


10-12-1

INFORME
SOMER

LA EXPLORACION MINERA EN LA ACTIVACION TECNICA

EL AREA DE INVESTIGACION

JICA LIBRARY



J 1137811 (4)

MARZO, 1987

JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY
MINISTERIO DE ECONOMIA Y FINANZAS

1137
811
4

**INFORME
SOBRE
LA EXPLORACION MINERAL DE COOPERACION TECNICA
EN
EL AREA DE IMBAOESTE,
REPUBLICA DEL ECUADOR**

MARZO 1997

**JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY
METAL MINING AGENCY OF JAPAN**



1137811 (4)

THE UNIVERSITY OF CHICAGO PRESS
500 UNIVERSITY OF CHICAGO PRESS

Prólogo

En respuesta a la petición del Gobierno de la República del Ecuador, el Gobierno Japonés ha decidido llevar a cabo un proyecto de exploración mineral para confirmar la posibilidad de existencia de los recursos minerales en el área de Imbaoeste ubicado en la parte norte del país por los métodos de investigaciones geológica, geofísica, de perforación y colección de datos para el estudio de prefactibilidad. El estudio de dicho proyecto se le confió a JICA (Japan International Cooperation Agency) y a MMAJ (Metal Mining Agency of Japan).

JICA y MMAJ enviaron un equipo de estudio formado por 9 miembros al área del proyecto desde el 4 de Noviembre de 1996 hasta el 10 de Febrero de 1997.

Todos los trabajos planificados durante el estudio de campo fueron realizados y completados con la colaboración del Ministerio de Energía y Minas y de CODIGEM (Corporación de Desarrollo e Investigación Geológico Minero Metalúrgica) de la República del Ecuador.

Este informe representa el informe correspondiente al presente año y que contiene los resultados de los estudios llevados en el área de Imbaoeste durante el primer año del proyecto.

Deseamos expresar nuestro profundo aprecio a las organizaciones oficiales del Gobierno de la República del Ecuador por su amable cooperación.

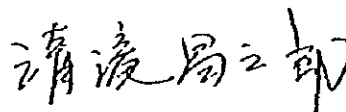
Marzo, 1997



Kimio Fujita

Presidente

Japan International Cooperation Agency



Shozaburo Kiyotaki

Presidente

Metal Mining Agency of Japan

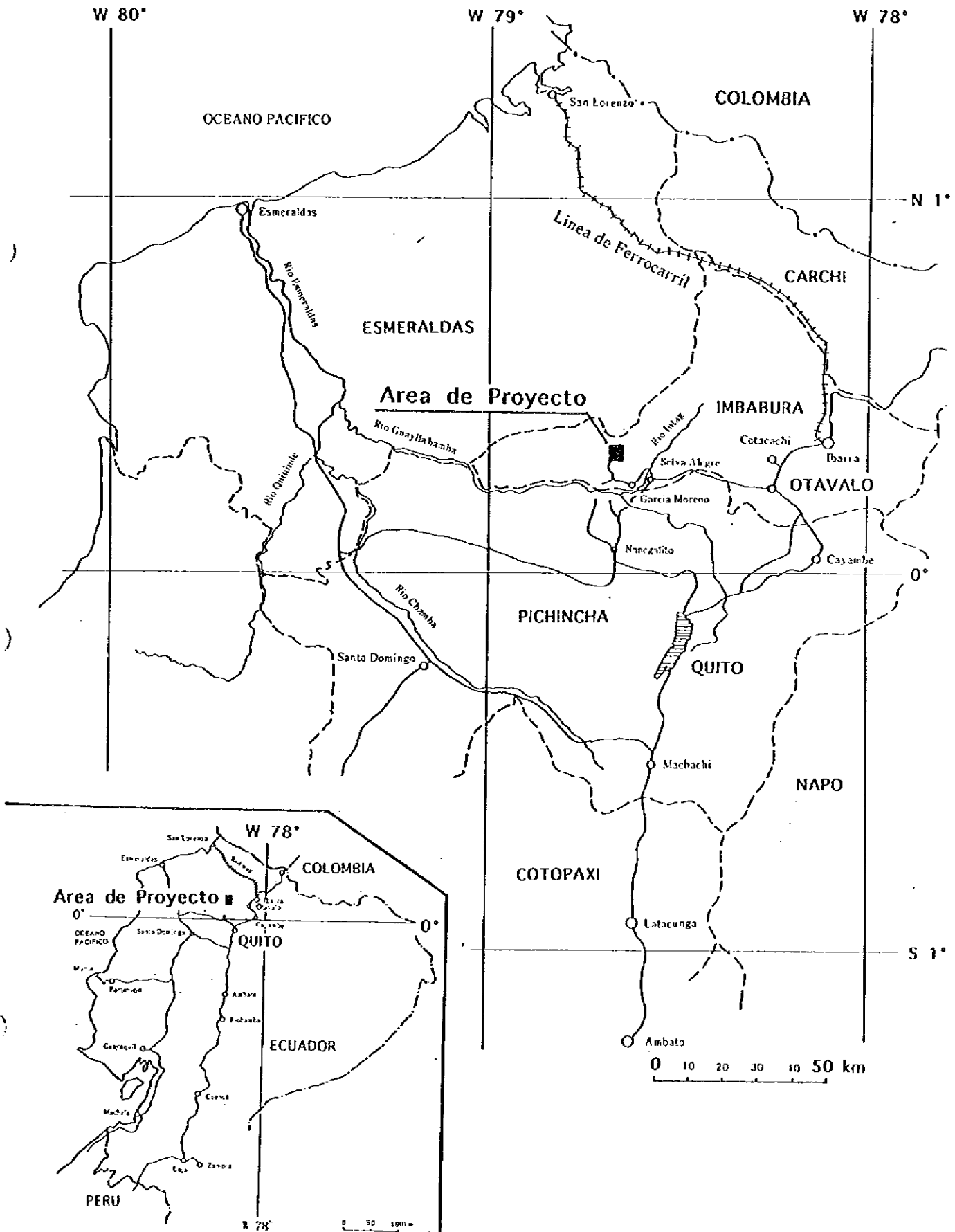


Fig. 1 Ubicación del área del proyecto

Resumen

El presente estudio se llevó a cabo en el área de Imbaoeste en base a los alcances de los trabajos para el proyecto de exploración mineral cooperativa acordados entre los gobiernos de la República de Ecuador y Japón el día 2 de Octubre de 1996.

El propósito del proyecto es el de obtener las reservas de alta ley por medio del esclarecimiento de la geología y mineralización y de la clarificación de la existencia de yacimiento mineral. El estudio de prefactibilidad tiene por objetivo evaluar la posibilidad del desarrollo minero en base a los resultados obtenidos de los estudios de exploración. Como parte de los objetivos también se incluye la adecuada transferencia de tecnología al personal de la organización contraparte Ecuatoriana relacionada con el proyecto.

El área del proyecto está localizado en la parte oeste de la Provincia de Imbabura, a una distancia aproximada de 50 km. al norte de Quito y situada sobre el costado occidental de la cadena de montañas Andinas en Ecuador (Fig. 1). El estudio en Junín, que incluye el área del presente proyecto, se realizó desde 1991 hasta 1993. Desde 1994 hasta 1995, el área del proyecto cubrió las dos áreas de Junín y de Cuellaje.

De los resultados hasta ahora obtenidos se reconoció mineralización de cobre y molibdeno del tipo de películas y de diseminación en granodiorita, pórfido cuarcífero y pórfido diorítico. Dichos resultados han hecho prever la existencia de depósitos prometedores en el área.

Los estudios realizadas en este año comprendieron las investigaciones geológica, geofísica y de perforación. Además se realizó la colección de datos para el estudio de prefactibilidad del desarrollo minero. Los estudios de campo se realizaron en el período del 4 de Noviembre de 1996 al 10 de Febrero de 1997 y estuvieron a cargo de un grupo de estudio formado por técnicos Japoneses y Ecuatorianos.

Los resultados obtenidos durante el presente estudio pueden brevemente describirse como sigue:

(1) Investigación geológica

Esta reconocida la distribución de numerosos diques de pórfido granodiorítico con dirección ENE-WSW y buzamiento SSE en granodiorita. Dichos diques tienen tres facies litológicas de pórfido cuarcífero, pórfido granodiorítico y porfirita. Además se encontró falla con dirección ENE-WSW, buzamiento SSE y falla con dirección N-S, buzamiento E e infiriéndose que las fallas están relacionados con mineralización.

Las mineralizaciones están distribuidas en la parte media de la quebrada Controversia, aguas arribas de quebrada Rica y quebrada Fortuna, y están acompañadas con alteración de silicificación y sericitización en forma de diseminación y películas de pirita, calcopirita, bornita. Además se

considera que la mineralización de la quebrada Controversia (ancho de 324 metros, Cu 0.33%, Mo 0.003%) y de la quebrada Rica (ancho de 116 metros, Cu 0.39%, Mo 0.005%) son la extensión de las zonas mineralizadas encontradas en los pozos MJJ-19, MJJ-20 y MJJ-27.

La combinación de cuarzo-sericita-clorita que corresponde a la zona filítica está distribuida ampliamente desde la parte central hacia la parte noreste y la parte norte del área del estudio

(2) Investigación geofísica

Los resultados geofísicos indicaron que los valores bajo-mediano (de menos de 250 Ω m) de la zona de resistividad coincide con la zona mineralizada detectada por la perforación.

A partir de los análisis químicos de las muestras de los testigos de la perforación, se ha encontrado que en los niveles superficiales se detectan relativamente alto grados de Cu, medianos de S, altos de Na y bajos de valores de resistividad. A partir de estos resultados, se espera que grados promisorios de Cu puedan encontrarse en las zonas de baja-media resistividad, en tal modo que a niveles superficiales vayan acompañadas de alteración débil y valores medios de sulfatos mientras que a nivel mas profundos, vayan acompañadas de una fuerte alteración y valores medios de sulfatos. Lo anteriormente mencionado se puede tomar como una definición a ser aplicada en esta área. Varias áreas dentro de la área del proyecto se seleccionaron en la base de dichos zonas de baja-mediana resistividad

Como resultados de la investigación geofísica se infiere que existe una buena mineralización en la zonas que, por orden de posibilidades altas, son: zona central, zona occidental, zona Q. Fortuna y zona norte.

(3) Estudios de perforación

La perforación de 6 pozos, longitud total de 3,514.28 metros, realizados en los alrededores de las quebradas Controversia, Rica y Fortuna, revelan una mineralización en forma de películas y diseminaciones de piritita, calcopirita, bornita, calcocita y molibdenita que ocurren en granodiorita, pórfido granodiorítico. Dentro de los 6 pozos, una alta ley de más de Cu 0.5% de ley promedio se obtuvo en los pozos números MJJ-27, MJJ-29 y MJJ-30. La mineralización en el pozo MJJ-26 es débil.

Según los estudios sobre las distribuciones de ley de cobre se encuentra que el pórfido granodiorítico dentro de la quebrada Controversia y el pozo MJJ-27 contiene ley alta de cobre. La parte de ley alta muestra tendencia a profundizarse hacia el sudeste y además que el ancho de la parte de ley alta se engruesa hacia el sudeste.

En la cercanías de las fallas se observan mineralizaciones buenas y es en esta base que se presume que la mineralización está fuertemente relacionada con las fallas.

Los resultados de los análisis químicos obtenidos durante el estudio son como sigue:

MJJ-25: profundidad de 4.60 a 602.58 mts, longitud de testigo de 597.98 mts, ley de Cu 0.43%,
Mo 0.011%.

MJJ-26: profundidad de 4.88 a 502.00 mts, longitud de testigo de 497.12 mts, ley de Cu 0.25%,
Mo 0.005%.

MJJ-27: profundidad de 5.79 a 602.58 mts, longitud de testigo de 596.79 mts, ley de Cu 0.56%,
Mo 0.017%.

MJJ-28: profundidad de 5.79 a 602.58 mts, longitud de testigo de 596.79 mts, ley de Cu 0.45%,
Mo 0.015%.

MJJ-29: profundidad de 4.70 a 601.98 mts, longitud de testigo de 597.28 mts, ley de Cu 0.74%,
Mo 0.041%.

MJJ-30: profundidad de 4.60 a 602.56 mts, longitud de testigo de 597.96 mts, ley de Cu 0.63%,
Mo 0.014%.

En base a los resultados geoquímicos se infiere que existe una probabilidad alta de obtener buenos resultados en la ejecución de la etapa de prefactibilidad.

(4) Estudio de prefactibilidad

La colección de información y datos para el estudio del desarrollo minero fue llevado a cabo en este año tomando en cuenta los aspectos de minas, infraestructura, medio ambiente y economía y legislación. Para complementar dicha información, se realizó también un estudio de campo.

1) Datos fundamentales para preparar un plan de desarrollo minero

Para cumplir con los objetivos propuestos, es necesario de realizar trabajos adicionales de exploración para así poder definir a corto plazo la forma de depósito mineral, reserva y ley. Además, el depósito a desarrollarse es un depósito de cobre porfírico y se necesita iniciar preparaciones para elaborar un plan de explotación, preferentemente por el método de cielo abierto. A esto deberá añadirse que, la topografía escarpada en el área del proyecto afectará considerablemente cualquier plan de desarrollo minero.

2) Presente estado de infraestructura

La infraestructura es la base para desarrollar el proyecto en la región, por lo que se necesita reajustar la infraestructura para un adecuado desarrollo minero. Especialmente debe de considerarse las construcciones de carreteras y puentes para el transporte de productos mineros y de maquinaria y materiales en etapa de construcción y operación futura. Se necesita también de la construcción de la planta de energía eléctrica y facilidades de telecomunicaciones.

3) Medio ambiente

Se realizó en este año la colección de datos meteorológicos sobre temperatura, humedad,

precipitación, dirección de viento y velocidad de viento. Se espera continuar por un período de un año la colección de los datos meteorológicos.

4) Economía y legislación

Datos legales como Ley de Minería y otras relacionadas al desarrollo minero fueron coleccionadas. Se realizó estudios de campo sobre derechos de concesión minera y superficie en el área del proyecto.

Dentro de los estudios de prefactibilidad de desarrollo minero realizados en este año, no se han obtenido datos suficientes para elaborar un estudio un plan de desarrollo minero. Por consiguiente se realizaron discusiones sobre los contenidos concretos de trabajos necesarios para estudio de prefactibilidad a llevarse en próxima etapa.

De acuerdo a los resultados obtenidos en este año, se infiere la existencia de buena mineralización de cobre y molibdeno en profundidad en los alrededores de las quebradas Controversia, Rica y Fortuna por lo que se considera que existe una alta posibilidad de desarrollo minero. Para el cálculo de reservas, se necesita de mas investigaciones geológicas y de perforación con el propósito de confirmar las zonas mineralizadas buenas y de reconocer la extensión de mineralización. Además una zona mineralizada de quebrada Verde se ha esclarecido en la parte norte del área estudiado en este año y se espera que las investigaciones geológicas, geofísicas y de perforación pueda esclarecer mas detalles de dicha mineralización.

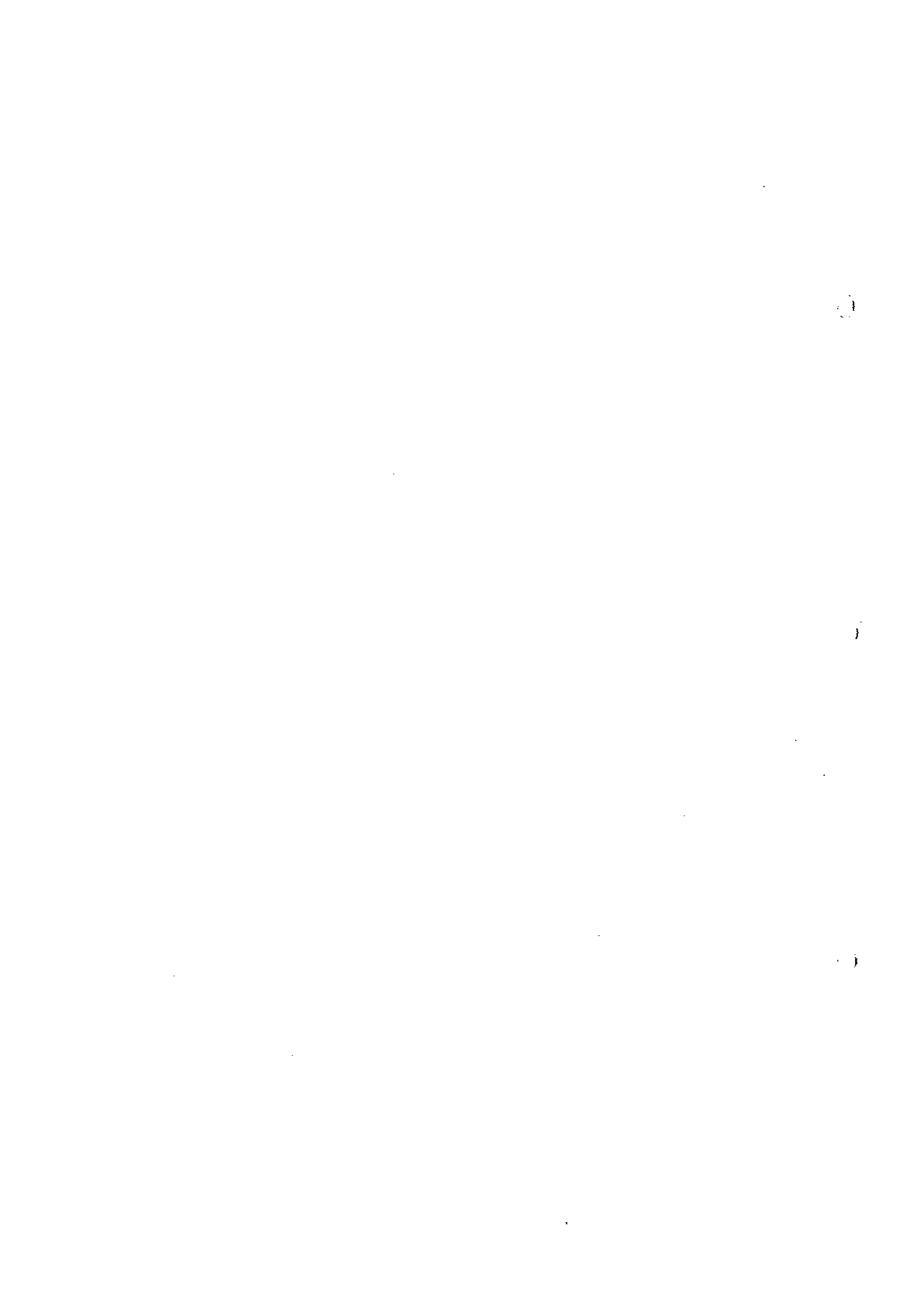
Se recomienda llevar a cabo un estudio de prefactibilidad de desarrollo minero en base a los resultados de las investigaciones arriba mencionadas. Se necesita un plan de desarrollo minero que tome en consideración los efectos medio ambientales en el desarrollo por razón de la existencia de Area de Reserva Ecológica Cotacachi-Cayapas en la parte norte del área del proyecto. Se considera importante realizar un estudio de impacto medio-ambiental.

Contenidos

Prólogo	
Ubicación de las áreas de investigación	
Resumen	
Contenidos	
Lista de figuras, tablas y apéndices	
Parte I Descripción general	
Capítulo 1 Introducción	1
1-1 Antecedentes de la investigación	1
1-2 Sumario de la investigación	4
1-2-1 Área del estudio	4
1-2-2 Propósito	4
1-2-3 Metodología	4
1-2-4 Cantidades de trabajo	4
1-2-5 Personal de trabajo	4
1-2-6 Período de la investigación	5
Capítulo 2 Características geográficas del área del proyecto	7
2-1 Localización y acceso	7
2-2 Topografía e hidrografía	7
2-3 Clima y vegetación	8
Capítulo 3 Geología general y mineralización	9
3-1 Geología general	9
3-2 Mineralización	10
Capítulo 4 Sumario de los resultados de la exploración	13
4-1 Investigación geológica	13
4-2 Investigación geofísica	16
4-3 Investigación de perforación	23
4-4 Estudio de prefactibilidad	28
Capítulo 5 Discusión sobre los resultados de la exploración	31
5-1 Mineralización y Geología	31
5-2 Zona de mineralización	32
5-3 Estudio de prefactibilidad	39
Capítulo 6 Conclusiones y recomendaciones	41

6-1 Conclusiones	41
6-2 Recomendaciones	46
Parte II Descripción detallada	
Capítulo 1 Investigación geológica	49
1-1 Propósito	49
1-2 Metodología	49
1-3 Resultados de la investigación	49
1-3-1 Geología y estructuras geológicas	49
1-3-2 Mineralización	51
1-3-3 Alteración	53
1-3-4 Relación entre geología, mineralización y alteración	54
1-3-5 Resultados de ensayos de laboratorio	54
1-4 Conclusiones	55
Capítulo 2 Investigación geofísica	63
2-1 Propósito de la investigación	63
2-2 Metodología	63
2-2-1 Principios básicos del método de CSAMT	63
2-2-2 Procedimiento de campo	64
2-2-3 Especificaciones del equipo	69
2-2-4 Mediciones eléctricas en muestras de roca	70
2-2-5 Método de análisis	71
2-3 Resultados	73
2-3-1 Mediciones en muestras de rocas	73
2-3-2 Curvas de resistividad aparente	75
2-3-3 Distribución de la resistividad aparente	76
2-3-4 Análisis uni-dimensional	81
2-3-5 Análisis bi-dimensional	82
2-4 Conclusiones	82
Capítulo 3 Investigación de perforación	93
3-1 Propósito de la investigación	93
3-2 Metodología	93
3-3 Actividades de perforación	93
3-4 Investigación de testigos	95
3-5 Resultados de la investigación	95
3-5-1 MJJ-25	98

3-5-2 MJJ-26	100
3-5-3 MJJ-27	102
3-5-4 MJJ-28	104
3-5-5 MJJ-29	107
3-5-6 MJJ-30	109
3-5-7 Resultados de ensayos de laboratorio	111
3-6 Conclusiones	113
Capítulo 4 Estudios iniciales para un desarrollo de minero	117
4-1 Objetivos del estudio	117
4-2 Metodología	117
4-3 Resultados preliminares	117
4-3-1 Geología y reservas minerales	117
4-3-2 Minería	119
4-3-3 Procesamiento del mineral	122
4-3-4 Infraestructura	124
4-3-5 Planificación de la mano de obra	128
4-3-6 Cuadro de marcha del desarrollo minero	128
4-3-7 Aspectos jurídicos relevantes al desarrollo y operación minera	129
4-3-8 Otros factores de importancia	129
4-3-9 Evaluación económica	130
4-3-10 Medio ambiente	130
4-4 Resumen de colección de datos	133
4-4-1 Situación general de la minería Ecuatoriana	133
4-4-2 Mina de caliza Selva Alegre	134
4-4-3 Puerto de Esmeraldas	134
4-4-4 Situación de la energía eléctrica en Ecuador	135
4-5 Estudios futuros	135
 Parte III Conclusiones y recomendaciones	
Capítulo 1 Conclusiones	137
1-1 Investigación geológica	137
1-2 Investigación geofísica	138
1-3 Investigación de perforación	140
1-4 Estudio de prefactibilidad de desarrollo de minero	142
Capítulo 2 Recomendaciones	145
Bibliografía	147



LISTA DE FIGURAS, TABLAS Y APPENDICES

Lista de Figuras

Fig. 1	Ubicación del área del proyecto	
Fig. I-1-1	Ubicación del área de las investigaciones geológica, geofísica y de perforación	2
Fig. I-1-2	Ubicación del área del estudio de prefactibilidad	3
Fig. I-3-1	Zonas geotectónicas y zonas metalogénicas en el Ecuador	11
Fig. I-5-1	Resultados compilados de la zona central de Imbaeeste	33
Fig. I-5-2	Distribución de ley de cobre en la zona central de Imbaeeste	35
Fig. I-6-1	Area recomendada para las investigaciones futuras en Imbaeeste	48
Fig. II-1-1	Ubicación del área de la investigación geológica en la zona central de Imbaeeste	50
Fig. II-1-2	Mapa geológico de la zona central de Imbaeeste	57
Fig. II-1-3	Perfiles geológicos de la zona central de Imbaeeste	59
Fig. II-1-4	Resultados compilados de la investigación geológica en la zona central de Imbaeeste	61
Fig. II-2-1	Mapa de ubicación del área de la investigación geofísica en la zona central de Imbaeeste	65
Fig. II-2-2	Mapa de localización de las estaciones CSAMT	67
Fig. II-2-3	Descripción esquemática del método de CSAMT	69
Fig. II-2-4	Diagrama de flujo para el análisis de CSAMT	71
Fig. II-2-5	Corrección de corrimiento estático de las curvas de resistividad	77
Fig. II-2-6	Mapa en plano de la resistividad aparente a 4096 Hz	79
Fig. II-2-7	Secciones de resistividad analizada en 1-D (Secciones A, B, C y D)	85
Fig. II-2-8	Mapa en plano de la resistividad aparente a 4096 Hz en 3 niveles	87
Fig. II-2-9	Estructura 2-D de la resistividad (Secciones C y D)	89
Fig. II-2-10	Interpretación integrada de mapas (elevación: 1650m)	91
Fig. II-3-1	Ubicación de los pozos de perforación en la zona central de Imbaeeste	94
Fig. II-3-2	Perfiles geológicos de perforación en la zona central de Imbaeeste	96
Fig. II-3-3	Resultados compilados de los estudios de perforación en la zona central de Imbaeeste	115
Fig. II-4-1	Ubicación del área del estudio de prefactibilidad	118
Fig. II-4-2	Ubicación estimada de las instalaciones mineras	121
Fig. II-4-3	Mapa de caminos de accesos	125
Fig. II-4-4	Ubicación del área de la reserva ecológica de Cotacachi Cayapas	131

Lista de Tablas

Tabla I-1-1 Cantidad de trabajo realizado en 1996	6
Tabla I-3-1 Clasificación de las zonas metalogénicas del Ecuador	12
Tabla II-2-1 Especificaciones del equipo de CSAMT	70
Tabla II-2-2 Propiedades eléctricas de muestras de rocas	74

Lista de Apéndices

Apéndice 1 Mapa del estudio geológico de la zona central area de Imbaeeste	Anexo
Apéndice 2 Mapa geológico de la zona central area de Imbaeeste	Anexo
Apéndice 3 Perfil geológico de la zona central area de Imbaeeste	Anexo
Apéndice 4 Mapa de ubicación de las muestras de la zona central area de Imbaeeste	Anexo
Apéndice 5 Resultados de observaciones al microscopio en secciones delgadas de muestras de rocas	A-1
Apéndice 6 Resultados de observaciones al microscopio en secciones pulidas de muestras de rocas	A-3
Apéndice 7 Resultados de ensayos de rayos X de muestras de rocas	A-5
Apéndice 8 Resultados de mediciones de temperatura de inclusiones de fluidos	A-5
Apéndice 9 Resultados de análisis químicos de muestras mineralizadas	A-11
Apéndice 10 Resultados de determinación de fechados en muestras de rocas	A-21
Apéndice 11 Fotografías al microscopio de muestras en rocas	A-23
Apéndice 12 Curvas de resistividad aparente en función de la frecuencia	A-27
Apéndice 13 Mapa en plano de resistividad aparente (previo al corrimiento estático a 4096Hz)	A-51
Apéndice 14 Mapa en plano de resistividad aparente (después del corrimiento estático a 4096Hz)	A-53
Apéndice 15 Mapa en plano de resistividad aparente (previo al corrimiento estático a 1024Hz)	A-55
Apéndice 16 Mapa en plano de resistividad aparente (después del corrimiento estático a 1024Hz)	A-57
Apéndice 17 Mapa en plano de resistividad aparente (previo al corrimiento estático a 256Hz)	A-59
Apéndice 18 Mapa en plano de resistividad aparente (después del corrimiento estático a 256Hz)	A-61
Apéndice 19 Secciones de resistividad aparente	A-63
Apéndice 20 Resistividad analizada en I-D (Secciones A y B)	A-65

Apéndice 21 Resistividad analizada en 1-D (Secciones C y D)	A-67
Apéndice 22 Mapa de resistividad analizada en 1-D (elev. 1,800m)	A-69
Apéndice 23 Mapa de resistividad analizada en 1-D (elev. 1,650m)	A-71
Apéndice 24 Mapa de resistividad analizada en 1-D (elev. 1,500m)	A-73
Apéndice 25 Análisis en 2-D de la estructura de resistividad (Secciones A y B)	A-75
Apéndice 26 Análisis en 2-D de la estructura de resistividad (Secciones C y D)	A-77
Apéndice 27 Interpretación integrada de mapas (elevación: 1800m)	A-79
Apéndice 28 Interpretación integrada de mapas (elevación: 1650m)	A-81
Apéndice 29 Interpretación integrada de mapas (elevación: 1500m)	A-83
Apéndice 30 Resultados de perforación y procedimiento de trabajo	A-85
Apéndice 31 Lista de equipos y materiales de consumo	A-89
Apéndice 32 Columna litológica de testigos de la perforación	A-91
Apéndice 33 Resultados de observaciones al microscopio en secciones delgadas de testigos	A-169
Apéndice 34 Resultados de observaciones al microscopio en secciones pulidas de testigos	A-171
Apéndice 35 Resultados de ensayos de rayos X de testigos	A-173
Apéndice 36 Resultados de mediciones de temperatura de inclusiones de fluido de testigos	A-177
Apéndice 37 Resultados de análisis químicos en testigos mineralizados	A-187
Apéndice 38 Gráfico de análisis químicos en testigos de perforación	A-221
Apéndice 39 Resultados de determinación de fechados en testigos	A-229
Apéndice 40 Fotografías al microscopio de testigos	A-231
Apéndice 41 Lista de datos obtenidos para el desarrollo minero	A-237
Apéndice 42 Lista de datos de observaciones meteorológicas	A-239

PARTE I
DESCRIPCION GENERAL



CAPITULO 1 INTRODUCCION

1-1 Antecedentes de la investigación

En la parte de la margen occidental de la montañas Andinas oeste en la República del Ecuador, corre un cinturón de depósitos de cobre porfirítico desde América del norte hasta América del sur. El área de esta investigación está localizado dentro de dicho cinturón.

La investigación geoquímica regional del proyecto noroeste de DGGM se realizó en los años 1981 y 1982, por lo que varias áreas prometedoras fueron delineadas.

Desde 1984 hasta 1985 se realizaron investigaciones geológica, geoquímica y geofísica en la base de un proyecto cooperativo con Bélgica. Como resultado de estos estudios, varias áreas promotoras fueron delineadas, sin embargo, a dichos estudios no se les dió seguimiento.

Como respuesta a petición formulada por el Gobierno de la República del Ecuador al Gobierno de Japón, se realizaron desde 1991 hasta 1993 investigaciones geológica, geoquímica, geofísica y de perforación dentro de un programa de exploración cooperativa en el área de Junín y que fuera. Como resultado de este proyecto la existencia de zonas mineralizadas prometedoras de cobre y molibdeno fue detectada.

Desde 1994 hasta 1995 investigaciones de perforación fueron realizadas como exploración cooperativa en el área de Junín como respuesta a solicitud hecha por el Gobierno de la República del Ecuador al Gobierno de Japón, dentro del proyecto denominado Proyecto Junín y Cuellaje. La existencia de zonas mineralizadas prometedoras de cobre y molibdeno fue detectada en las cercanías de la quebrada Controversia.

A raíz de dichos descubrimientos, el Gobierno de la República del Ecuador presentó una petición de un proyecto denominado Proyecto Imbaoeste, al Gobierno de Japón en Agosto de 1996. En respuesta a la petición, el Gobierno de Japón envió una misión oficial de JICA (Japan International Cooperation Agency) y de MMAJ (Metal Mining Agency of Japan) al Ecuador desde el 30 de Septiembre de 1996 hasta el 5 de Octubre de 1996. El alcance de los trabajos para definir el contenido de los estudios de detalle fue acordado conjuntamente por CODIGEM (Corporación de Desarrollo e Investigación Geológico Minero Metalúrgica) el día 2 de Octubre de 1996. Los primeros estudios de este proyecto se realizaron durante el año fiscal de 1996, finalizando dichos estudios en el año fiscal de 1997.

MMAJ envió un equipo de estudio al Ecuador desde el día 4 de Noviembre de 1996 hasta el día 10 de Febrero de 1997 para la ejecución de los trabajos de campo dentro del primer año.

El área de Imbaoeste se muestra en las Figs. 1, I-1-1 y I-1-2.

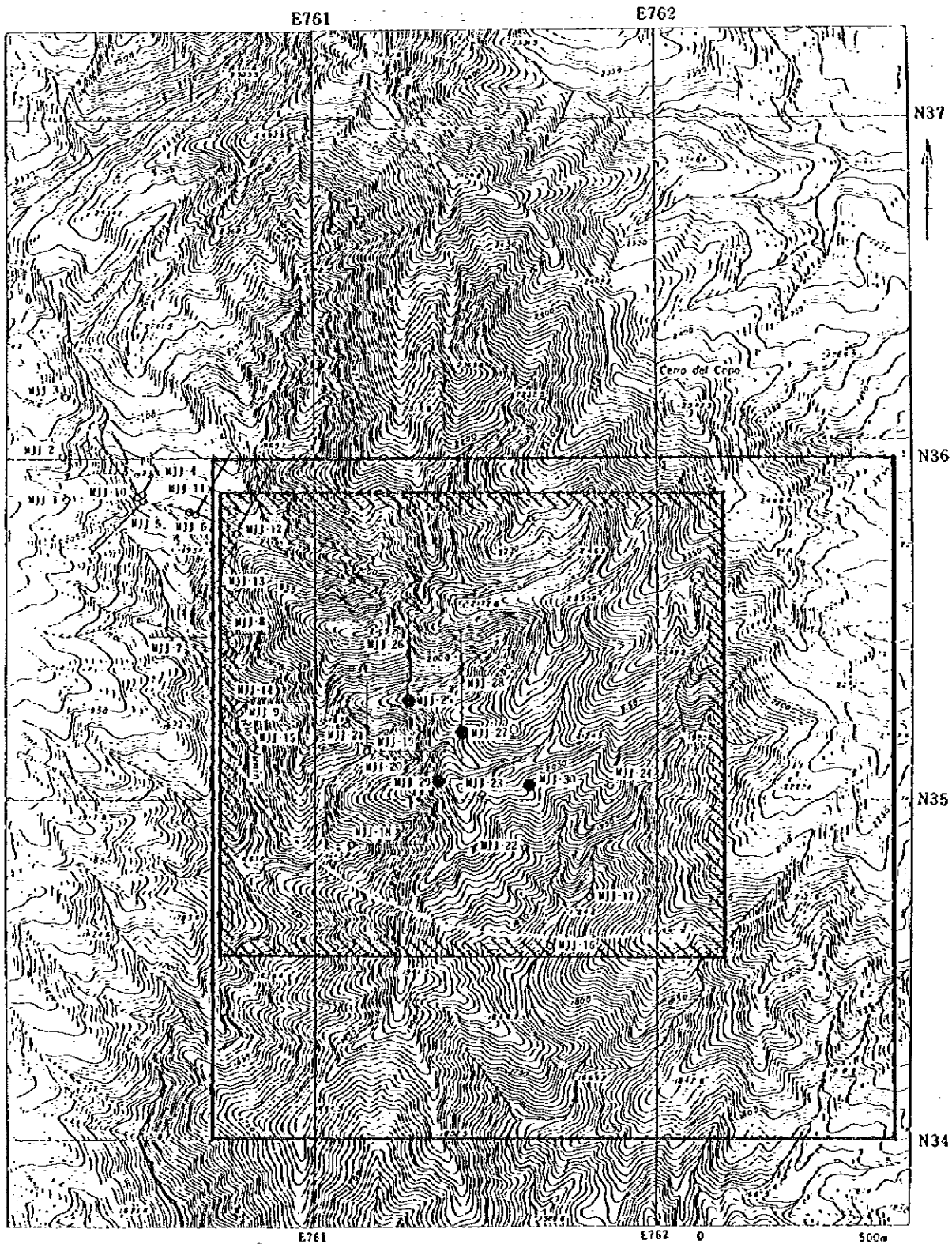


Fig. 1-1-1 Ubicación del área de las investigaciones geológica, geofísica y de perforación

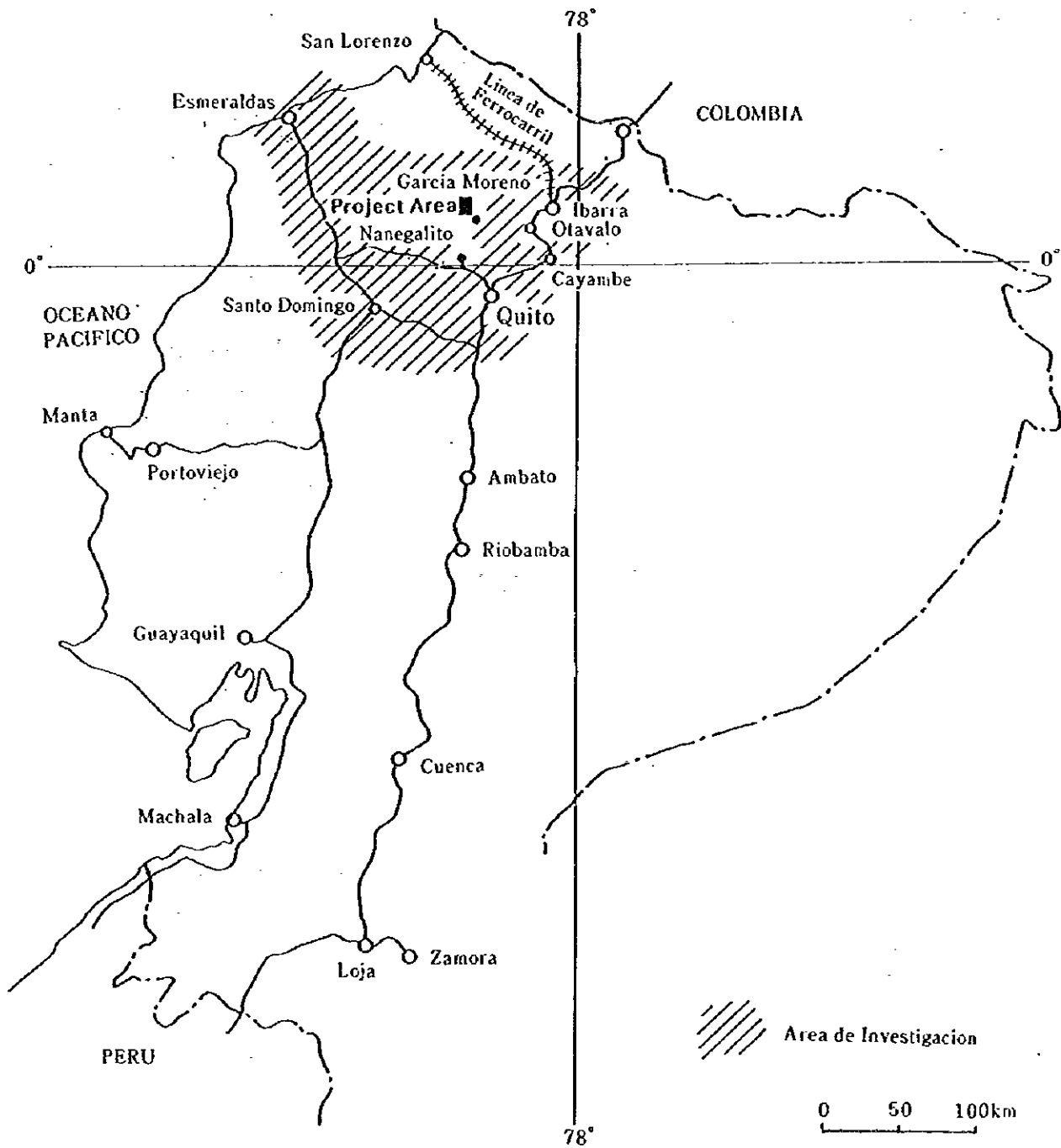


Fig. I-1-2 Ubicación del área del estudio de prefactibilidad

1-2 Sumario de la investigación

1-2-1 Area del estudio

El área de estudio abarca 12 km² y se ubica en la parte oeste de la provincia de Imbabura (Fig. 1, Fig. I-1-1 y Fig. I-1-2).

1-2-2 Propósito

El propósito del proyecto es el de obtener las reservas de alta ley por medio del esclarecimiento de la geología y mineralización y de la clarificación de la existencia de yacimiento mineral. El estudio de prefactibilidad tiene por objetivo evaluar la posibilidad del desarrollo minero en base a los resultados obtenidos de los estudios de exploración. Como parte de los objetivos también se incluye la adecuada transferencia de tecnología al personal de la organización contraparte Ecuatoriana relacionada con el proyecto.

1-2-3 Metodología

En el área de Imbaoste, los estudios geológico, geofísico y de perforación se realizaron. De manera igual se realizó también la colección de datos para el desarrollo minero.

1-2-4 Cantidades de trabajo

Los trabajos realizados en el propio campo y los estudios de laboratorio para cada método de investigación están señalados en la Tabla 1-1-1.

1-2-5 Personal de trabajo

Este trabajo se realizó con la participación conjunta de miembros Ecuatorianos y Japoneses. El personal que estuvo involucrado en el proyecto, tanto administradores como miembros del equipo de investigación están indicados como siguen:

1) Planeamiento y negociación

Tamon Kitabatake (MMAJ)	Arnold Alen Castro (Ministerio de Energía y Minas)
Kenichi Takahashi (JICA)	Zoilo Angulo (CODIGEM)
Nobuyasu Nishikawa (MMAJ)	Tito Viteri (CODIGEM)
Katsuhisa Ono (MMAJ)	Luis Mosquera (CODIGEM)
Hitoshi Shimoda (MMAJ, Lima)	Susana Salvador (CODIGEM)
	Marlon Ponce (CODIGEM)
	Gloria Paredes (CODIGEM)

2) Equipo de investigación

Masahiko Nono (BEC)	Juan Sosa (CODIGEM)
Junichi Yamagata (BEC)	Ivan Endara (CODIGEM)
Manabu Kaku (BEC)	Kteber Silva (CODIGEM)
Junichi Sasaski (BEC)	Henry Palomino (CODIGEM)
Tamio Onishi (BEC)	Carlos Ortiz (CODIGEM)
Masato Kusaka (BEC)	Marlon Ponce (CODIGEM)
Satoru Tada (BEC)	Miguel Flores (CODIGEM)
Shingo Tomiyama (BEC)	
Kenkichi Horio (BEC)	

JICA: Japan International Cooperation Agency

MMAJ: Metal Mining Agency of Japan

CODIGEM: Corporación de Desarrollo e Investigación Geológico Minero Metalúrgica.

BEC: Bishimetal Exploration Co., Ltd.

1-2-6 Período de la investigación

La investigación de campo fue realizada en los siguientes periodos :

Planeamiento y negociación:	Desde 31 de Septiembre 1996 al 5 de Octubre 1996
Investigación geológica:	Desde 2 de Diciembre 1996 al 31 de Enero 1997
Investigación geofísica:	Desde 4 de Noviembre 1996 al 28 de Diciembre 1996
Investigación de perforación:	Desde 4 de Noviembre 1996 al 10 de Febrero 1997
Estudio de prefactibilidad:	Desde 11 de Noviembre 1996 al 19 de Diciembre 1996

Tabla I-1-1 Cantidad de trabajo realizado en 1996

(1) Artículos y cantidades del estudio en el área de Ibaoste

(1) Estudio geológico					
Área de estudio					2 km ²
Longitud de investigación de ruta					9 km
(2) Estudio geofísico					
Área de estudio					5 km ²
Lugar de medida					91 lugares
(3) Perforación					
Pozo No.	Ubicación	Altitud(m)	Dirección	Inclinación	Profundidad(m)
MJJ-25	N35.294 E761.275	1.977.44	-	-90°	602.58
MJJ-26	N35.294 E761.275	1.977.44	N 0° E	-60°	502.00
MJJ-27	N35.200 E761.440	2.018.23	-	-90°	602.58
MJJ-28	N35.200 E761.440	2.018.23	N 0° E	-60°	602.58
MJJ-29	N35.050 E761.365	2.034.67	-	-90°	601.98
MJJ-30	N35.041 E761.638	2.012.25	-	-90°	602.56

(2) Artículos y cantidades del análisis del laboratorio

(1) Estudio geológico								
Sección delgada							42 piezas	
Sección pulida							22 piezas	
Ensayo de rayo X							74 piezas	
Medida de temperatura de inclusión de relleno							12 piezas	
Determinación de edad							4 piezas	
Análisis químico (Ag, Au, Cu, Pb, Zn, Mo y Fe)							420 piezas	
Análisis químico (Ag, Au, Ca, Cu, Fe, Mo, Na, K, Pb, Rb, S, Sr, Zn)							105 piezas	
(2) Estudio geofísico								
Medida de resistividad específica							34 piezas	
(3) Perforación								
Pozo No.	Sección delgada	Sección pulida	Ensayo por rayo X	Medida de temperatura de inclusión de relleno	Determinación de edad	Análisis químico (1)	Análisis químico (2)	Análisis químico (3)
MJJ-25	6	3	11	4	0	240	60	17
MJJ-26	5	6	12	3	0	200	50	15
MJJ-27	4	3	13	4	0	240	60	17
MJJ-28	5	3	13	3	0	241	60	17
MJJ-29	5	4	14	4	1	240	60	17
MJJ-30	4	3	11	4	1	239	60	17
Total	29	22	74	22	2	1400	350	100
Análisis químico (1); Análisis en Japon Elementos químicos analizados Ag, Au, Cu, Fe, Mo, Pb, Zn								
Análisis químico (2); Análisis en Japon Elementos químicos analizados Ag, Au, Ca, Cu, Fe, Mo, Na, K, Pb, Rb, S, Sr, Zn								
Análisis químico (3); Análisis en CODIGEM, Elementos químicos analizados Ag, Au, Cu, Fe, Mo, Pb, Zn								

CAPITULO 2 CARACTERISTICAS GEOGRAFICAS DEL AREA DEL PROYECTO

2-1 Localización y acceso

El área del proyecto, Imbaeste, se localiza en la parte oeste de la provincia de Imbabura, aproximadamente a 50 km., al norte de Quito, capital del Ecuador. El área del proyecto consiste de 12 km² y delimitada por el siguiente código de coordenadas:

N 38,000, E 760,000	N 38,000, E 763,000
N 34,000, E 760,000	N 34,000, E 763,000

El campamento base para el área de Imbaeste fue ubicado en García Moreno. García Moreno está aproximadamente a 200 km. de distancia por carretera y cinco horas en vehículo desde Quito vía Otavalo. De García Moreno a Chalguayacu Alto se ingresa al área central de Imbaeste el cual toma aproximadamente una hora y media por carretera no pavimentada de 22 km. Desde Chalguayacu Alto al helipuerto de Junín en la zona central del área de Imbaeste, se requiere de media hora por carretera de 10 km.

2-2 Topografía e hidrografía

El área del proyecto está situado en el flanco oeste de la cordillera de los Andes y está situada en el flanco meridional y hacia el sudeste del flanco de la cordillera de Toisan. La topografía del área del proyecto es muy escarpada, el rango de elevación oscila entre 1,500 a 2,800 m sobre el nivel del mar. La cima más prominente distribuida alrededor del área del proyecto es el monte Cotacachi (4,937m) que está localizado al oriente del área.

En el área del proyecto y sus alrededores, el principal sistema de drenaje se origina en la cordillera de los Andes y el río Guayllabamba que corre al oeste del área meridional y confluye con el río Esmeraldas que desemboca al Océano Pacífico y el río Mira que corre en la dirección noroeste. El área de proyecto está distribuida en una bifurcación a lo largo de la corriente superior del río Guayllabamba. Adicionalmente a esta dirección preferencial, un segundo grado de sistema de drenaje está caracterizado por un sistema N-S como el río Junín ; un sistema NE-SW como el de la quebrada Fortuna y un sistema NW-SE tal como de la quebrada Limonita y de la quebrada Crisocola del área.

2-3 Clima y vegetación

El clima en el área del proyecto es tropical con alta humedad. El rango de temperatura anual va desde 10 a 24°C. El rango de humedad anual llega a más del 75%. La cantidad de precipitación anual oscila entre 2,000 a 3,000 mm. La estación lluviosa va de Diciembre a Abril, mientras que la estación seca de Mayo a Noviembre.

La vegetación en el área del proyecto consiste principalmente de selva tropical de altura desde 1,600 al 2,000 mts y de campo-prado en la tierra baja.

CAPITULO 3 GEOLOGIA GENERAL Y MINERALIZACION

3-1 Geología general

El Ecuador está situado en el lado noroeste del continente sudamericano y ocupa un lugar geográfico entre Colombia y Perú. Geotectónicamente, Ecuador pertenece al cinturón móvil del geosinclinal Andino, el cual está formado en una banda estrecha a lo largo del margen oeste del escudo Guayano-Brasileño el mismo que está caracterizado como una estructura geotectónica con fallas, pliegues y una violenta actividad volcánica como eugeosinclinal.

La geología del Ecuador consiste de rocas desde el pre-Cambriano hasta el Cuaternario. Las principales estructuras geológicas muestran una dirección NNE-SSW que se refleja en la distribución de tres alineaciones geotectónicas: Costa, Sierra y Oriente (Fig. I-3-1).

La geología de la alineación costera está compuesta de formaciones marinas de basalto, tobas y brechas del Mesozoico (formación Pinon), formaciones terciarias de arenisca, volcánicos y formaciones cuaternarias de sedimentos.

La geología de la Sierra está compuesta de tres zonas geológicas: la cordillera occidental, la depresión interandina y la cordillera oriental. Las rocas volcánicas de la cordillera occidental, las cuales han sido ya datadas corresponden del Cretáceo al Paleogeno (formación Macuchi) se extienden enormemente. En la parte meridional de la cordillera occidental, el basamento Paleozoico y Precambriano se reconocen por su distribución. En la depresión interandina, muchas cuencas de depositación están dispersas y están llenadas de sedimentos y detritos volcánicos. La cordillera occidental consiste de rocas metamórficas y volcánicas, las cuales han sido datadas y corresponden a fechas del pre-Cambriano al Mesozoico.

La geología del oriente está formada por estratos sedimentarios desde el Carbonífero al Cuaternario.

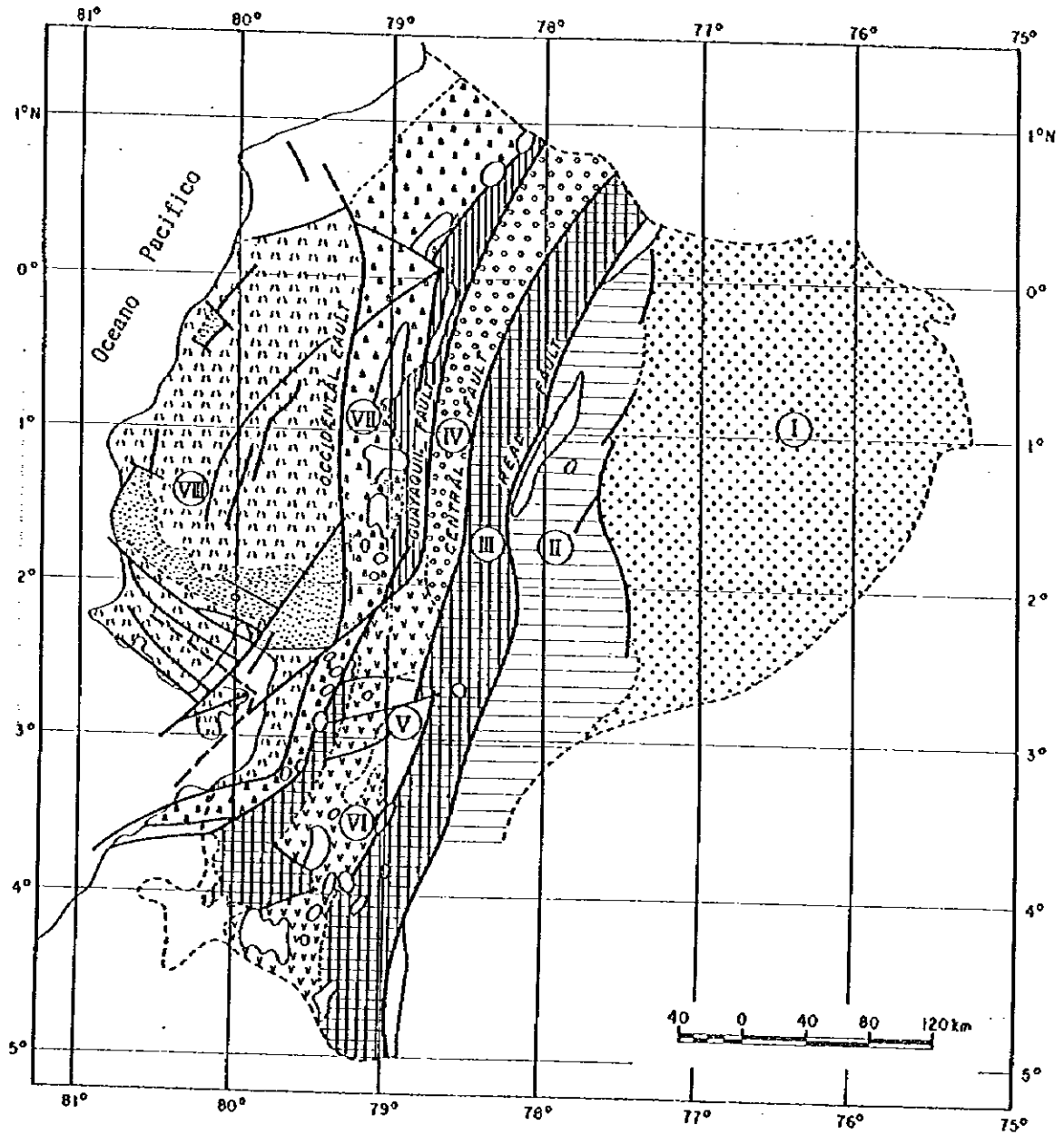
El área de proyecto está sobre la cordillera occidental. La geología alrededor de la área de proyecto consiste de rocas graníticas ácidas a intermedias llamadas batolito Apuela-Nanegal que intruye a la formación Macuchi (MRNE/DGGM, 1982). Mediante el método de fechado por K-Ar se determinó que el batolito granodiorítico en el área del proyecto está entre 13 a 15 m.a., mientras que los intrusivos de rocas porfíricas están entre 6 a 11 m.a. Las principales estructuras geológicas se orientan en dirección N-S y NNE-SSW estando representadas por la distribución característica del batolito Apuela- Nanegal.

3-2 Mineralización

El Ecuador tiene dos grandes provincias metalogénicas: la oriental y la occidental, cada una de las cuales está subdividida en 8 zonas metalogénicas respectivamente (INEMIN 1988). La clasificación de estas zonas está resumida en la Tabla I-3-1 y su distribución está indicada en la Fig. I-3-1.

El área Imbaeeste está situada en la zona metalogénica VII, la misma que es un anticlinario-sinclinorio de la provincia metalogénica occidental. La zona VII se extiende en la dirección norte-sur, estando la mayor parte del límite septentrional ubicada posiblemente alrededor del depósito Piedrancha en Colombia; hacia el sur, se ubican la zona mineralizada Telimbela, El Torneado y el depósito de cobre porfirítico de Chaucha, mientras que más hacia sur el depósito de Michiquillay en Perú. En la vecindad de Piedrancha también se ha reconocido recientemente una mineralización aurífera. Depósitos de sulfuros masivos han sido extraídos de la mina La Plata y la mina Macuchi que están situados al sur de Quito. Depósitos polimetálicos han sido extraídos de la mina de Portovelo en la parte meridional del Ecuador.

Por lo tanto, la zona VII podría tener un alto potencial de depósitos minerales especialmente del tipo de depósitos de cobre porfirítico. En la área de Imbaeeste, mineralización de cobre y molibdeno se ha verificado (JICA/MMAJ, 1992) y se espera la existencia de depósitos minerales de cobre porfirítico.



Legenda

- | | | | |
|-----|------------------------------------|------|--|
| I | Cuenca marginal de Iquitos | VII | Anticlinorio-Sinclinorio de la Cordillera Occidental |
| II | Zona premontana Oriental | VIII | Provincia Costanera |
| III | Anticlinorio de la Cordillera Real | — | Falla |
| IV | Graben de Quito | ○ | Rocas intrusivas |
| V | Cuenca del Azuay | | |
| VI | Graben Sinclinorio de Catanayo | | |

Fig. I-3-1 Zonas geotectónicas y zonas metalogénicas en el Ecuador

Tabla I-3-1 Clasificación de las zonas metalogénicas del Ecuador

Topografía		Geología	Provincias metalogénicas	Zonas metalogénicas	Sub-provincias metalogénicas
Galapagos		Plioceno-Cuaternario			Cu-Ni-Co Sub-Provincia de oceano (Cuaternario)
Costa		Pre-Cretaceo-Pleistoceno (Pinton formacion)	Occidental (Ocean Crust, Eugeosyncline)	VIII. Zona Costanera	Fe-Ti-Pt Sub-Provincia de Costa (Jurásico-Cretaceo inferior)
Sierra	Cordillera Occidental	Cretaceo-Paleoceno (Hish) (Macuchi formacion)		VII. Anticlinorio-Sinclinorio de la Cordillera Occidental	Cu Sub-Provincia de Cordillera Occidental (Cretaceo-Eoceno)
	Depresion intra-andina	Neogeno-Holoceno		VI. Graben Sinclinorio de Catahuayo	Polimetálico sub-Provincia de Altiplano (Paleoceno-Cuaternario)
				V. Cuenca del Azuay	
	Cordillera Real	Rocas metamórficas Paleozoico y Mesozoico	III. Anticlinorio de la Cordillera Real	Sa-T-U Sub-Provincia de Cordillera Real (Paleozoico superior)	
Oriente		Carbonífero-Cretaceo	Oriental (Continental Crust, Miogeosyncline)	II. Zona pre-andina Oriental	Au Sub-Provincia de Cuenca oriental (Mesozoico-Cenozoico)
		Terciario-Cuaternario		I. Cuenca marginal de Iquitos	

CAPITULO 4 SUMARIO DE LOS RESULTADOS DE LA EXPLORACION

4-1 Investigación geológica

El área cubierta por el estudio está ubicada en la parte central del área de Imbaocste conforme a lo indicado en la Fig. I-1-1 y Fig. II-1-1.

Las rutas de las investigaciones se levantaron topográficamente por medio de una brújula tipo Ushikata y cinta métrica, las cuales fueron conducidos a lo largo de ríos, crestas y caminos que se abrieron para el transporte de los equipos a utilizar en las perforaciones. Los resultados de estas investigaciones se presentan en el mapa geológico a la escala de 1:2.000 (Apéndice 2).

(1) Geología y estructuras geológicas

La geología en el área bajo estudio y en las áreas situadas en los alrededores esta compuesta predominantemente por granodiorita y pórfidos variados. La granodiorita se correlaciona con el batolito Apuefa-Nanegal. Los pórfidos varían entre pórfido cuarcífero, pórfido diorítico y pórfido granodiorítico y se presentan como diques o pequeños cuerpos intruidos en el batolito granodiorítico.

Dentro de el área de la investigación geológica se observados numerosos diques de pórfido granodiorítico intruidos en granodiorita. Estos diques poseen buzamientos hacia el Sur y hacia dos direcciones preferenciales hacia ENE-WSW y de NW-SE, sin embargo la dirección predominante es ENE-WSW.

Debido la variación en la composición de estos diques, se distinguieron los siguientes tipos de rocas: roca con alto porcentaje de pórfido de cuarzo y plagioclasa (pórfido cuarcífero), roca con alto porcentaje de pórfido de plagioclasa y bajo de pórfido de cuarzo (pórfido granodiorítico), roca con bajo porcentaje de pórfidos y con matriz gruesa (porfírita).

Se observaron las fallas, una de dirección ENE-WSW con buzamiento para SSE en la quebrada Controversia y otra con dirección N-S con buzamiento para E fue constatada a lo largo del río Junín. Las mineralizaciones de cobre también están relacionadas con estas fallas.

(2) Mineralizaciones

En la superficie del área estudiada, los sulfuros fueron transformados en limonita por la acción del intemperismo, pero a lo largo de las quebradas se observa que las mineralizaciones están asociadas a alteraciones como silicificación y sericitización.

Las zonas mineralizadas se encuentran insertas en pórfido granodiorítico y en granodiorita en

las cuales se observan disseminaciones y mallas de películas con pirita, calcopirita, molibdenita y bornita. Análisis de secciones pulidas presentan adicionalmente covelina, digenita y calcocita, siendo la covelina y calcocita de origen secundario.

Medio curso de la quebrada Controversia:

Mineralización (ancho: 412 m, Cu: 0.28%, Mo: 0.005%).

Considerado como extensión de la mineralización interceptada en los pozos MJJ-19 y MJJ-20.

Tributario de la quebrada Controversia:

Mineralización (ancho: 60 m, Cu: 0.48%, Mo: 0.006%).

La zona mineralizada está en las proximidades de la falla de dirección ENE-WSW, lo que comprueba la presencia de la mineralización en zonas de fallas.

Quebrada Rica aguas arriba:

Mineralización (ancho: 116 m, Cu: 0.39%, Mo: 0.005%).

Posiblemente representa la extensión nordeste de la mineralización interceptada en el pozo MJJ-27.

Quebrada Fortuna aguas arriba:

Mineralización (ancho: 322 m, Cu: 0.18%, Mo: 0.003%).

La zona mineralizada es ancha, pero la presencia de pirita es notable y con bajo contenido de cobre.

Tributario de la quebrada Fortuna:

Mineralización (ancho: 34 m, Cu: 0.06%, Mo: 0.004%).

Debido a alta incidencia de cascadas el muestreo fue insuficiente, pero es notable la presencia de pirita con bajo contenido de cobre.

Quebrada Fortuna aguas abajo

Mineralización (ancho: 88 m, Cu: 0.17%, Mo: 0.001%).

Localmente buenas fajas mineralizadas, sin embargo no solamente la presencia de pirita es alta sino que también la zona mineralizada es de pequeño escala.

(3) Alteración

De los resultados de la observación a simple vista y a través de los análisis por rayos X, se puede distinguir 3 zonas de alteración hidrotermal con los siguientes minerales diagnósticos:

- 1) cuarzo-sericita-clorita (alteración filítica)
- 2) cuarzo-plagioclasa-clorita-epidoto (alteración propilítica) y

3) cuarzo-plagioclasa-caolinita-montmorilonita.

La combinación mineral de cuarzo-sericita-clorita esta distribuida desde la parte central hacia la parte norte y noreste del área bajo estudio. La combinación mineral de cuarzo-plagioclasa-clorita-epidoto se encuentra distribuida principalmente desde la parte oeste hacia la parte sudoeste y también en la parte este, del área estudiada. La combinación mineral de cuarzo-plagioclasa-caolinita-montmorilonita se considera como resultado del intemperismo y presenta una pequeña distribución en las crestas de la parte central del área.

(4) Relación entre geología, mineralización y alteración

En el área bajo estudio, la granodiorita se encuentra intruida por numerosos diques de pórfido granodiorítico con dirección de ENE-WSW.

Mineralización se observó en el curso medio de la quebrada Controversia, en aguas arriba de la quebrada Rica y en la quebrada Fortuna. En estas localidades las mineralizaciones se presentan tanto en pórfido granodiorítico como en granodiorita, lo que sugiere que estas mineralizaciones están relacionadas a la actividad hidrotermal generada por el pórfido granodiorítico. De esta forma, se considera que la localización y extensión de las zonas mineralizadas están controladas por la distribución de pórfido granodiorítico. Además, la presencia de mineralizaciones de cobre alrededor de una zona de falla de dirección ENE-WSW, en el tributario de la quebrada Controversia, indica que la mineralización también está relacionada con la falla.

La presencia constante de minerales de alteración como cuarzo-sericita-clorita, asociadas con las mineralizaciones de cobre es indicativo que la silicificación y sericitización están fuertemente relacionadas con estas mineralizaciones. La distribución de la zona de alteración, silicificación y sericitización es muy amplia, estando distribuida no solamente desde la parte central hacia la parte norte y noreste de la área bajo estudio sino que también se extiende para el norte y noreste.

Según los estudios de las secciones pulidas de minerales económicos se pudo verificar que los sulfuros son principalmente de pirita y calcopirita y los otros sulfuros como covelina y calcocita se presentan ya sea alrededor del cristal de la calcopirita o bien llenando fracturas de la calcopirita. A diferencia de lo observado en los testigos de las perforaciones, la covelina y la calcocita se presentan mezclados, sin la textura original, indicando que estos dos minerales son de origen secundario, productos de oxidación de la calcopirita.

Según las mediciones de las temperaturas por inclusión de fluidos se obtuvieron temperaturas de homogeneización entre 180.3° C y 372.8° C. En el curso medio de la quebrada Controversia, aguas arriba de la quebrada Rica y aguas arriba de la quebrada Fortuna, donde se observaron los mejores resultados analíticos para cobre, se obtuvieron temperaturas de mas de 300° C.

Por los estudios de datación de rocas se obtuvo para granodiorita una edad de 7.51 ± 0.17 Ma. Los estudios petrográficos indicaron que la alteración en granodiorita presentó minerales diagnósticos como cuarzo y sericita, lo que puede indicar un posible rejuvenecimiento.

Los pórfidos granodioríticos presentaron una edad de como 5.93 ± 0.13 Ma. y 7.88 ± 0.25 Ma. (Pórfido cuarceífero) y 5.81 ± 0.13 Ma. (Porfirita). Dichos pórfidos pueden ser divididos en dos diferentes edades, pero la muestra que resultó con una edad de 5.81 ± 0.13 Ma (Porfirita) se localiza en las proximidades de la zona mineralizada pudiendo de esta forma haber sido rejuvenecido por los procesos de alteración. La edad de 5.93 ± 0.13 Ma. (Pórfido cuarceífero) es muy próxima de la edad de pórfido granodiorítico indicando también posible rejuvenecimiento por alteración. La edad de 7.88 ± 0.25 Ma. (pórfido cuarceífero) es muy próxima a la edad de granodiorita 7.51 ± 0.17 Ma., indicando la posibilidad de rejuvenecimiento por alteración.

Todos los resultados de datación indicaron alteración y en esta forma existe la posibilidad de rejuvenecimiento, sin embargo se vislumbra la posibilidad de que algunos diques de pórfido granodiorítico se hayan intruido durante una edad muy próxima a la granodiorita.

4-2 Investigación geofísica

Debido a la rigurosa topografía del área donde se ubicaron los estudios, el levantamiento geofísico por el método de CSAMT presentaba los aspectos mas favorables para el estudio de la estructura geoelectrica de dicha área.

(1) Metodología

Los electrodos de corriente para la transmisión de la corriente se ubicaron de tal manera que la distancia entre dichos electrodos y las estaciones a medir era de mas de 5 Kms, como se indica en la Fig. II-2-1. La distancia entre los dos electrodos de corriente era de alrededor de 2 Km. y para lograr un mejor contacto con la tierra, se enterró en cada uno de los dos puntos de corriente, un arreglo de rejillas metálicas cubiertas con aluminio y varios electrodos metálicos como de 1 metro de largo. Con este arreglo se logró una resistencia de contacto como de 100Ω , con lo que se pudo enviar corrientes máximas de alrededor de 10.8 Amperios.

Las estaciones se localizaron principalmente a lo largo de crestas o bien a lo largo de los ríos o quebradas. De esta manera 91 estaciones, separadas entre 100 y 150 metros entre si, se localizaron como se indica en la Fig. II-2-2. Para su localización también se ocupó una brujula del tipo Ushikata que fue útil para ubicar las estaciones a lo largo de rutas establecidas.

Dos componentes horizontales del campo electromagnético fueron medidas: una componente de campo eléctrico paralelo al dipolo transmisor (E_x) y una componente perpendicular

de campo magnético (H_y). La componente de campo eléctrico se midió como una diferencia de potencial a través de un dipolo de como 30 metros de longitud, el cual terminó a ambos lados por medio de tarros porosos en contacto con la tierra y con una resistencia de menos de $10K\Omega$. El campo magnético se detectó por medio de una antena de embobinado de inducción por ferrita colocado cerca del centro del dipolo eléctrico. Las señales E_x y H_y llegaron a un receptor el cual numeriza, apila y promedia hasta que datos suficientemente precisos han sido obtenidos.

Durante el levantamiento, las mediciones se tomaron 3 veces por cada frecuencia con el objeto de obtener datos confiables y suficientemente precisos, sin embargo a frecuencias bajas se observó un efecto llamado efecto de campo próximo la cual causa saturación de la señal y previene por lo tanto adquisición adecuada de los datos. Los campos electromagnéticos E_x y H_y se midieron sobre un amplio rango de frecuencias, es decir, 8192, 4096, 2048, 1024, 512, 256, 128, 64, 32 y 16 Hz, totalizando 10 mediciones de frecuencia por cada estación. En este levantamiento el efecto de campo próximo se observó por lo general en las frecuencias abajo de los 64 o 128 Hz.

(2) Mediciones de propiedades eléctricas en muestras de rocas

Con el objeto de complementar los resultados de resistividad medidos en el campo por el levantamiento geofísico, se midieron también las propiedades eléctricas de muestras de rocas tomadas tanto de los afloramientos en el área como también de los testigos de las perforaciones. Un total de 34 muestras se recolectaron para determinar su resistividad eléctrica y su cargabilidad de polarización inducida.

(3) Método de análisis

Para el procesamiento e interpretación de los datos medidos en el campo se requirieron de varios pasos:

Corrección por corrimiento estático

Una de las dificultades encontradas en el análisis de los datos en el método CSAMT es el llamado efecto estático, que es el corrimiento paralelo en la parte de las frecuencia bajas en las curvas de resistividad aparente debido a la existencia de anomalías superficiales y de carácter local. El análisis uni-dimensional de los datos de CSAMT, que son afectados por dicho efecto estático, pueden conducir a una errónea interpretación en la estructura eléctrica si no se aplica dicha corrección a los datos.

En esta área, la topografía es bastante escarpada, por lo que las crestas son angostas y los valles profundos. Puesto que las estaciones de CSAMT se ubicaron en su mayoría sobre las partas altas de las crestas y sobre las partas bajas de los valles, las mediciones de resistividad son sin lugar a dudas influenciadas por los efectos topográficos, es decir por efectos de corrimiento estático, por

lo que las resistividades aparentes resultan mas bajas en las crestas y mas altas en los valles. Si este es el caso, el análisis uni-dimensional no resulta del todo razonable y por lo tanto, correcciones de corrimiento estático se llevaron a cabo.

Análisis uni-dimensional

Antes de hacer uso de los modelos uni-dimensionales, los datos observados son primero corregidos por corrimiento estático. En base a los datos corregidos, el modelado uni-dimensional calcula por procesos directos y de inversión los campos magnéticos y eléctricos provenientes de capas estratificadas.

Análisis bi-dimensional

El análisis bi-dimensional realizado para procesar los datos de CSAMT se basa en un código en Fortran desarrollado por los Drs. Uchida y Ogawa del Servicio Geológico de Japón (GSJ).

El método que se utiliza es el método de los elementos finitos (FEM), en la cual el espacio (la sección vertical) a analizar se discretiza en cierto número de elementos o bloques rectangulares. Los tamaños de los bloques se deciden en base a las profundidades de penetración (efecto pelicular) de las frecuencias máxima y mínima utilizadas. La topografía se incorpora por medio de un corrimiento vertical de los nodos de los bloques de acuerdo a la elevación de la superficie. Después de varias iteraciones, los valores finales de resistividad son ploteados en cada bloque y se trazan los contornos usando el centro de cada bloque como su valor representativo.

El código básicamente consiste de 2 partes: uno es el directo, el cual usa el método FEM y la otra es inversión.

Las mediciones de CSAMT se realizaron en el modo transversal de inducción TM, es decir el campo eléctrico es perpendicular al rumbo de la anomalía geológica, de tal manera que en los cálculos bi-dimensionales se utiliza el mismo modo transversal TM. Dicho resultado permitió analizar las secciones paralelas a la dirección aproximada O-E del dipolo transmisor.

(4) Resultados

Propiedades eléctricas de muestras

34 muestras de rocas se recolectaron de afloramientos y de testigos de perforaciones ubicadas en el área bajo estudio. Los valores de la resistividad de las muestras medidas en el laboratorio oscilaron entre 243 y 75200 Ωm , mientras que los valores de cargabilidad de polarización inducida variaron entre 1.3 y 45.4 mV/V.

A partir de la ubicación de dichas muestras y del conocimiento de sus propiedades eléctricas, se puede inferir una posible estructura de resistividad del área.

Curvas de resistividad aparente

El análisis del patrón de curvas de resistividad aparente para cada estación llevó a la separación de las curvas en 3 grupos: A, B y C.

Grupo A: las estaciones dentro de este grupo, muestran una alta correlación con respecto a la curva promedio de resistividad aparente, la cual a partir de los niveles de frecuencia altos muestran el patrón de resistividad aparente: Alta-Baja-Alta

Grupo B: Estaciones de este grupo muestran una baja correlación con respecto a la curva promedio, indicando un patrón de resistividad aparente de Mediana-Baja-Alta

Grupo C: Las estaciones de este grupo reflejan una correlación negativa, e indicando un patrón del tipo: Bajo-Bajo-Alto.

Distribución de la resistividad aparente

Secciones de resistividad aparente

Un total de 4 secciones (A, B, C y D) de resistividad aparente fueron elaboradas a lo largo de la dirección E-W.

En general se observa que en las crestas a lo largo de la dirección N-S se encuentran estaciones con resistividades bajas de menos de $100\Omega\text{m}$ y en los valles, resistividades de más de $600\Omega\text{m}$. Este hecho está relacionado con el efecto topográfico (efecto de corrimiento estático). Sin dicho tipo de corrección se observa baja resistividad en las crestas y alta resistividad en los valles. Inspección de las secciones A y D indican que la resistividad aparente disminuye de norte a sur.

Mapa en plano de la resistividad aparente

Para el análisis de la información se elaboraron mapas en plano utilizando un total de 3 frecuencias, es decir, frecuencias de 256, 1024 y 4096 Hz. Para la elaboración de los mapas se utilizaron tanto los datos medidos como también los corregidos por corrimiento estático. Al igual que lo mencionado anteriormente, los mapas de resistividad aparente de los datos medidos, reflejan el mismo efecto topográfico, es decir, resistividad baja en las crestas y altas en los valles.

A lo largo de la cresta, la tendencia observada en la resistividad cuando la frecuencia disminuye sugiere la presencia de una zona de baja resistividad que se ensancha bajo la capa superficial.

En los mapas en plano que muestran los valores de resistividad utilizando los datos corregidos, se puede observar que los valores de resistividad para las estaciones del grupo 'A' presentan valores altos de resistividad aparente superiores a $250\Omega\text{m}$, las estaciones del grupo 'B' con valores intermedios de resistividad aparente entre $160 \sim 400\Omega\text{m}$, mientras que los del grupo 'C', con valores bajos de resistividad aparente de menos de $250\Omega\text{m}$.

Las zonas con valores bajos de resistividad aparente se observan distribuidas de la siguiente manera:

- a) A lo largo de la dirección E-W en la parte NW del área bajo estudio
- b) A lo largo de la dirección N-S en la parte oeste del río Junio, rodeando la estación No. 21.
- c) En la dirección NE-SW a lo largo de la Q. Fortuna y a lo largo de la quebrada al este de Q. Fortuna.

Las dos primeras resistividades mencionadas arriba en a) y b), son indicativas de zonas fracturadas como de también zonas mineralizadas a lo largo de fallas, mientras que la tercera, indica zonas alteradas con mineralización.

Por otra parte, las zonas de alta resistividad aparente se distribuyen a lo largo de las crestas reflejando capa meteorizada con poco grado de saturación de agua.

Análisis uni-dimensional

Al igual que para el análisis de las secciones transversales de resistividad aparente mencionadas en Sec. 2-3-3, un total de 4 secciones (A, B, C y D) se plotearon utilizando los resultados del análisis en una dimensión e indicadas en la Fig. II-2-7. Por medio de los resultados de los análisis uni-dimensionales para cada estación, se determinaron los valores de resistividad a las diferentes elevaciones de 1800, 1650 y 1500 metros, los cuales sirvieron a la vez para preparar mapas de resistividades a dichas elevaciones y que se indican en la Fig II-2-8.

En general, las 4 secciones analizadas presentan una estructura eléctrica de 3 capas: Alta-Baja-Alta. La primera capa, muestra valores altos de resistividad arriba de los 250 Ωm y con un espesor alrededor de los 100 metros, indicando una capa meteorizada. La siguiente capa, muestra valores intermedios y bajos de resistividad abajo e los 250 Ωm , con un espesor que está entre 200 ~ 600 metros y que se distribuye hacia el sur aumentando en profundidad y en espesor. Esta capa, según su ubicación y forma de distribución, se puede clasificar en 4 zonas:

a. Zona norte de baja resistividad

Se distribuye a lo largo de la dirección E-W desde la estación 3 a la 26. En concordancia con los estudios geológicos que detecto una falla E-W a lo largo de esta zona, se puede inferir que esta zona de baja resistividad esta relacionada con una zona de fracturamiento a lo largo de la falla.

b. Zona occidental de baja resistividad

Se distribuye en la dirección N-S a lo largo del río Junio reflejando una zona fracturada a lo largo de la falla del río Junín. En la parte central de esta zona, desde la estación 11 a la 17 y a

niveles inferiores de la cresta, la baja resistividad de la parte norte muestra una tendencia a disminuir su espesor y aumentar en cambio su resistividad hacia el sur.

c. Zona central de baja resistividad

En la parte central del área bajo estudio y desde la estación No. 33, se distribuye una zona de baja resistividad, la cual se extiende hacia el SSE con mas baja resistividad y a mas profundidad y espesor. Hacia el NE de la estación No. 40 y NNE de la estación No. 49, esta zona tiende a ser mas superficial y de menos espesor.

d. Zona Q. Fortuna de baja resistividad

Esta zona de baja resistividad se distribuye en la dirección NE-SW a lo largo de la quebrada Fortuna con poco espesor pero tornándose mas profunda y mas espesa al este de la parte inferior de la cresta. De la parte este y noreste de esta zona no se pueden hacer inferencias porque el levantamiento CSAMT no cubrió esta parte, sin embargo se presume que dicho bajo resistivo se extiende hacia la dirección noreste. Afuera del área bajo estudio, se puede también inferir que la baja resistividad observada en los alrededores de la estación No. 44 sugiere la posibilidad de una extensión de esta zona hacia el noreste.

Análisis bi-dimensional

El análisis bi-dimensional de los datos incluye la topografía de la sección bajo análisis, sin embargo, dicho análisis no incluye las correcciones de corrimiento estático.

Los resultados del análisis bi-dimensional se indican en la Fig.II-2-9, la cual incluye solamente las secciones C y D, sin embargo el análisis de las secciones A y B están en el apéndice 26.

Las secciones transversales que se elaboraron corren a lo largo de la dirección E-W, dirección que resulta ser perpendicular a las crestas y valles, por lo que las secciones analizadas muestran la topografía sobresaliente para el análisis.

En este levantamiento, la topografía encontrada fue bastante escabrosa, por lo que el análisis bi-dimensional presenta algunas deficiencias puesto que este análisis no toma en cuenta el efecto lateral característico de una estructura tridimensional mas compleja.

Por otra parte, el análisis uni-dimensional al compararse con el análisis bi-dimensional refleja casi la misma estructura en 3 capas, es decir, Alta-Baja-Alta. Sin embargo, ambos resultados son en alguna manera diferentes ya que la influencia de la fuerte topografía en el área del levantamiento no es del todo eliminada en el análisis bi-dimensional.

(5) Consideraciones

Durante la campaña de perforación realizado en este año fiscal, las perforaciones hechas en el área central, MMJ-29 y MMJ-30 arrojaron resultados de mineralización favorable. En este

respecto, los resultados geofísicos indicaron que los valores bajo - mediano (de menos de 250 Ω m) de la zona de resistividad coincide con la zona mineralizada detectada por la perforación.

A partir de los análisis químicos de las muestras de los testigos de la perforación, se ha encontrado que en los niveles superficiales se detectan relativamente alto grados de Cu, medianos de S, altos de Na y bajos de valores de resistividad. A partir de estos resultados, se espera que promisorios grados de Cu puedan encontrarse en las zonas de baja - media resistividad, en tal modo que a niveles superficiales vayan acompañadas de alteración débil y valores medios de sulfatos mientras que a nivel mas profundos, vayan acompañadas de una fuerte alteración y valores medios de sulfatos. Lo anteriormente mencionado se puede tomar como una definición a ser aplicada en esta área. Basados en dichos resultados y tomando en consideración las zonas de baja - mediana resistividad, las siguientes áreas de estudio pueden extraerse:

a. Zona central de baja resistividad

Baja resistividad se extiende desde la central parte hacia la parte sud-sudoeste y hacia la parte este-noreste del área. A partir de la distribución de baja resistividad desde la parte sud-sudoeste y los resultados geoquímicos de la perforación MJJ-18 se puede inferir que en la zona sud-sudoeste se puede esperar bajo contenido de Cu, alto de S, alto de Na y alteración débil. Hacia la parte este-norocste como también noreste se ve extendida la zona de baja resistividad y los análisis geoquímicos indican alta posibilidad de alto grado de Cu.

b. Zona norte de baja resistividad

A niveles profundos la existencia de bajo Cu, bajo S, alto Na, alteración débil como también la mineralización débil reflejan una alta resistividad, sin embargo, cerca de la superficie la existencia de bajo S, mediano Na puede ser inferido. La resistividad baja esta relacionado con fracturamientos con dirección ENE-WSW y E-W, por lo que cerca de la superficie, el fracturamiento va acompañado de mineralización.

c. Zona occidental de baja resistividad

Los resultados encontrados en esta zona son prácticamente los mismos que la zona anteriormente mencionada. A profundidad y de los resultados de resistividad alta se puede inferir que la existencia de mineralización es prácticamente no existente, sin embargo la resistividad baja de la parte norte que cruza las estaciones 10 y 11 cerca de la superficie, la resistividad baja da indicaciones de una mineralización prometedora.

d. Zona Q. Fortuna de baja resistividad

Desde la parte oriental de la quebrada Fortuna a profundidad, como también al noreste se extiende una zona de baja resistividad. Los análisis químicos de MJJ-16 y 17 su contenido de Cu tanto de cerca de la superficie como a profundidad presenta casi ningún cambio, pero

presenta tendencia a disminuir en S y con gran cambio en Na, por lo que existe posibilidad de una mineralización que se extiende hacia el lado occidental del área.

Como resultados de la investigación geofísica se infiere que existe una buena mineralización en la zonas que, por orden de posibilidades altas, son: zona central, zona occidental, zona Q. Fortuna y zona norte.

4-3 Investigación de perforación

Las investigaciones de perforación a diamantina por wire-line se realizaron en 6 pozos con una profundidad total de 3,514.28 mts con el objeto de confirmar la mineralización y extensión e intensidad en profundidad de las zonas mineralizadas encontradas en las cercanías de las quebradas Controversia, Rica y Fortuna. La localización de los 6 pozos se indican en Fig. II-3-1. Los sumarios de las investigaciones de los 6 pozos se señala como sigue:

No. de Pozo	Localización	Altitud	Profundidad	Dirección	Inclinación
MJJ-25	N35.294 E761.275	1,977.44m	602.58m	-	-90°
MJJ-26	N35.294 E761.275	1,977.44m	502.00m	N 0° E	-60°
MJJ-27	N35.200 E761.440	2,018.23m	602.58m	-	-90°
MJJ-28	N35.200 E761.440	2,018.23m	602.58m	N 0° E	-60°
MJJ-29	N35.050 E761.365	2,034.67m	601.98m	-	-90°
MJJ-30	N35.041 E761.638	2,012.25m	602.56m	-	-90°

1) Pozo MJJ-25

Geología: Este pozo fue perforado en granodiorita y pórfido granodiorítico que intruye a granodiorita como dique. Muchos diques de pórfido granodiorítico se encuentran hasta la profundidad de 150 mts, sin embargo pocos de estos diques están bajo la profundidad de 150 mts. Generalmente silicificación, sericitización, cloritización y epidotización se observan alternativamente en estas rocas. Falla se encuentra dentro del intervalo de 166.90 mts a 169.40 mts.

Mineralización: los testigos hasta la profundidad de 60 mts se encuentran en una zona oxidada, no se encuentra minerales de sulfuro y solo se encuentra limonita, parcialmente calcocita y malaquita.

La mineralización de cobre consiste de calcopirita y bornita en las fracturas en granodiorita y pórfido granodiorítico. Se encuentra una buena mineralización desde 60 mts a 140 mts, desde 300 mts a 350 mts, desde 380 mts a 420 mts y desde 460 mts a 602.58 mts. La parte de buena

mineralización, se ve acompañada con silicificación fuerte y sericitización fuerte. La mineralización de molibdeno se encuentra desde 60 mts a 130 mts. Muchas vetas de cuarzo se encuentran desde 105 mts a 140 mts y desde 210 mts a 250mts.

Según los análisis químicos de muestras, la ley promedio y la ley buena se señala como sigue:

	Profundidad	longitud de testigo	Cu	Mo
Ley promedio:	4.60 m a 602.58 m	597.98 m	0.43 %	0.011 %
Ley buena :	60.00 m a 140.00 m	80.00 m	0.64 %	0.038 %
Ley buena :	300.00 m a 350.00 m	50.00 m	0.73 %	0.012 %
Ley buena :	380.00 m a 420.00 m	40.00 m	0.52 %	0.009 %
Ley buena :	460.00 m a 602.58 m	142.58 m	0.59%	0.008 %

2) MJJ-26

Geología: Este pozo fue perforado en granodiorita y pórfido granodiorítico que intruye a granodiorita como dique. Muchos diques de pórfido granodiorítico se encuentran hasta la profundidad de 60 mts, sin embargo solo pocos de estos se hallan bajo de profundidad de 60 mts. Generalmente se observa en forma alternativa silicificación, sericitización, cloritización y epidotización. Fallas se encuentran desde 87.65 mts a 90.90 mts, desde 105.45 mts a 106.50 mts, desde 175.70 mts a 176.20 mts, desde 256.00 mts a 261.20 mts y desde 475.00 mts a 478.00 mts.

Mineralización: los testigos hasta la profundidad de 80 mts se encuentran en una zona oxidada, no se encuentran minerales de sulfuro y solo se encuentra limonita. Desde 80 mts a 150 mts, limonita, malaquita, pirita, calcopirita y bornita se observan. La mineralización de cobre es débil, sin embargo continua hasta el fondo del pozo. La mineralización de molibdeno se encuentra desde 80 mts a 110 mts y desde 440 mts a 480 mts. En las cercanías de las fallas, ley alta de cobre se obtiene. Las fallas se consideran que llevan una relación con mineralización. Muchas vetas de cuarzo se encuentran desde 270 mts a 315 mts y desde 445 mts a 460mts.

Según los análisis químicos de muestras, la ley promedio y la ley buena se señala como sigue:

	Profundidad	longitud de testigo	Cu	Mo
Ley promedio:	4.88 m a 502.00 m	497.12 m	0.25 %	0.005 %
Ley buena :	84.00 m a 92.00 m	8.00 m	0.99 %	0.034 %
Ley buena :	246.00 m a 262.00 m	16.00 m	0.64 %	0.012 %
Ley buena :	354.00 m a 358.00 m	4.00 m	0.75 %	0.009 %
Ley buena :	370.00 m a 378.00 m	8.00 m	0.74%	0.009 %
Ley buena :	466.00 m a 480.00 m	14.00 m	0.56%	0.020 %

3) MJJ-27

Geología: Este pozo fue perforado en granodiorita y pórfido granodiorítico que intruye a granodiorita como dique. Muchos diques de pórfido granodiorítico se encuentran hasta una profundidad de 455 mts, sin embargo pórfido granodiorítico no se detecta abajo de la profundidad de 455 mts. Silicificación y sericitización se observan en la profundidad desde 70 mts a 460 mts. Cloritización y epidotización se observan en la profundidad desde 20 mts a 250 mts y desde 450 mts a 600 mts. Las fallas se encuentran en la profundidad desde 150.30 mts a 150.60 mts, desde 305.00 mts a 306.20 mts, desde 315.70 mts a 316.30 mts y desde 563.20 mts a 568.00 mts.

Mineralización: los testigos hasta la profundidad de 20 mts se encuentran en una zona oxidada. La mineralización de cobre se reconoce en pórfido granodiorítico y granodiorita en la profundidad desde 70 mts a 470 mts. Además en la cercanía de la falla y a la profundidad de 563 mts, se observa mineralización de cobre. La mineralización de molibdeno se encuentra desde 70 mts a 270 mts.

Según los análisis químicos de muestras, la ley promedio y la ley buena se señala como sigue:

	Profundidad	longitud de testigo	Cu	Mo
Ley promedio:	5.79 m a 602.58 m	596.79 m	0.56 %	0.017 %.
Ley buena :	66.00 m a 456.00 m	390.00 m	0.67 %	0.022 %.
Ley buena :	560.00 m a 602.58 m	42.58 m	0.79 %	0.008 %.

4) MJJ-28

Geología: Este pozo fue perforado en granodiorita y pórfido granodiorítico que intruye a granodiorita como dique. Muchos diques de pórfido granodiorítico se encuentran hasta la profundidad de 480 mts, sin embargo pórfido granodiorítico no se observa abajo de la profundidad de 480 mts. Generalmente la silicificación, sericitización, cloritización y epidotización se observan alternativamente. Muchas fallas se encuentran en la profundidad desde 50.20 mts a 50.30 mts, desde 178.60 mts a 180.50 mts, desde 217.50 mts a 218.50 mts, desde 232.80 mts a 233.00 mts, desde 368.60 mts a 370.10 mts, desde 380.20 mts a 382.40 mts y desde 386.55 a 391.00 mts.

Mineralización: los testigos hasta la profundidad de 20 mts se encuentran en una zona oxidada. Buena mineralización de cobre se reconoce en pórfido granodiorítico y granodiorita en la profundidad desde 50 mts a 178 mts y desde 360 mts a 402 mts. En la mineralización buena desde 360 mts a 402 mts, se observan muchas fallas que tienen una relación con mineralización. La mineralización de molibdeno se encuentra en la profundidad desde 50 mts a 260 mts y desde 380 mts a 400 mts. En la profundidad desde 425 mts a 455 mts, se observan mucha vetas de cuarzo.

Según los análisis químicos de muestras, la ley promedio y la ley buena se señala como

sigue:

	Profundidad	longitud de testigo	Cu	Mo
Ley promedio:	5.79 m a 602.58 m	596.79 m	0.45 %	0.015 %.
Ley buena :	50.00 m a 178.00 m	128.00 m	0.90 %	0.044 %.
Ley buena :	368.00 m a 402.00 m	34.00 m	0.85 %	0.017 %.

5) MJJ-29

Geología: Este pozo se perforó en granodiorita y pórfido granodiorítico que intruye a granodiorita como dique. Muchos diques de pórfido granodiorítico se encuentran hasta el fondo de pozo. Se observa silicificación en la profundidad desde 250 mts a 600 mts. Se observa sericitización en la profundidad desde 50 mts a 600 mts. Se observa cloritización en la profundidad desde 50 mts a 450 mts. Se observa epidotización en la profundidad desde 50 mts a 250 mts. Muchas fallas se encuentran en la profundidad desde 240.00 mts a 247.00 mts, desde 527.70 mts a 528.10 mts., desde 528.80 mts a 529.40 mts.

Mineralización: los testigos hasta la profundidad de 90 mts se encuentran en una zona oxidada. Buena mineralización de cobre se reconoce en pórfido granodiorítico y granodiorita en la profundidad desde 60 mts a fondo de pozo. La mineralización de molibdeno se encuentra en la profundidad desde 150 mts hasta fondo de pozo.

Según los análisis químicos de muestras, la ley promedio y la ley buena se señala como sigue:

	Profundidad	longitud de testigo	Cu	Mo
Ley promedio:	4.70 m a 601.98 m	597.28 m	0.74 %	0.041 %.
Ley buena :	90.00 m a 601.98 m	511.98 m	0.85 %	0.047 %.

6) MJJ-30

Geología: Este pozo fue perforado en granodiorita y pórfido granodiorítico que intruye a granodiorita como dique. Muchos diques de pórfido granodiorítico se encuentran hasta la profundidad de 530 mts. Se observa silicificación en la profundidad desde 200 mts a 600 mts. Se observa sericitización en la profundidad desde 25 mts a 600 mts. Se observa cloritización en la profundidad desde 30 mts a 150 mts. Se observa epidotización en la profundidad desde 30 mts a 150 mts. Una falla se encuentra en la profundidad desde 232.50 mts a 232.55 mts.

Mineralización: los testigos hasta la profundidad de 20 mts se encuentran en una zona oxidada. La mineralización de cobre se reconoce en pórfido granodiorítico y granodiorita. Se observa mineralización buena en la profundidad desde 190 mts hasta el fondo de pozo. Se indica mucho cambio de ley de cobre. En la profundidad desde 300 mts a 390 mts y desde 480 mts a 550 mts se indica ley de cobre de mas del 1 %. En la profundidad hasta 350 mts, la cantidad de pirita es

mayor que la cantidad de calcopirita. La mineralización buena de molibdeno se encuentra en la profundidad desde 300 mts hasta el fondo del pozo.

Según los análisis químicos de muestras, la ley promedio y la ley buena se señala como sigue:

	Profundidad	longitud de testigo	Cu	Mo
Ley promedio:	4.60 m a 602.56 m	597.96 m	0.63 %	0.014 %
Ley buena :	190.00 m a 602.56 m	412.56 m	0.79 %	0.018 %

7) Relación entre geología, mineralización y alteración

Como resultados de la investigación de perforación en 6 pozos, se ha confirmado que muchos diques de pórfido granodiorítico intruye a granodiorita. Según los resultados de la investigación geológica, se deduce que estos diques tiene rumbo de ENE-WSW con buzamiento de SSE 50-60°. En el parte norte desde quebrada Controversia, se infiere que no se encuentran muchos diques de pórfido granodiorítico y además que muchas fallas observadas en los pozos de MJJ-25, MJJ-26, MJJ-27 y MJJ-28 indican buzamiento de 40-60°. Se presume que estas fallas son similares al rumbo y buzamiento de la falla localizada en la parte mediana de la quebrada Controversia.

Mineralización es fuerte en los pozos de MJJ-29 y MJJ-30 en donde se encuentran muchos diques de pórfido granodiorítico. Sin embargo la mineralización es débil en el pozo de MJJ-26 en donde no se encuentran muchos diques de pórfido granodiorítico. Por lo tanto, se presume que la mineralización tiene fuerte relación con la actividad del pórfido granodiorítico por lo que la extensión de la mineralización se ve controlada por la forma y distribución de los diques. Además en la cercanía de las fallas se observa mineralización y es en esta base que se presume que la mineralización tiene una relación fuerte con las actividades de las fallas. Se encuentran las brechas alteradas en las fallas. Se encuentran mucha calcopirita en forma de diseminación en las fallas. Por lo tanto, se deduce que las actividades de fallas se ocurrieron antes y después de los procesos de mineralización.

En la mineralización de cobre se observan piritita, calcopirita, bornita, calcocita, digenita y tennantita en las fracturas en granodiorita y pórfido granodiorítico. En las partes de alteración fuerte se observan principalmente minerales de sulfuro en forma de diseminación y con ley alta de cobre. La mineralización de molibdeno consiste principalmente de molibdenita en las vetas de cuarzo. Como resultados de la observación al microscopio observa molibdenita en la forma de diseminación en la cercanía de los minerales sulfuro en la forma de diseminación. Por lo tanto, se deduce que mineralización de molibdeno ocurre al mismo tiempo con la mineralización de cobre.

Según de los estudios de la distribución de ley de cobre, se ubican partes de ley alta de mas 0.8% en los diques de pórfido granodiorítico entre la quebrada Controversia y Pozo MJJ-27. Además se presume que las partes de ley alta se inclinan hacia sudeste y se aumenta en el espesor en

profundo. En las cercanías de las fallas se encuentran partes de ley altas

La zona de mineralización buena corresponde a parte de la combinación de cuarzo-sericita-clorita y de menos 1 % de Na.

En la observación al microscopio en secciones pulidas, se observan individualmente calcopirita y bornita. Sin embargo se observan muchas texturas pequeñas de exolución de bornita, calcocita y digenita. Se deduce que esta textura se formó por la mineralización primaria en las temperaturas comparativamente altas.

Como resultados de mediciones de temperatura de inclusión de fluido, se obtuvieron $220.0^{\circ} \sim 377.6^{\circ}\text{C}$ como temperaturas de relleno. Temperaturas de más 300°C se obtienen en la parte donde se encuentra buena mineralización en los pozos de MJJ-25, MJJ-27, MJJ-29 y por abajo de MJJ-30. Temperaturas de menos 300°C se reconocen en la parte de mineralización no tan buena en los pozos de MJJ-26, MJJ-28 y en la parte superior de MJJ-30. Además en la profundidad de 319.20 mts de MJJ-25, fase sólida se observó en la inclusión de fluido y la medición de la densidad de sal resultó de 36%~38%.

Como resultados de datación, se obtiene 5.94 ± 0.13 Ma para la roca alterada muy fuerte que corresponde a la zona de alteración potásica. Se obtiene 5.88 ± 0.13 Ma para pórfido granodiorítico.

4-4 Estudios de prefactibilidad

En este año la colección de informaciones y datos relevantes al estudio se realizó para la investigación de desarrollo futuro de la mina. También se realizó la inspección en el campo.

1) Información básica para el plan de desarrollo minero

La inspección en el campo se realizó con el objeto de observar los métodos de mina y facilidades mineras. La colección de datos se realizó en la mina de caliza, Cementos Selva Alegre, S.A. La forma del depósito mineral todavía no ha sido posible esclarecerla, por lo que se hace necesario primero delinear su forma, reserva mineral y ley. El método a cielo abierto representa la mejor forma de explotar depósitos del tipo de cobre pórfido. La topografía escarpada en el área de investigación tiene indudablemente influencia sobre el futuro plan de desarrollo minero.

2) Condición de infraestructura

La investigación de campo se realizó sobre los aspectos de transporte, energía eléctrica, agua y comunicación. La condición de infraestructura es aun deficiente, por lo que se hace necesario de mejorar la necesaria infraestructura para el desarrollo minero. Especialmente importantes son el arreglo de carretera y puentes para transporte de maquinarias, materiales y productos, facilidades para el suministro de electricidad, arreglo de facilidad de comunicación.

3) Medio ambiente

Durante el estudio realizado en este año, se recolectaron datos meteorológicos sobre temperatura, humedad, precipitación, dirección del viento, velocidad del viento, etc. por medio de aparatos de mediciones instalados en el helipuerto de Junín. Se programa continuar la recolección de datos meteorológicos por un período de un año. Como consecuencia de este primer estudio, se obtuvieron algunos resultados como los que a continuación se describen los cuales representan los resultados de mediciones tomadas desde el 20 de noviembre de 1996 hasta el 10 de Enero de 1997.

- Temperatura : 23.0°C en máximo, 13.0°C en mínimo.
- Humedad : generalmente mas del 90%, mínima 67%.
- Precipitación: No llueve mucho durante el cambio estacional de la seca a la lluviosa,
 - Noviembre promedio: 0.8mm/día
 - Diciembre promedio: 4.4mm/día
 - Enero promedio: 12.2mm/día
 - precipitación máxima: 34mm/día.
- Dirección mayor del viento: Sur durante el día y NNW durante de noche.
- Velocidad máxima del viento: 5.20m/seg.

4) Economía y legislación

Se recolectaron datos jurídicos sobre el desarrollo minero. El estudio de campo sobre derecho se realizo, durante el cual se colectaron también datos durante la inspección sobre el desarrollo minero.

Con el objeto de llevar a cabo los estudio de prefactibilidad para el desarrollo minero, los siguientes trabajos se contemplan como necesarios:

1. Levantamiento preciso de planos topográficos (escala 1:2,000)
2. Estudios de perforación adicional
3. Mediciones de propiedades físicas de rocas(densidad , susceptibilidad, etc.)
4. Cálculos de reserva
5. Estudio geotécnicos
6. Diseños de explotación y preparación de plan de explotación
7. Pruebas de beneficio
8. Diseño de planta de beneficio
9. Pruebas acídicas de desagüe de desechos
10. Diseño de infraestructura
11. Estudios de impacto medio ambiental

12. Estudios jurídicos necesarios para el desarrollo minero

13. Estimación de costos de construcción

14. Estimación de costos de operación

15. Estudios de evaluación económico del proyecto

Los temas 1, 2, 3, 4, 7 y 11 son especialmente importantes y por tanto de urgente necesidad. Dentro de los estudios sobre impacto ambiental, se realizó un estudio sobre el estado presente y la correspondiente evaluación del impacto medio ambiental con los datos obtenidos hasta el año 1995. El área de la reserva ecológica Cotacachi-Cayapas que existe en la parte norte del área del proyecto, deberá necesariamente tomarse en cuenta para la elaboración del desarrollo minero. De tal manera, que es necesario hacer evaluaciones sobre el impacto del polvo, desagüe, ruido, etc. para la construcción de las facilidades mineras, carretera y puente en base a un plan concreto en el futuro.

CAPITULO 5 DISCUSION SOBRE LOS RESULTADOS DE LA EXPLORACION

5-1 Mineralización y geología

El área estudiada está compuesta principalmente por granodiorita y numerosos cuerpos de naturaleza pórfido granodiorítica. Dichos cuerpos presentan en el contacto con la granodiorita una zona de enfriamiento rápido que indica su naturaleza intrusiva en la forma de diques.

Estos diques poseen buzamientos hacia el sur y hacia dos direcciones preferenciales de ENE-WSW y de NW-SE respectivamente, sin embargo, la dirección predominante resulta ser ENE-WSW. En superficie el pórfido granodiorítico se encuentra presente a lo largo de curso medio de la quebrada Controversia con buzamiento para el sur.

Una falla de dirección ENE-WSW y buzamiento SSE fue detectado en el curso medio de la quebrada Controversia. Otra falla con dirección N-S y buzamiento E se encuentra en las aguas abajo de la quebrada Rica y a lo largo del río Junín.

La mineralización primaria está compuesta por minerales de cobre y de molibdeno que se presentan ya sea diseminadas o en forma de mallas de películas en granodiorita y pórfido granodiorítico. De los resultados de reconocimiento en superficie y estudio de los testigos de perforación se pudo constatar que las mineralizaciones están relacionadas con los pórfidos granodioríticos que intrusieron la granodiorita. De los resultados analíticos se encuentra que los resultados de cobre y molibdeno están aproximadamente correlacionados y en la roca estos minerales se presentan generalmente en forma diseminada lo que sugiere que las mineralizaciones de cobre y molibdeno son casi contemporáneos.

Durante las investigaciones de este año se confirmó una fuerte mineralización en las proximidades de una falla de dirección ENE-WSW con buzamiento SSE (Fig. I-5-2), lo que comprueba que estas fallas sirvieron como conductos para las soluciones mineralizantes. De lo anterior se desprende que la falla es de época anterior a la mineralización y que posiblemente controle las intrusiones del pórfido granodiorítico. Según los resultados de la campaña geofísica los bajos valores de resistividad que se encuentran a lo largo de las dos fallas, una de dirección ENE-WSW con buzamiento SSE y otra, de dirección N-S con buzamiento para E, respectivamente, posiblemente concuerdan con la zona mineralizada.

Las mineralizaciones en el área estudiada están directamente relacionadas con las intrusiones de pórfido granodiorítico y con sus soluciones mineralizantes provocando inicialmente la formación de fracturas tanto en la granodiorita como en pórfido granodiorítico, siendo estas fracturas llenadas por las soluciones mineralizantes. Adicionalmente si consideramos que la falla también ha sido responsable de las mineralizaciones, entonces será necesario el estudio de los mecanismos del

proceso de mineralización en la zonas de fallas.

Los minerales de cobre identificados en las anteriormente mencionadas mineralizaciones son principalmente la calcopirita, bornita y calcocita y secundariamente, la covelina, tennantita, malaquita, etc.. Por medio de observaciones al microscopio se encuentra que la calcopirita, bornita y calcocita presentan la textura de exsolución, indicando que estos dos minerales son de origen primario. No obstante, en la superficie la calcopirita se transformó en calcocita y covelina formando minerales secundarios. El estudio de la geología superficial y los datos de las perforaciones indican que la presencia de calcocita y covelina no se encuentran ampliamente distribuidas, sugiriendo que la zona de enriquecimiento secundario es de pequeña escala.

Las alteraciones relacionadas a las mineralizaciones fueron agrupadas en cuarzo-feldespato potásico-biotita-sericita, cuarzo-sericita-clorita, cuarzo-plagioclasa-clorita-epidoto. El grupo del cuarzo-feldespato potásico-biotita-sericita corresponde a la alteración potásica, el de cuarzo-sericita-clorita corresponde a la alteración filítica y el de cuarzo-plagioclasa-clorita-epidoto corresponde a la alteración propilitica, respectivamente. Comparando las zonas de alteración con la zonas mineralizadas, se puede ver que la zona de alteración potásica corresponde a la zona fuertemente mineralizada y alrededor de esta zona se localiza la zona de alteración filítica y mas hacia afuera de estas se ubica la zona de alteración propilitica. En el área bajo estudio, las mejores zonas mineralizadas se ubicaron dentro de la zona potásica y zona filítica que se ubican alternadamente.

Se infiere que la mineralización ocurre después de la actividad del pórfido granodiorítico.

5-2 Zona de mineralización

A partir de los estudios de perforación se obtuvieron buenas mineralizaciones en profundidad y alrededores del curso medio de la quebrada Controversia y aguas abajo de la quebrada Rica.

La dirección de extensión de las mineralizaciones se estimó en la dirección ENE-WSW y buzamiento SSE entre 40° y 60° , la cual coincide bien con la zona de baja resistividad de la parte central que fue obtenida por la investigación geofísica (Fig. I-5-1). Por consiguiente la extensión de mineralización distribuida en la zona de baja resistividad de la parte central se prolonga mas tanto hacia ENE y como hacia SSW. En la dirección ENE (curso medio y aguas arriba de la quebrada Rica) se espera que la zona mineralizada esté a poca profundidad por lo que será fácil de conocer la situación del mineral en subsuelo. En la dirección SSW (parte sur del pozo MJJ-29 y parte sudoeste de pozo MJJ-22), se espera que la zona mineralizada esté a mas profundidad, sin embargo la zona de baja resistividad se encuentra ampliamente distribuida, por lo que se existe la posibilidad de que la zona mineralizada sea mas amplia.

Se espera que estudios futuros de exploración futura se realicen en zonas importantes como

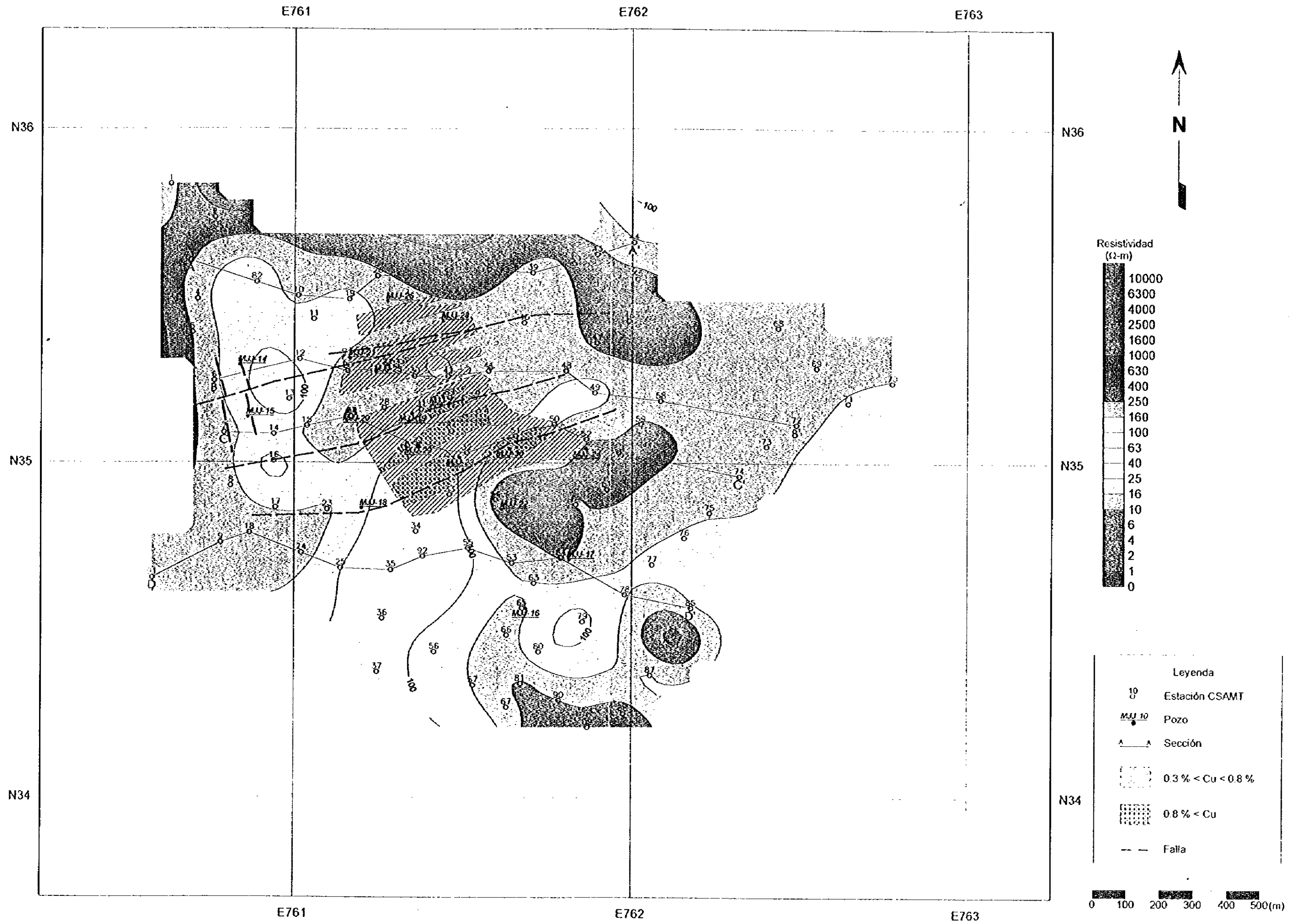


Fig 1-5-1 Resultados compilados de la zona central de Imbaoste

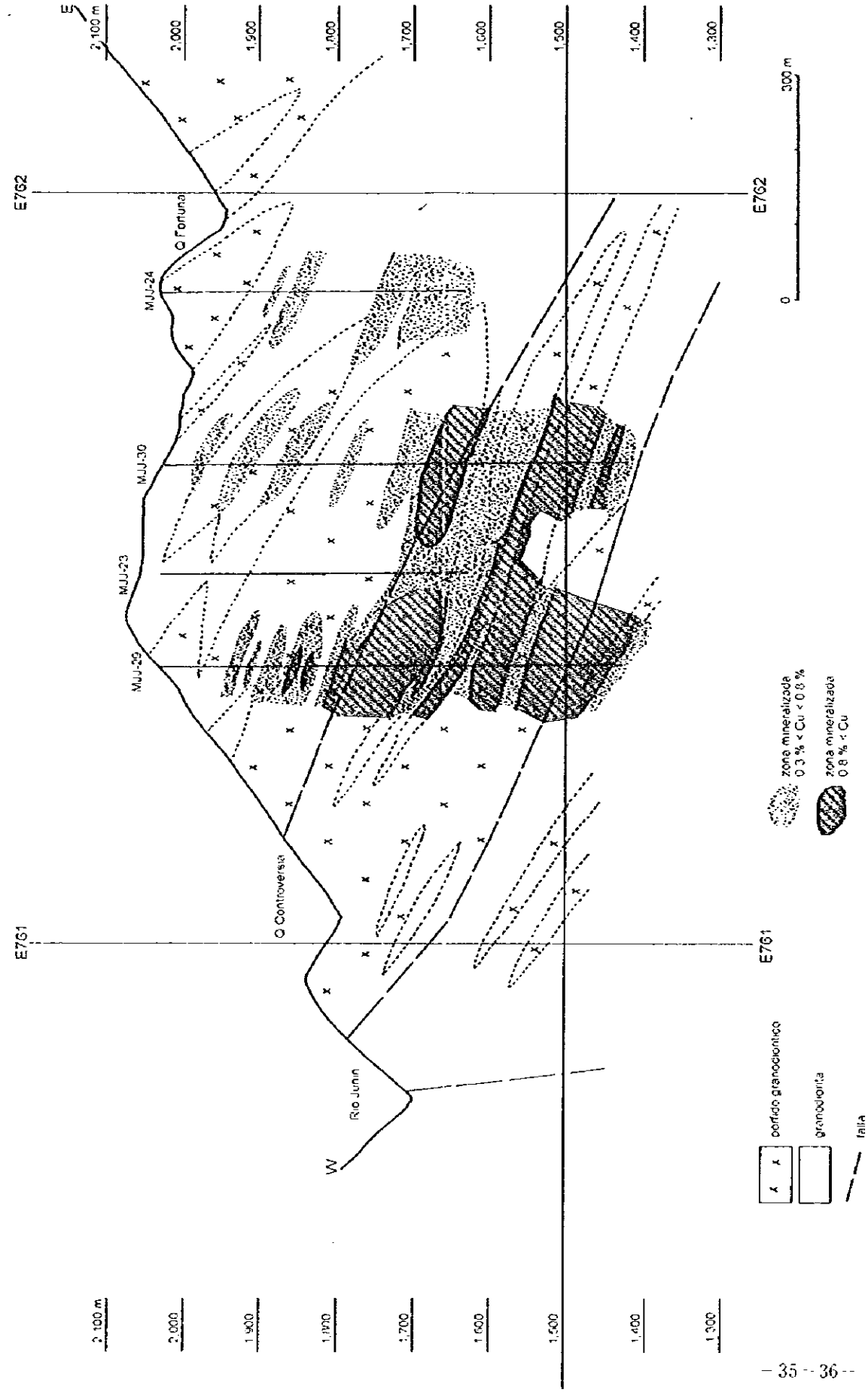
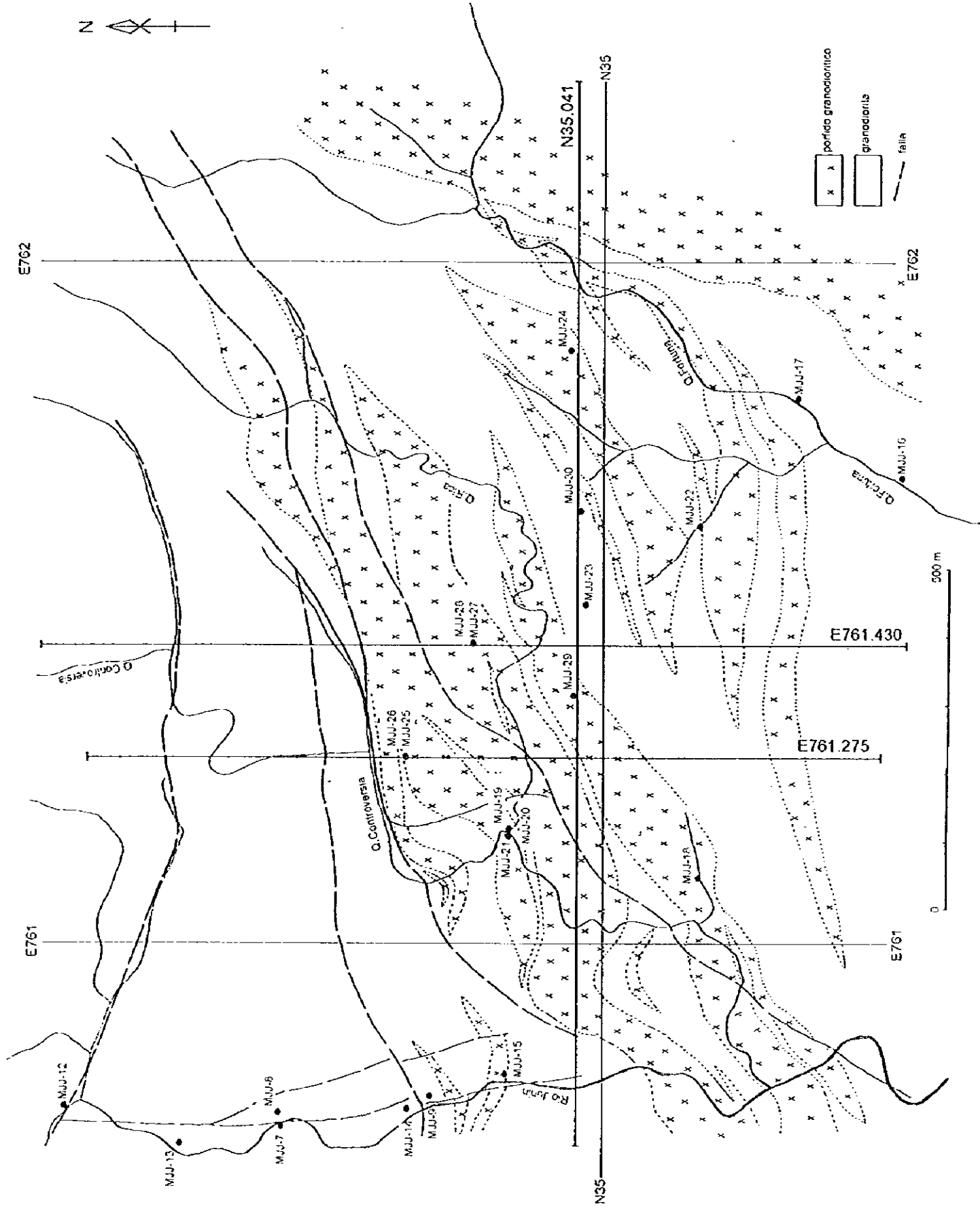


Fig. 1-5-2 Distribución de ley de cobre en la zona central de Imbabura(1)

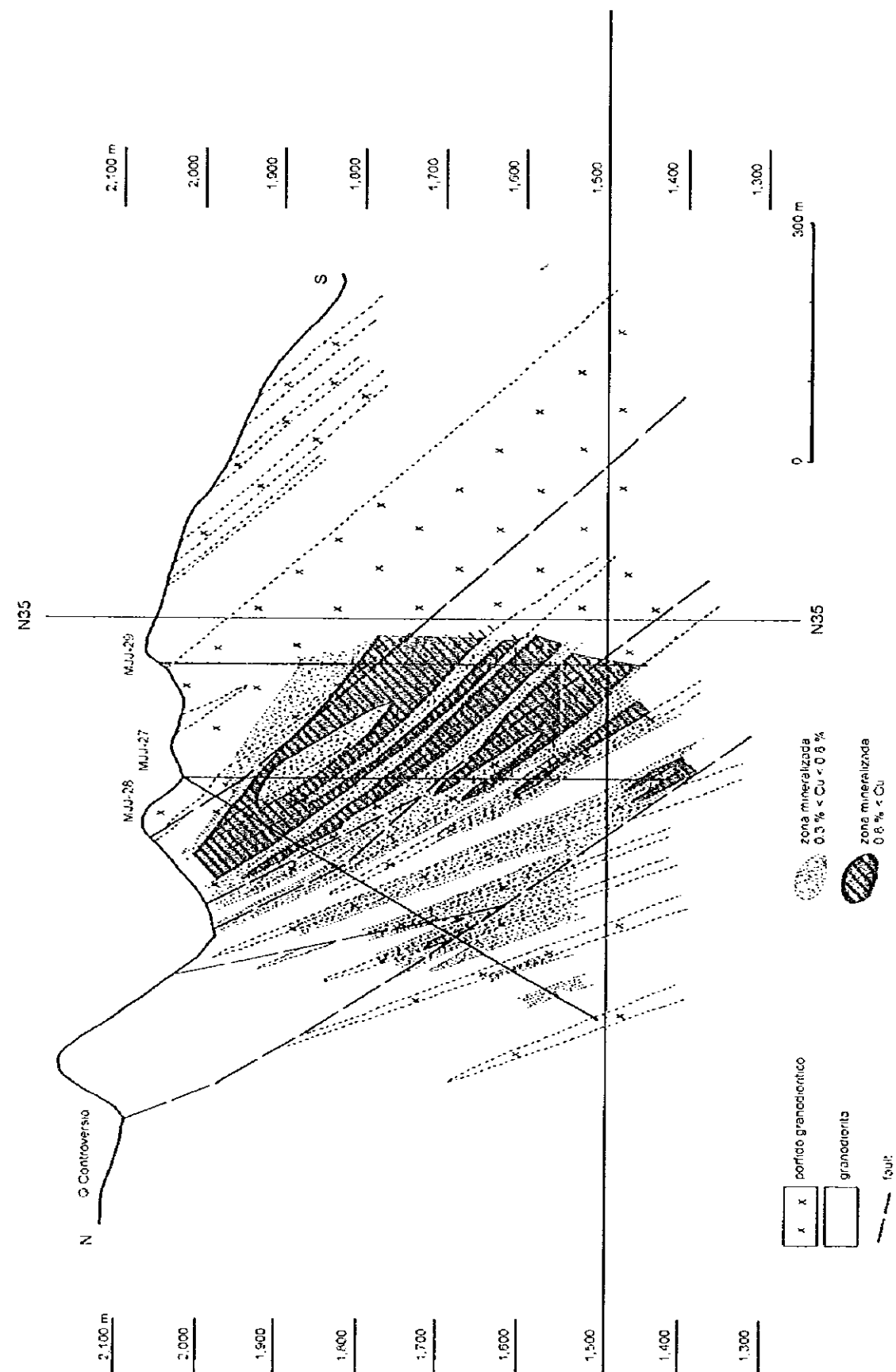
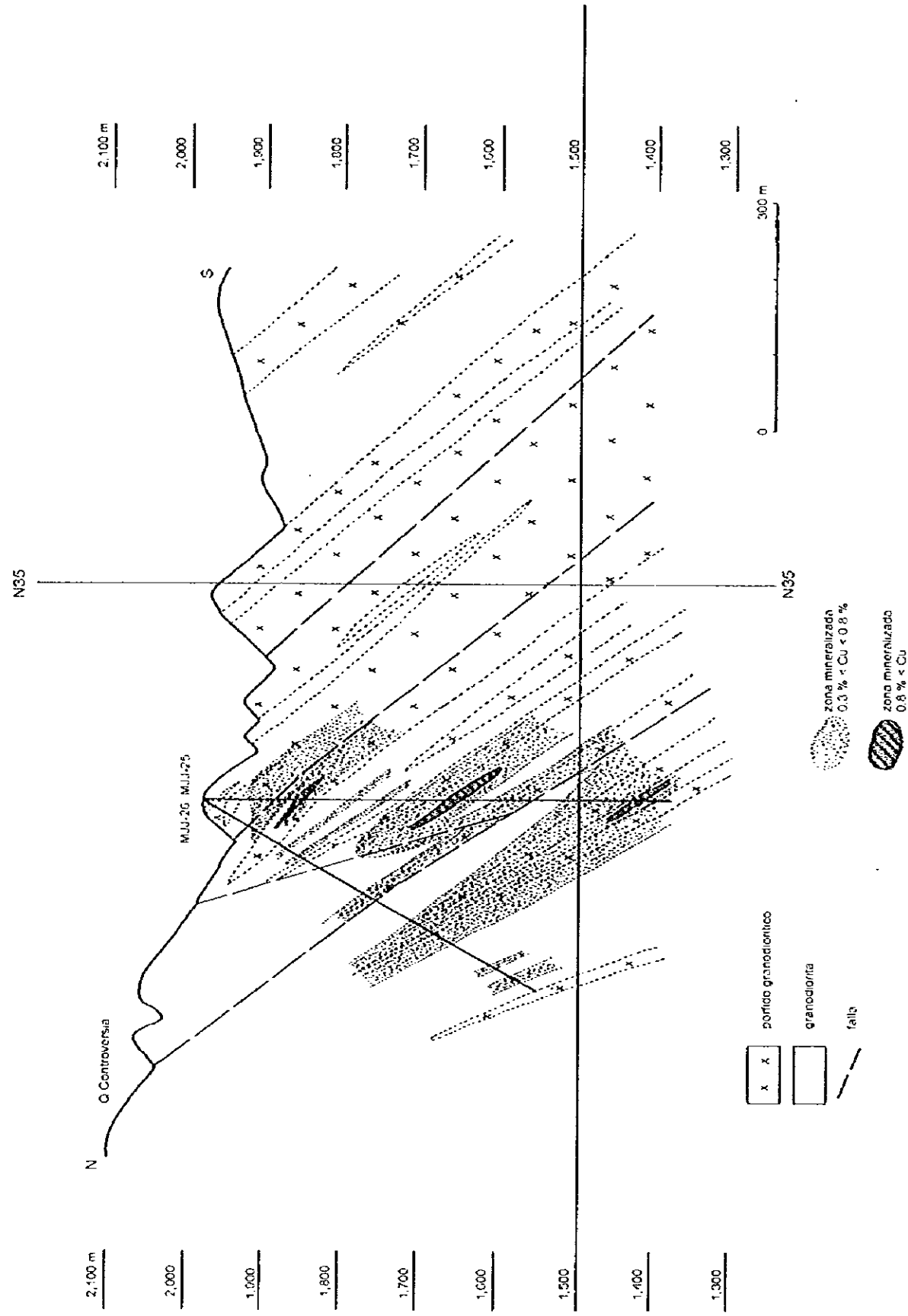


Fig. 1-5-2 Distribución de ley de cobre en la zona central de Imbaocste(2)

lo son la zona corriente media hacia aguas arriba de la quebrada Rica, la zona de la parte sur del pozo MJJ-29 y la zona de la parte sudoeste del pozo MJJ-22.

5-3 Estudio de prefactibilidad

Los datos colectados de los estudios realizados hasta este año no son todavía lo suficientes como para obtener datos sobre la prefactibilidad del desarrollo minero en la zona del proyecto. En primer lugar es necesario realizar la determinación de reserva, ley y forma de la zona mineralizada, mediciones de densidad, etc.. A lo anterior debe añadirse la necesidad del diseño de desarrollo por prueba de beneficio y estudio en detalle de costos. Consideración debe también tomarse a los estudios ecológicos en la parte norte del área del proyecto donde existe el Area de Reserva Ecológica Cotacachi-Cayapas. El área de objeto de desarrollo minero esta localizado fuera de la zona de amortiguación (5 Km. desde el limite), no obstante facilidades de minas serán posiblemente construidas en un sitio adyacente a la zona de amortiguación, por lo que se necesita de un plan de desarrollo minero tomando en cuenta el impacto medio-ambiental que considere el área de la reserva ecológica. Por estas razones, la evaluación del impacto medio-ambiental de la zona y sus alrededores debe considerarse como una parte integrada a los estudios.

1. The first part of the document discusses the importance of maintaining accurate records of all transactions and activities. It emphasizes that this is crucial for ensuring transparency and accountability in the organization's operations.

2. The second part of the document outlines the various methods and tools used to collect and analyze data. It highlights the need for consistent data collection procedures and the use of advanced analytical techniques to derive meaningful insights from the data.

3. The third part of the document focuses on the role of technology in data management and analysis. It discusses how modern software solutions can streamline data collection, storage, and processing, thereby improving efficiency and accuracy.

4. The fourth part of the document addresses the challenges associated with data management, such as data quality, security, and privacy. It provides strategies to mitigate these risks and ensure that the data remains reliable and secure throughout its lifecycle.

5. The fifth part of the document concludes by summarizing the key findings and recommendations. It stresses the importance of ongoing monitoring and evaluation to ensure that the data management processes remain effective and aligned with the organization's goals.

0

0

0