

UNIVERSITY OF TORONTO

LIBRARY

LA FINESTRA SULLA VITA INTERNA

LA FINESTRA SULLA VITA INTERNA

LA FINESTRA SULLA VITA INTERNA

1954

JAPANESE LIBRARY, UNIVERSITY OF TORONTO
128 SPADINA AVENUE, TORONTO, CANADA

UNIVERSITY OF TORONTO
LIBRARY

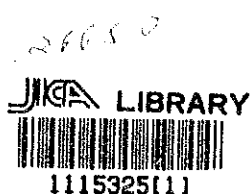
INFORME FINAL

SOBRE

LA EXPLORACION COOPERATIVA DE MINERAL

EN EL AREA DE COLQUIRI

LA REPUBLICA DE BOLIVIA



MARZO 1994

JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY
METAL MINING AGENCY OF JAPAN



国際協力事業団

26650

P R E F A C I O

De acuerdo con la solicitud del gobierno de la Republica de Bolivia, el gobierno del Japon decidio a realizar la exploracion de mineral en el area de Colquiri, situada en el centro de Bolivia y la encargo a Japan International Cooperation Agency (JICA) y Metal Mining Agency of Japan (MMAJ).

JICA y MMAJ enviaron a la Republica de Bolivia misiones Japonesas con objeto de efectura. El citado proyecto entre los anos 1991 hasta 1993 incluszve.

La mision hizo intercambio de opiniones con los oficiales concernientes del gobierno de Bolivia y realizo los estudios en el area de Colquri. Despues de retornar al Japon hizo mas estudio de acuerdo al cual ha preparado informe final.

Esperamos que este informe sea util para el desarrollo del proyecto y contribuya a la activacion de relaciones amistosas entre nuestros dos paises.

Quisieramos expresar nuestro profundo agradecimiento a las organizaciones concernientes de la Republica de Bolivia por sus estrechas cooperaciones prestadas@a la mision.

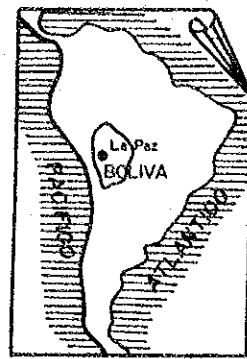
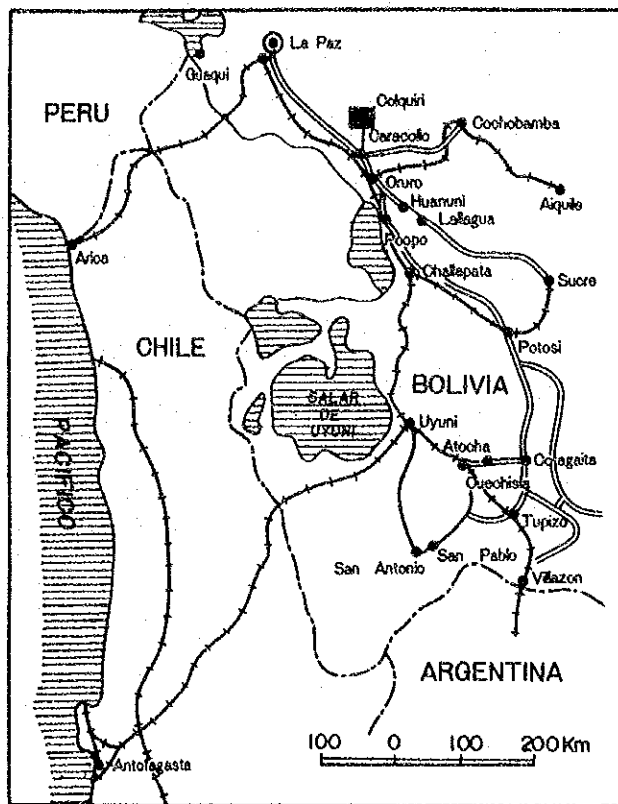
Febrero 1994



Kensuke Yanagiya
Presidente
Japan International

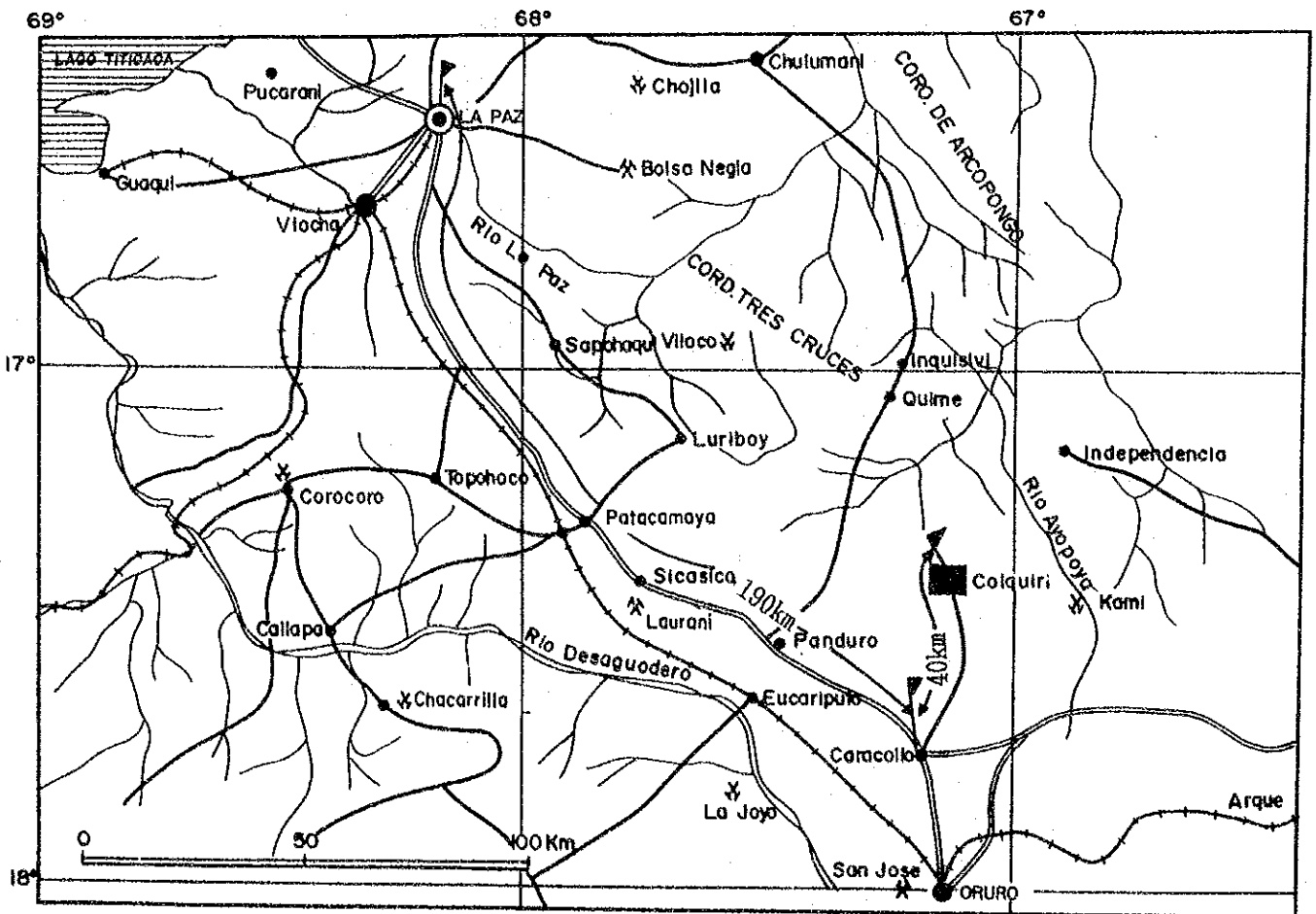


Takashi Ishikawa
Presidente
Metal Mining Agency of Japan



REFERENCIAS

- +—+— Férrocarril
- ==== Carreteras de Cuota
- Carreteras Principales
- Pueblo, Ciudad
- - - - Limite nacional
- ✕ Mina parada
- ✕ Mina en actividad
- ~ Río
- Lago
- Area de investigación



MAPA DE LOCALIZACION DE LA REGION DE INVESTIGACION

RESUMEN

Con el objeto de ofrecer cooperación a las actividades mineras en la mina Colquiri, en la zona de Colquiri de la Republica 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 geologicos, geofisicos efectuados en el año 1991, y de las investigaciones por sondeo realizadas en 1991 - 1992 y la prueba de el beneficio en año 1993.

1. OBJETIVO

(1) ESTUDIO GEOLOGICO

Estudio destinado a poner de manifiesto los yacimientos geologicos y la estructura geologica, ademas de examinar el mecanismo de las zonas mineralizadas en la zona de mineralizacion y el estado de existencia de yacimientos. Considerando tambien en conjunto el resultado del estudio geofisico, realizacion de la seleccion y analisis de los puntos para la investigacion por sondeo.

(2) ESTUDIO GEOFISICO

El presente estudio cubre la determinacion de la relacion entre la zona mineralizada y la estructura geologica y descubrimiento de nuevas zonas anomalas para facilitar la seleccion y analisis de los puntos de investigacion por sondeo.

(3) ESTUDIO POR SONDEO

Verificacion de la magnitud de la zona mineralizada y de la situacion de minerales en la zona prospectiva de existencia de yacimiento. Basandose del resultado de este estudio, se realizaron calculos de la cantidad de mineral obtenible y evaluacion del potencial de los yacimientos de la zona de estudio.

(4) PRUEBA DE BENEFICIO

Pruebas de beneficio fueron realizadas con muestras de cores obtenidas durante el año 1991 a 1993 del area de Alto Colquiri. Estas muestras contienen zinc, plomo, plata, hierro, etc como elementos principales, sobre todo muestran leyes mas altas en plata que las tratadas corrientemente en la planta. Por lo tanto, mineral es el concentrado de plomo o de zinc.

2. RESULTADO DE LOS ESTUDIOS

(1) LEVANTAMIENTO GEOLOGICO.

En la Zona Central se hallan ubicadas las vetas principales: San Carlos, Rosario,

Blanca, etc, todas sub - paralelas, abarcan un area de 3,000 mt x500mt, confirmadas plenamente, esta zona presenta como alteraciones: la cloritizacion, sericitizacion y silicificacion las que sirven como indicio de mineralizacion.

(2) GEOFISICA.

En la ejecucion de los trabajos de geofisica se utilizaron los metodos de Induccion Polarizada (IP) y el metodo CSAMT verificandose en gran medida las siete zonas mineralizadas; como resultado de todo ello se concluye que los citados metodos son similares, por tanto la aplicacion del metodo IP es suficiente en este tipo de yacimientos filonianos; otro aspecto importante en los sectores de Alto Colquiri y Armas es la presencia de anomalias geofisicas, las que fueron verificadas a traves de taladros a diamantina.

(3) Las anomalias geofisicas de la zona de Armas tiene formas elongadas de Este a Oeste como resultado de la perforacion a diamantina se confirmo que la alteracion al Norte y Sur es demasiado debil por tanto es improbable la presencia de mineralizacion, sin embargo los taladros MJBC-32 y MJBC-34 ubicadas en la Zona Central de estas anomalias han confirmado la presencia de nuevas estructuras mineralizadas; ademàs se debe mencionar que el taladro MJBC-32 presenta una mineralizacion mäs fuerte que el pozo MJBC-34, lo que explica el zoneamiento mencionado con mineralizacion preferente hacia el Este.

(4) Las anomalias geofisicas de Alto Colquiri fueron corroboradas por perforaciones a diamantina intersectando filones con tenores de plata muy importantes, esta zona mineralizada en el sector norte, es truncada por una falla normal la que rechaza al cuerpo mineralizado hacia el Oeste y a una profundidad desconocida en el que suponemos persiste una buena mineralizacion, todo ello induce a pensar que este bloque hundido seria parte de la denominada "Veta Japon" recientemente evaluada; creemos que este aspecto debe ser corroborado posteriormente con perforaciones a diamantina para verificar la tesis planteada en la perspectiva de incrementar las reservas de esta veta.

(5) Como resultado de las perforaciones a diamantina fue posible generar la siguiente reserva:

Nombre de zona	Reserva	Sn(%)	Zn(%)	Pb(%)	Ag(g/t)
Alto Colquiri	717.750	0.09	3.43	0.69	198
Armas	249.500	0.53	10.98	0.02	42
Central	191.150	0.50	17.42	0.14	83
Total	1.158.300	0.37	10.61	0.28	108

(6) El mineral de Alto Colquiri tiene una ley de cabeza de 265 grs/ton de Ag; como resultado de la prueba metalurgica se concluye que se puede recuperar un 40% de concentrados de plomo y un 30% de concentrados de zinc, lo que en buenas cuentas significa producir un 70% de concentrados de plata para lo que no es necesario implementar nueva tecnologia.

Los concentrados de zinc con tenores de 700 a 800 grs/ton Ag podrian ser comercializados en el futuro cuando las condiciones economicas sean favorables.

3 RECOMENDACIONES PARA EL FUTURO.

(1) Los valores de plata y las potencias de las vetas de Alto Colquiri son muy variables, por lo que se recomienda ejecutar labores de reconocimiento y desarrollo a esta zona en el futuro; asi mismo de acuerdo a la explicacion anterior es muy necesario verificar en el bloque Nor-Oeste la probable continuidad de los filones de Alto Colquiri.

(2) Del mismo modo ,en el futuro en la zona de Armas deben ejecutarse labores de reconocimiento y desarrollo con objeto de verificar los valores cortados con los ultimos taladros a diamantina.

(3) La zona de Ocavi presenta una serie de ramos mineralizados en profundidad con alto contenido de estano; la presencia de una falla del mismo nombre y zonas de fractura no han permitido obtener mayor informacion por lo que se recomienda ver la posibilidad de incursionar desde la seccion Armas con labores de reconocimiento y desarrollo en el futuro.

(4) En el nivel 325 se verifico con dos sondajes a diamantina la continuidad de veta San Antonio al sud, este aspecto implica ejecutar de inmediato un recorte para hacer el seguimiento de los valores cortados y por supuesto generar reservas incorporando este sector a las operaciones mineras de la empresa.

(5) En la actual planta de Hornuni, se recomienda implementar un molino a bolas y efectuar una inversion economica acorde con las necesidades de producir concentrados de plata los que podrian beneficiar a la productividad general de la empresa.

PREFACIO

MAPA DE LOCALIZACION DE LA REGION DE INVESTIGATION

RESUMEN

PARTE PRIMERA GENERALIDADES

CAPITULO 1	GENERALIDADES	1
1-1	ANTECEDENTES Y OBJETO DE LOSESTUDIOS	1
1-2	METODO Y CANTIDAD DE LOS ESTUDIOS	1
1-3	PERIODO Y PERSONAL DE LOS ESTUDIOS	2
CAPITULO 2	GEOGRAFIA DE LA REGION DE LOS ESTUDIOS	5
2-1	TOPOGRAFIA E HIDROGRAFIA	5
2-2	CLIMA Y VEGETACION	5
CAPITULO 3	GENERALIDAD DE LA GEOLOGIA	7
3-1	ESTUDIOS ANTECEDENTES	7
3-2	GEOLOGIA GENERAL Y SITUACION GEOLOGICA DE LA REGION DE ESTUDIOS	8
3-3	HISTORIA GENERAL DE LA INDUSTRIA MINERA	8
CAPITULO 4	ESTUDIO GENERAL DEL RESULTADO DE LA INVESTIGACION	
4-1	CRACTERISTICAS DE LA MINERALIZACION Y MODELO DE FORMACION DE YACIMIENTOS	10
4-1-1	CARACTERISTICAS DE LA MINERALIZACION	10
4-1-2	MODELO DE FORMACION DE YACIMIENTOS	12
4-2	ZONA ANOMALA POR LA EXPLORACION GEOFISICA Y MINERALIZACION	15
4-3	RESULUTADO DE PRUEBA DE BENEFICIO	17
CAPITULO 1	ESTUDIO GEOLOGICO	19
1-1	RESUMEN DE GEOLOGIA	19
1-2	GEOLOGIA	20
1-3	ESTRUCTURA GEOLOGICA	20
1-4	YACIMIENTO	25
1-4-1	RESUMEN DE LOS YACIMIENTO	25
1-4-2	COMENTARIO SOBRE LAS ZONAS MINERALIZADAS	26
1-5	CONSIDIRACIONES	35

1-5-1	FORMA DE DISTRIBUCION DE LAS VETAS	
Y	CARACTERISTICAS DE LA MINERALIZACION	35
1-5-2	POTENCIAL DE LOS YACIMIENTOS	38
CAPITULO 2	EXPLORACION GEOFISICA	40
2-1	OBJECTO Y METODO	40
2-2	RESULTADO DE LA INVESTIGACION	40
2-2-1	MEDICION LAS DE PROPIEDADES FISICAS	40
2-2-2	RESULTADOS DE INVESTIGACIONES EN ANOMALIAS	40
CAPITULO 3	SONDEO	45
3-1	OBJETO	45
3-2	CONTENDO DE TRABAJO	50
3-3	RESULTADO DEL ESTUDIO Y CONSIDERACIONES	50
3-3-1	SECCION ARMAS	50
3-3-2	SECCION OCAVI	59
3-3-3	SECCION ALTO COLQUIRI	61
3-3-4	SECCION CENTRAL	85
CAPITULO 4	CALCULO DE RESERVAS MINERALES	97
4-1	BASE Y METODO DE CALCULOS	97
4-2	RESULTADO DE CALCULO	97
CAPITULO 5	PURUEBA DE BENEFICIO	100
5-1	INTRODUCCION	100
5-2	PREPARACION DE LOS MUESTRAS	100
5-3	PRUEBAS DE MOLINADA	100
5-4	PRUEBAS DE FLOTACION	101
5-5	CONSIDERACION SOBRE EL TRATAMIENTO PRACTICABLE	110
5-6	CONCLUSION	112
PARTE TERCERA CONCLUSIONES Y RECOMENDACION PARA EL FUTURO		
CAPITULO 1	CONCLUSIONES	115
CAPITULO 2	RECOMENDACION PARA EL FUTURO	116

REFERENCIAS

APENDICES

Lista de Tablas y Figuras

Tabla 1-1-1	Contenido y cantidad del estudio
Tabla 1-1-2	Cantidad de prueba en laboratorio
Tabla 1-1-3	Periodo de estudio
Tabla 1-1-4	Personales de estudios
Tabla 2-1-1	Correlacion de estratigrafia
Tabla 2-1-2	Lista de vetas principales
Tabla 2-3-1	Los resultados de los sondeos
Tabla 2-3-2	Resumen de proceso de obra de sondeo
Tabla 2-3-3	Lista de equipos y maquinarias usadas
Tabla 2-3-4	Lista de consumo de matariales
Tabla 2-3-5	Cantidad de uso de coronas y cilindros escariadores de diamante
Tabla 2-3-6	Lista de sumario de perforacion (1-12)
Tabla 2-4-1	Lista de calculo de reserva de Alto Colquiri
Tabla 2-5-1	Resultado de prueba de molienda
Tabla 2-5-2	La estimacion de los resultados de flotacion
Table 2-5-3	Resultado de prueba de flotacion final

Fig.1-1-1	Modelo de formacion de yacimientos
Fig.2-1-1	Mapa geologico y corte geologica
Fig.2-1-2	Mapa resumido de estructura geologica
Fig.2-1-3	Mapa de ubicacion de indicios mineralizados
Fig.2-1-4	Mapa geologico de interior mina Ni 325
Fig.2-1-5	Seccion geologica de interior mina
Fig.2-1-6	Diagrama de rosa sobre rumbos de vetas
Fig.2-1-7	Distribucion de ley de estano
Fig.2-2-1	Mapa de resultado sintetico de exploracion geofisica
Fig.2-3-1	Mapa de ubicacion de sondeos
Fig.2-3-2	Perfil geologico de sondeo(1-12)
Fig.2-4-1	Plano de cuadro de calculo de reserva
Fig.2-5-1	Diagramado flujo
Fig.2-5-2	Diagramado flujo de plomo
Fig.2-5-3	Resultado de flotacion completiva (1),(2)
Fig.2-5-4	Programado flujo (mejor practicamente)

Lista de apendices

- A-1 Colmuna geologica
- A-2 Resultado de observacion microscopica de seccion delgada de rocas
- A-3 Resultado de observacion microscopica de seccion pulida de mineral
- A-4 Fotografias de observacion microscopica de seccion pulida de mineral
- A-5 Lista de analisis quimica de mineral (sondeo)
- A-6 Lista de analisis quimica de mineral (beneficio)
- A-7 Lista de equipos de prueba de beneficio
- A-8 Lista de resultados de prueba de EPMA

PARTE PRIMERA

GENERALIDADES

CAPITULO 1 GENERALIDADES

1-1 ANTECEDENTES Y OBJETO DE LOS ESTUDIOS

A partir del año 1976, en 4 zonas de la Republica 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 region central del pais. Esta investigacion tiene por objeto asegurar un gran volumen de mineral directamente relacionado a su futura produccion, lo que contribuiria en gran parte al desarrollo economico de Bolivia. Respondiendo a dicha solicitud, el Gobierno Japonés determino realizar la exploracion cooperativa sobre desarrollo de recursos en la zona especificada bajo un plan de 3 años a partir de 1991. La mina Colquiri perteneciente a COMIBOL esta produciendo actualmente estano y zinc que dentro de 5-6 años se agotaran. Para hacer frente a esta situacion apremiante que se presentara, es importante buscar nuevas fuentes minerales en las cercanias de la mina para asegurar producciones futuras. COMIBOL proyecto planes de exploracion en las zonas promisorias, no pudiendo ejecutar los por dificultades. En la presente exploracion, se realizaron estudio geologico, estudio geofisico 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 realizara la prueba del beneficio.

1-2 METODO Y CANTIDAD DE LOS ESTUDIOS

Se realizaron estudio geologico, estudio geofisico , estudio por sondeo y la prueba del beneficio. Como parte del estudio geologico se efectuaron investigaciones de la superficie y del interior de la mina. Se prepararon mapa de rutas empleando un mapa topografico a escala de 1/5000 y, basandose de los cuales, planos geologico y seccional a escala de 1/10000. Además, en el estudio geologico interior, haciendo uso del mapa existente del interior (a escala de 1/5000), se efectuo la investigacion de L325 y L365 para elaborar un mapa geologico 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 N74üTW 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. La prueba del beneficio incluye los ítems principales los siguientes.

- (1) Preparación de las muestras
- (2) Pruebas de molienda
- (3) Pruebas de flotaciones varias
- (4) Identificación microscopía de los minerales existentes y análisis químico.

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

Tabla 1-1-1 Contenido y cantidad del estudio

	Primera fase	Segunda fase	Tercera fase
Geología	Area 28km ² Ruta 30km Mina 10días		
Geofísico	I. P. 46.5km 18 líneas CSAMT 217 puntos		
Sondeo	Exterior (m) 6 pozos 2,126.15 Total 2,126.15	Exterior 11 pozos 4,532.50 Interior 4,372.95 4 pozos 612.15 Total 4,994.15	Exterior 9 pozos 2,961.80 Interior 3 pozos 1,054.40 Total 4,016.20
Beneficio			1 pieza

Tabla 1-1-2 Cantidad de prueba en laboratorio

		Primera fase	Segunda fase	Tercera fase
Geologia	sec. delgada de roca	10 pz		
	sec. pulida de mineral	15 pz		
	X-rayos de roca	61 pz		
	anl. quimica de mineral	110 pz		
	anl. de EPMA	30 pz		
Geofisco	Medcion de resistivids, polarizacion de roca	44 pz		
Sondeo	sec. delgada de roca	6 pz	11 pz	10 pz
	sec. pulida y delgada de mineral		16 pz	
	sec. pulida de mineral	17 pz	26 pz	20 pz
	anl. quimica de mineral	31 pz	155 pz	150 pz
	anl. de EPMA			10 pz
Prueba	anl. quimica de mineral			205 pz
	anl. de EPMA			8 pz

Tabla 1-1-3 Periodo de estudio

	Primer ano	Segund ano	Tercer ano
Preparacion en Japon	6 Jun. 1991~ 7 Ju . 1991	10 Jun. 1992 ~ 25 Jun. 1992	14 Jul. 1993~ 13 Ago. 1993
Estudio geologico en bolivia	5 Jul. 1991~ 17 Ago. 1991		
Perforacion en bolibia	8 Sep. 1991~ 30 Mar. 1992	26 Jun. 1992 ~ 29. Dic. 1992	14 Ago. 1993~ 29 Dic. 1993
Exploracion geofisica en bolibia	5 Jul. 1991~ 30 Sep. 1991		
Prueba de beneficio en bolivia			29 Oct. 1993~ 6 Dic. 1993
Interpretacion	1 Feb. 1992~ 25 Feb. 1992	5 Ene. 1993 ~ 19 Feb. 1993	5 Ene. 1994~ 25 Feb. 1994
Dias totales	299	255	263

Tabla 1-1-4 Personales de estudios

	PRIMERA FASE	SEGUNDA FASE	TERCERA FASE
Plan, Ajuste y Direccion	KATSUMI YOKOKAWA MNAJ	TOSHIO SAKASEGAWA MNAJ	KATSUTAKA NAKAMURA MNAJ
	TOMOKI SATOH MFA	KATSUTAKA NAKAMURA "	SYUICHI KASUKAWA MITI
	ETSUO OZAWA MNAJ	KOHSUKE TAKAMOTO "	SEIICHI MIZUSAWA MNAJ
	KENICHI SATOH "		SATORU SHIOKAWA "
	KOHSUKE TAKAMOTO "		KOU NAITOH JICA
		KOUJI KURONUMA Jefe , DOWA ENG.	TOSHIYA ITOH Jefe DOWA ENG.
Estudio en Bolivia	YASUO ENDOH Geoficia, "	HITOSHI HASEGAWA Sondeo "	HITOSHI HASEGAWA Sondeo "
	TADASHI NYUI " "		SHIGERU HASHIMOTO Metallugia "
	MARIO IWAYA " "		
	HITOSHI HASEGAWA Sondeo "		
	MICHIYUKI OHONUMA " "		
	KIMHIRO KODAIRA " "		
	TSUTOMU KODAMA Geologia "		
Contraparte de Bolivia	Adalid Ticona COMIBOL	Jorje Flores	Jorje Flores
	Jorje Flores "	Javiel FLORES	Fidel Lopez
	Javiel Flores "	Alberto Murillo	
	Alberto Murillo "		

NOTAS : MFA Ministry of Foreign Affairs
: MITI Ministry of International Trade and Industry
: JICA Japan International Cooperation Agency
: MNAJ Metal Mining Agency of Japan
: DOWA ENG. DOWA Engineering Co., Ltd.
: COMIBOL Corporacion Minera de Bolivia

CAPITULO 2 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. 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 Poopo, 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 Amazonico.

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 fría y seca. La diferencia entre invierno y verano es muy marcada, y la temperatura invernal es de -5° a 8° , la veraniega es de 2° a 14° . 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° . 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 playa musgos.

CAPITULO 3 GENERALIDAD DE LA GEOLOGIA

3-1 ESTUDIOS ANTECEDENTES

El informe de los estudios sistematico sobre la Mina Colquiri fue empezado por Donald F. Campell en 1947 y despues se hicieron mas estudios desde el punto de vista cientifico. El comienzo del estudio de la superficie terrestre y geologia, y la exploracion geofisica de cada zona mineralizada, excepto el estudio sistematico, es 1962, despues de la nacionalizaion de la Mina Colquiri. C.Gamboa de la Corporacion Minera de Bolivia (COMIBOL) investigo la zona norte de Ocavi en 1976 y publico sus situaciones de mina. C.Soruco investigo la geologia detallada de cada yacimiento, tales como Triunfo Norte situado en la zona norte de la mina Colquiri, Librulibruni y Unificada, y dio una guia a la exploracion regional. Tambien F.Merida investigo el yacimiento de la zona de Armas situada al noroeste de la Mina Colquiri en 1977 y publico las situaciones. Ademas de estos, el departamento de COMIBOL hizo minuciosamente planos geologicos de Triunfo, Librulibruni y Armas. Despues de reunir todos resultados de los estudios en una coleccion, A. Mulillo publico sobre potencial y direccion del yacimlento de la zona norte de Colquiri en 1991, ademas monto un plano geologico de un dies milesimo de la region Colquiri.

Para la exploracion geofisica, fue utilizado el metodo Turam para las zonas de Ocavi, Armas, Unificada y Triunfo Norte por Rainboth y Mecnamee en 1963. Mecnamee investigo tambien Alto. Colquiri Norte. En 1965, J. S. Stem realizo el metodo Turam, la prospeccion magnetica y el metodo de potencial natural para las zonas prometedoras, basandose en los resultados de estos estudios. La exploracion geofisica fue realizada por los propios fondos de COMIBOL.

El estudio de sondeo se realizo en Ocavi, Armas, y Unificada entre 1960 y 1970 pero no se ha realizado el estudio para la zona anomala de la exploracion geologica sino solo para la zona poco profunda. Por lo tanto, la longitud de excavacion es sondeo con declive suave de unos 100m, y no alcanzo a los lugares en laboreo.

Los estudios existentes son asi, como mencionados arriba, es muy significativo realizar el sondeo de mas de 300m para la zona anomala despues de la exploracion geofisica, 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 , las areniscas minuciosas consideradas en del periodo Devonico y la formación Catavi consistida principalmente en la formación alternante de arcillas endurecidas areniscas. Se distribuyen estas geologías demostrando la corrida hacia noroeste en armonía con la estructura geológica general de Bolivia mencionada mas arriba. La estructura de Los Andes Este en la que se situa la región del estudio, generalmente muestra una corrida hacia noroeste, principalmente consistidos por el sistema Silurico, el Ordovisico y el Devonico del estrato paleozoico, y las formaciones Uncia y Catavi mencionadas arriba, pertenecen a estos sistemas. Los estratos paleozoicos sufrieron un pliegue de gran escala, de la orogenesis Variscana y la Alpinas, y ahora demuestran una estructura de pliegue sucesivo notable. Por estas estructuras, a lo largo de Los Andes Este, estan esparciados los basaltos hechos por intrusion del periodo Cretacico, cuarz-porfidos, adamellitas hechos intrusion de la epoca mesozoica, y dacita intruda en el Plioceno, sin embargo, en la región del estudio no se ve la intrusion de las rocas igneas, solamente hay digues pequenos; solo se relaciona la mineralizacion de Los Andes estrechamente con rocas intrusivas acidas de estas y forma un barío de yacimiento mas grande de Bolivia. Generalmente la mineralizacion lleva un yacimiento estanifero 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 esta clara la relacion entre la mineralizacion y la roca ignea, se supone que en la parte poco profunda de la región Colquiri estan difundidas escondidamente las rocas intrusivas acidas.

3-3 HISTORIA GENERAL DE LA INDUSTRIA MINERA

La región del estudio, Colquiri, procede de "COLQUIRI" del Aimara, y "COLQUIRI" significa plata y Iquiri significa "Estano esta dormido". En la epoca de la colonia española se explotaron la galena artentifera en las partes poco profundas, ap untando a la plata. Cerca del pueblo de Corquiri hay una zona anomala llamada mesa de plata. Sin embargo, se aclaro que habia poca galena y estaba compuesta principalmente de estano y zinc, y luego en 1880 fue empezada producir estano en pequena escala. En 1937, se construyo un ingenio de separacion gravimetrica con capacidad de

tratamiento de unos 50 toneladas por día en la compañía minera de Colquiri perteneciente al Consorcio Hoeschild, que entonces era uno de los tres grandes consorcios financieros, además en 1974 se construyó un ingenio de estano. 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, bajo repentinamente el precio de estano 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 : estano-1.43% , zinc-8.21%, la cantidad de concentrado en agosto de 1991 es : estano-503t, 47.73%, zinc-2,965t, 47.93%. La mina presente es una lucrativa excepcional de las afiladas a COMIBOL.

CAPITULO 4 ESTUDIO GENERAL DEL RESULTADO DE LA INVESTIGACION

4-1 CARACTERISTICAS DE LA MINERALIZACION Y MODELO DE FORMACION DE YACIMIENTOS

Las 7 zonas mineralizadas principales de la mina de Colquiri muestran una distribucion aproximadamente eliptica con un eje largo hacia norte-sur (Fig.1-1-3). Entre estas zonas mineralizadas, las de Unificada, Librulibruni, Triunfo y Central, situadas al este, estan siendo explotadas hasta altas profundidades. Sin embargo, la exploracion de las zonas de Armas, Ocavi y Alto Colquiri, situadas al oeste, se ha realizado solo 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 geologico dentro y fuera de la mina, exploracion geofisica, investigacion por sondeos y los datos existentes, a continuacion se describiran sobre las caracteristicas de la mineralizacion de los yacimientos y sobre el modelo de formacion de yacimientos. Los detalles de las cada zona mineralizada se encuentran en (Parte II Comentarios)

4-1-1 CARACTERISTICAS DE LA MINERALIZACION

Los yacimientos de Colquiri son del tipo ejemplar de relleno de fractura. Ademas, desde el punto de vista de contenido metalifero, son yacimientos multi-metariferos tipicos que contienen principalmente estano, 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 argentifero. 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 zonal y textura de exsolucion con calcopirita, casiterita, etc.

Como minerales argentiferos se han confirmado la existencia de pirargirita, argentita, estibnita, frankeita, hocartita, carotito y estfanita. Se han descubierto tambien 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 formacion a relativamente baja temperatura. Sin embargo, se ha

confirmado solo poca pirrotina y mineral cuarcifero de formacion a alta temperatura, no habiendo magnetita. Ademas, en la presente zona mineralizada, a diferencia de las otras zonas mineralizadas, se ha confirmado la existencia de mineral argentifero en pequena cantidad, en que se observa buena calidad de plata concentrada en la zona de baja temperatura, pero siendo baja la calidad de estano concentrada en la zona de alta temperatura. Por otra parte, en la cercania de las vetas de la presente zona mineralizada, no se observa ninguna cloritizacion. Por lo tanto, deduciendo de estos fenomenos, puede considerarse que en comparacion con la mineralizacion de las otras zonas mineralizadas, la mineralizacion de la zona mineralizada de Alto Colquiri esta bajo una condicion de mas baja temperatura.

En las zonas de Armas y Ocavi, se encuentra abundante pirrotina de formacion relativamente a alta temperatura. Se ha confirmado tambien magnetita de formacion a alta temperatura. Sin embargo, es excesivamente bajo el volumen de explotacion de marcasita, pirrotina y siderita de formacion a relativamente alta temperatura. Ademas, en estas 2 zonas mineralizadas, la calidad de plata es baja y la de estano es alta en comparacion con la zona mineralizada de Colquiri. Por lo tanto, deduciendo de estos fenomenos, puede considerarse que en comparacion con la mineralizacion de la zona de Alto Colquiri, la mineralizacion de la zonas mineralizadas de Armas y Ocavi estan bajo una condicion de mas alta temperatura. La combinacion de los minerales de la zonas mineralizadas de Central, Librulibruni y Triunfo, es igual que la combinacion de la zona mineralizada de Ocavi y Armas, aunque la ley de estano es muy alta. Por lo tanto, se supone que las 3 zonas mineralizadas arriba mencionadas, por ofrecer un contenido rico de estano, son de una condicion un poco mas alta en comparacion con la mineralizacion de las zonas mineralizadas de Armas y Ocavi.

Ademas, como mineralizacion comun a todas las zonas mineralizadas de la presente mina, sin considerar la cantidad de minerales de formacion a alta temperatura, son sencillos el mineral de formacion comun y la textura del mineral reconocidos, sin verse sulfosales complicados. Ademas, la temperatura de relleno de las inclusiones de fluido dentro del cuarzo de la veta de Carlos es $205-385^{\circ}$ (Sugaki 985).

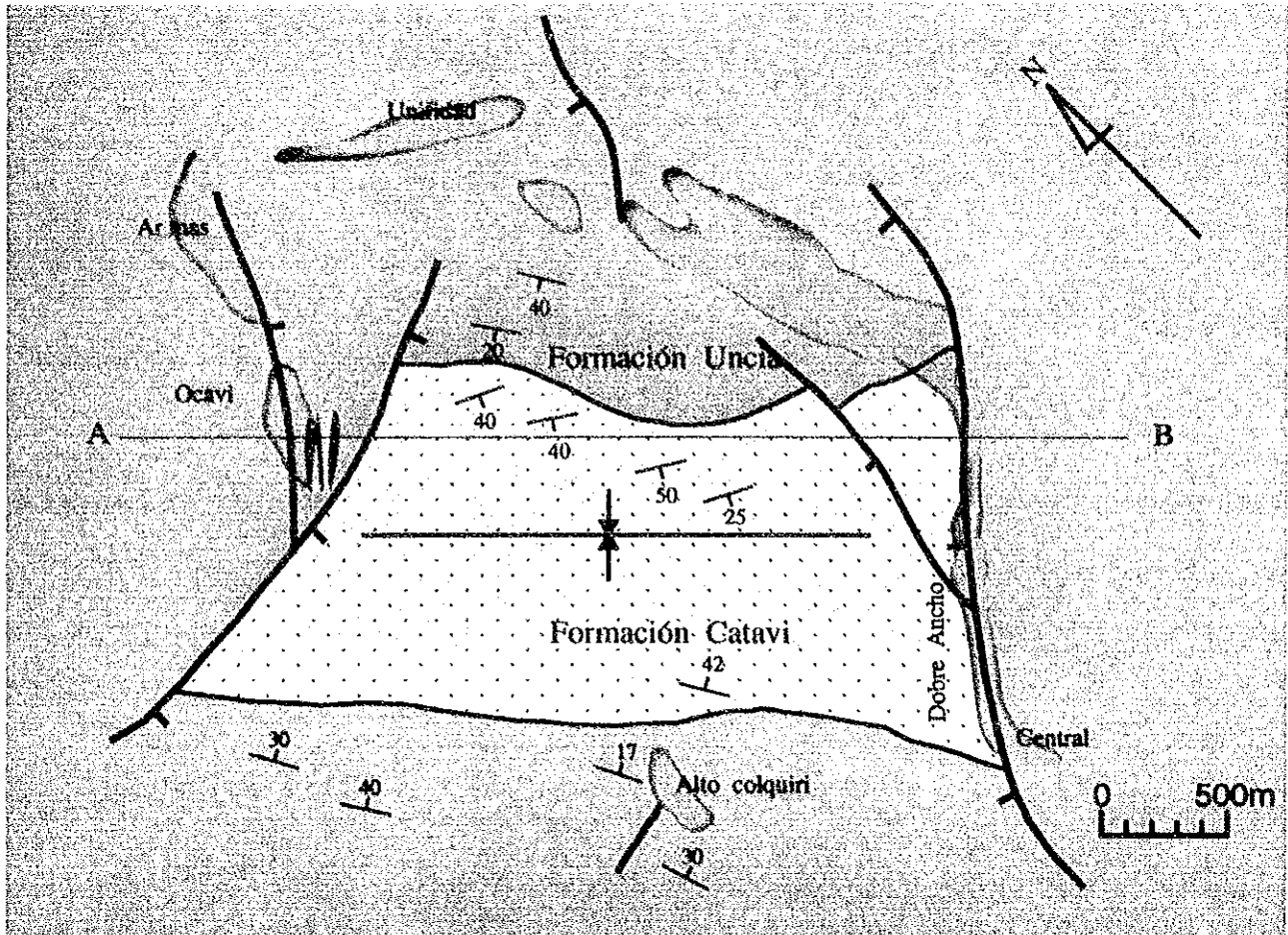
De estos hechos, se deduce que la mineralizacion, depositandase rapidamente, es una que posee distribucion en diferente zona mediante la combinacion de textura mineral arriba mencionada. Sobre la relacion mutua entre los metales principales, el estano plata muestran una relacion mutua negativa, mientras que el plomo - plata muestran una relacion mutua positiva. Por lo tanto, de los fenomenos arriba mencionados, se deduce que la temperatura de mineralizacion 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 condicion de formacion de baja temperatura. Ademas, de los minerales, puede decirse que cada zona mineralizada se caracteriza como sigue: Zona mineralizada de Central; mineral cuarcifero – pirrotina, zonas mineralizadas de Armas y Ocavi; mineral cuarcifero – magnetita – (marcasita), zona mineralizada de Alto Colquiri; mineral argentifero – marcasita – (pirrotina) – siderita – galena. Esta combinacion de minerales esta en conformidad con la tendencia de la temperatura de la mineralizacion anteriormente descrita. Desde el punto de vista de compuestos metalicos positivos, se considera que las zonas mineralizadas de Central, Armas y Ocavi son zonas de estano y Alto Colquiri es zona de plata – plomo.

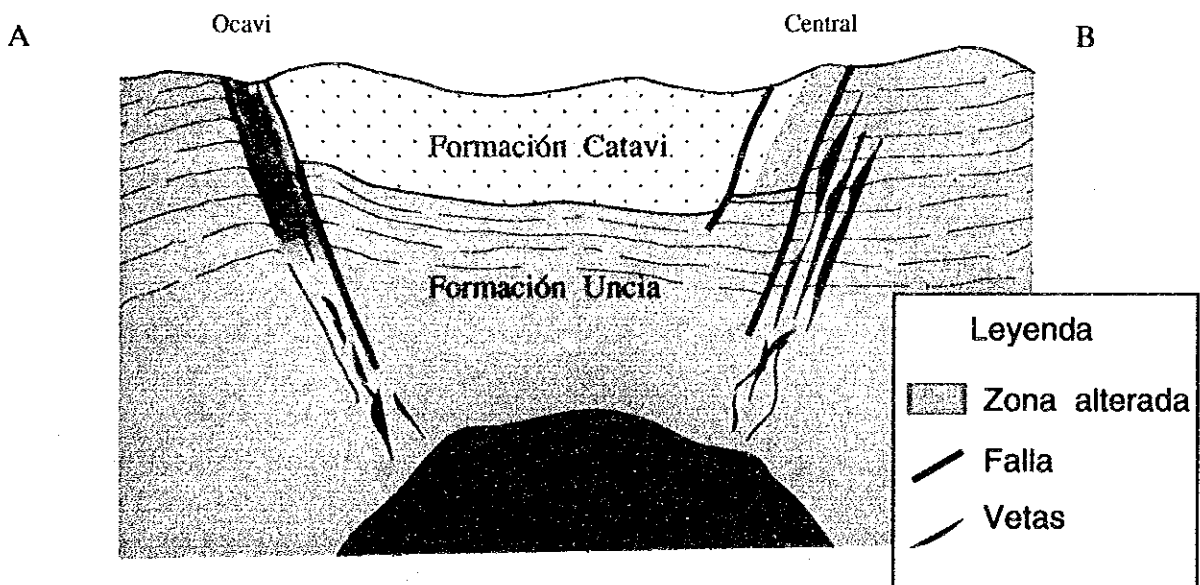
De la coexistencia de los minerales y gangas, se observan la calidad metalica y temperatura de formacion arriba mencionadas, sin tener en cuenta su volumen, como se ven minerales de formacion a alta y baja temperatura a lo largo de toda la mina de Colquiri, se supone que el presente yacimiento es uno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

4-1-2 MODELO DE FORMACION DE YACIMIENTOS

La Fig. 1-1-1 muestra la zona mineralizada de la mina, la distribucion de las fallas y el mapa seccional del modelo. Las fallas principales de la presente mina estan al noroeste – 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 Jose 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 Formacion Uncia. Sin embargo, en la zona central entre estas dos fallas, a traves del estudio geologico se ha confirmado que se distribuye la Formacion Catavi, que corresponde a la Formacion Uncia, con una estructura sinclinal de noroeste –sudeste. Por consiguiente, en cuanto a la estructura geologica, puede decirse que la parte central entre la falla de Ocavi y la de Doble Ancho es una zona deprimida debido a la accion de la falla. La distribucion de las fallas y zonas mineralizadas principales es tal como se muestra en la Fig. 1-1-2. 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. Ademas, tanto el grupo de vetas de la zona mineralizada de Armas y Ocavi, al oeste de la zona, como el grupo de vetas minerales del este se distribuyen

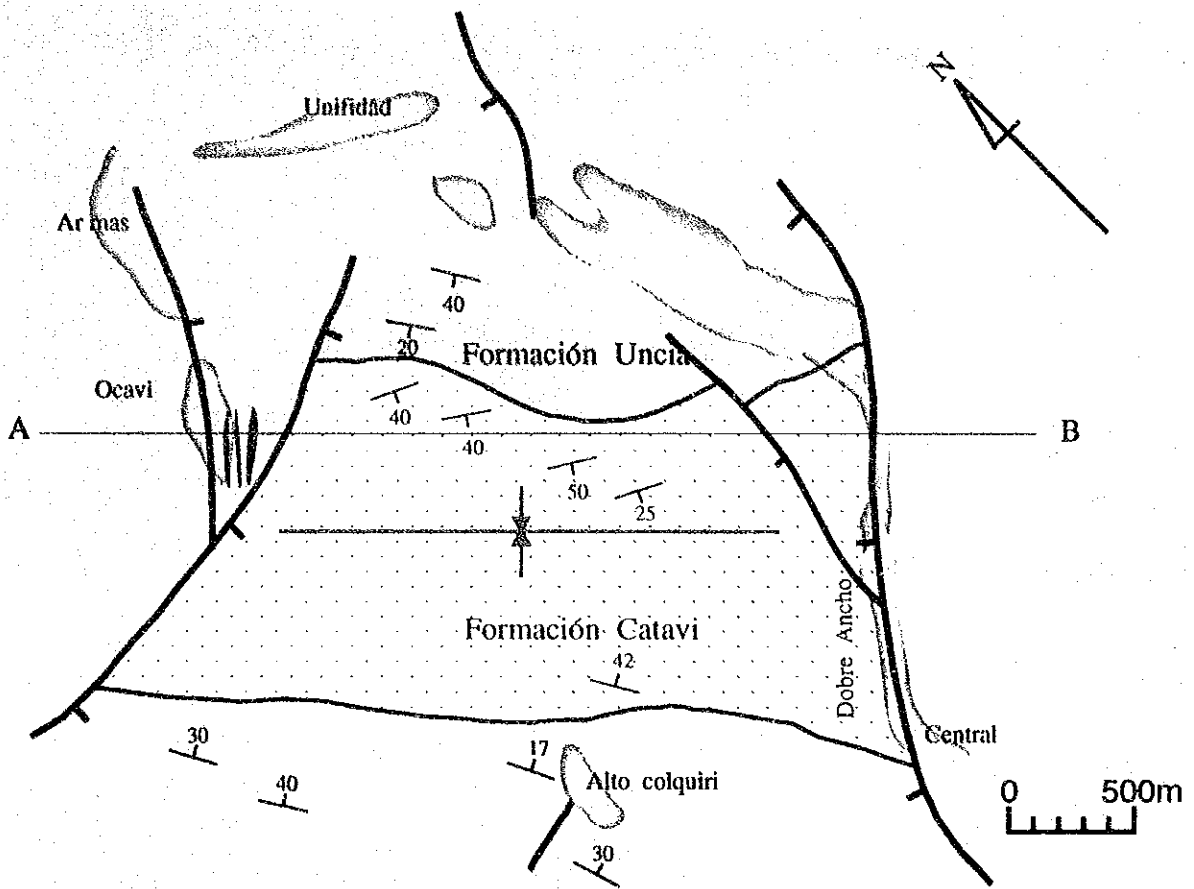


Plano Geológico

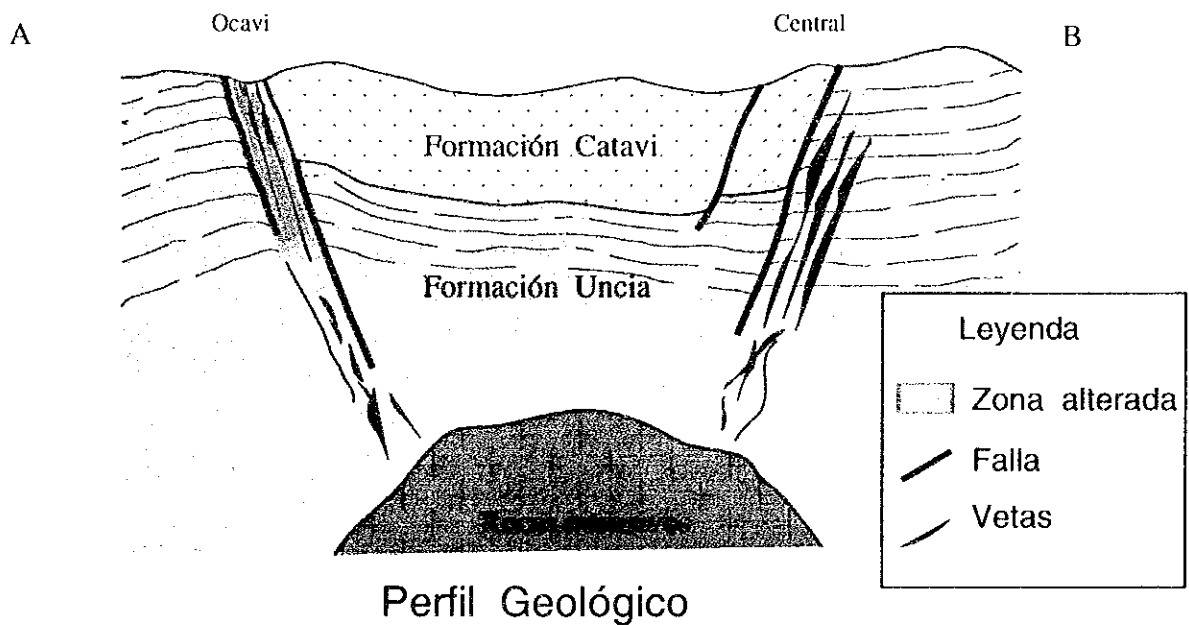


Perfil Geológico

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



Plano Geológico



Perfil Geológico

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

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 porfido cuarífero del Tercer periodo. 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 gneisizado 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 de 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 estudiada 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 region, se ha confirmado la existencia de zona anomala y zona de resistividad que predominan en un amplio alcance, hasta las lineas de medicion 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 y 32-34 se ha observado un gran numero de vetas que incluyen en parte vetas de alta calidad. Cabe observar que no siempre estan en conformidad la zona notablemente anomala 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 lineas de medicion G, H se han descubierto zonas anomalas IP de pequena escala. Se deduce que estas zonas anomalas forman parte de la extremidad de la zona mineralizada. En MJBC- 3,11, se descubrio unicamente un gran numero de vetas que incluyen en parte venillas de alta calidad.

(Zona de Alto Colquiri)

En las lineas de medicion P-R, dentro de las formaciones de Uncia se detectaron con evidencia zonas anomalas IP y zonas de resistividad bajas y medianas. En comparacion con los yacimientos de las zonas mineralizadas de Central, puede decirse que las zonas mencionadas son de menor escala. Sin embargo, MJBC-1,2,6,12,13,18,19,20,21 y 18-30, se encontraron un grupo de vetas que incluyen plata y zinc, y se calcula que existe una reserva prospectiva de gran reserva. Aunque es poca la extension de la zona anomala 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, Libullbruni, Unificada)

En estas areas se descubrieron zonas notablemente anomalas IP y zonas de resistividad baja, reflejandose claramente cada zona mineralizada que continua de Central a Unificada. Con cierta diferencia en altibajos de ondulaciones entre norte y sur en las lineas de medicion H-J que corresponden a la porcion extendida al sur de las vetas de San Antonio(dentro de la zona mineralizada de Central), se descubrieron zonas anomalas IP continuas y zonas de resistividad baja. Se realizaron sondeos en el interior de la mina, MJBC-14-17 (4 taladros), dandose con las vetas cuya reserva prospectiva se calcula alcanzar 190mil toneladas.

4-3 El mineral de Alto Colquiri tiene una ley de cabeza de 265 grs/ton de Ag; como resultado de la prueba metalurgica se concluye que se puede recuperar un 40% de concentrados de plomo y un 30% de concentrados de zinc, lo que en buenas cuentas significa producir un 70% de concentrados de plata para lo que no es necesario implementar nueva tecnologia.

Los concentrados de zinc con tenores de 700 a 800 grs/ton Ag podrian ser comercializados en el futuro cuando las condiciones economicas sean favorables.

PARTE SEGUNDA

DESCRIPCIONES DETALLADAS

CAPITULO 1 ESTUDIO GEOLOGICO

1-1 RESUMEN DE GEOLOGIA

La region objeto del estudio esta formado de rocas que forman el sistema de montanas de los Andes del Este. Las rocas sedimentarias donde se acumulan la formacion de Uncia y la de Catavi, las que no son afectados por las actividades volcanicas, se componen de sedimentos de moigeosinclinal. Hay conformidad de relacion entre la formacion de Uncia y la de Catavi, observandose una tendencia de transicion en la formacion de Catavi que en la formacion de Uncia.

En la Tabla 2-1-1 se hace una coleracion estratigrafia de esta region. Como rocas volcanicas se confirmaron la existencia de stock de porfido cuarcifero en la cercania de Catavi y Huanuni al sudsudeste de la region de estudio. Y debido a la mineralizacion de gran escala, se puede esperar la existencia de rocas intrusivas que provocaron mineralizacion tambien en las profundidades de la region del estudio.

Tabla 2-1-1 Correlacion de estratigrafia

Autor		Area		MMAJ (1975)	C. Sorco (1976)	R. merida (1977)	JICA-MMAJ(1991)
Edad geologica				Huanuni ~ Colquiri	Colquiri	Colquiri	Colquiri
Cenozoico	Cuaternario			Aluvial, Morreno Coluvial	Aluvial, Morreno Coluvial	Aluvial, Morreno Coluvial	Aluvial, Morreno Coluvial
	Terciario	Plioceno	Fm Los Fraires				
		Mioceno	Mioceno +200m				
Mesozoico	Cretacico	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 Panpa ±900m	Fm Uncia
		Medio			Fm Uncia 450~ -1,200m		
		Inferior	Fm Cancaniri +400m				

1-2 GEOLOGIA

En la Fig. 2-1-1 se muestran un mapa geológico y una vista seccional.

(1) Formación Uncia

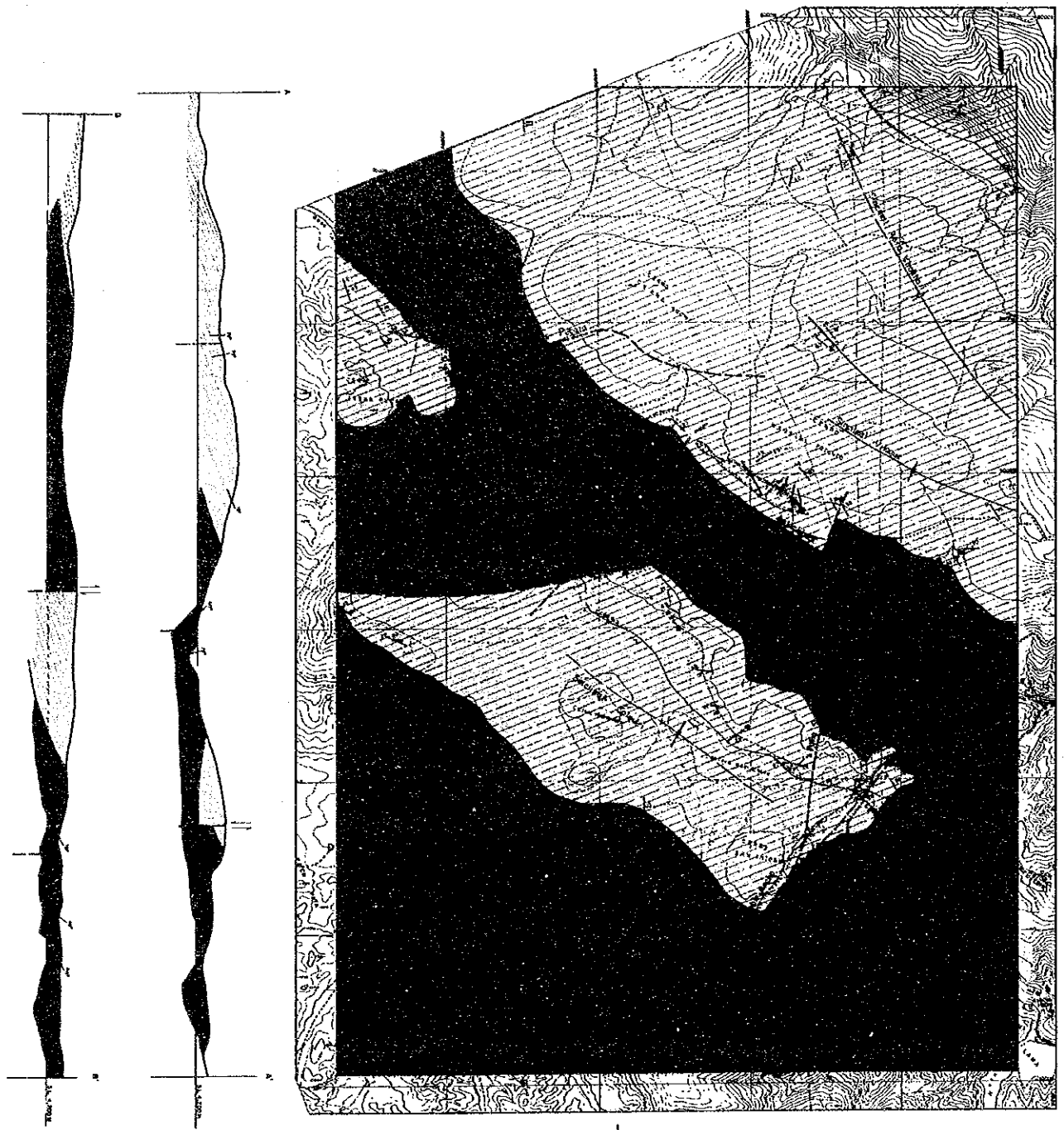
El sitio señalado es Uncia que se encuentra al sudsudeste de la región de estudio. Aunque no se conoce exactamente, se deduce que el espesor de la formación dentro de la región del estudio es mayor a 1000m. Esta formación se contrasta con la parte superior del Periodo Devonico. En el interior de la región 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 circon. Hay concordancia con 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 devonico. 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). En microscopio, se ha confirmado como composición principal fragmentos cuarzoso con muchos fragmentos de plagioclasa y feldespato de potasio, sin observarse cloritas y sericitas. En parte se ha observado una pequeña cantidad de fragmentos de turmalina, circon 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



-  Foración Cateri
-  Foración Uncia
-  Banda de alteración de granita y pizarra
-  Zona alterada, fracturada
-  Tufa alterada
-  Eje de anticlinal
-  Eje de sinclinal
-  Falla
-  Ruedo y buzamiento

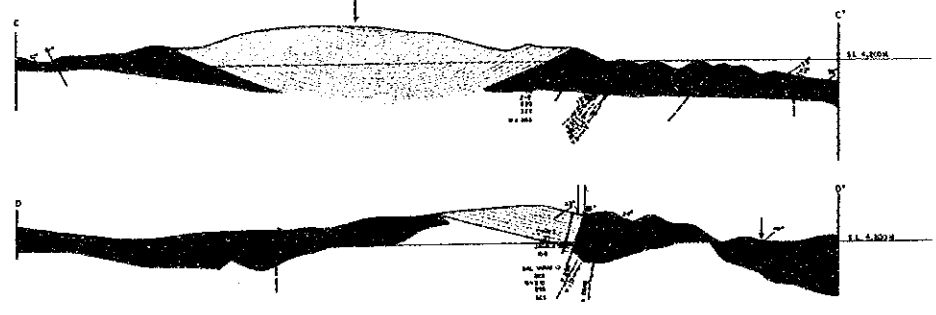
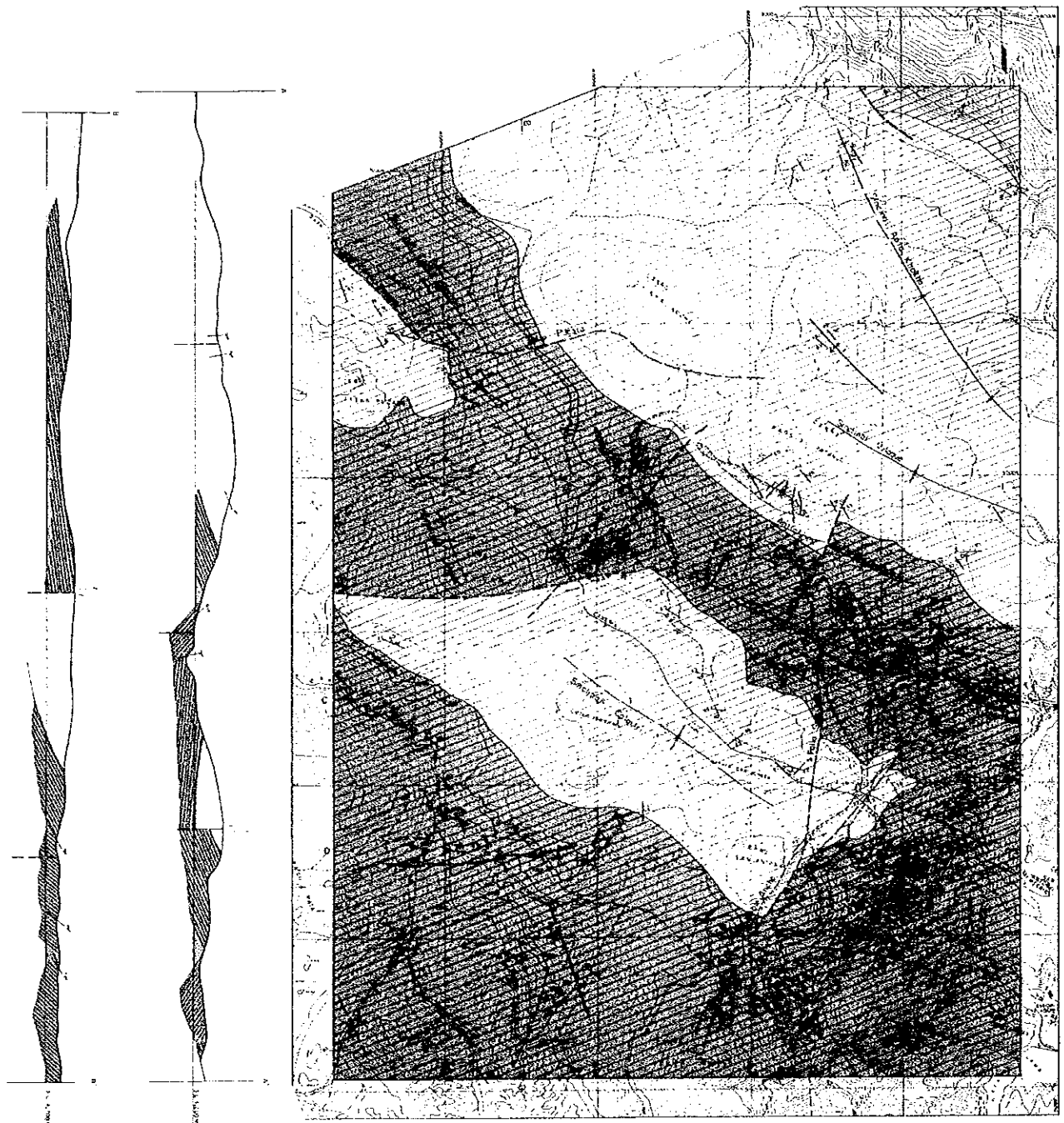










Fig.2-1-1 Mapa geológico y corte geológica



-  Formación Cate...
-  Formación Uncia
El área de adaptación de tónica y pizera
-  Zona acotada estructural
-  zona aflojada
-  Eje de normal
-  Eje de inyección
-  Faja
-  Ruedo y Buzamiento

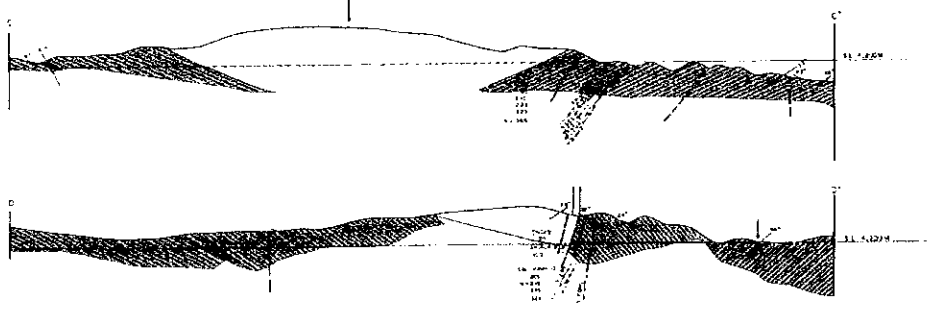
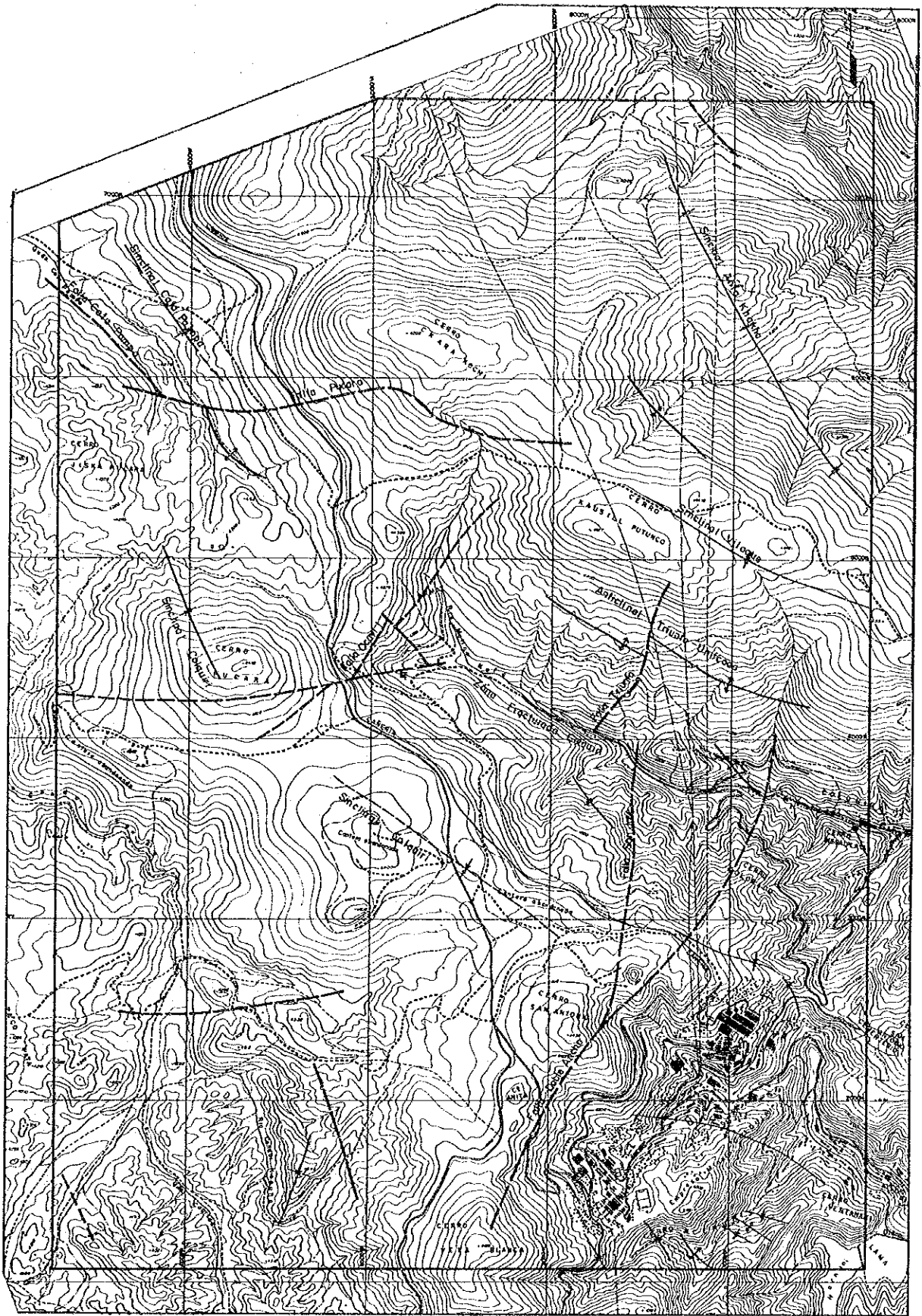





Fig.2-1-1 Mapa geológico y corte geológica



-  Eje de anticlinal
-  Eje de sinclinal
-  Falla

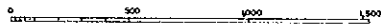
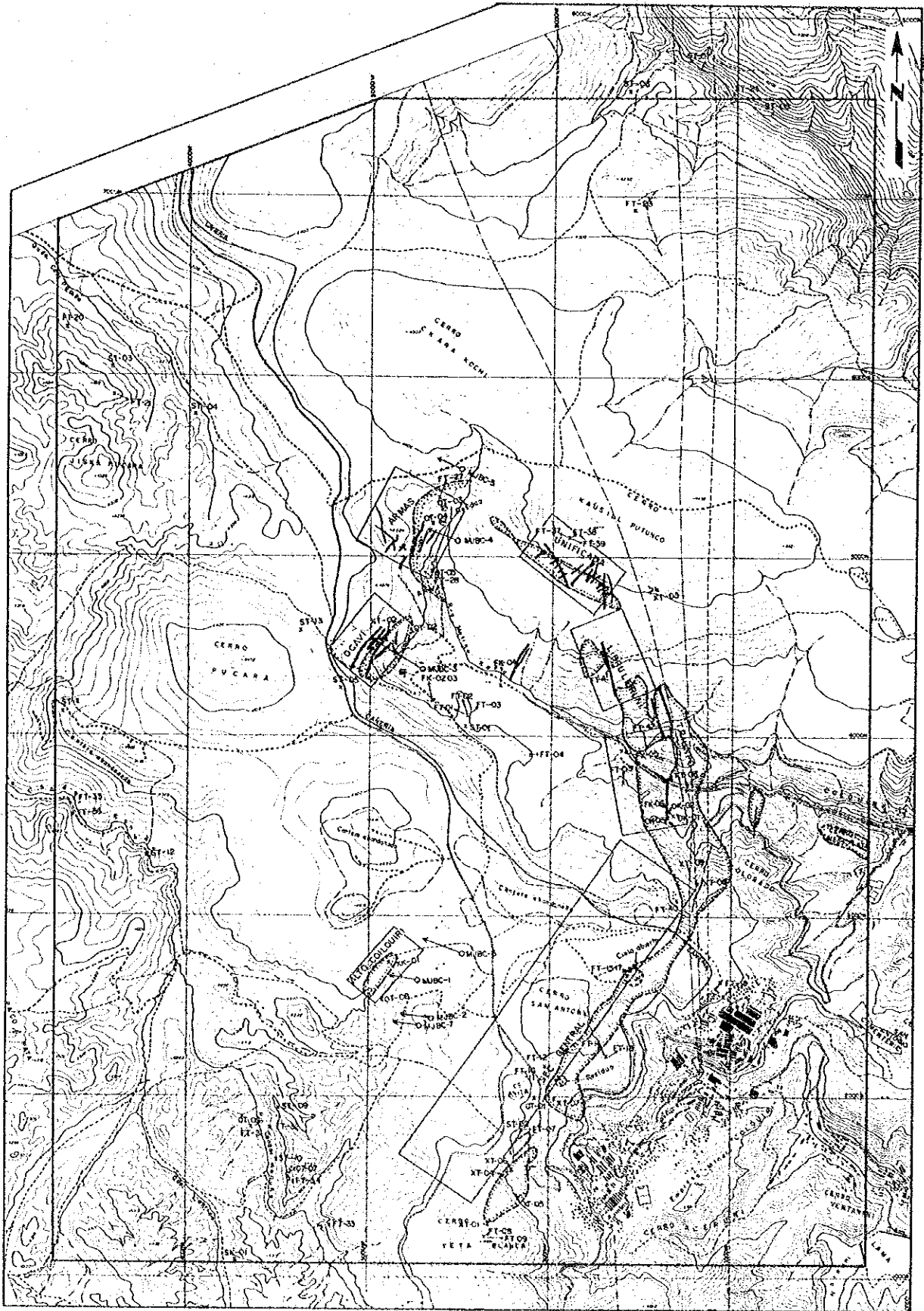


Fig.2-1-2 Mapa resumido de estructura geologica





 Goma alterada, generalizaciones proyectadas
 Yeto

Fig.2-1-3 Mapa de ubicacion de indicios mineralizados

muestra en la Fig. 2-1-2. La region de estudio geologica pertenece al sistema de montañas, y la estructura geologica basica concuerda totalmente con la estructura geologica 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 region vecina, se ha confirmado estructuras de plegamiento practicamente paralelas y cruzadas con relacion 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 formacion de Uncia como la de Catavi recibieron la cizara principal de presion del organico nevada en sentido nordeste - sudoeste. La accion de falla es notable en las fallas de Colquiri, Cata Bamba y en las que estan en paralelo y directo al eje de plegamiento como las fallas de Triunfo, Catavi, San Jose, Doble Ancho. Se han observado tambien accion secundaria que actua oblicuamente en menor escala. No siempre es clara la relacion de las acciones de falla de cada sistema. De entre estas fallas, en las fracturas de las fallas de San Jose y Doble Ancho no se ha alcanzado la mineralizacion, por lo que se deduce que dicha accion se debe a las actividades de mineralizacion posterior.

1-4 YACIMIENTO

1-4-1 RESUMEN DE LOS YACIMIENTOS

La region de estudio esta situada dentro de un alcance de yacimientos de minerales multi-metalicos mas importante de Bolivia. Como prueba de ello, dentro de la region de estudio se han encontrado numerosas vetas, minas antiguas y zonas mineralizadas/alteradas.

Los yacimientos de la presente mina son yacimientos de filones argentiferos, estaniferos y zinc del tipo relleno fracturado tipicos derivados de las fallas de Uncia. Ademas, el resultado del analisis de la temperatura de relleno y salinidad de la inclusion de fluido demuestra que estos yacimientos son un tipo xenotermal. Las 7 zonas mineralizadas principales confirmadas dentro de la region de estudio pueden dividirse en la seccion este y la seccion oeste. Es decir, cada zona mineralizada de Unificada, Libruribruni, Triunfo y Central que se distribuye en forma de banda en sentido sur y norte, doblandose de la seccion central de la region 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 explotacion. Debido a que la mineralizacion a profundidades escasas, cerca de la superficie, es tipicamente debil, estas zonas

Tabla 2-1-2 Lista de vetas principales

Veta	Long.	Rumbo	Buzam.	Veta	Long.	Rumbo	Buzam.
Blnca	720m	N20W	60W	San Antonio	400m	N30W	56W
Rosario	770m	N60E	60W	R. S. C. -1	410m	N10E	82W
San Carlos	560m	N25W	40W	" -3	340m	N 5E	59W
		N30E	40w	" -23/4	550m	N30E	60W
0	130	N50E	65W				

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 oblicua. 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 unos diez metros. Las vetas principales y su alcance se muestran en la Tabla 2-1-2. Las vetas 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 esta 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 si 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 cintado 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 minerales contienen casiterita, marmatita, marcasita, pirita, pirrotina; como los accesorios, siderita, galena, etc. Por otra parte, los minerales de ganga contienen principalmente cuarzo, clorita, fluorita 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 estanífero 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 esta 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 acuerdo con el resultado de nuestro estudio, describimos sobre la mineralización de esta región.

El mapa plano se muestra en las Figs. 2-1-4 el plano seccional en la Fig. 2-1-5. La presente zona mineralizada esta 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, 2.3/4 de veta Carlos la veta 1 y 1/4 de veta Carlos 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 poligona. 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

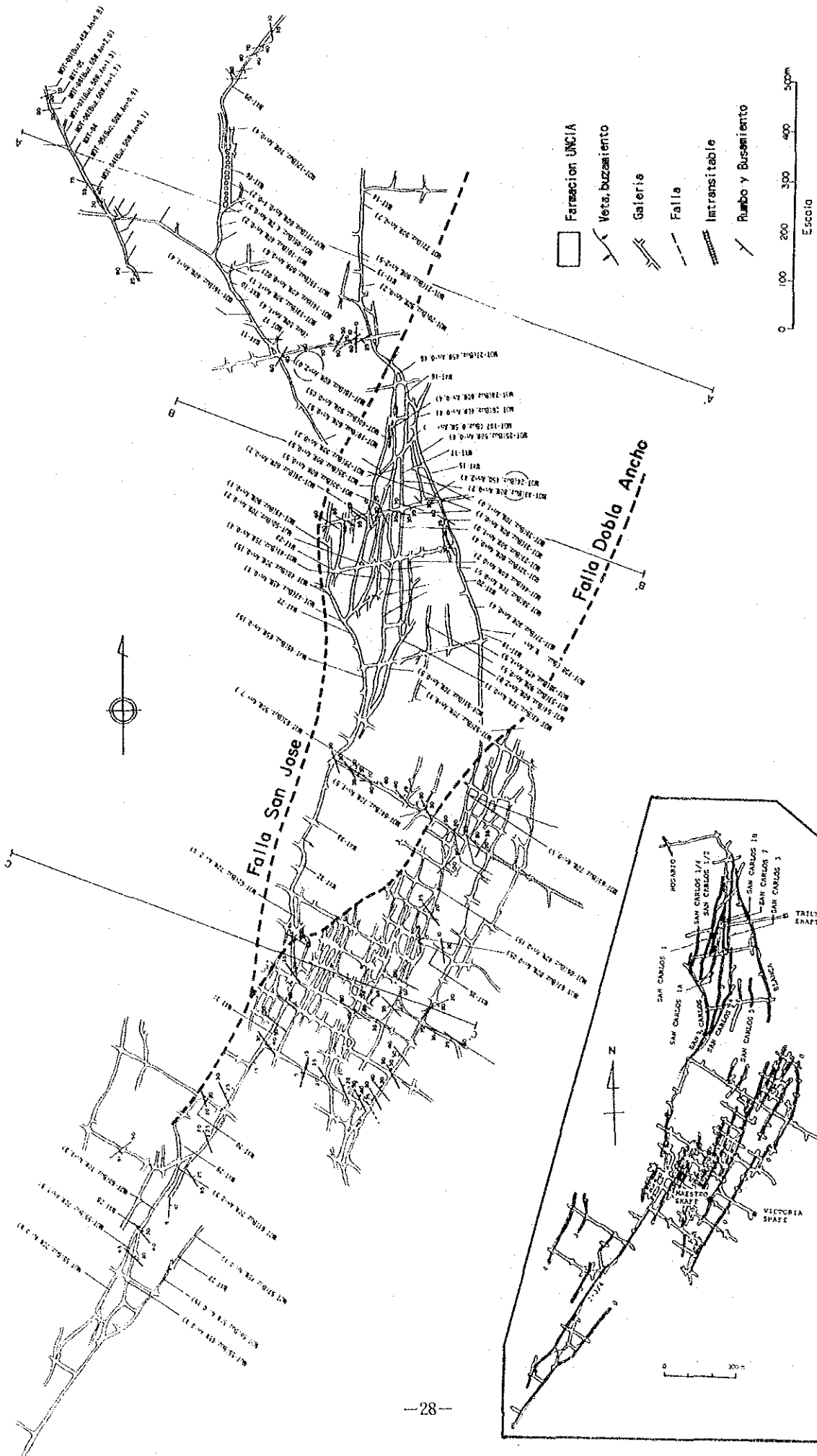


Fig.2-1-4 Mapa geologico de interior mina Ni 325

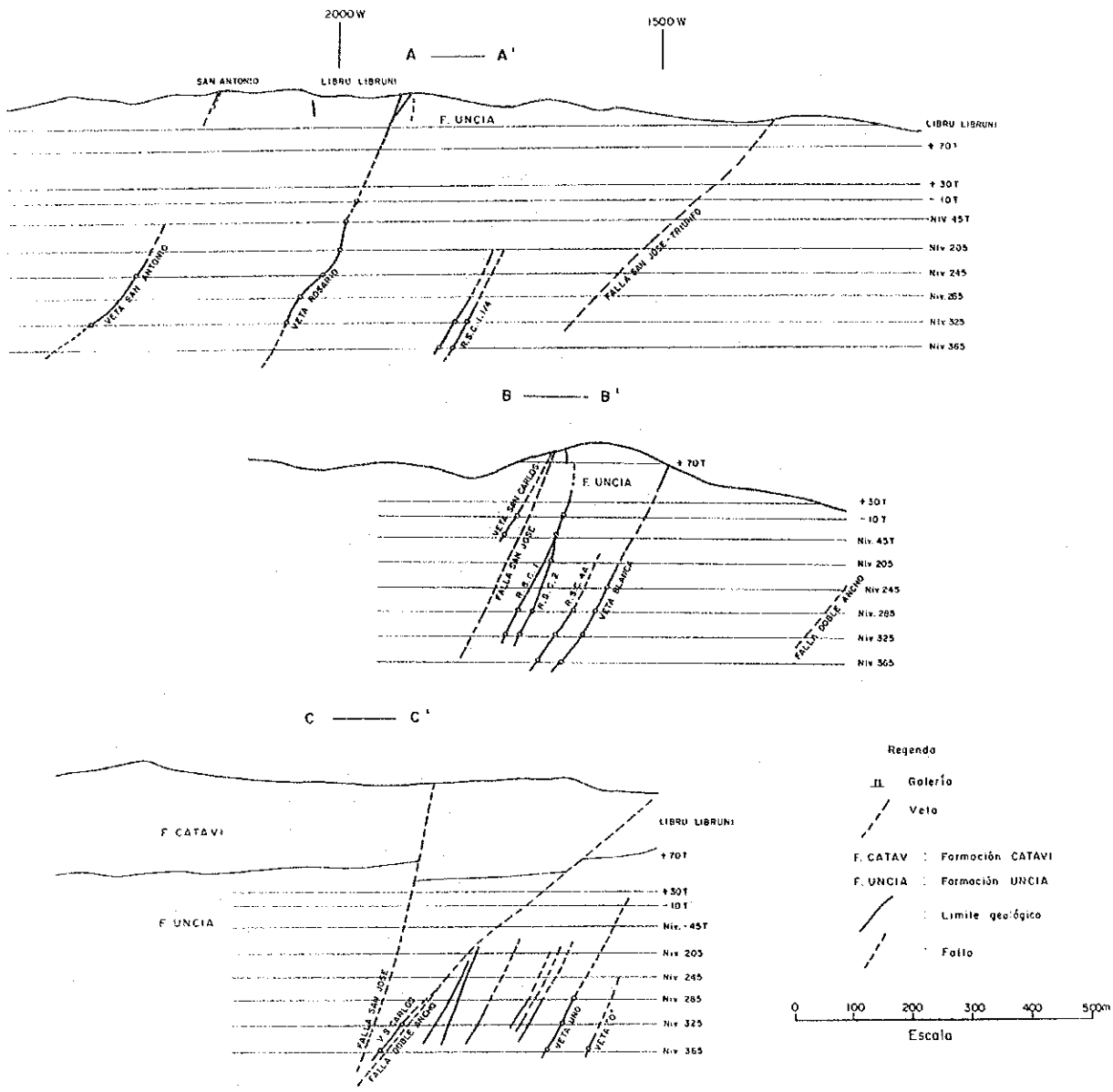


Fig.2-1-5 Seccion geologica de interior mina

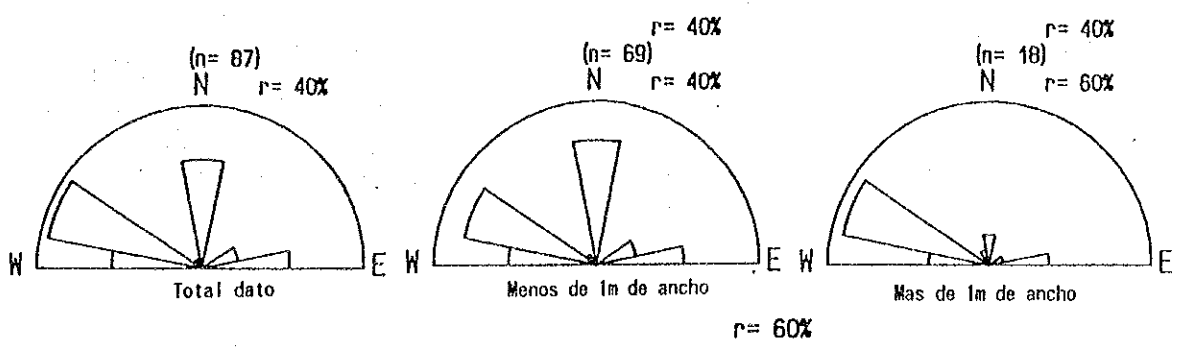
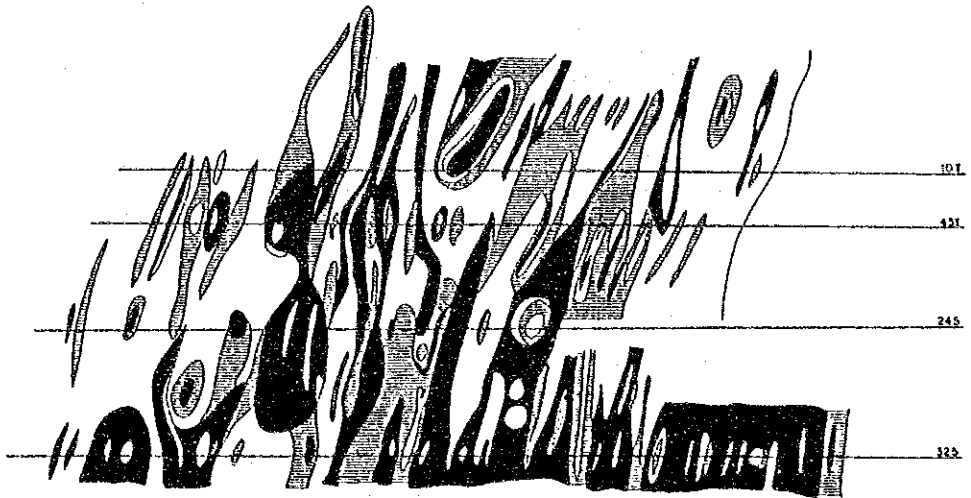


Diagrama de rosa sobre rumbos de vetas en N:325, Y365

Fig.2-1-6 Diagrama de rosa sobre rumbos de vetas

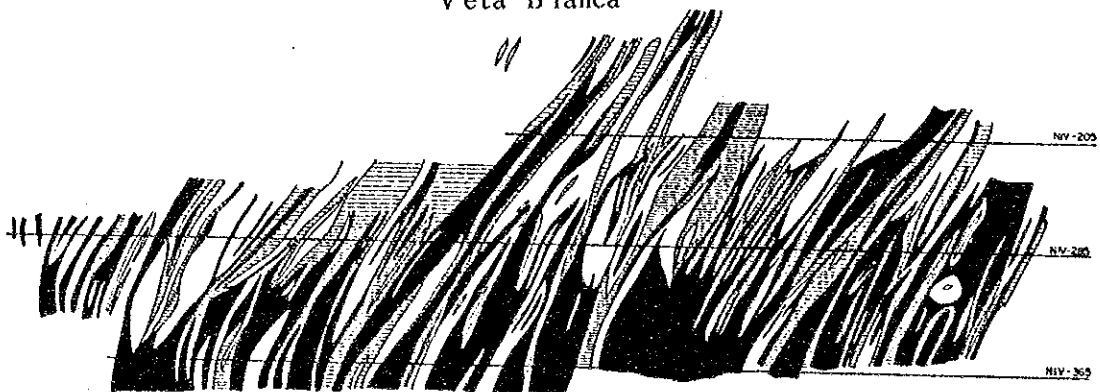
Veta Rosario



Veta San Carlos



Veta Blanca



REFERENCIAS

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

Origen de mapa
Departamento geologia
Emp. Colquiri

Escala
0 50

Fig.2-1-7 Distribucion de ley de estano

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 Librulibruni. Sin embargo, en la superficie de la tierra se observa solo poco afloramiento que corresponde a las vetas del interior de interiores de la mina. 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. 2-1-6. 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. 2-1-7) de la ley de estano 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 estano preparado con referencia al valor medio obtenido del cálculo de cantidad de mineral, 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 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 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. 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 400m. Y la veta principal, tal como se muestra en la Table 2-1-2, 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 una misma zona. 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 veta 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% Sn. En paralelo con la parte inferior del techo de las vetas de Blanca, se desarrollan la veta de Colorada, las cuales, al igual que la veta de Blanca, se tienen abandonadas por no ser buena la mineralización. La veta de Colorada se extiende 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 Ray 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 Galería 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 con 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 galería 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 noreste. Dentro de la presente zona mineralizada, se extienden paralelamente la veta de Colorada, Talla y Armas en sentido norte-noreste, 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 estas 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 estano dentro de las venillas, muy lejos de la mina 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°, 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, aun no explorada, se ha confirmado la existencia de la zona anómala IP mediante el estudio geofísico. En esta sección se realizaron sondeos de MJBC-32,33 y 34, encontrándose muchas vetas con ley alto y numerosas venillas.

Sin embargo, no se han descubierto venillas de calidad de estano mayor a 1%. 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-noreste y 250m en el rumbo cruzado. Dentro de la presente zona mineralizada, se extienden paralelamente las vetas de Copacabana y Laura en sentido norte-noreste y sur-suroeste y en dirección oblicua con esta zona se extiende la veta de Angelica. Hasta el presente, se ha explotado solo 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% Sn, 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 estaníferas y zinc de alta calidad. Y de la cercanía de Ni325 hacia abajo, se observa aumento de calidad de estano, 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 ray X efectuado en una muestra, reveló la existencia de solo una pequeña cantidad de sericita, dando a entender que la alteración de la superficie es relativamente débil. Esta tendencia no solo 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 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 estudio geológico. De acuerdo a este descubrimiento, se realizaron 20 pozos. Sobre este

resultado, se comentara mas adelante. La diferencia con relacion a las otras zonas mineralizadas, es que la presente zona es rica en mineral argentifero. Ademas, en vista de que existe mucha siderita, es evidente que difiere el periodo de mineralizacion. Por otra parte, del mineral compuesto se considera que es producto de la mineralizacion del ultimo periodo de la presente zona.

1-5 CONSIDERACIONES

1-5-1 FORMA DE DISTRIBUCION DE LAS VETAS Y CARACTERISTICAS DE LA MINERALIZACION

Entre las 7 zonas mineralizadas mencionadas en "Comentarios sobre las zonas mineralizadas" del las zonas mineralizadas de Ocavi y Alto Colquiri estan distribuidas independientemente en sentido de norte-sur al oeste de la zona mineralizada de Central. Las demas zonas mineralizadas, una vez cortadas por las fallas, se extienden continuamente a la zona mineralizada de Central doblandose al este de la zona de Unificada, o sea del norte. Las vetas de las zonas mineralizadas de Armas y Ocavi predominan en nordeste-sudoeste, y se extienden en casi la misma linea. Ademas, considerando el hecho de que estan en paralelo a la cercania de la falla de Ocavi, se supone que ambas zonas mineralizadas son de un solo origen. En cuanto a los minerales componentes de las vetas, obtenidos en los sondeos realizados en esta zona, a pesar de que la ley estanifera de estas zonas mineralizadas fue baja, se encontraron en gran cantidad pirita, pirrotina y marmatita. Por consiguiente, pueden clasificarse como zonas mineralizadas de pirita, pirrotina y marmatita. Ademas, generalmente estas zonas cuentan con muchas venillas delgadas que no son capaces de resistir las explotaciones. Esto hace imaginar que fue pequena la accion de la estructura geologica en la formacion de fractura. Si bien, las zonas mineralizadas de Armas y Ocavi se consideran como zonas del mismas, se ha visto diferencia en su buzamiento; las vetas de la zona mineralizada de Armas muestran un buzamiento al oeste, mientras que las de Ocavi, al este. Esta diferencia puede haberse producido por la falla de bisagra de Ocavi.

Las vetas principales de la zona mineralizada de Unificada, las que se distribuyen al este de la zona mineralizada de Armas y proximas a la falla de Ocavi, son venillas dirigidas en la direccion de noroeste-sudeste. Y todas estas han alcanzado la direccion de extension de las zonas de Triunfo y Librulibruni. La mineralizacion en la superficie es debil, la fractura es pequena, la calidad es baja y no existen buenas

vetas. Sin embargo, como se menciona en el párrafo anterior, en el interior de la mina se observa una mineralización positiva, por lo cual está realizándose la explotación de las vetas principales en esta dirección. En L325, las principales vetas son las de la mitad del norte de San Antonio que se desarrollan de noroeste - sudeste y las de Rosario que se extienden de noreste - suroeste.

Las vetas principales de las zonas mineralizadas de Librulibruni y Triunfo son, en el interior de la mina, las de la mitad del sur de Blanca, San Carlos y Rosario que se extienden al norte-noroeste - sur-sudeste. Existe una veta que se cruza oblicuamente a un ángulo agudo entre la veta de Blanca y la de San Carlos.

Esta veta hace imaginar que se produjo por la siguiente acción; en la ocasión de fractura en la veta de Blanca y en la de San Carlos, ambas vetas se movieron en sentido opuesto entre sí, produciéndose entre ellas una tensión de corte. En la zona mineralizada de Librulibruni, la mitad del norte de la veta de Rosario toma el rumbo de sur-norte, mostrando una forma diferente que la parte del sur. La zona mineralizada principal se dirige al sur y se convierte en la zona mineralizada de Central donde se desarrolla las vetas que toman el rumbo de noreste - suroeste.

Dentro de la presente zona mineralizada se encuentra la falla de Doble Ancho y su falla bifurcada, denominada falla de San José, y se desarrollan numerosas vetas paralelas en el techo inferior de la falla de Doble Ancho, las cuales llegan al norte-noreste - sur-suroeste. Esta forma de distribución de las vetas difiere de las otras zonas mineralizadas.

Sin embargo, las vetas principales de gran alcance y ancho no han mostrado desarrollo, por lo que la explotación se realiza al norte de la presente zona mineralizada, avanzando a las vetas de San Carlos y Blanca existentes en la zona mineralizada de Triunfo. Se considera que en la presente zona mineralizada se produjeron numerosas fracturas, pero sin desarrollarse las principales. Los minerales componentes principales de cada zona mineralizada son casiterita, pirita y pirrotina, por lo que puede decirse que son zonas mineralizadas de Sn - Zn - Fe.

De acuerdo con el resultado del análisis estadístico del buzamiento de las vetas obtenidas mediante el estudio en el interior de la mina, L325 y L365, las vetas se dividen en término general entre las de suroeste cuarta oeste - sudeste cuarta este y norte-sur, teniendo las vetas de suroeste cuarta oeste un ancho mayor a 100cm. Por consiguiente, es muy probable que las mejores vetas de la mina de Colquiri son las de norte-noreste - norte-sur - norte-noroeste de San Carlos, Blanca y Rosario, respectivamente.

Se considera que, si hubiera sido una serie de vetas no alterado por la falla, el grupo

de vetas de esta clase habria tenido una extension de rumbo de 3.000m, una extension de buzamiento mayor a 500m y un ancho maximo de veta de 4m con un alcance de reserva de vetas paralelas de 400 – 500m. Formando un par con la zona mineralizada central arriba mencionada, se encuentra la zona mineralizada de Alto Colquiri que tiene forma de veta perteneciente al sistema de la zona mineralizada de Ocavi. En la superficie de la tierra esta formada una zona mineralizada de pequena escala. La veta que pertenece a la presente zona mineralizada tiene solo dos hileras de venillas en la superficie de la tierra, pero tiene un rumbo hacia el norte-sur con buzamiento de 60° al oeste. Mediante la ejecucion de la exploracion por sondeo realizada en la presente zona, se descubrieron vetas minerales ricas en filon argentifero. En cuanto a la forma de las vetas, se considera que pertenece a la forma de las vetas de la zona mineralizada de Ocavi, tambien desde el punto de vista del buzamiento. Sin embargo, difieren los minerales componentes de las vetas, es decir contienen mineral argentifero, marmatita, galena, marcasita, arsenopirita, pirita que se forman de minerales formadas a relativamente baja temperatura, y aunque pertenecen a la forma de vetas minerales de la zona mineralizada de Ocavi, se considera que su formacion deriva de la mineralizacion del periodo posterior. Viendo de una manera global las formas de vetas minerales de las zonas mineralizadas arriba mencionadas, las vetas minerales que se extienden de la zona mineralizada de Central a la zona mineralizada de Unificada constituyen generalmente un margen de forma ovalada que se extiende del sur-norte. Y las formas de las zonas mineralizadas de Armas, Ocavi y Alto Colquiri tambien muestran un margen oeste de forma ovalada. Ademias, se ve un buzamiento que parece dirigirse a la profundidad del eje del cuerpo ovalado. Considerando la existencia de las formas de distribucion horizontal/vertical de las vetas minerales y de la falla, se ideo el modelo de formacion de yacimientos tal como se describe en ~~34~~¹⁻ del Capitulo 4, Parte I).

Como se mencino arriba, los minerales componentes de la zona mineralizada de Alto Colquiri difieren de los de otras zonas mineralizadas pero en cuanto a los otros son iguales, es decir, se ven casiterita, pirita, marmatita, pirrotina, arsenopirita, pirita, marcasita, siderita, etc. La ganga son principalmente minerales de silicato como porfido cuarifero, clorita, cericita, etc. Por lo tanto, aunque estas vetas minerales contienen minerales de formacion a relativamente alta temperatura e incluyen tambien minerales de formacion a alta temperatura, de su textura simple y de la temperatura de llenado ~~205-385~~²⁰⁵⁻³⁸⁵ de la inclusion de fluido dentro del cuarzo de la veta de San Carlos (Sugaki et al (1985)), se considera que son yacimientos de vetas de tipo xenotermal.

La alteracion de la roca madre relativa a la zona mineralizada es pequena considerando la escala del yacimiento, debido a la pizarra dificil de alterarse. Las vetas minerales no tienen zonas alteradas y tienden a desarrollarse directamente dentro de la pizarra. Los minerales que se observan en las rocas madre alteradas son clorita y scericita. Desde el punto de vista de la relacion entre la zona alterada y las vetas minerales, aunque la zona alterada sea de pequena escala, pueden existir vetas importantes en la parte inferior, siendo muy importante la existencia de la zona alterada, ya guarda intima relacion con la zona mineralizada en las profundidades. La zona mineralizada de Alto Colquiri es un ejemplo de esta relacion. Y hay gran posibilidad de que el estudio de minerales alteradas llegue a ser un medio positivo para la exploracion de la presente zona.

No se han confirmado en la zona de estudio rocas igneas que originan mineralizacion. Sin embargo, a 60km al norte-noroeste de la mina de Colquiri se encuentra la granodiorita Quimusa Cruz que cuenta con un gran numero de yacimientos de filon estaniifero. Ademas, principalmente en la mina de Catavi al sudeste de la presente mina, el cuerpo intrusivo del porfido cuarcifero de la tercera era esta ejerciendo mineralizacion. Por lo tanto, se considera que en las profundidades de esta zona tambien existen masas rocosas similares.

1-5-2 POTENCIAL DE LOS YACIMIENTOS

(1) Zona mineralizada de Central-Triunfo-Libru Libruni-Unificada.

Las de estas zonas se alinean de Sur a Norte exactamente en los sectores de trabajo, la presencia de una pequena anomalia hacia el Oeste fue posteriormente verificada por perforaciones a diamantina como la prolongacion sud de veta San Antonio; por tanto en el caso Colquiri, las anomalias geofisicas denotan la presencia de zonas mineralizadas. Segun los resultados, la potencial esta estimada en lagora abajo.

(2) Zona mineralizada de Ocavi.

Como consecuencia y resultado de la perforacion de dos taladros a diamantina, se confirmo la presencia de una zona mineralizada muy debil con numerosas venillas de pirita y marcasita con bastante cloritizacion, lamentablemente no se corto ninguna veta de magnitud pero se confirmo la anomalia geofisica registrada en el levantamiento de campo y ploteada en los planos correspondientes. Segun los resultados, no hay tanta potencial.

(3) Zona mineralizada de Armas

La zona de Armas tiene formas elongadas de Este a Oeste como resultado de la perforación a diamantina se confirmó que la alteración al Norte y Sur es demasiado débil por tanto es improbable la presencia de mineralización, sin embargo los taladros MJBC-32 y MJBC-34 ubicadas en la Zona Central de estas anomalías han confirmado la presencia de nuevas estructuras mineralizadas; además se debe mencionar que el taladro MJBC-32 presenta una mineralización más fuerte que el pozo MJBC-34, lo que explica el zoneamiento mencionado con mineralización preferente hacia el Este.

(4) Zona mineralizada de Alto Colquiri

La zona de Alto Colquiri fueron corroboradas por perforaciones a diamantina intersectando filones con tenores de plata muy importantes, esta zona mineralizada en el sector norte, es truncada por una falla normal la que rechaza al cuerpo mineralizado hacia el Oeste y a una profundidad desconocida en el que suponemos persiste una buena mineralización, todo ello induce a pensar que este bloque hundido sería parte de la denominada "Veta Japon" recientemente evaluada; creemos que este aspecto debe ser corroborado posteriormente con perforaciones a diamantina para verificar la tesis planteada en la perspectiva de incrementar las reservas de esta veta.

CAPITULO 2 EXPLORACION GEOFISICA

2-1 OBJET Y METODO.

Se elige la zona anomalia nueva y selecciona el lugar concreto para el sondeo, reconociendose la porte plorongada de mineralizacion existen te en direccion hougontal y virtual de la region. Estudio y metodos como siguiente

Metod : IP Y CSAMT

Medicion : Propredades fisica de muestras

2-2 RESULTADO DE LA INVESTIGACION.

2.2.1.- MEDICION DE LAS PROPIEDADES FISICAS.

En elarea de estudio se extrajeron un total de 68 muestras las que pueden observarse en el siguiente cuadro resumen:

GRUPO (TIPO DE MUESTRA)	VALOR DE LA RESISTIVIDAD(OHM.Mtr)	FRECUENCIA EFE- CTIVA PRE (%)
A:Mineral n=11	27	93.5
B:Roca mineralizada n=7	539	48.1
C:Pizarra n=21	913	1.0
D:Arenisca n=28	986	1.3

Si observamos el cuadro anterior podemos indicar que las muestras A y B tienen menores valores de resistividad y una alta frecuencia efectiva y contrariamente las muestras C y D presentan altos valores de resistividad y bajos valores de frecuencia efectiva lo que supone una diferencia de anomalias geofisicas entre la zona mineralizada y la zona esteril; por tanto los resultados del analisis de las muestras por el metodo de resistividad nos conducen a una interpretacion correcta de las anomalias geofisicas lo que permite ubicar zonas mineralizadas, zonas fracturadas y/o de falla, los que deben ser corroborados necesariamente por sondajes a diamantina.

2-2-2 RESULTADOS DE INVESTIGACIONES DE ANOMALIAS

(1) Zona de Central-Triunfo-Libru Libruni-Unificada.

Las anomalías de estas zonas se alinean de Sur a Norte exactamente en los sectores de trabajo, la presencia de una pequeña anomalía hacia el Oeste fue posteriormente verificada por perforaciones a diamantina como la prolongación sud de veta San Antonio; por tanto en el caso Colquiri, las anomalías geofísicas denotan la presencia de zonas mineralizadas.

(2) Zona de Ocavi.

Como consecuencia y resultado de la perforación de dos taladros a diamantina, se confirmó la presencia de una zona mineralizada muy débil con numerosas venillas de pirita y marcasita con bastante cloritización, lamentablemente no se cortó ninguna veta de magnitud pero se confirmó la anomalía geofísica registrada en el levantamiento de campo y ploteada en los planos correspondientes.

Resumiendo, y tal como mencionamos líneas arriba la aplicación de los métodos de geofísica en Colquiri verificó la presencia de vetas mineralizadas paralelas polimetálicas comprobadas por el método IP no siendo necesario la aplicación del método CSAMT y el análisis de simulación en este tipo de yacimientos.

(3) Zona de Armas

Las anomalías geofísicas de la zona de Armas tiene formas elongadas de Este a Oeste como resultado de la perforación a diamantina se confirmó que la alteración al Norte y Sur es demasiado débil por tanto es improbable la presencia de mineralización, sin embargo los taladros MJBC-32 y MJBC-34 ubicadas en la Zona Central de estas anomalías han confirmado la presencia de nuevas estructuras mineralizadas; además se debe mencionar que el taladro MJBC-32 presenta una mineralización más fuerte que el pozo MJBC-34, lo que explica el zoneamiento mencionado con mineralización preferente hacia el Este.

(4) Zona de Alto Colquiri

Las anomalías geofísicas de Alto Colquiri fueron corroboradas por perforaciones a diamantina intersectando filones con tenores de plata muy importantes, esta zona mineralizada en el sector norte, es truncada por una falla normal la que rechaza al cuerpo mineralizado hacia el Oeste y a una profundidad desconocida en el que suponemos persiste una buena mineralización, todo ello induce a pensar que este bloque hundido sería parte de la denominada "Veta Japon" recientemente evaluada; creemos que este aspecto debe ser corroborado posteriormente con perforaciones a diamantina para verificar la tesis planteada en la perspectiva de incrementar las reservas de esta veta.

Resumiendo, y tal como mencionamos líneas arriba la aplicación de los métodos de geofísica en Colquiri verificó la presencia de vetas mineralizadas paralelas polimetálicas comprobadas por el método IP no siendo necesario la aplicación del método CSAMT y el análisis de simulación en este tipo de yacimientos.

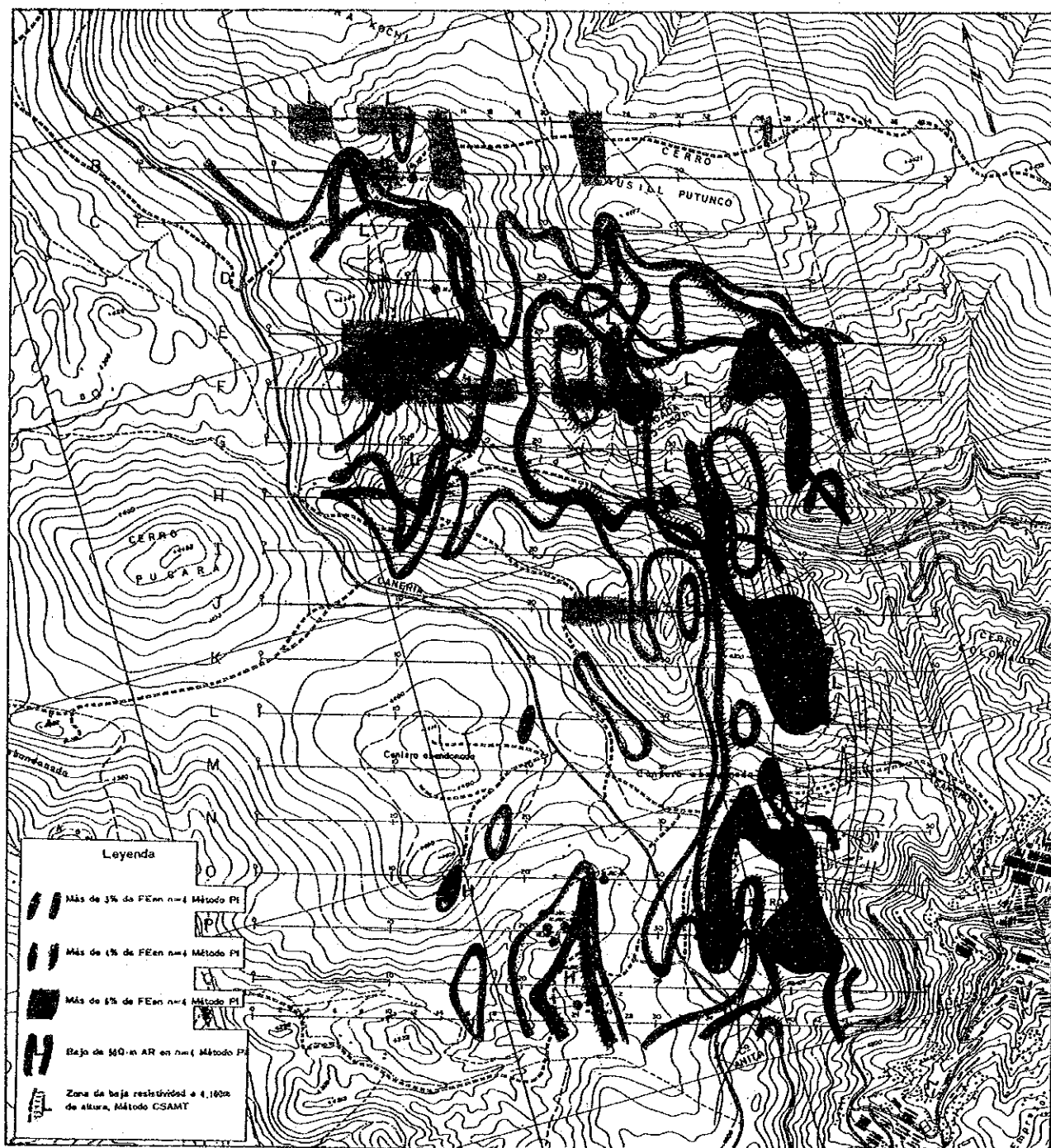


Fig.2-2-1 Mapa de resultado sintético de exploración geofísica

CAPITULO 3 SONDEO

Este estudio por sondeo, se ha realizado, tanto en el interior, como en el exterior de la mina. Las posiciones de perforacion se presentan en Fig2-3-1.

Los resultados de los sondeos se han analizado en forma integral junto con los resultados del estudio geologico y los de la exploracion geofisica, con el fin de evaluar potencial de existencia en el yacimiento. Ademas utilizando los nucleos, se han realizado varias pruebas sobre la vetas y matrices en el laboratorio.

3-1 OBJETO

El estudio de sondeo se ha realizado con el fin de confirmar alta posibilidad de existencia del yacimiento en las zonas seleccionadas, a traves del estudio geologico y de exploracion geofisica, principalmente por el metodo de IP en el caso de este ultimo. El estudio por sondeo consiste en 33 taladros en total, de los cuales 26 son del exterior de la mina y 7 son del interior. Las longitud, inclinacion y algunos datos de perforacion se presenta en la tabla 2-3-1.

Tabla 2-3-1 Los resultados de los sondeos

Taladro	Direccion(N.V) (Grado)	Incl. (Grado)	Largo(m)	Rec.de core (%)	Taladro	Direccion(N.V) (Grado)	Incl. (Grado)	Largo(m)	Rec.de core (%)
MJBC- 1	280 (N80 W)	-60	301.10	97.9	MJBC-18	-	-90	353.30	93.4
MJBC- 2	280 (N80 W)	-55	303.25	100.0	MJBC-19	-	-90	352.65	99.1
MJBC- 3	300 (N60 W)	-45	506.55	88.6	MJBC-20	-	-90	300.50	99.1
MJBC- 4	290 (N70 W)	-50	401.25	82.2	MJBC-21	-	-90	351.50	98.7
MJBC- 5	290 (N70 W)	-60	404.45	93.3	MJBC-22	-	-90	252.10	97.0
MJBC- 6	290 (N70 W)	-60	402.10	92.1	MJBC-23	-	-90	252.00	98.1
MJBC- 7	280 (N80 W)	-60	301.90	85.4	MJBC-24	-	-90	401.10	98.5
MJBC- 8	-	-90	403.55	99.5	MJBC-25	-	-90	252.30	96.2
MJBC- 9	290 (N70 W)	-70	405.25	98.9	MJBC-26	-	-90	351.00	97.0
MJBC-10	-	-90	400.50	99.4	MJBC-27	-	-90	400.50	94.9
MJBC-11	300 (N60 W)	-70	400.30	95.1	MJBC-28	-	-90	350.60	99.4
MJBC-12	-	-90	506.75	95.3	MJBC-29	-	-90	401.35	98.5
MJBC-13	-	-90	503.25	98.6	MJBC-30	-	-90	300.85	98.2
MJBC-14	290 (N70 W)	0	150.65	96.2	MJBC-32	110 (S70 E)	-60	350.70	98.6
MJBC-15	225 (S45 W)	0	152.50	92.4	MJBC-33	110 (S70 E)	-60	351.35	98.5
MJBC-16	275 (N85 W)	0	157.00	83.0	MJBC-34	110 (S70 E)	-60	352.35	99.8
MJBC-17	220 (S40 W)	0	152.00	88.6					

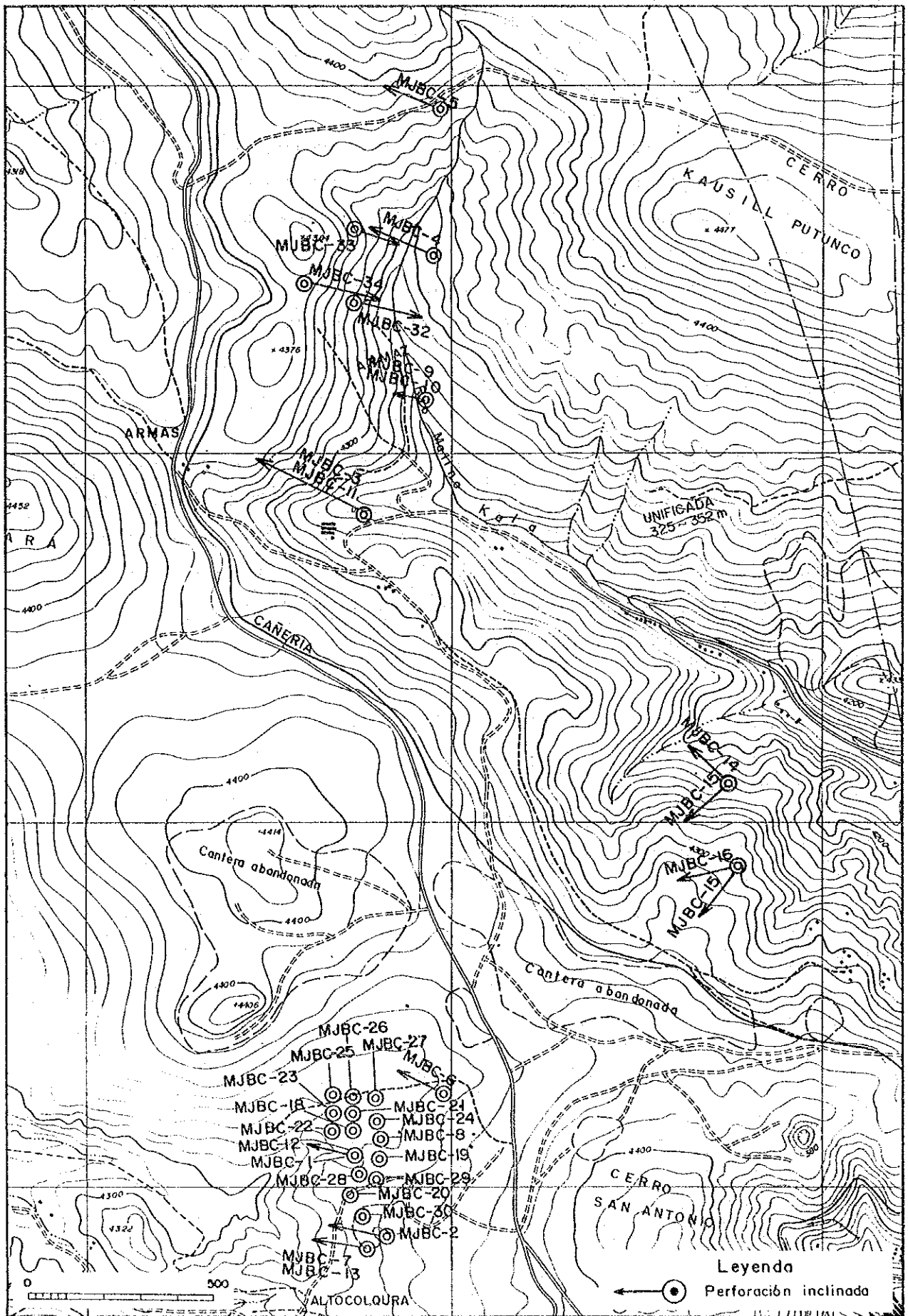


Fig.2-3-1 Mapa de ubicacion de sondes

Tabla 2-3-2 Resumen de proceso de obra de sondeo

	1993		Oct.	Nov.	Dic.	1994	
	Ago.	Sep.				Ene.	Feb.
Preparacion	28						
MJBC-22	23	21					
MJBC-23		16	27				
MJBC-24	25	25					
MJBC-25	23	13					
MJBC-26	23	19					
MJBC-27		20					
MJBC-28			31	25			
MJBC-29		27	25				
MJBC-30			19	3			
MJBC-32			17	27			
MJBC-33				14	18		
MJBC-34			17	18			
Interpretacion en sitio					13	24	
Preparacion de informe						5	25

Tabla 2-3-3 Lista de equipos y maquinarias usadas

Nombre de Instrumento	Modelo	Especificacion	Cantidad	Nota
Maquina de perforacion	TGM-3 (TONE)	Capac. BQ 660m (Motor de perforacion) Revoluciones 50HZ,1500p,Potencia es de 15KW	1	
	L-44 (LONG YEAR)	Capac. BQ 1060m (Motor de perforacion) Revoluciones 50HZ,1500p,Potencia es de 22KW	3	
Bomba para perforacion	NAS-3C (TONE)	Su cilindro es duplex de doble accion con peso de 330Kgs Diametro del piston 75mm x 75L/min.Presion maxima 40Kg/cm2	1	
	RQ535 (LONG YEAR)	Bomba con tres aerie de un piston Presion maxima 56kg/cm2 Capacidad de Descarga:132L/min (Motor de perforacion) Revoluciones 50HZ,1500p,Potencia es de 10KW	3	
Mescladora de lodo	MGA-100A	Capacidad del tanque 125L-capacidad de mesclar100L (Motor de la mescladora) Revoluciones 50Hz, 1500p, Potencia es de 1.5KW	1	
	MGA-200	Capacidad del tanque 250L-capacidad de mesclar200L (Motor de la mescladora) Revoluciones 50Hz, 1500p, Potencia es de 3KW	3	

Tabla 2-3-4 Lista de consumo de materiales

Artículo	Medida	Unidad	Cantidad (MJC-22)	Cantidad (MJC-23)	Cantidad (MJC-24)	Cantidad (MJC-25)	Cantidad (MJC-26)	Cantidad (MJC-27)	Cantidad (MJC-28)	Cantidad (MJC-29)	Cantidad (MJC-30)	Cantidad (MJC-32)	Cantidad (MJC-33)	Cantidad (MJC-34)	Total
Varillaje	HQ x 3.0m	Pzs	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
Varillaje	NQ x 3.0m	Pzs	14	11	15	12	15	12	12	11	12	17	9	14	154
Varillaje	BQ x 3.0m	Pzs	-	-	5	-	-	5	5	8	-	2	7	-	32
Tubo exterior(HQ)	77.8mm x 92.1mm x 3.2m	Pzs	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
Tubo exterior(NQ)	60.3mm x 73.0mm x 3.2m	Pzs	1	-	1	1	1	-	1	1	-	1	1	-	8
Tubo exterior(BQ)	46.0mm x 57.2mm x 3.2m	Pzs	-	-	1	-	-	1	1	1	-	1	1	-	6
Tubo interior(HQ)	HQ x 3.0m	Pzs	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
Tubo interior(NQ)	NQ x 3.0m	Pzs	2	-	2	1	1	-	1	1	-	1	-	1	10
Tubo interior(BQ)	BQ x 3.0m	Pzs	-	-	2	-	-	2	2	1	-	1	-	-	9
Conjunto de barril de muestreo	HQ	Jgs	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
Conjunto de barril de muestreo	NQ	Jgs	2	-	2	1	1	-	1	1	-	-	-	1	8
Conjunto de barril de muestreo	BQ	Jgs	-	-	2	-	-	2	2	-	-	-	-	-	7
Conjunto del pescador	HQ(Perpendicular)	Jgs	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
Conjunto del pescador	NQ(Perpendicular)	Jgs	1	-	1	1	1	-	-	-	-	-	-	1	5
Conjunto del pescador	BQ(Perpendicular)	Jgs	-	-	1	-	-	1	-	-	-	-	-	1	4
Cable de acero para Wireline	5mm x 500m	Roll	1	-	1	1	1	-	-	-	1	-	-	-	5
Ademe(HW)	101.6mm x 114.3mm x 3.0m	Pzs	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
Ademe(NW)	76.2mm x 88.9mm x 3.0m	Pzs	4	-	-	-	-	-	-	-	-	11	-	-	15
Ademe(BW)	60.3mm x 73.0mm x 3.0m	Pzs	-	-	12	-	-	15	-	11	-	9	-	-	56
Zapata de ademe(HW)	95.9mm x 117.5mm	Pzs	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
Zapata de ademe(NW)	72.1mm x 91.8mm	Pzs	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2
Zapata de ademe(BW)	56.2mm x 75.3mm	Pzs	-	-	1	-	-	1	-	1	-	1	-	-	5
Resorte extractor	HQ	Pzs	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
Resorte extractor	NQ	Pzs	4	2	2	4	4	1	1	2	2	2	2	3	29
Resorte extractor	BQ	Pzs	-	-	2	-	-	2	1	2	-	2	2	-	11
Zapata del tubo interior	HQ	Pzs	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
Zapata del tubo interior	NQ	Pzs	4	1	1	2	2	1	1	1	1	1	1	2	18
Zapata del tubo interior	BQ	Pzs	-	-	1	-	-	2	1	1	-	1	1	-	7
Diesel		Lts	2,800	1,500	2,900	1,740	2,175	2,175	3,190	3,480	1,595	5,365	3,770	3,335	34,025
Gasolina		Lts	545	280	565	385	465	620	480	520	700	620	600	440	6,220
Aceite turbina		Lts	15	10	20	8	5	5	8	7	-	10	10	10	108
Cemento		Kgs	40	40	40	40	40	40	40	40	200	-	40	-	560
Bentonita		Kgs	1,240	720	840	350	520	1,960	800	1,520	2,400	1,960	8,280	480	21,070
GS-550		Kgs	88	28	52	35	31	47	23	30	73	74	102	23	606
C.M.C		Kgs	65	22	42	30	26	31	14	19	49	45	61	15	419

Tabla 2-3-5 Cantidad de uso de coronas y cilindros
escariadores de diamante

Artículo	Tipo	Dimension	Cantidad (MJBC-22)	Cantidad (MJBC-23)	Cantidad (MJBC-24)	Cantidad (MJBC-25)	Cantidad (MJBC-26)	Cantidad (MJBC-27)	Cantidad (MJBC-28)	Cantidad (MJBC-29)	Cantidad (MJBC-30)	Cantidad (MJBC-32)	Cantidad (MJBC-33)	Cantidad (MJBC-34)	Total
Broca	HQ	63.50mm×97.50mm													
	NQ	47.63mm×75.31mm	1	1	2	1	1	2	1	1	2	1	1	1	15
	BQ	36.40mm×59.56mm			1			1	1	1	1	1	1	1	8
Rima															
	HQ	98.40mm													
	NQ	75.69mm	1		1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	11
	BQ	59.94mm			1			1	1	1	1	1	1	1	7
Zapata (C.C.T.)															
	HW	95.9mm×117.5mm													
	NW	72.1mm×91.8mm			1			1							2
	BW	56.2mm×75.3mm			1			1					1	1	6

3-2 CONTENIDO DE TRABAJO

Un tecnico japonés de sondeo permaneció en el sitio del Proyecto durante tiempo de labores de los contratistas, con el fin de tener eficaz de la transferencia de tecnología.

Se ha aplicado el método de "wire line" como el de perforación, y previamente se han suministrado de Japon los materiales y regulador de lodo. Los estados de uso de las maquinarias principales, material de consumo y brocas de diamante se presentan en las tablas 2-3-3, 2-3-4 y 2-3-5. El traslado de la maquinaria se ha llevado a cabo por camion. Parcialmente se ha utilizado tractor en la construcción de caminos para la introducción de maquinaria.

El agua para la perforación dependía de la pipa, por lo que se sucedían interrupción de obras y accidentes ocasionados por esta interrupción. Especialmente, en las obras de perforación de esta región se presentaban agua de lodo antes o después de cortar las vetas. Por lo anterior, se han tomado suficientes medidas de suministro de agua. Además se han sucedido derrumbes de pozos, ocasionando repetición de trabajos en algunos pozos, ya que todos los pozos cortaban varias dimensiones de zonas de fracturas y fallas. Sin embargo, se han logrado éxitos en transferencia de tecnología para los trabajadores locales sobre mala condición de los pozos y se ha concluido sin accidente la segunda mitad de trabajos de perforación. Los estados de avance de cada pozo se presentan en la tabla 2-3-2. Los trabajos de perforación se llevaban a cabo 24 horas en forma continua, pero hasta octubre se han disminuido los trabajos de 12 horas por congelamiento de agua cuando baja la temperatura en la noche. Por lo tanto, es indispensable iniciar trabajos de estudios a partir de octubre con el fin de realizarlos en forma más eficiente.

3-3 RESULTADOS DE ESTUDIOS Y CONSIDERACIONES

3-3-1 SECCION ARMAS

En esta sección se ha realizado un total de 7 sondeos a diamantina; 4 taladros en superficie los cuales son MJBC- 4, 5, 9 y 10, y 3 taladros en interior mina que son: MJBC - 32, 33, y 34.

Los 7 pozos han sido perforados en la formación Uncía que está compuesta por lutitas arcillosas de color gris negruzco de textura laminar delgada, con capas menores a 10 cm. e intercaladas de capas delgadas o lentes de areniscas blancas; se encuentra parcialmente alterada por procesos de silicificación y cloritización, contiene desarrollo de vetillas tipo "net Work vein" con pirrotina y marmatita.