalmente las vetas por elevación de solución de mineral. Se supone también que, inmediatamente después de la serie de mineralización, se formaron las vetas principales en la misma zona de línea débil.

Por consiguiente, del estudio del modelo de formación de yacimientos, se supone que han ocurrido una serie acciones; Elevación de la roca intrusiva o magma - hundimiento de roca intrusiva - formación de fractura por tensión - elevación de solución mineral - formación de fallas principales.

Sin embargo, en cuanto a la relación entre la formación del grupo de vetas minerales de Alto Colquiri y la acción de la falla, debido a que

prácticamente no se puede observar afloramiento en la cercanía, no se ha obtenido el fenómeno que respalde positivamente el modelo mencionado.

#### 4-2 ZONA ANOMALA POR LA EXPLORACION GEOFISICA Y MINERALIZACION

La exploración geofísica en la zona Colquiri se realizó adoptando los métodos IP y CSAMT.

La medición de las propiedades físicas de FE y resistividad de las muestras de roca y mineral tomadas del interior/exterior de la mina y núcleo de sondeo revela un notable contraste entre la roca fresca, la pizarra que contiene mineral de sulfuro y el mineral. Por consiguiente, se considera que la zona anómala IP y la zona de resistividad baja revelan precisamente cada una de las zonas de mineralización.

A continuación se comentarán sobre cada una de las zonas mineralizadas.

##### (Zona mineralizada de Armas)

En esta región, se ha confirmado la existencia de zona anómala y zona de resistividad que predominan en un amplio alcance, hasta las líneas de medición A - F. En niveles de escasa profundidad se reflejan la zona mineralizada de Armas, lo que da mucha esperanza en las profundidades. En MJBC 4, 5, 9, 10, se ha observado un gran número de vetas que incluyen en parte venillas de alta calidad. Cabe observar que no siempre están en conformidad la zona notablemente anómala con el resultado del sondeo. Esto se debe a la influencia de acoplamiento por la zona considerablemente mineralizada a niveles de poca profundidad y zona alterada.

##### (Zona mineralizada de Ocavi)

En las líneas de medición G, H se han descubierto zonas anómalas IP de pequeña escala. Se deduce que estas zonas anómalas forman parte de la extremidad de la zona mineralizada. En MJBC- 3, 11, se descubrió únicamente un gran número de vetas que incluyen en parte venillas de alta calidad.

##### (Zona de Alto Colquiri)

En las líneas de medición P-R, dentro de las formaciones de Uncia se detectaron con evidencia zonas anómalas IP y zonas de resistividad bajas y medianas. En comparación con los yacimientos de las zonas mineralizadas de Central, puede decirse que las zonas mencionadas son de menor escala. En MJBC- 1, 2, 6, 12, 13, 18, 19 (22 taladros), se encontraron un grupo de vetas que

incluyen plata y zinc, y se calcula que existe una reserva prospectiva de 550mil toneladas. Aunque es poca la extensión de la zona anómala IP hacia el norte, se considera que ha excedido la profundidad explorada dado que el grupo de vetas ha llegado a altas profundidades.

(Zonas mineralizadas de Central, Triunfo, Librulibruni, Unificada)

En estas áreas se descubrieron zonas notablemente anómalas IP y zonas de resistividad baja, reflejándose claramente cada zona mineralizada que continúa de Central a Unificada. Con cierta diferencia en altibajos de ondulaciones entre norte y sur en las líneas de medición H-J que corresponden a la porción extendida al sur de las vetas de San Antonio (dentro de la zona mineralizada de Central), se descubrieron zonas anómalas IP continuas y zonas de resistividad baja. Se realizaron sondeos en el interior de la mina, MJBC-14~17 (4 taladros), dándose con las vetas cuya reserva prospectiva se calcula alcanzar 190mil toneladas.

## CAPITULO V CONCLUSION Y PROPOSICIONES

### 5-1 CONCLUSION

(1) A continuacion se muestran las posibles reservas minerales, basándose al resultado de los estudios geológico y geofísico realizados en las zonas alteradas y mineralizadas de Armas, Ocavi, Alto Colquiri y Central mediante sondeos.

i) Posibles reservas minerales en la zona de Alto Colquiri

552.750 (toneladas) Sn (%) 0,07 Zn (%) 3,38

Pb (5) 0,76 Ag (g/t) 227

ii) Posibles reservas minerales en la zona de Central

191.400 (toneladas) Sn (%) 0,50 Zn (%) 17,42

Pb (5) 0,14 Ag (g/t) 83

(2) Las vetas minerales de la zona de Central gozan de un alcance y calidad que pueden ser objeto de explotación. Y se encuentran a distancia de solamente 70-80m desde el túnel existente. Por lo tanto, mediante extensión del túnel, será posible su explotación, lo que contribuiría al aumento de reserva de la mina de Colquiri.

(3) El grupo de vetas de Alto Colquiri es un nuevo yacimiento que se encuentra a una distancia de aproximadamente 650m desde el túnel existente. Por consiguiente, se supone que mediante extensión del túnel desde los yacimientos existentes, será posible su explotación, lo que contribuiría al aumento de reserva en el futuro.

Además de esto, hay posibilidad de que este grupo de vetas se extienda aún más hacia el norte.

(4) Las zonas mineralizadas de Armas y Ocavi, en las que se distribuyen venillas o vetas de red, se reconocen como zonas anómalas en el estudio geofísico. Se considera que actualmets estas zonas deben excluirse de las zonas objeto de exploraciones.

(5) Se hizo la transferencia de la técnica de ajuste de lodo y explotación a los técnicos de sondeo de Bolivia para hacer frente a las malas condiciones geológicas tales como perdida de agua de lodo y destrucciones.



(6) Por lo tanto, los estudios básicos cooperativos para el desarrollo de recursos que comprenden estudio geológico, estudio geofísico y exploración por sondeo, se han terminado cumpliendo el objetivo en cuanto al cálculo de reservas minerales y transferencia técnica.

#### 5-2 PROPOSICIONES PARA ESTUDIO EN EL FUTURO

(1) Como se estima una extensión más hacia el norte del grupo de vetas de la zona Alto Colquiri, se hará la persecución y confirmación mediante investigaciones por sondeo. Por medio de este estudio, se podrá esperar un considerable aumento en la cantidad de minerales.

El grupo de vetas de la zona Alto Colquiri ofrece generalmente plata de alta calidad. Sin embargo, debido a que en esta inmensa mina la fructuación de calidad es enorme, debe hacerse una confirmación concreta por la galería.

(2) En cuanto a la parte que se extiende al sur de la veta de San Antonio descubierta en la zona mineralizada Central, debe confirmarse la situación de los minerales y su escala, para la conexión con la operación de excavación mineral.

(3) La mineralización comprobada en las secciones Armas y Ocavi, aunque ley de zinc y estaño sea alta es vetas delgadas o veta de red. Sin embargo según exploración geofísica se obtiene zona anómala clara y se puede esperar la posibilidad de existencia de vetas más anchas, por lo tanto se necesita investigación continua

(4) Existen minerales primitivos que contienen plata de aproximadamente 50g/t, sin recoger. Por otra parte, en el grupo de vetas de la zona de Alto Colquiri recientemente descubierto, existen vetas de plata de muy alta calidad. Por lo tanto, es necesario examinar los aspectos técnicos de selección de minas destinados a la colección de plata en el futuro.



PARTE SEGUNDA

DESCRIPCIONES DETALLADAS





## CAPITULO I ESTUDIO GEOLOGICO

### 1-1 RESUMEN DE GEOLOGIA

La región objeto del estudio está formado de rocas que forman el sistema de montañas de los Andes del Este. Las rocas sedimentarias donde se acumulan la formación de Uncia y la de Catavi, las que no son afectados por las actividades volcánicas, se componen de sedimentos de moigeosinclinal. Hay conformidad de relación entre la formación de Uncia y la de Catavi, observándose una tendencia de transición en la formación de Catavi que en la formación de Uncia.

En la Tabla II-I-1 se hace una correlación estratigrafía de esta región. Como rocas volcánicas se confirmaron la existencia de stock de pórfido cuarífero en la cercanía de Catavi y Huanuni al sudsudeste de la región de estudio. Y debido a la mineralización de gran escala, se puede esperar la existencia de rocas intrusivas que provocaron mineralización también en las profundidades de la región del estudio.

### 1-2 GEOLOGIA

En la Fig. II-1-1 se muestran un mapa geológico y una vista seccional.

#### (1) Formación Uncia

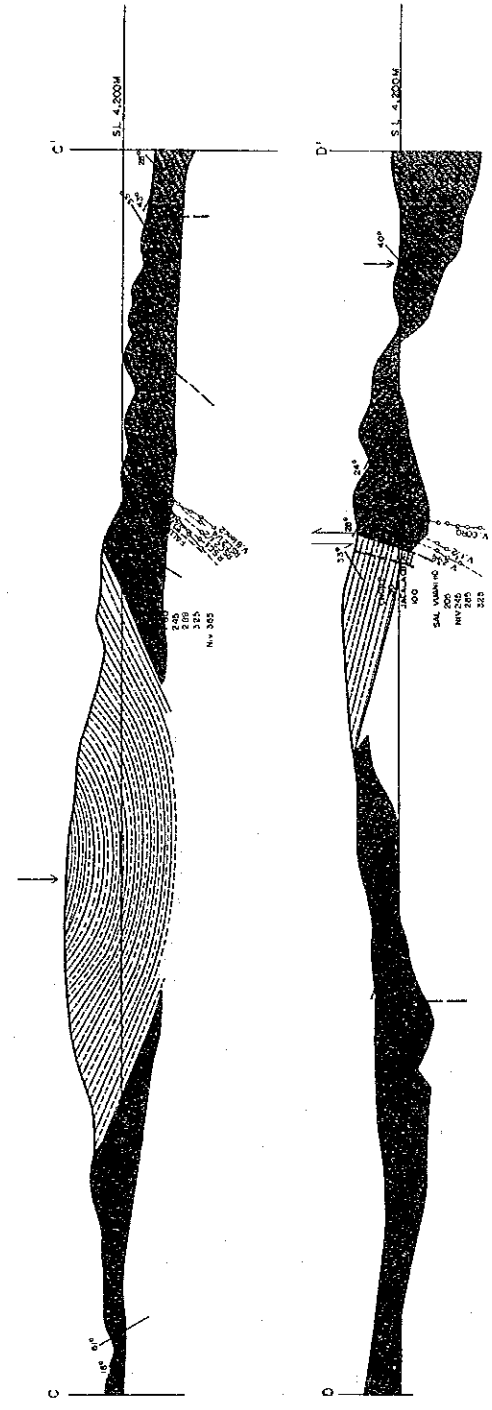
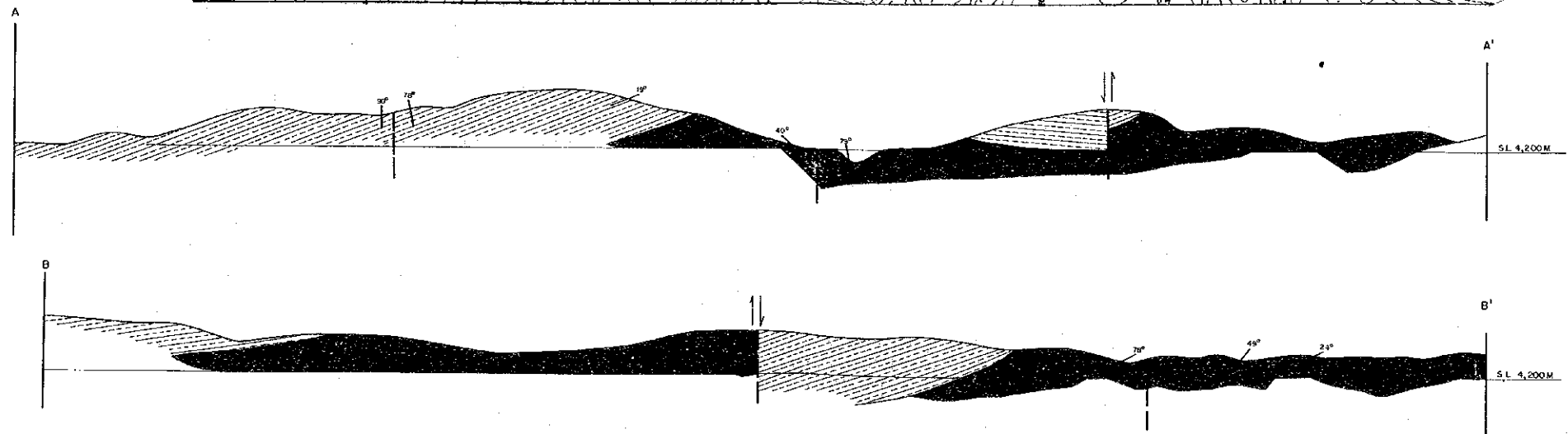
El sitio señalado es Uncia que se encuentra al sudsudeste de la región de estudio. Aunque no se conoce exactamente, se deduce que el espesor de la formación dentro de la región del estudio es mayor a 1000m. Esta formación se contrasta con la parte superior del Período Silúrico. En el interior de la región del estudio, la formación se extiende principalmente en la dirección de la zona central, zona sudoeste, noroeste-sudeste hasta la cercanía de las instalaciones mineras. Esta formación se compone principalmente de lutita que es de una estructura laminificada de gris oscuro-verde oscuro, y parcialmente de una formación delgada arenisca. En microscopio, se ha confirmado como composición principal fragmentos de plagioclasa con cuarzo, y en la matriz se ha visto un gran número de sericitas laminificadas, sin sufrir alteración. En parte se ha observado una pequeña cantidad de turmalina y fragmentos de circón.

Tabla II-1-1 Correlación de estratigrafía

Edad geológica		Autor	Area	MMAJ (1975)	C. Sorco (1976)	R. merida (1977)	JICA-MMAJ(1991)	
Cenozoico	Cuaternario			Huanuni ~ Colquiri	Colquiri	Colquiri	Colquiri	
	Terciario			Aluvial, Morreno Coluvial	Aluvial, Morreno Coluvial	Aluvial, Morreno Coluvial	Aluvial, Morreno Coluvial	
					Fm Los Fraires			
Mesozoico	Cretacico			Mioceno +200m				
				Cretacico +700m				
Paleozoico	Devonico	Superior						
		Medio						
					Fm Villa Villa +800m		Fm Villa Villa ±800m	
	Inferior			Fm Catavi 1,000m				
				Fm Uncia 2,000m		Fm Catavi ±1,500m		
							Fm catavi	
		Superior			Fm Llallagua +1,100m	Fm Catavi 1,200m	Fm Pampa ±900m	Fm Uncia
	Medio							
	Inferior							

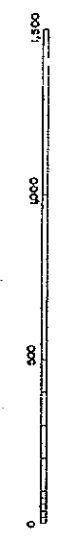
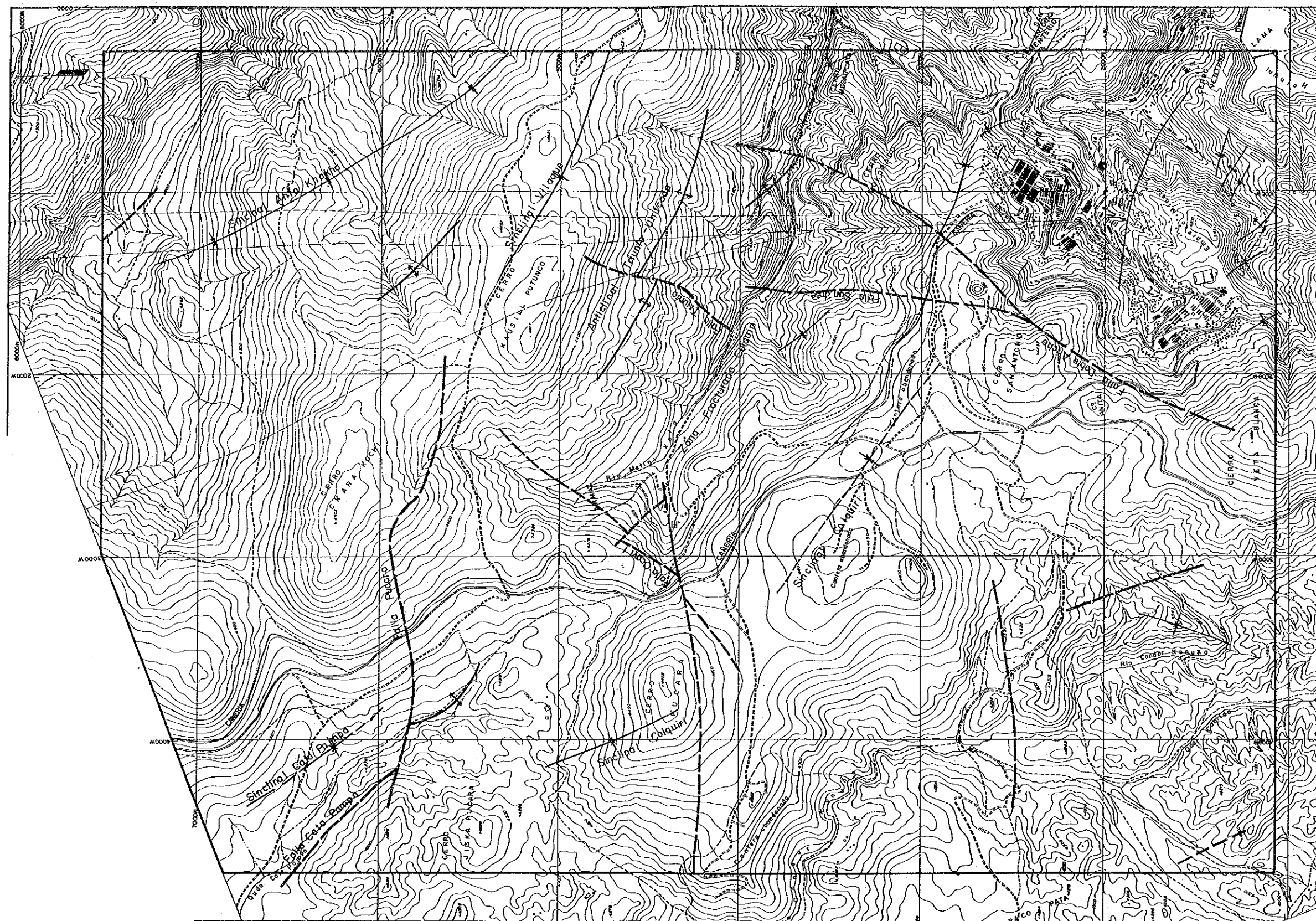






- Formación Detrit (diagonal lines)
- Formación de la (horizontal lines)
- Blanco de areniscas y pizarras (stippled pattern)
- Zona alterada, fracturada (dotted pattern)
- Verte alfonso (dashed line)
- Eje de anticlinal (line with 'X' marks)
- Eje de sinclinal (line with 'V' marks)
- Falla (dashed line with arrows)
- Banco y buzamiento (solid line with arrows)

Fig. N-1-1 Mapa geológico y corte geológica






-  Eje de anticlinal
-  Eje de sinclinal
-  Falla

Fig. II-1-2 Mapa resumido de estructura geológica



Hay concordancia con la posición alta de la formación de Catavi.

## (2) Formación de Catavi

El sitio señalado es el área que rodea la mina de Catavi, al sudsudeste de la región de estudio. Y se supone que el espesor de la formación de la región de estudio es de +500. Esta formación, por la extracción de fósiles, se contrasta con el inferior devónico. En el interior de la región del estudio, la formación se extiende principalmente hacia noroeste - sudeste, en armonía con la formación de Uncia al nordeste y el centro. Esta formación se compone principalmente de arenisca y alteración de lutita de más de 1m en unidad (gris púrpuro - gris), y en la parte nueva se observa desarrollo de la estratificación.

*En microscopio, se ha confirmado como composición principal fragmentos cuárcoso con muchos fragmentos de plagiclasa y feldespatos de potasio, sin observarse cloritas y sericitas. En parte se ha observado una pequeña cantidad de fragmentos de turmalina, circón y sericita. El mineral que compone la lutita es casi igual que el de la formación de Uncia arriba mencionada. Sin embargo, en la matriz la cantidad de sericita laminificada, serricita y clorita de escama es inferior que la cantidad de lutita de la formación de Uncia.*

## 1-3 ESTRUCTURA GEOLOGICA

El mapa resumido de la estructura geológica de la presente región de estudio se muestra en la Fig. II-1-2. La región de estudio geológico pertenece al sistema de montañas, y la estructura geológica básica concuerda totalmente con la estructura geológica de los Andes del Este en sentido de NW-SE. De acuerdo con el resultado del estudio de la superficie y los materiales de la región vecina, se ha confirmado estructuras de plegamiento prácticamente paralelas y cruzadas con relación al sentido del eje NW-SE que representa Bilaque, Unificada y Colquiri Anta Caca. Se dice que estas estructuras se han obtenido debido a que tanto la formación de Uncia como la de Catavi recibieron la cizara principal de presión del orgénico nevada en sentido nordeste - sudoeste.

La acción de falla es notable en las fallas de Colquiri, Cata Bamba y en las que están en paralelo y directo al eje de plegamiento como las fallas de Triunfo, Catavi, San José, Doble Ancho. Se han observado también acción secundaria que actúa oblicuamente en menor escala. No siempre es clara la

relación de las acciones de falla de cada sistema. De entre estas fallas, en las fracturas de las fallas de San José y Doble Ancho no se ha alcanzado la mineralización, por lo que se deduce que dicha acción se debe a las actividades de mineralización posterior.

#### 1-4 YACIMIENTO

##### 1-4-1 RESUMEN DE LOS YACIMIENTOS

Tal como se menciona en el párrafo 3-2 del Capítulo III, Primera parte, la región de estudio está situada dentro de un alcance de yacimientos de minerales multi-metálicos más importante de Bolivia. Como prueba de ello, dentro de la región de estudio se han encontrado numerosas vetas, minas antiguas y zonas mineralizadas/alteradas. Su relación se describe en la Fig. II-1-3. En este mapa se indica también los puntos donde se tomaron las muestras.

Los yacimientos de la presente mina son yacimientos de filones arjentíferos, estañíferos y zinc del tipo relleno fracturado típicos derivados de las fallas de Uncia. Además, el resultado del análisis de la temperatura de relleno y salinidad de la inclusión de fluido demuestra que estos yacimientos son un tipo xenotermal. Las 7 zonas mineralizadas principales confirmadas dentro de la región de estudio pueden dividirse en la sección este y la sección oeste. Es decir, cada zona mineralizada de Unificada, Libruribruni, Triunfo y Central que se distribuye en forma de banda en sentido sur y norte, doblándose de la sección central de la región hacia el este, y cada zona mineralizada de Armas, Ocavi y Alto Colquiri que se distribuye desde el norte. Exceptuando Alto Colquiri, estas zonas mineralizadas con zonas alteradas en la superficie tienen antecedentes de explotación. Debido a que la mineralización a profundidades escasas, cerca de la superficie, es típicamente débil, estas zonas mineralizadas no han sido explotadas de una manera positiva y constante. Por consiguiente, mediante el desarrollo de la vía minera han sido explotadas, y en la sección Central la veta se extiende tomando el rumbo noroeste; en la sección Triunfo toma el rumbo sur-norte y en la parte del norte se desarrolla hacia noroeste, mostrando una disposición en forma obicular. La escala de los yacimientos es grandiosa, se descubrieron numerosas vetas y están siendo explotados. Las vetas principales de San Carlos, Rosario y Blanca se extienden a lo largo de unos 700 metros, con un buzamiento de más de 500 metros y un ancho máximo de 4 metros. Las vetas principales y su alcance se muestran en









la Tabla II-1-2. La veta de la zona Central ha alcanzado el punto paralelo con relación a la parte inferior de la falla de Doble Ancho, y en la zona de Triunfo está cortada por la falla de San José. Por lo tanto, es posible que no obstante que la veta Rosario y la veta blanca sean realmente una sí la cortada por la falla de San José, se estén tratando como vetas independientes. En caso de que esta hipótesis sea correcta, se calcula que la veta principal está extendida a lo largo de una distancia de 1.500m-2.000m. Por haber diferencia en la estructura interna del interior de la veta, los minerales se clasifican generalmente en dos clases, mineral cinteado y mineral masivo, siendo mayor el mineral masivo. Además, no se reconocen fragmentos rocosos de la roca madre dentro de los minerales, lo que hace suponer que estas vetas son las derivadas de fractura de tensión. Como componentes principales, los mineral es contienen casiterita, marmatita, marcasita, pirita, pirrotina; como los accesorios, siderita, Galena, etc. Por otra parte, los minerales de ganga contienen principalmente cuarzo, clorita, florita y mineral de carbonato. Estos minerales son generalmente de grano grueso, y en microscopio los cuales muestran también una textura sencilla.

La región de estudio que ampara Central, Librulibruni, Unificada, Armas Ocavi son zonas de filón estañífero y marmatita. En el presente estudio realizado en Alto Colquiri se ha descubierto que existe rica zona de filones argentíferos, por lo que puede diferenciarse de las zonas arriba mencionadas. Además, como contiene mucha siderita, es un yacimiento muy prometedor en el futuro.

#### 1-4-2 COMENTARIOS SOBRE LAS ZONAS MINERALIZADAS

##### (1) Zona mineralizada de Central

La presente zona mineralizada se encuentra en el punto del sudeste al este de la región de estudio, y es una zona mineralizada donde se realiza principalmente la explotación de la mina Colquiri. En la superficie de la tierra prácticamente no existe mineralización, viéndose únicamente una zona alterada que está en paralelo con el techo inferior de la falla de Doble Ancho, por lo tanto, la veta puede observarse desde el interior de la mina. Por esta razón, aquí se describe sobre el resultado del estudio realizado en el interior de la mina con relación a la zona mineralizada. En vista de que la parte superior de la presente zona mineralizada ya no es accesible, hemos efectuado la investigación en L325 y L365 donde actualmente están realizándose con mayor eficiencia la explotación y exploración. Y de





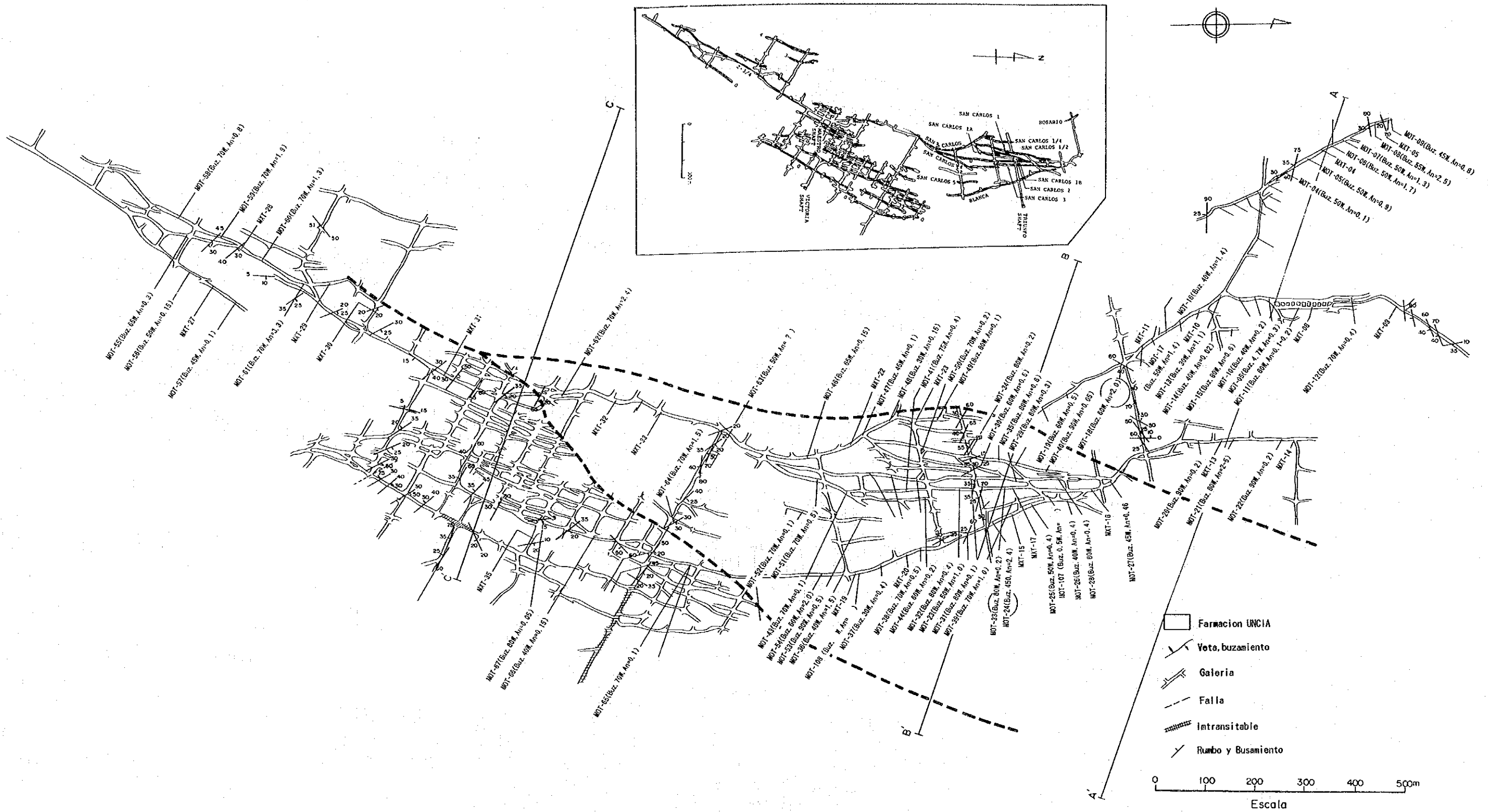


Fig. II-1-4 Mapa geológico de interior mina Ni 325



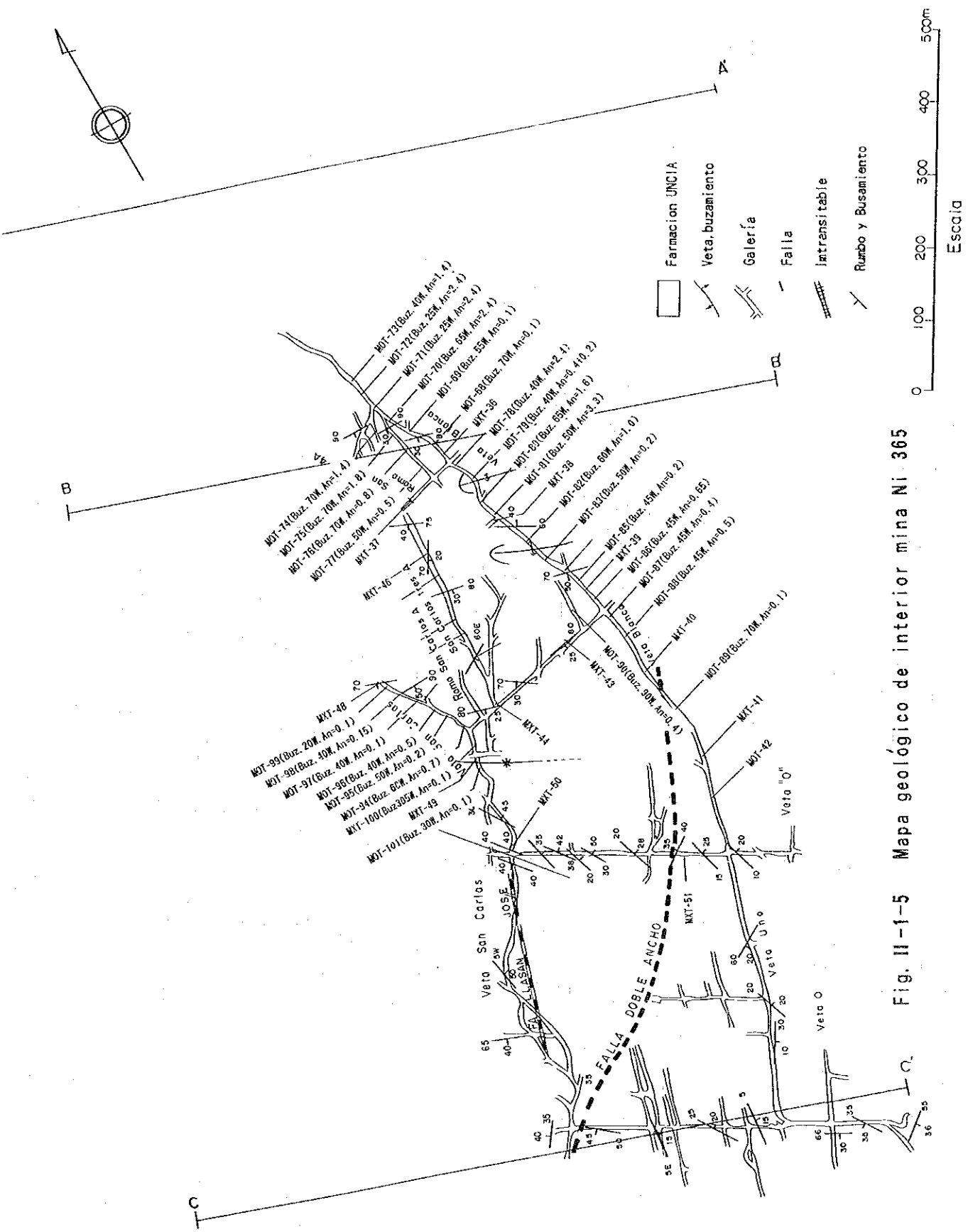


Fig. II-1-5 Mapa geológico de interior mina Ni 365

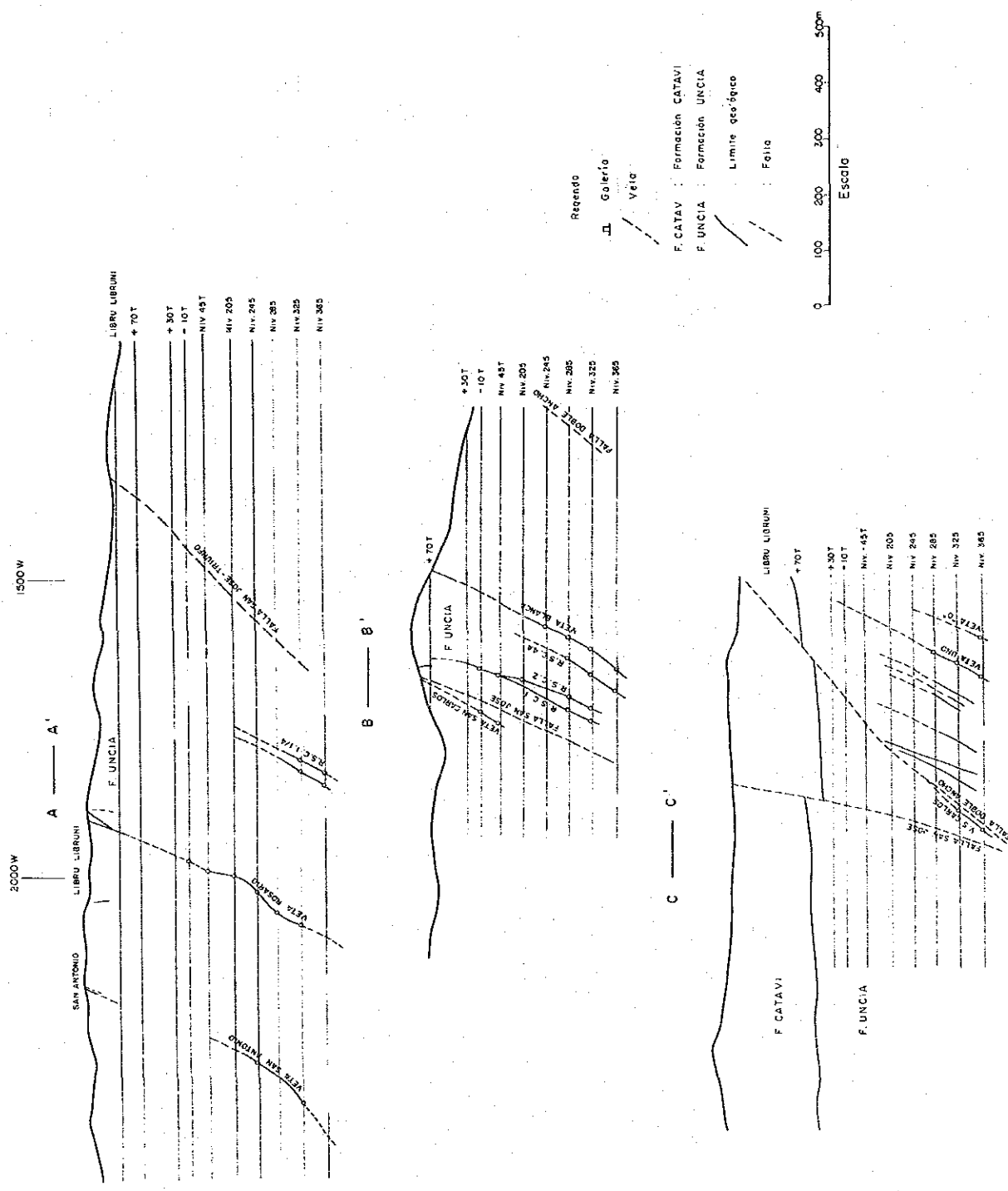
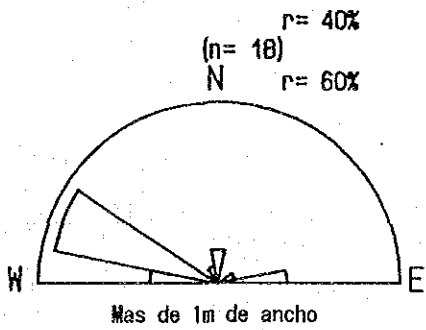
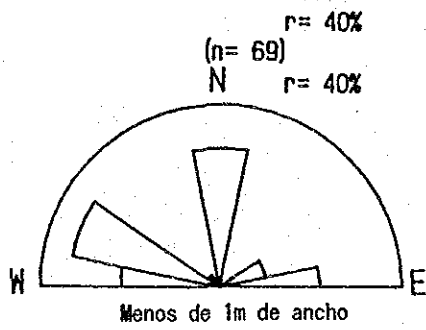
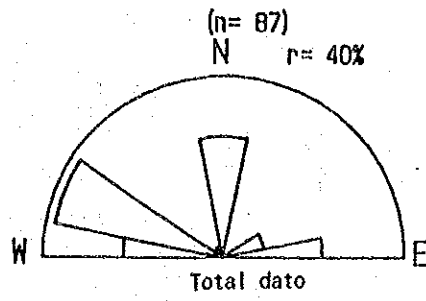


Fig. II-1-6 Sección geológica de interior mina



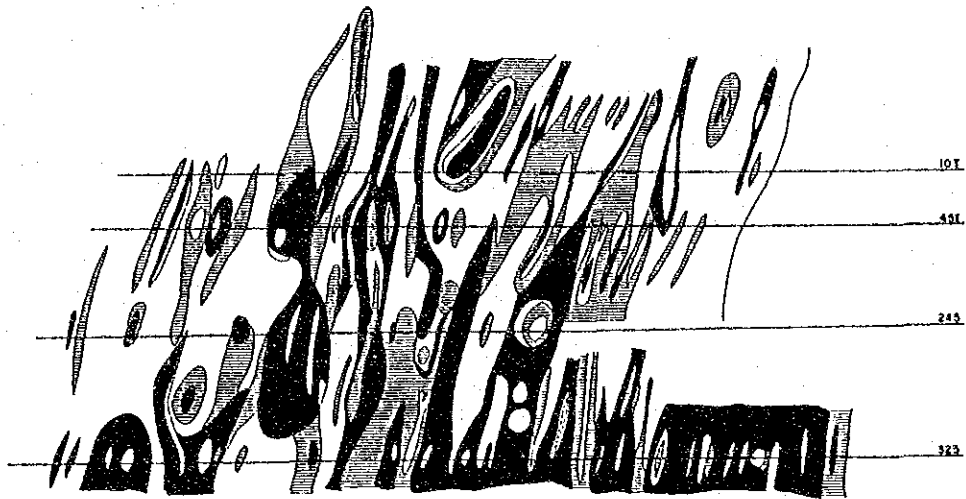
r= 60%

Diagrama de rosa sobre rumbos  
de vetas en N:325, Y365

Fig. II-1-7 Diagrama de rosa sobre rumbos de vetas



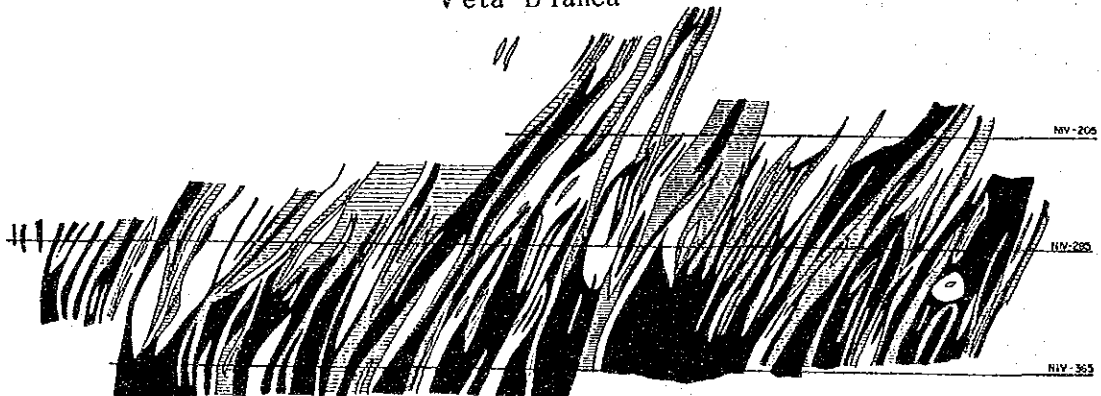
Veta Rosario



Veta San Carlos



Veta Blanca



REFERENCIAS

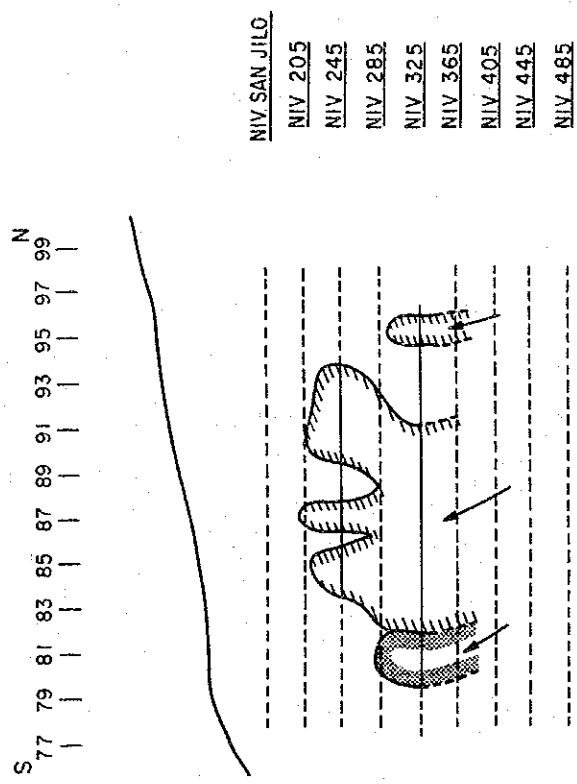
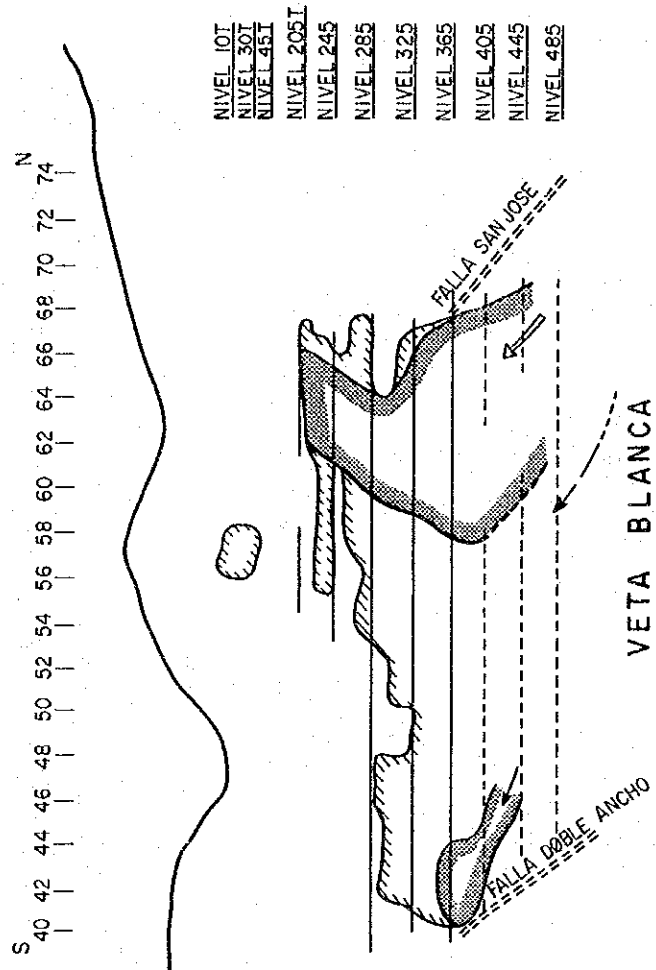
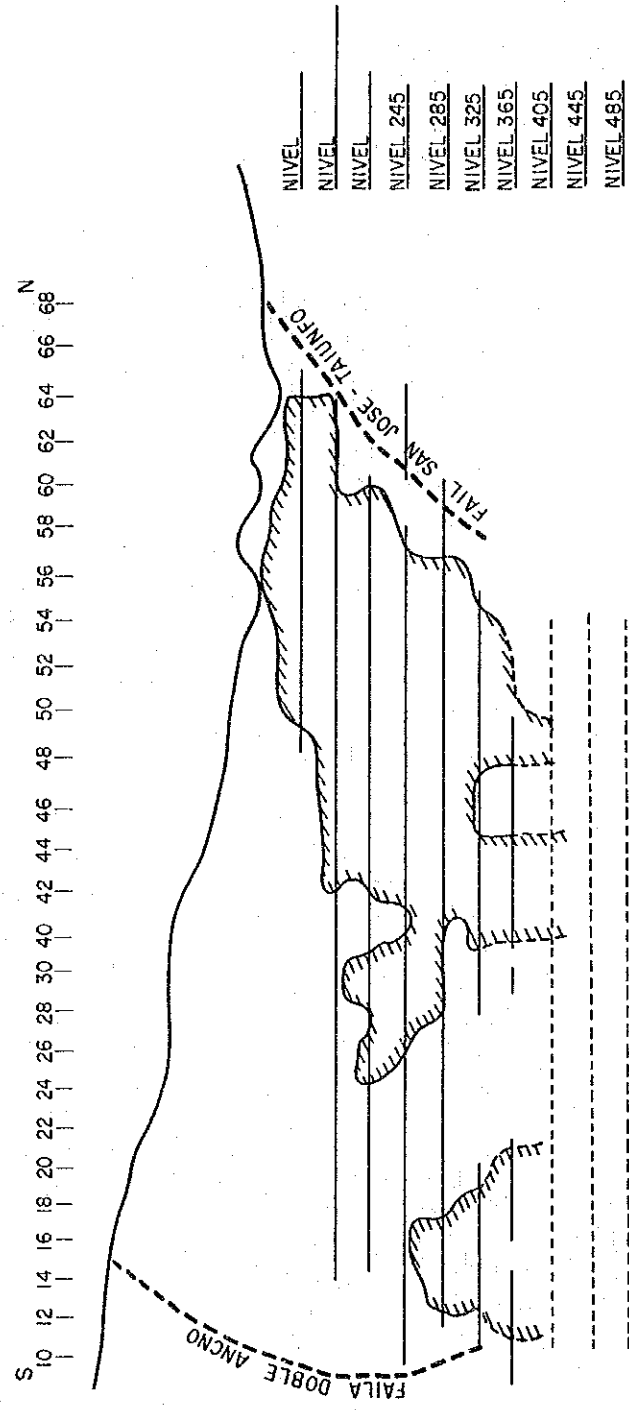
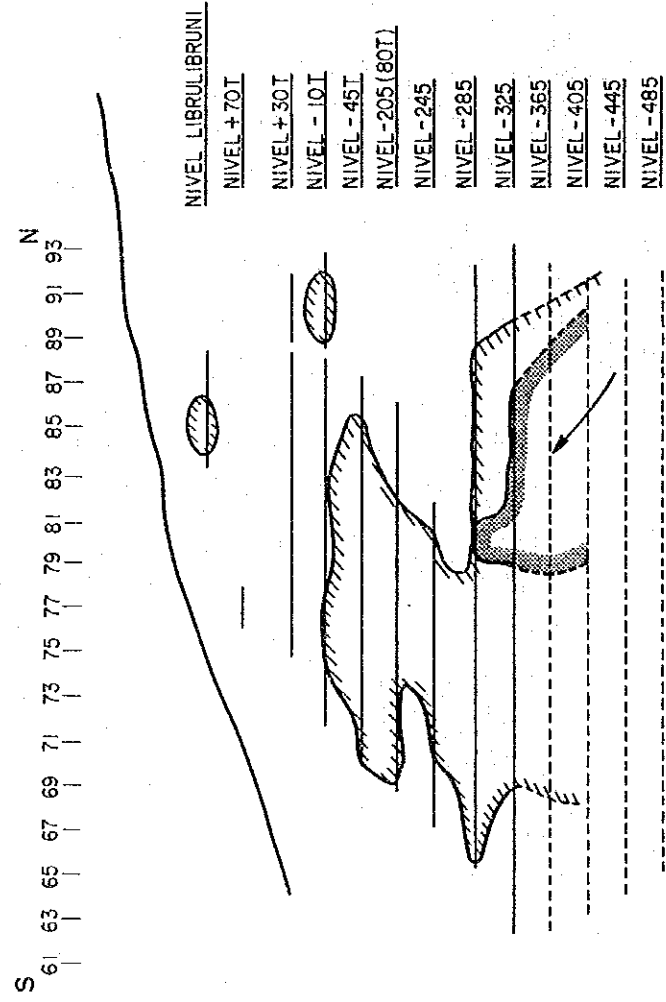
- Ley Alta >1.50
- ⊖ Ley Media 0.90-1.50
- Ley baja <0.90

Origen de mapa  
Departamento geología  
Emp. Colquiri

Escala  
0 50

Fig. II-1-8 Distribucion de ley de estaño





Leyenda  
 Sn + 1.00% ~ 2.00%  
 Sn + 2.00%

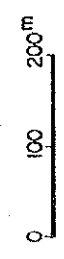


Fig. II-1-9 Distribucion de ley de estaño hecho de ley de bloque



Tabla II-1-2 Lista de vetas principales

V E T A	LONGITUD(m)	DIRECCION	INC
Blanca	720	N22°W	59°W
San Carlos	560	N25°W	40°W
		S30°W	
Rosario	770	N06°E	60°W
		S35°E	
San Antonio	400	N30°W	56°W
Rmo. S. Carlos 1.	410	N10°E	82°W
Rmo. S. Carlos 2.	320	N-S	68°W
Rmo. S. Carlos 3.	340	N05°E	59°W
2 3/4.	550	N30°E	60°W
0	130	N50°E	65°W

Tabla II-1-3 Correlación de elementos analizados

	S n	Z n	P b	A g
S n	1	-0.149	0.004	-0.026
Z n	-0.149	1	-0.205	-0.015
P b	0.004	-0.205	1	0.005
A g	-0.026	-0.015	0.005	1

acuerdo con el resultado de nuestro estudio, describimos sobre la mineralización de esta región.

El mapa plano se muestra en las Figs. II-1-5, 6 y el plano seccional en la Fig. II-1-6. La presente zona mineralizada está explotándose en L325, y la sección extendida de la veta ha entrado ya en las zonas de mineralización de Triunfo y Librulibrini. Deduciendo de la situación de la superficie de la tierra, cada cual se distingue por diferente nombre. Sin embargo, observando la situación de mineralización del interior de la mina, se considera que la serie de mineralización es continua. Por lo tanto, explicaremos sobre la veta que se extiende de la zona Central a las zonas mencionadas.

En la zona mineralizada central, cada veta se desarrolla en paralelo con la parte inferior del techo de la falla de Doble Ancho. Las vetas principales de la presente zona mineralizada son 4, de las cuales la veta 2.3/4, la veta 1 y la veta 1/4 presentan buen desarrollo. Además, entre estas vetas, se desarrollan un gran número de venillas. Estas venillas están cortadas por la falla de Doble Ancho, y las vetas mencionadas se reducen y aparecen nuevamente como vetas principales en San Carlos y Blanca con numerosas vetas paralelas y vetas bifurcadas. Se desconoce completamente la relación entre la veta que se desarrolla en la parte inferior de la falla de Doble Ancho y estas vetas. Las vetas que se extienden hacia la parte inferior del techo de la falla de Doble Ancho tienen un rumbo NNE-SSE en paralelo, y las vetas de San Carlos y Blanca están dirigidas a NS. Además, entre ambas vetas se desarrollan las vetas bifurcadas. Tanto la veta de San Carlos como la de Blanca tienden a doblarse hacia el norte, y extendidas hacia el norte, están cortadas por la falla de San José. La veta principal que se desarrolla hacia la parte superior del techo de la falla de San José se convierte en vetas de San Antonio y Rosario extendiéndose norte-noroeste. La zona mineralizada principal cambia su rumbo de norte-nordeste a norte-sur y luego a norte-noroeste mostrando en general una estructura polígona. La veta de Rosario que se extiende hacia el techo superior de la falla de San José posee la misma característica mineral que la veta de Blanca extendida al techo inferior, por lo que se supone que antes de ser cortadas por la falla las citadas vetas eran una sola, es decir la misma. Si respetamos esta hipótesis, podremos decir que la veta de San Carlos y la de San Antonio tienen como origen de una sola veta. La presente región, en la superficie de la tierra, ha pasado la zona mineralizada, llegando a 500m en dirección al norte de Librulibrini. Sin embargo, en la superficie de la tierra se observa sólo poco afloramiento que corresponde a las vetas del interior de interiores de la mina. La Tabla II-1-4 muestra las vetas de la superficie de la tierra.

El resultado del proceso estadístico del rumbo y buzamiento de las 87 vetas principales de la zona mineralizada central y de su extensión se muestra la Fig. II-1-8. El resultado refleja que en general hay mayores vetas del norte-sur y noroeste cuarta oeste - sudeste cuarta este. Sin embargo, clasificando entre vetas de anchura mayor e inferior a 100cm, se confirmaron vetas de ancho inferior a 100cm en un mayor número al norte-sur y noroeste cuarta oeste - sudeste cuarta sudeste, y vetas de ancho superior a 100cm al noroeste cuarta oeste - sudeste cuarta sudeste.

Como se muestra en el mapa de distribución (Fig. II-1-9) de la ley de estaño de las vetas principales, la línea de ley de cada veta está inclinada hacia el sur y parece que la solución mineral se eleva del sur, en el mapa de distribución de ley de estaño preparado con referencia al valor medio obtenido del cálculo de cantidad de mineral (Fig. II-1-10), se observa que la solución mineral tiende a elevarse de la parte inferior en dirección del norte. Como manifestación de esta tendencia, en cuanto al desarrollo de la mina de Colquiri, la explotación se realizó en la hilera superior de la parte del sur, cambiando gradualmente el centro de explotación hacia la parte del norte, profundizándose.

La estructura interior de las vetas principales, excluyendo el mineral masivo que representa la veta de Rosario, se forma de mineral cinteado. Y la marmatita, pirita, pirrotina y casiterita rellenan irregular y menudamente las grietas para formar las vetas. Como minerales gangas se incluyen florita, cuarzo, clorita, etc., pero en comparación con los minerales principales, se ven muy poca cantidad.

La Tabla II-1-3, muestra el resultado de los 101 valores analizados y estadísticamente procesados del interior de la mina. El resultado del cálculo indica la relación mutua negativa entre Sn y Ag y la relación mutua positiva de Ag y Pb, sin confirmarse una íntima relación. Sin embargo, generalmente se ve casiterita concentrada en los costados de la veta, lo que demuestra que la casiterita ha sido generalmente un precipitado prematuro. Las vetas, cuyo ancho es muy variable, se extienden a lo largo de unos 100m. Y la veta principal, tal como se muestra en la Tabla II-1-2, forma una veta estable y de gran escala, a pesar de haber sido cortada por pequeñas fallas.

## (2) Zonas mineralizadas de Triunfo y Librulibruni

Estas son las dos zonas mineralizadas que se extienden de la zona mineralizada central al norte. Aunque llevan diferentes nombres, se ha confirmado que estas dos zonas mineralizadas son de un mismo origen. Estas zonas mineralizadas están ya explotadas dentro de la mina, y como sobre

su situación de mineralización ya hemos mencionado, aquí se comentarán en cuanto a la situación de la superficie de la tierra. La veta mineral más notable dentro de la mina es la de Blanca, pero la veta principal está expuesta al norte de la montaña Triunfo. Por ser muy débil la mineralización en la superficie de la tierra, las vetas tienen apenas 10cm - 40cm de ancho, siendo pocas las que poseen una calidad de 1%. Es decir, su promedio es inferior a 1%. En paralelo con la parte inferior del techo de las vetas de Blanca, se desarrollan las vetas de Colorada, las cuales, al igual que las vetas de Blanca, se tienen abandonadas por no ser buena la mineralización. Las vetas de Colorada se extienden continuamente hasta L205 de la superficie de la tierra, pero desaparecen de allí por haberse cortado por la falla de San José.

El resultado del análisis por Rayos X de 7 muestras revela la existencia de una regular cantidad de sericita y una pequeña cantidad de clorita y albita, con una mineralización mediana. Al igual que la zona mineralizada Central, en estas zonas la mineralización es mala en la superficie y buena en la profundidad.

### (3) Zona mineralizada de Unificada

La presente zona se encuentra a unos 2,3 km al norte del centro de la zona mineralizada Central arriba descrita, y el extremo norte de la ruta de la mina actualmente en desarrollo está por alcanzar el extremo sur de esta zona. El alcance de distribución en la superficie de la tierra abarca 600m en rumbo hacia nordeste cuarta este, y menos de 200m en sentido cruzado. En la superficie de la tierra de la presente zona existen numerosas venillas que, por eflorescencia, se han convertido en limonita, formando una zona mineralizada de color castaño amarillento. Como características de esta zona mineralizada, se pueden observar distribución irregular de numerosas venillas. La Tabla II-1-3 muestra el resumen de las venillas cuyo ancho es de 10-15cm. Según los datos, esta zona está abandonada por no haber ninguna utilidad en su explotación, ya que la calidad de filón estannífero no llega ni al 1%. Hay mucha diferencia entre el desarrollo irregular de las vetas de la presente zona mineralizada y el desarrollo regular en sentido de la fractura de la zona mineralizada de Central. Esto se debe a que la veta de la zona mineralizada de Central se encuentra dentro de la pizarra, pero la veta de la presente zona está dentro de la arenisca de la formación de Uncia. Y por esta razón, se supone que se produce un antagonismo de las rocas contra la tensión de la formación de fractura. Deduciendo de la situación mineral de la superficie de la tierra, no existe posibilidad de que mejore la situación de la fractura



agrandada. Pero según el resultado del estudio geofísico, se ha confirmado una zona anómala IP en la parte baja. Como la ruta de la mina, que se extiende de la zona mineralizada de Central, ha llegado hasta el extremo sur de la presente zona mineralizada, habrá necesidad de hacer explotaciones en el futuro.

#### (4) Zona mineralizada de Armas

La presente zona mineralizada se encuentra al noroeste de la zona de estudio, y el alcance de distribución en la superficie de la tierra se calcula 500m al sudeste y 500m al nordeste. Dentro de la presente zona mineralizada, se extienden paralelamente las vetas de Colorada, Talla y Armas en sentido norte-nordeste, y cruzándose con esta zona se extiende la veta de Fortuna en dirección de noroeste.

La extensión de estas vetas es de 30m a 200m con un ancho de 5cm a 20cm. En esta vetas no se han realizado la explotación en gran escala por ser de baja calidad. Actualmente, se están efectuando solamente explotaciones de pequeña escala en las partes de alta calidad de estaño dentro de las venillas, muy lejos de la mina de Colquiri. En el estudio de la superficie de la tierra de las vetas de la presente zona mineralizada, se ha observado un buzamiento hacia oeste de aproximadamente  $70^{\circ}$ , de la manera similar que las vetas de la zona mineralizada de Central. Los minerales principales de la presente zona son marmatita y pirrotina que contienen pirita y marcasita. En cuanto a la parte inferior, aún no explorada, se ha confirmado la existencia de la zona anómala IP mediante el estudio geofísico. En esta sección se realizaron sondeos, encontrándose numerosas venillas al igual que la parte superior. Sin embargo, no se han descubierto venillas de calidad de estaño mayor a 1%, sino marmatita, pirrotina y pirita. Si hacemos una clasificación general, podríamos decir que si la zona mineralizada de Central es una de casiterita y marmatita, la presente es una zona mineralizada de marmatita y pirrotina.

#### (5) Zona mineralizada de Ocavi

La presente zona mineralizada se encuentra a aproximadamente 300m al sur de la zona mineralizada de Armas, y el alcance de distribución en la superficie de la tierra se calcula 300m al norte-nordeste y 250m en el rumbo cruzado. Dentro de la presente zona mineralizada, se extienden paralelamente las vetas de Copacabana y Laura en sentido norte-nordeste y sur-suroeste y en dirección oblicua con esta zona se extiende la veta de Angélica. Hasta el presente, se ha explotado sólo parcialmente la superficie de la tierra. Debido a que la mayoría son venillas con un ancho de 10cm - 20cm, mostrando la muestra tomada

una ley inferior a 1%, actualmente no se realiza ninguna explotación. Las vetas principales de la zona mineralizada de Ocavi muestran generalmente un buzamiento con bajada al este, a diferencia de la zona mineralizada de Armas. Esta tendencia puede ser una indicación de que el grupo de vetas perteneciente al sistema de la zona mineralizada de Alto Colquiri. O puede ser el resultado de una influencia del paso de la falla de Ocavi al norte de la zona mineralizada de Ocavi.

Se ha confirmado la existencia de la zona anómala IP mediante el estudio geofísico. En esta sección se realizaron sondeos MJBC-3, encontrándose vetas estañíferas y zinc de alta calidad. Y de la cercanía de Ni325 hacia abajo, se observa aumento de calidad de estaño, lo que es atribuible a la alta temperatura de la solución del mineral en las profundidades.

Teniendo esto en cuenta, se supone que si la fractura en la parte inferior es grande, habrá posibilidad de que se formen buenas vetas.

El resultado del análisis por rayos X efectuado en una muestra, reveló la existencia de sólo una pequeña cantidad de sericita, dando a entender que la alteración de la superficie de la tierra es relativamente débil. Esta tendencia no sólo se ve en la zona mineralizada de Ocavi, sino también en otras zonas mineralizadas.

#### (6) Zona mineralizada de Alto Colquiri

La Presente zona mineralizada está situada a 800m al oeste de la zona mineralizada de Central y a aproximadamente 1.500m al sur de la zona mineralizada de Ocavi, y el alcance de distribución en la superficie de la tierra se calcula 300m al norte-nordeste y a 100m en el rumbo cruzado. Dentro de la presente zona mineralizada, no se ha encontrado lo que podríamos decir vetas, pero sí 2 hileras de venilla (convertida en limonita) de muy pequeña escala. Hay señas de haberse explorado pero sin encontrar vetas promisorias, por lo que actualmente esta zona está abandonada. Una hilera de venilla tiene un rumbo de norte y sur, mostrando un buzamiento de aproximadamente 40° al este, aunque no es claro por ser reducido su afloramiento. La geología que constituye la presente zona mineralizada es la pizarra de la formación Uncia. El resultado del análisis por rayos X efectuado en una muestra, reveló la existencia de una regular cantidad de sericita y clorita, dando a entender que la alteración de la superficie de la tierra no es fuerte. En esta clase de superficie, no se supone que exista parte de vetas ricas en la parte inferior. Sin embargo, se confirmó una zona anómala IP en la parte inferior en el

