

702  
66.1  
MPN

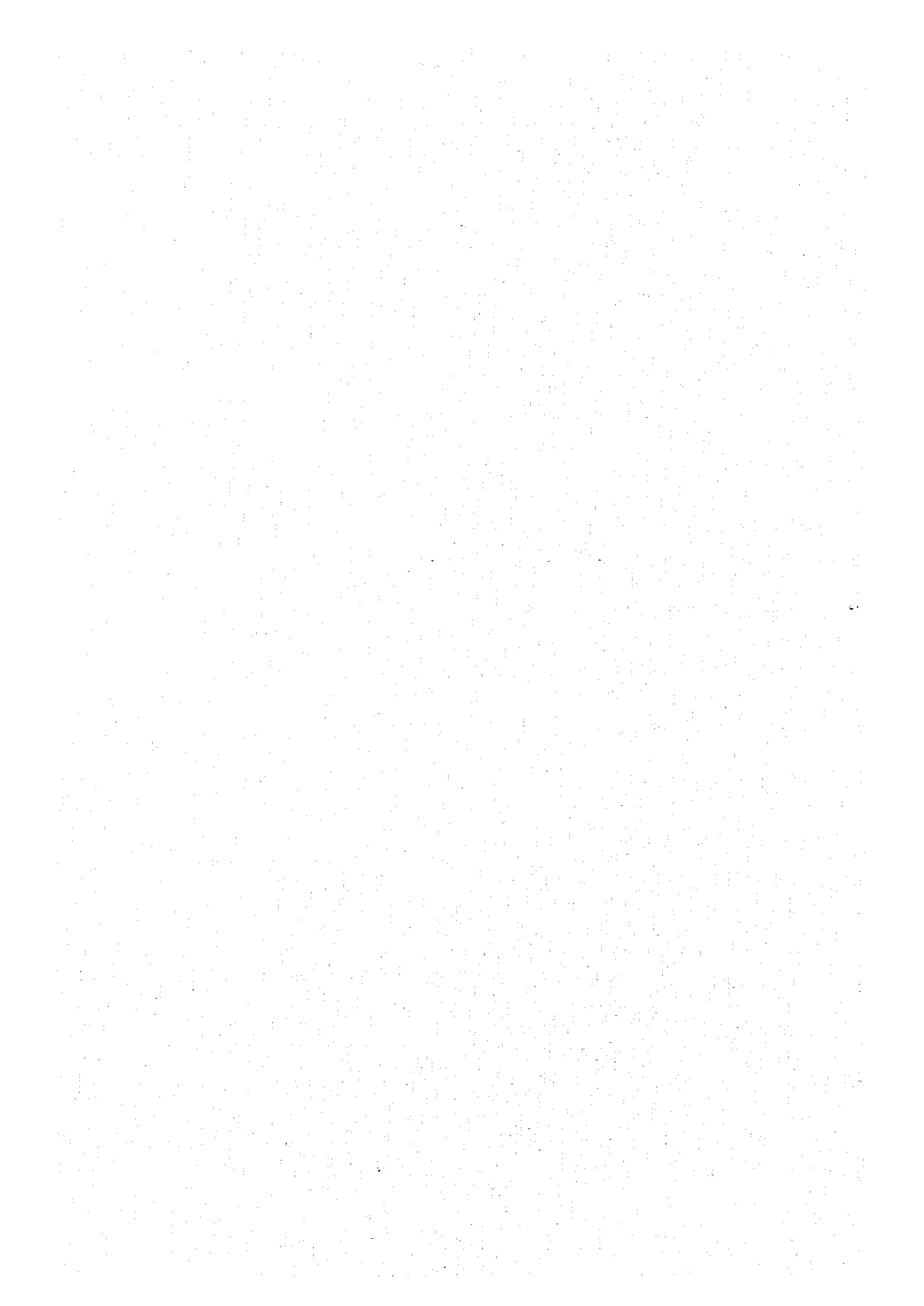
THE UNIVERSITY OF MICHIGAN LIBRARY

ANN ARBOR, MICHIGAN

1966

THE UNIVERSITY OF MICHIGAN LIBRARY  
ANN ARBOR, MICHIGAN

702  
66.1  
MPN  
LIBRARY



INFORME DE INVESTIGACION GEOLOGICA

EN

AREA GRAN CHOCAYA, REPUBLICA

DE BOLIVIA

FASE III

MARZO 1982

METAL MINING AGENCY OF JAPAN

JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

JICA LIBRARY



1064311(4)

No. 13582

702

66.1

MPN

国際協力事業団	
輸入 年月 84.9.24	702
登録No. 00910	66.1
	MPN

## PROLOGO

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

La investigación presente del ejercicio de 1981 es del tercer año. La MMAJ envió una misión investigadora de cuatro miembros, y las investigaciones en el campo se realizaron desde 10 de julio de 1981 hasta 31 de octubre de 1981.

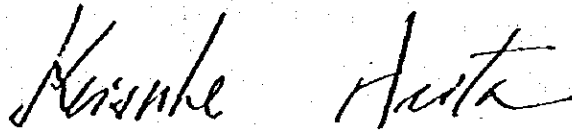
Las investigaciones se han concluido tal como estaban planeadas gracias a la cooperación de las Autoridades bolivianas, especialmente del Ministerio de Minería y Metalurgia y de la Corporación Minera de Bolivia.

El presente informe es fruto de las investigaciones efectuadas en el tercer año, y formará parte del informe final, conjuntamente con los estudios de los años primero y segundo.

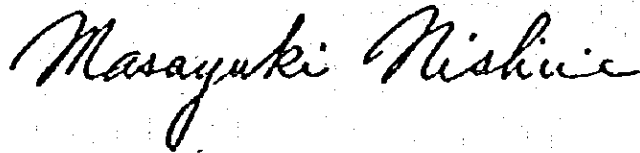
Antes de terminar, quisiéramos manifestar nuestro más profundo agradecimiento a todos los señores concernientes a las Autoridades e Instituciones Bolivianas, el Ministerio de Relaciones Exteriores, el Ministerio de Comercio Internacional e Industria del Japón, la Embajada

del Japón en Bolivia y todas las empresas privadas que cooperaron en  
nuestra investigación.

Febrero de 1982



Keisuke Arita  
Presidente  
Japan International Cooperation Agency



Masayuki Nishiie  
Presidente  
Metal Mining Agency of Japan

## **CONTENIDO GENERAL**

**PROLOGO**

**CONTENIDO GENERAL**

**RESUMEN Y CONCLUSION**

**PLANO DEL AREA DE INVESTIGACION**

### **I CONTENIDO DE LA OBRA DE SONDEO**

**PARTE 1 DESCRIPCION GENERAL**

**PARTE 2 OBRA DE SONDEO**

### **II CONTENIDO DE LA INVESTIGACION GEOLOGICA**

**PARTE 1 DESCRIPCION GENERAL**

**PARTE 2 DESCRIPCION DETALLADA DE YACIMIENTOS**

**BIBLIOGRAFIA**

**APENDICES**

**Mapas geológicos (1:50,000), Documentos, Fotos.**

**DATOS DE REFERENCIA**

**Mapa de rutas, Secciones delgadas y pulidas, Muestras de rocas y minerales, Fotos y película del trabajo.**

## LISTA DE FIGURAS

Fig. I-1	Plano general del área de investigación	
Fig. I-2	Plano de alcance del área de investigación	
Fig. I-3	Sistema de transporte de minerales de secciones Animas y Siete Suyos	
Fig. I-4	Columna geológica	
Fig. I-5	Perfil idealizado	
Fig. I-6	Mapa de ubicación de pozos y sus perfiles geológicos	
Fig. I-7	Dibujos de los partes mineralizados de testigos de MJ-4	
Fig. I-8	Dibujos de los partes mineralizados de testigos de MJ-5	
Fig. II-1	Plano general del área de investigación preliminar	
Fig. II-2	Zona de Santa Isabel	
Fig. II-3	Mina Mercedes	1 : 1,000
Fig. II-4	Mina San Agustín	"
Fig. II-5	Mina Santa Rosa	
Fig. II-6	Mina Bolívar	1 : 10,000
Fig. II-7	Mina Buena Vista	"
Fig. II-8	" "	(program de sondeo)
Fig. II-9	" "	1 : 200
Fig. II-10	" "	(socavón-1) 1 : 500
Fig. II-11	" "	(socavón-5) "
Fig. II-12	" "	(socavón-9) "
Fig. II-13	Mina Moroco	1 : 10.000
Fig. II-14	Mina Trapiche	"
Fig. II-15	Mina Escala	1 : 4000
Fig. II-16	"	(socavón-C) 1 : 500
Fig. II-17	Mina San Antonio	



Fig. II-18 Mina San Antonio (mesa de Plata Roja I) 1 : 500

Fig. II-19 Mina Amarillo (socavón) "

Fig. II-20 Mina Esmoraca 1 : 10.000

Fig. II-21 " 1 : 5000

Fig. II-22 Mina Villarruer 1 : 500

## LISTA DE TABLAS

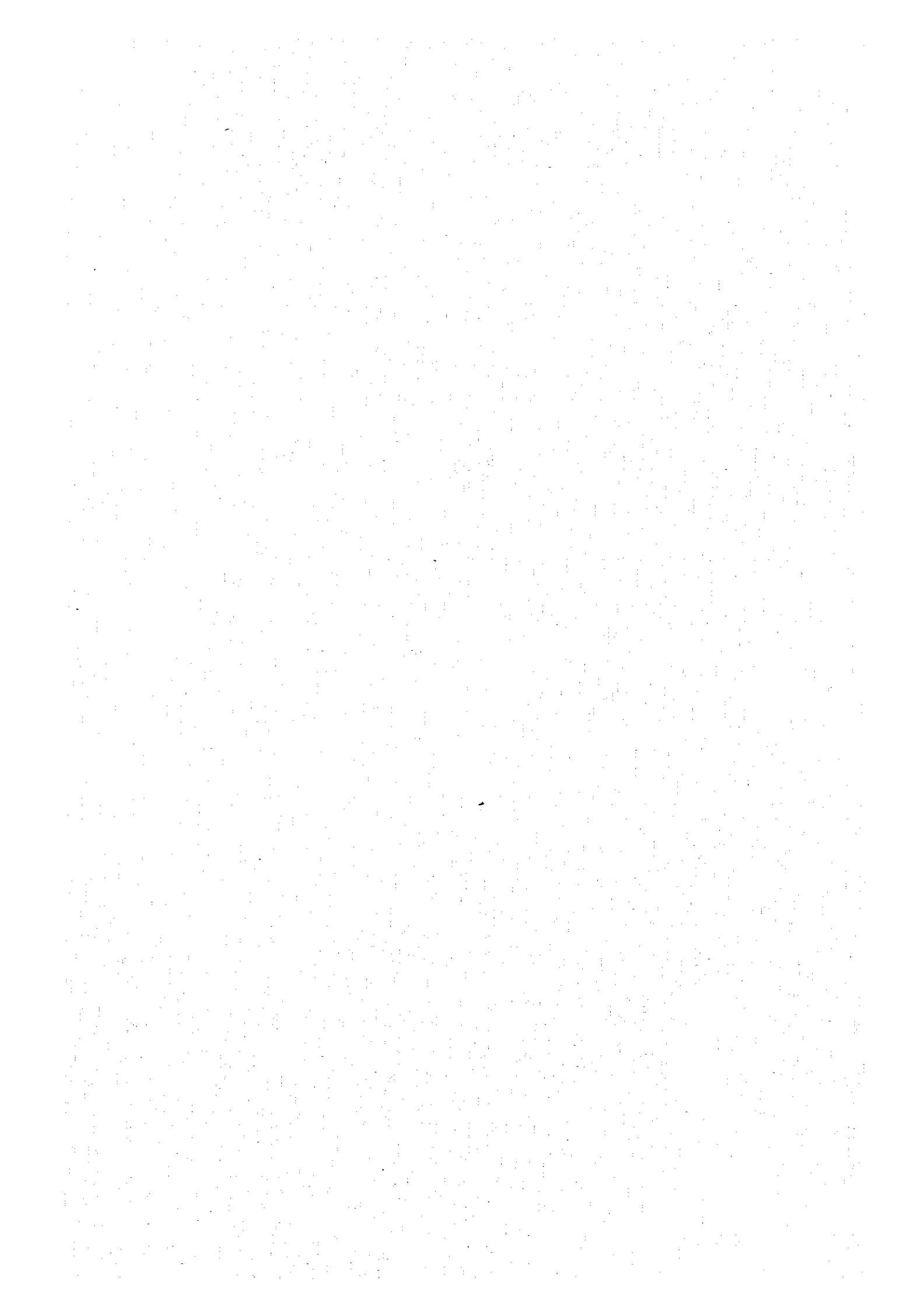
Tabla I-1	Lista de resultados de perforaciones
Tabla I-2	Lista de máquinas y materiales usados
Tabla I-3	Lista de consumo de materiales
Tabla I-4-1	Resultado de obras de sondeo de MJ-3
Tabla I-4-2	Resultado de obras de sondeo de MJ-4
Tabla I-4-3	Resultado de obras de sondeo de MJ-5
Tabla I-4-4	Resultado de obras de sondeo de MJ-6
Tabla I-5	Lista de trabajo de trasladación de cada pozo
Tabla I-6-1	Datos resumidos de perforación de MJ-3
Tabla I-6-2	Datos resumidos de perforación de MJ-4
Tabla I-6-3	Datos resumidos de perforación de MJ-5
Tabla I-6-4	Datos resumidos de perforación de MJ-6
Tabla I-7	Lista de análisis de las horas trabajados por las obras de cada pozo
Tabla I-8	Lista de especificación de coronas de diamantes y cilindros escariadores (Números de veces de uso)
Tabla I-9	Lista de estado de consumo de las coronas de diamantes, el toricono y las cilindros escariadores
Tabla II-1	Lista de estratigrafía del área de Sur López
Tabla II-2	Tiempo necesario para trasladar de la mina Escala a cada indicios del área de Sur López
Tabla II-3	Lista de minas y indicios del área de Sur López

### LISTA DE PLANOS

- Pl.-1 Mapa geológico de region de Sur López (1) 1 : 50.000
- Pl.-2 Mapa geológico de region de Sur López (2) 1 : 50.000
- Pl.-3 Mapa de investigación de Mina San Antonio 1 : 4000

### LISTA DE APENDICE

- A.-1 Lista de análisis químico de los minerales del área de Sur López
- A.-2 Lista de análisis químico del testigo de diamantina
- A.-3 Resultado de observación microscópica de secciones pulidas
- A.-4 Resultado de observación microscópica de secciones delgadas
- A.-5 Fotografías microscópicas de secciones pulidas y delgadas
- A.-6 Analisis de rayos-X y sus cartas
- A.-7 Columnas geológicas de taladro de sondeo
- A.-8 Fotografías



## RESÚMEN E CONCLUSION

La presente investigación se realizó en el tercer año de las investigaciones fundamentales colaboradas en la explotación de los recursos naturales en el área Gran Chocaya de la República de Bolivia. En el primer año, se realizaron en esta área las investigaciones geológicas generales y detalladas de la superficie y en una parte del área las investigaciones del interior de mina, e se laboró un plano geológico y se aclaró la substancia de alteración. En el segundo año se efectuaron las investigaciones geológicas detalladas del interior de mina, prospección por método de polarización inducida y obras de sondeo. Con consiguiente, se aclararon caracteres geológicos detallados de este yacimiento incluido el mecanismo genésico del sistema de fisuras por investigaciones geológicas. Se observó una zona de anomalía en la parte prolongada de las vetas principales como veta Rosario, veta Colorada y veta Burton por prospección IP. Esta investigación, como la última etapa de la investigación continuada desde el primer año, tenía objeto de comprobar la existencia de yacimientos, y realizaron obras de sondeo (4 taladros, longitud total de perforación: 1,455.5 m) en la zona de anomalía IP comprobada en la parte prolongada ya conocida del yacimiento, y en la zona alterada de la parte sur de la Pueblo Gran Chocaya.

El área investigada, situada al borde oriental del altiplano en la parte sur del país, ocupa una parte de la zona mineralizada policetal que es una de las zonas mineralizadas de Bolivia.

La geología está integrada por el sistema Ordovícico, el sistema Cretácico y el sistema Terciario. En cuanto a la estructura geológica de estos estratos, se advierte que tanto el Ordovícico como el Cretácico presentan sus ejes de pliegue de la dirección noroeste-sudeste, mientras que el Terciario demuestra que tiene su dirección casi horizontal. Con respecto a

las fallas, su número es algo escaso sin ninguna directividad dominante entre ellas.

El yacimiento del área es uno de los yacimientos polimetales del grupo de muchas vetas paralelas, nacidas relativas a las actividades ígneas de dacita Animas que se desarrollaron a los finales del Mioceno. Estos grupos de vetas se llaman, desde el lado nordeste, Siete Suyos, Animas e Inocentes. El sistema de fisura de las vetas es fisura de tensión y de cizalla formada por la presión lateral de la dirección noreste-suroeste.

Los minerales metálicos principales son calcopirita, galena, esfalerita, minerales estannífero y argentífero, acompañados por muchos minerales complicados. El mineral de ganga es principalmente cuarzo. Las rocas madres del yacimiento son del sistema Ordovícico, dacita del Terciario y roca piroclástica similar a la anterior, y las vetas se presentan en forma más predominante en general dentro del Ordovícico. A base de la paragénesis de minerales componentes y los resultados del estudio sobre la inclusión fluida, se puede juzgar que estos yacimientos pertenecen a los del tipo Xenotermal.

Los resultados de la obra de sondeo se resumen de la manera siguiente;

MI-3 se efectuó en la zona de anomalía de IP de la parte prolongada al suroeste de la veta Burton y la veta Colorada, pero no se pudo comprobar ninguna veta que podría ser objeto de exploración y trabajo. Este pozo, sin embargo, sufrió mineralización notable principalmente de pirita y alteración como blanqueo, silicificación y alteración arcillosa, acompañada a la anterior, y alude a una alta posibilidad de existencia de vetas cercanas a este pozo y fundamenta anomalía de IP.

MI-4 se realizó en la zona de anomalía de IP en la parte prolongada al suroeste de la veta Burton y la veta Colorada, y cortaron una veta de 50 cm entre 72.3 m y 72.8 m de profundidad y otra de 40 cm entre 284.7 m y

285.1 m de profundidad, de plomo argentífero y cinc. Las leyes de la veta primera son las siguientes : cobre 0.03 % , plomo 7.81 % , cinc 16.98 % , plata 350 g/t , y las de la última son : cobre 0.01 % , plomo 1.60 % , cinc 17.91 % , estaño 0.37 % , plata 310 g/t . Ambas vetas tienen ley y escala suficientes por lo cual podría ser objeto de trabajo inmediato.

En este pozo, aparte de las dos vetas anteriormente mencionadas, se han comprobado otras vetitas de galena y esfalerita de escala pequeña en todas partes, y demuestra mineralización notable. Por otra parte, la alteración como blanqueo, silicificación y alteración arcillosa, es notable y acredita mineralización notable y anomalía de IP.

MJ-5 se efectuó en la zona de anomalía de IP en la parte prolongada al suroeste de la veta Rosario, pero se limitó a comprobar disseminación de poca pirita y blanqueo y alteración arcillosa de pequeña escala parcialmente dentro de dacita. Por el grado de mineralización y alteración del presente pozo, se podría juzgar que haya muy poca posibilidad de existencia de vetas laborables cerca del pozo y que la veta Rosario se adelgazó en este punto. En este pozo no se aclararon causas directas de la anomalía de IP, sin embargo, se sugiere que esta anomalía de IP esté causada por la zona alterada de la parte comparativamente poco profunda, según las circunstancias geológicas cercanas al pozo.

MJ-6 se realizó en la zona alterada donde se ven esparcidas muchas zanjas y socavones en la superficie de la parte sur de la Pueblo Gran Chocaya, pero no se observó nada de mineralización de pirita, etc. La roca piroclástica dacítica de la superficie de la tierra hasta los 203.0 m de profundidad sufrió alteración arcillosa notable.

Pero, según el análisis de testigos por rayos-X, se observa poco cuarzo en comparación con otros taladros y se encuentra nada de sericita y pirita alrededor de los 70 m debajo de la superficie de la tierra, lo cual

indica que no sufrió casi nada de mineralización.

Los frutos, sintetizados por los resultados de sondeo y otros de varias investigaciones posteriores al primer año, son como siguen :

(1) Se hizo claro que la parte prolongada al suroeste de la zona mineralizada de las vetas principales como Burton y Colorada continúa unos 1,500 m más desde la punta suroeste del nivel 302 m de la mina Animas.

(2) En MJ-4 se han comprobado dos vetas que podrían ser objeto laborable por su escala y ley, y se extendió considerablemente el campo de exploración de la parte oriental de la sección Inocentes alrededor de este pozo.

(3) Cerca de MJ-5 y MJ-6, según el análisis de mineralización y alteración, se ve muy poca posibilidad de existencia de vetas de suficiente escala que serían objeto laborable, por lo cual se podría excluirlas del área de objeto de exploración.

Por consiguiente, la política de exploración futura en la parte suroeste de la mina Animas, se resume de la manera siguiente :

(1) Respecto a la veta inferior comprobada en MJ-4, perforan el recorte Inocentes del nivel 302 m de la mina Animas en dirección sudeste, y se realiza la exploración de corrida después de penetración.

(2) En cuanto a la veta superior comprobada en MJ-4, perforan galería dada al sudeste del nivel 132 m de la sección Inocentes prolongadamente, y cambian por exploración de corrida después de penetración.

(3) Por los recortes (1) y (2) arriba mencionados, se hace terminar la exploración de la zona no explorada de unos 400-500 m de ancho entre la veta Rosario y la veta Burton y la veta Colorada situadas al suroeste de la mina Animas.

(4) Por realizar sondeo del interior de mina desde las puntas del sudeste de los recortes (1) y (2), se hace activar exploración de la zona al sudeste de MJ-3 y MJ-4.

En la investigación geológica preliminar del área de Sur Lipez diez



partes mineralizadas se investigaron por encima. Después de examinar y comparar factores de localización y de la geología de yacimiento, de cada parte mineralizada, juzgamos que se debería dar la máxima prioridad a la exploración de la mina San Antonio por las causas abajo mencionadas.

(1) Geográficamente está cerca de la mina Escala que es centro de la exploración en esta área, y que es base principal de materiales.

(2) La zona alterada desarrollada por la mina es notablemente de gran escala y predominante, se desarrolla otra zona alterada de misma escala y de misma calidad por el Cerro Amarillo situado al este.

(3) Hay indicio de que se explotaba en gran escala durante la época de colonización española.

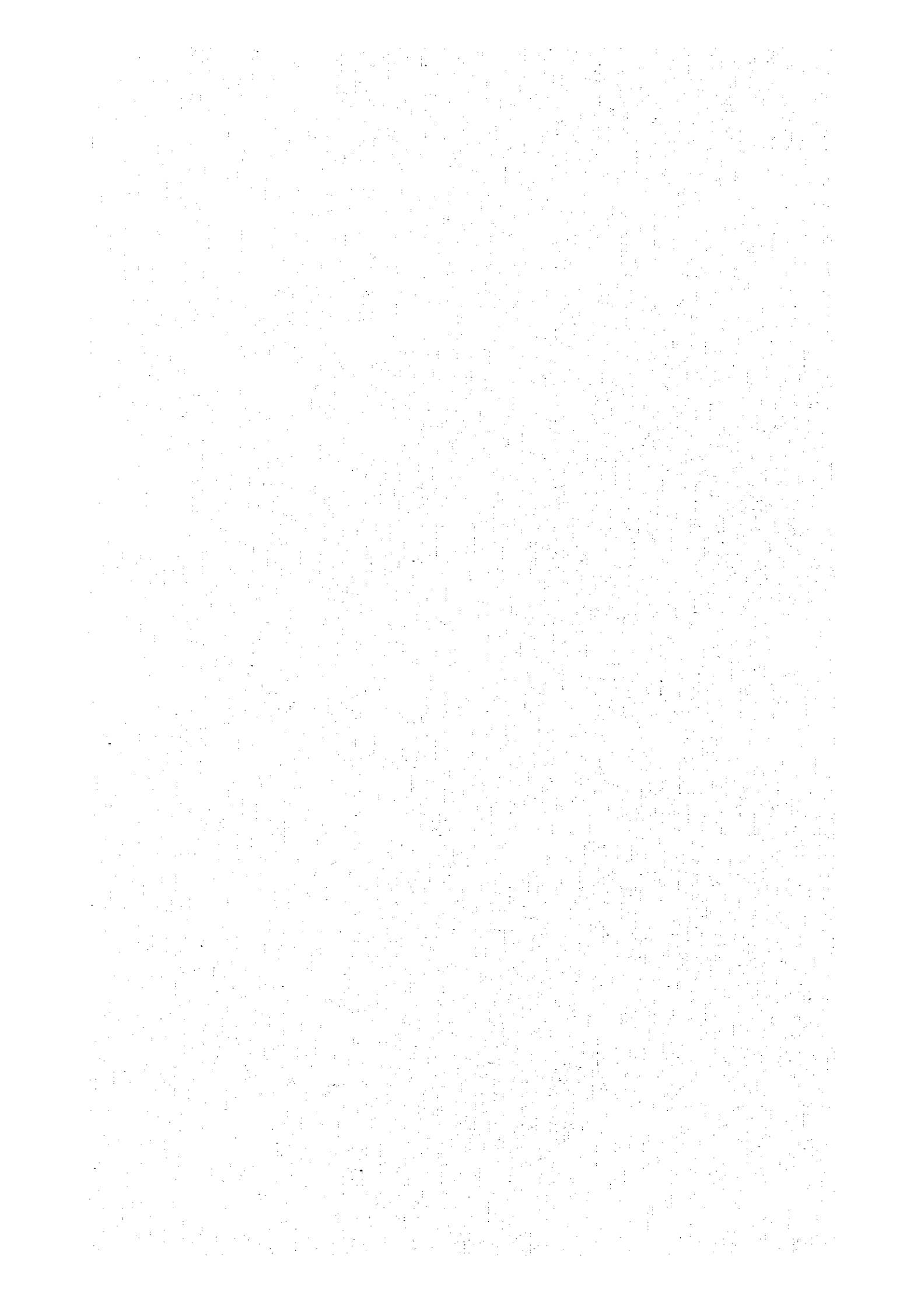
(4) En la superficie de la tierra se observan muchos afloramientos de 200 cm de ancho de veta, como máximo, y vestigios de explotación de varios metros de potencia en el nivel de la Mesa de Plata.

(5) El yacimiento consta de muchas vetas paralelas situadas por el Sistema de Veta No I, que es el principal, y se supone que la prolongación total de rumbo alcanza más o menos a 1,000 m y a varios metros de máxima potencia.

(6) La veta contiene minerales metálicos en el nivel de la Mesa de Plata, situada a unos 150 m bajo la superficie de la tierra, pero sus minerales principales son óxidos aún.

(7) Hay indicio de haber explotado bajo el nivel también, pero no se sabe bien sobre su escala ni informaciones geológicas de yacimiento ni causas de haber suspendido la explotación.

(8) Los minerales son plomo y cinc argentíferos que son de alto precio, lo cual se ha comprobado por el resultado de análisis de los minerales sacados en el vestigio de explotación y el nivel.



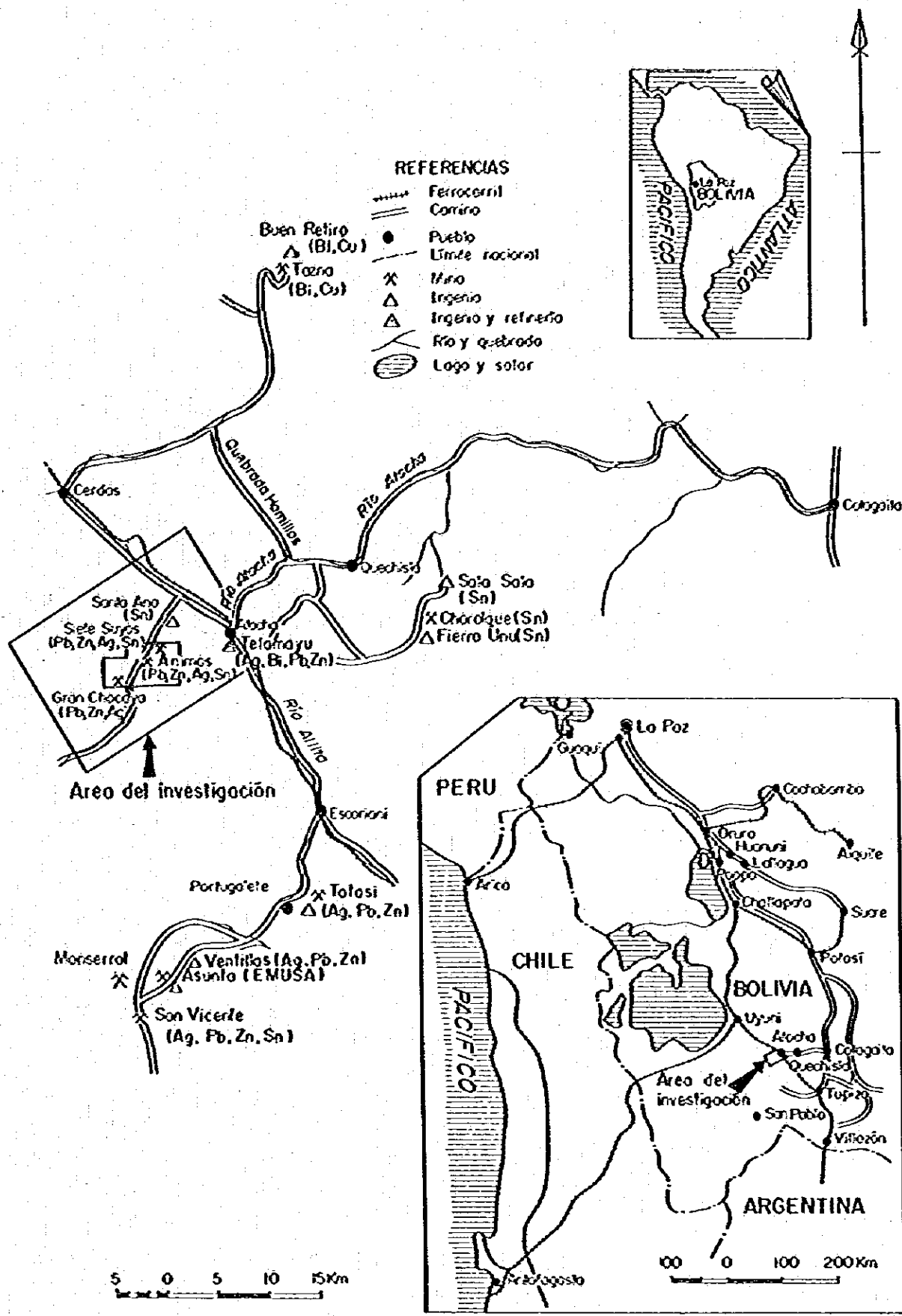


Fig.1-1 Plano general del área de investigación

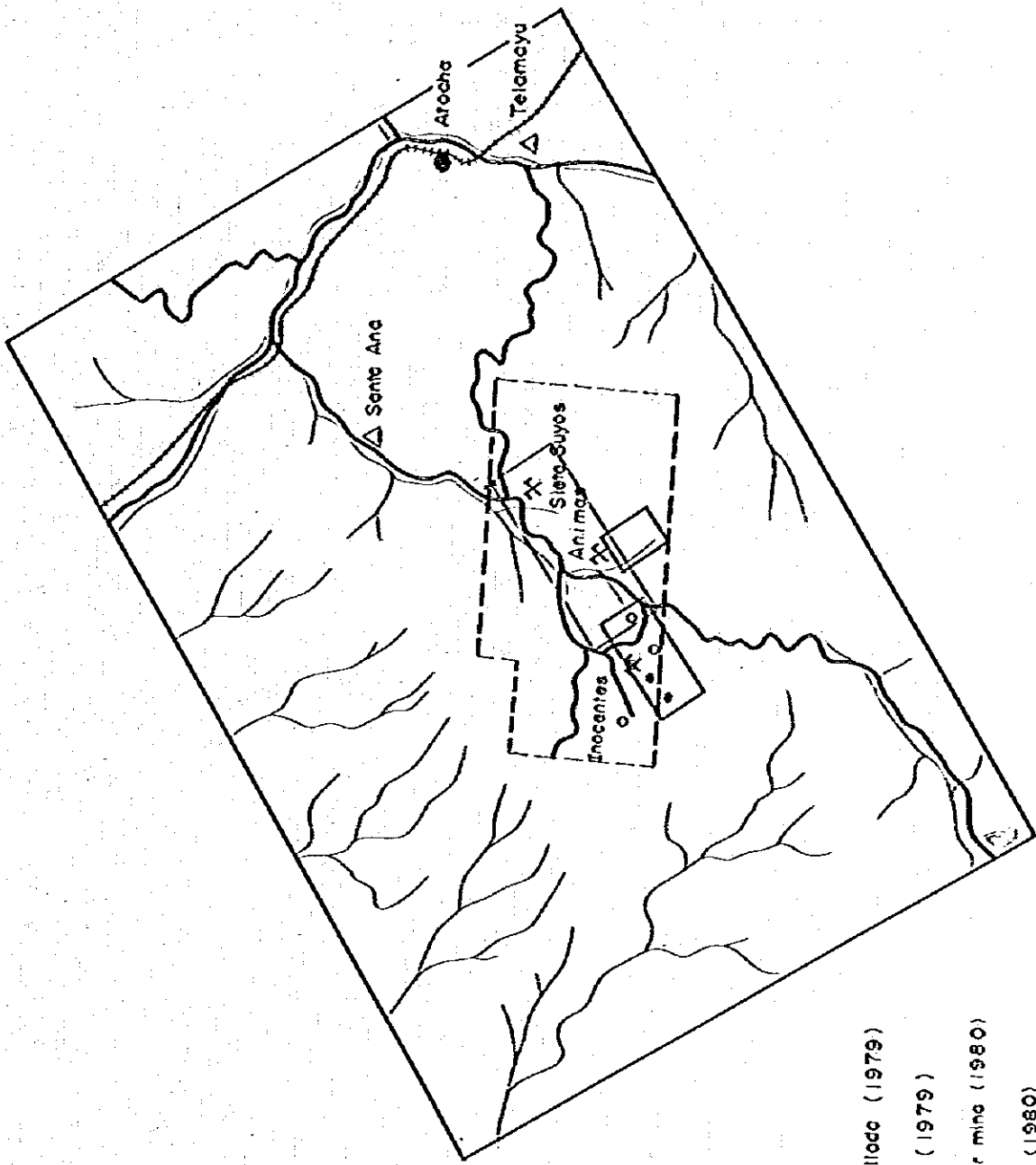
1. The first part of the document discusses the importance of maintaining accurate records of all transactions and activities. It emphasizes that proper record-keeping is essential for transparency and accountability, particularly in financial reporting and auditing. The text notes that incomplete or inaccurate records can lead to significant errors and potential legal consequences.

2. The second part of the document outlines the various methods and tools used for data collection and analysis. It mentions the use of surveys, interviews, and focus groups to gather qualitative data, as well as the application of statistical software for quantitative analysis. The document stresses the need for careful selection and implementation of these methods to ensure the reliability and validity of the data.

3. The third part of the document addresses the challenges and limitations of data analysis. It highlights the complexity of interpreting large datasets and the potential for bias in the selection and analysis of data. The text suggests that researchers should be aware of these limitations and take steps to minimize their impact on the results.

4. The fourth part of the document discusses the ethical considerations surrounding data collection and analysis. It emphasizes the importance of obtaining informed consent from participants and ensuring that their data is protected and used only for the intended purpose. The text also mentions the need for transparency in the research process and the reporting of results.

5. The fifth part of the document provides a summary of the key findings and conclusions. It reiterates the importance of accurate record-keeping and the careful use of data analysis methods. The text concludes by noting that the results of the study have important implications for the field and that further research is needed to address the remaining questions.



REFERENCIAS














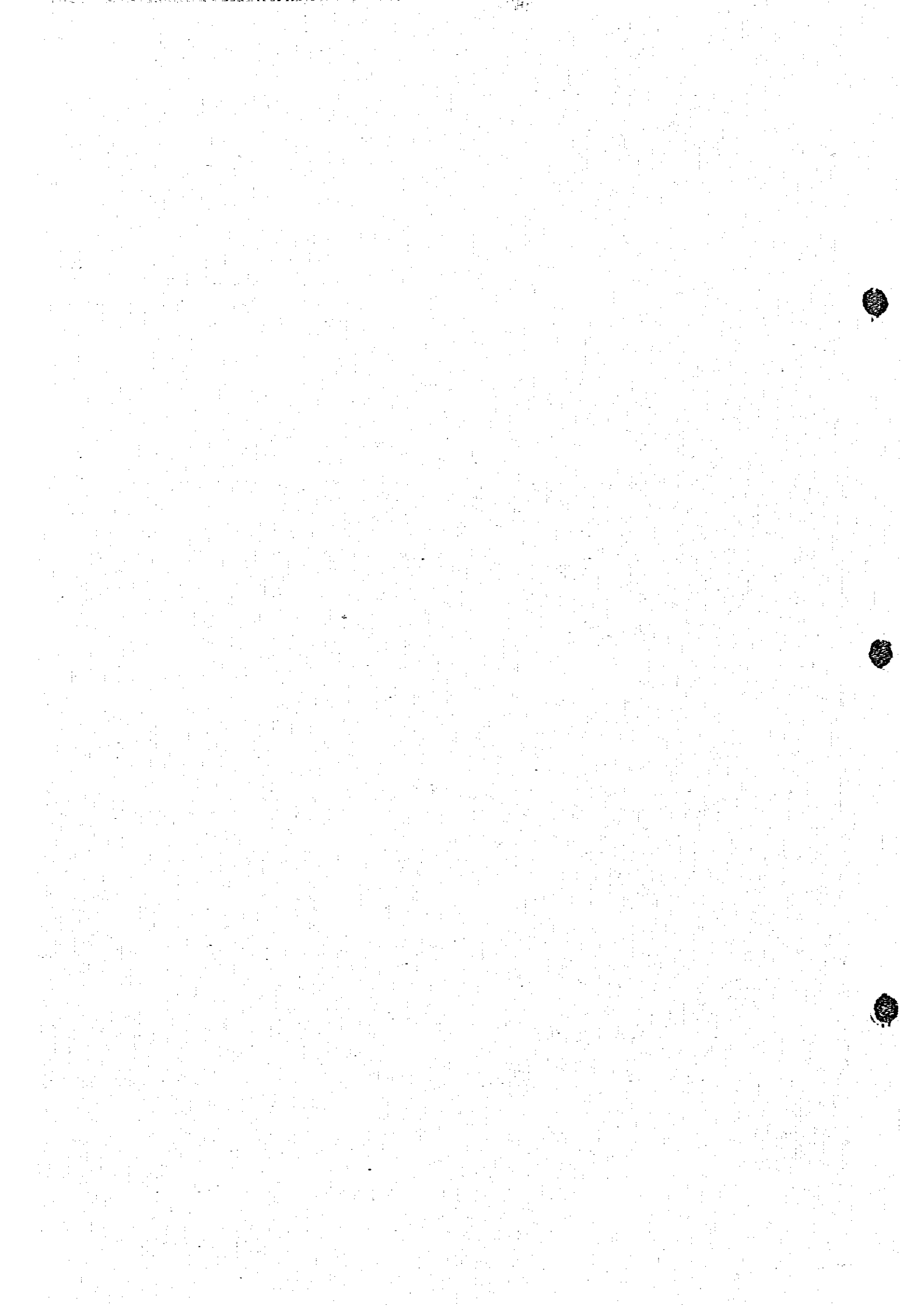
-  Ferrocarril
-  Río y quebrada
-  Camino
-  Pueblo
-  Mina  Ingenio
-  Área de la investigación semi detallada (1979)
-  Área de la investigación detallada (1979)
-  Área de la investigación de interior mina (1980)
-  Área de la prospección geofísica (1980)
-  Ubicación de sondeo (1980)
-  Ubicación de sondeo (1981)
-  5kms

Fig I-2 Plano de alcance del área de investigación



# I. OBRA DE SONDEO



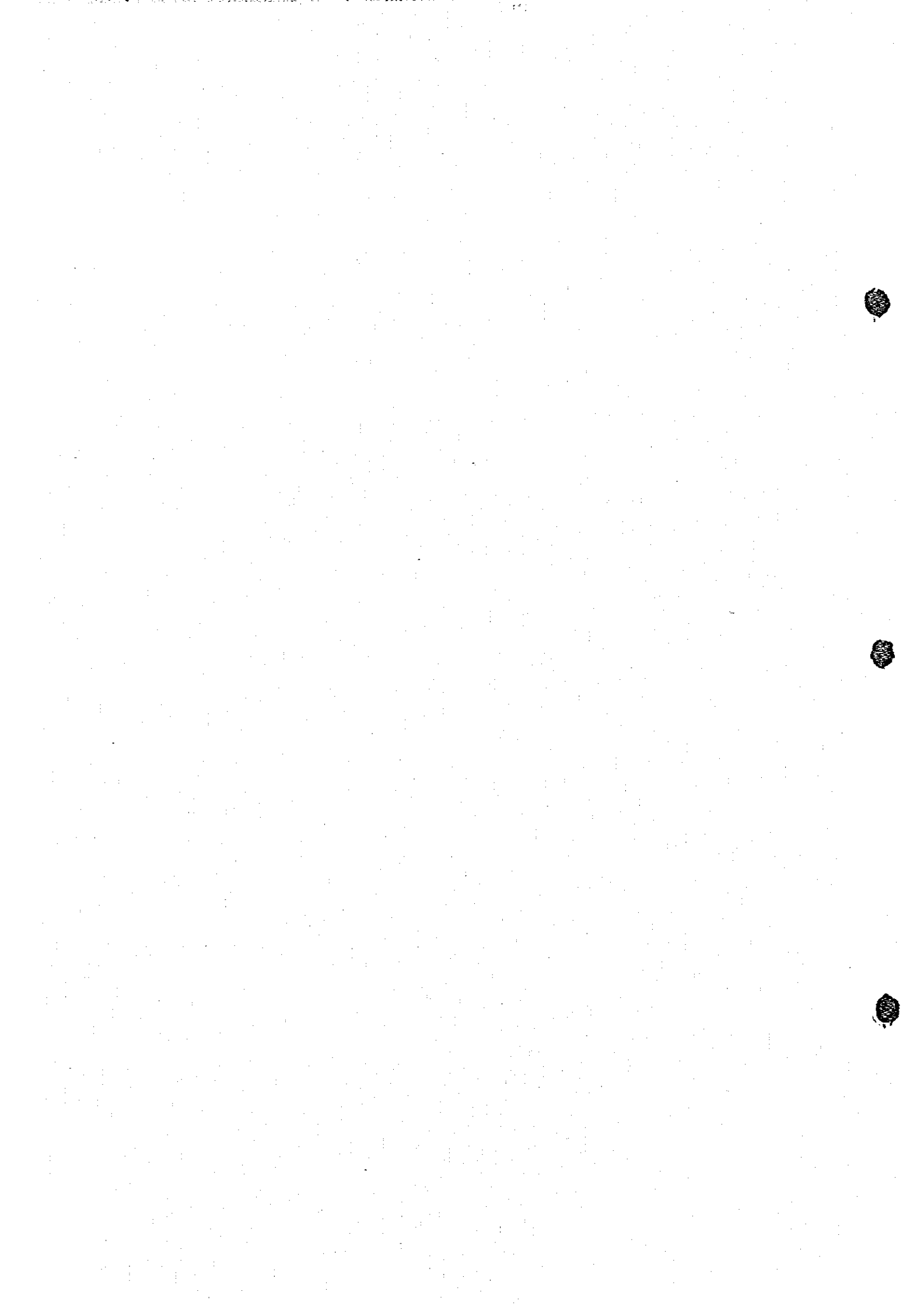


## CONTENIDO DE LA OBRA DE SONDEO

<b>PARTE 1</b>	<b>DESCRIPCION GENERAL</b>	
<b>CAPITULO 1</b>	<b>INTRODUCCION</b> .....	<b>I-3</b>
1-1	Reseña histórica y objeto de la investigación .....	I-3
1-2	Reseña de los trabajos de la investigación .....	I-3
1-3	Formación de la misión investigadora .....	I-4
<b>CAPITULO 2</b>	<b>RESEÑA GENERAL DEL AREA DE INVESTIGACION</b> .....	<b>I-5</b>
2-1	Localidad y accesibilidad .....	I-5
2-2	Geomorfía .....	I-5
2-3	Reseña de las minas Animas y Siete Suyos .....	I-6
<b>CAPITULO 3</b>	<b>RESEÑA GENERAL GEOLOGICA</b> .....	<b>I-9</b>
3-1	Geología .....	I-9
3-2	Estructura geológica .....	I-12
3-3	Yacimientos .....	I-14
<b>CAPITULO 4</b>	<b>CONCLUSION DE LA INVESTIGACION Y POLITICA PARA EL FUTURO</b> .....	<b>I-17</b>
<b>Parte 2</b>	<b>OBRA DE SONDEO</b>	
<b>CAPITULO 1</b>	<b>RESEÑA DE TRABAJO DE SONDEO</b> .....	<b>I-19</b>
<b>CAPITULO 2</b>	<b>METODO DE SONDEO Y MAQUINAS USADAS</b> .....	<b>I-21</b>
<b>CAPITULO 3</b>	<b>OPERACION DE SONDEO</b> .....	<b>I-23</b>
3-1	Preparación general .....	I-23
3-2	Transporte e instalación .....	I-23
3-3	Desarme y retiro .....	I-24
3-4	Condición de testificación y control del agua de lodo .	I-24
3-5	Agua para sondeo .....	I-25
3-6	Estado de perforación .....	I-26
3-7	Medidas contra la pérdida de agua .....	I-27

<b>CAPITULO 4</b>	<b>GEOLOGIA INVESTIGADA POR SONDEO .....</b>	<b>I-29</b>
4-1	Selección de las ubicaciones de taladros de sondeo..	I-29
4-2	Geología investigada por sondeo .....	I-30
4-3	Relación entre la geología y los yacimientos .....	I-39
4-4	Estimación de los resultados de sondeo .....	I-42

**PARTE 1**  
**DESCRIPION GENERAL**



## CAPITULO I INTRODUCCION

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

Conforme al resultado de la investigación del segundo año de "las investigaciones fundamentales colaboradas en la explotación de los recursos naturales en el área Gran Chocaya, de la República de Bolivia, el Gobierno del Japón decidió efectuar el sondeo en el área suroeste de la de la mina Animas y el sur de la Pueblo Gran Chocaya.

El objeto del presente sondeo es comprobar la existencia de yacimientos en la parte prolongada de las vetas Rosario, Burton y Colorada que son las principales de la mina Animas. Los puntos donde efectuar sondeo se encuentran en la parte meridional de la Pueblo Gran Chocaya, donde se observaron zonas de anomalía encontradas por la prospección geofísica realizada en el segundo año, y zonas alteradas desarrolladas por donde se encontraban muchas zanjas y socavones.

Quisiéramos aclarar las características de este yacimiento sintetizando los resultados de la investigación de este año y otros que se han logrado en los años anteriores, y planear las actividades de la próxima etapa.

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

El sondeo fue realizado por los miembros bolivianos enviados por la Corporación Minera de Bolivia y los miembros de la misión japonesa en un ambiente amistoso. La obra duró desde el día siguiente de la llegada hasta el día anterior de partida, es decir, a partir del día 18 de julio hasta 23 de octubre de 1981, durante 98 días.

Durante este período, pudimos conseguir la colaboración grande respecto al abastecimiento de los materiales y agua para la obra, la reparación de maquinarias, y alojamiento, de parte de la Empresa Minera

de Quechisla y las secciones de Animas, Santa Ana y Telamayu. Quisiéramos manifestarles nuestro agradecimiento.

**1-3 Formación de la misión investigadora**

**Proyecto de investigación y negociación de la parte japonesa**

Kyuzo Tadokoro	MMAJ
Makoto Ishida	"
Kenji Nakamura	"

**Los miembros japoneses de investigación**

Makoto Ishida	MMAJ (Investigación geológica)
Zenji Kita	"
Kenji Nakamura	"
Toshiya Itoh	DOWA ENGINEERING CO. LTD. ( " )
Masanobu Kajio	" (Sondeo)
Hisashi Shimizu	" ( " )
Kyuya Fujii	" ( " )

**Los miembros bolivianos**

Ing. José Murillo	COMIBOL, Subgerencia de Geología de Oruro (Investigación geológica)
Ing. Carlos Soruco	" "
Ing. Plinio Velazco	" "

## CAPITULO 2 RESEÑA GENERAL DEL AREA DE INVESTIGACION

### 2-1. Localidad y accesibilidad

El área investigada se sitúa a unos 520 km al sursudeste de La Paz. Administrativamente pertenece a la provincia de Nor Chichas del Departamento de Potosí.

Se puede llegar al área investigada de La Paz en tren y en automóvil. En caso de tren se tarda unas 15 horas para ir a Atocha, por la línea ferroviaria La Paz-Villazón. Luego se puede llegar en media hora en vehículo a la mina Animas, que queda en el centro del área investigada.

En caso de viaje en automóvil hay varias rutas. En la estación seca se tarda 2 días corriendo unos 860 km de La Paz a Animas vía Potosí y Cotagaita. En la estación de lluvia la carretera se corta en muchos sitios y queda hundida de modo que no se puede definir la hora necesaria ni la ruta. Ocurre la posibilidad de interrumpirse el tráfico.

### 2-2. Geomorfía y clima

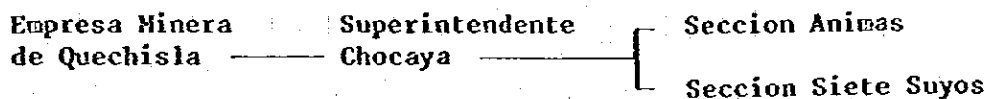
El área investigada se sitúa en el altiplano ubicado al sur de Bolivia, donde tiene 3,600 m de altura s.n.m. hasta 4,703 m que es la altura de Cerro Khumullani situado en el centro del área estudiada. Por el centro del área estudiada corre el Río Chocaya hacia el nordeste, y la erosión de su lecho está avanzada y se forma topografía empinada de la etapa madura. Alrededor de la mina Animas, se ven las montañas (4,500 m ~ 4,700 m de altura) formadas de dacita que estaba activa en el Mioceno Terciario. La topografía contrasta con el área plana difundida de rocas sedimentarias en contorno del área estudiada. Se observan relaciones estrechas entre la geología y la topografía.

El área estudiada se sitúa a unos 21° de la latitud sur, de modo que

debe tener el clima tropical. Debido a que se sitúa en el lugar muy alto, sin embargo, tiene un clima particular. Se dice que la temperatura media anual es entre 5 y 6 centígrados y la temperatura nocturna en invierno baja hasta los 25 centígrados bajo cero. Aun en verano la temperatura nocturna se registra bajo cero. La máxima temperatura invernal marca alrededor de 15 centígrados en julio, y unos 25 centígrados en diciembre (en verano). Pero, baja mucho por la noche, por lo cual la diferencia de temperatura llega a más de 20 centígrados. La diferencia entre la temporada seca y la de lluvia está bien marcada. La temporada de lluvia dura desde diciembre hasta marzo, la mayoría de toda la precipitación anual es de esta temporada, de modo que se interrumpen las carreteras en muchos sitios y se paraliza el tráfico. En la temporada seca apenas llueve y es muy seco, cuando la humedad señala entre 0 y 30 % más o menos. Así las estrictas condiciones climáticas de esta área influyen mucho sobre fauna, flora y la vida de los habitantes. La mayoría del área presenta tierra estéril.

### 2-3. Reseña general de las minas Animas y Siete Suyos

Las minas Animas y Siete Suyos pertenecen a COMIBOL y el organograma funcional es el siguiente:



Ambas minas se explotaron en la época colonial española y se explota el mismo yacimiento por ambos lados.

Llega a 780 m de profundidad, y todavía la condición de veta está dominante. Especialmente la veta Burton es principal de la mina Animas, y estos minerales de explotación son 90 % del total. En la mina Animas se explotan principalmente los minerales de plata-plomo-zinc, y se transportan al Ingenio Telamayu. En la mina Siete Suyos se explotan



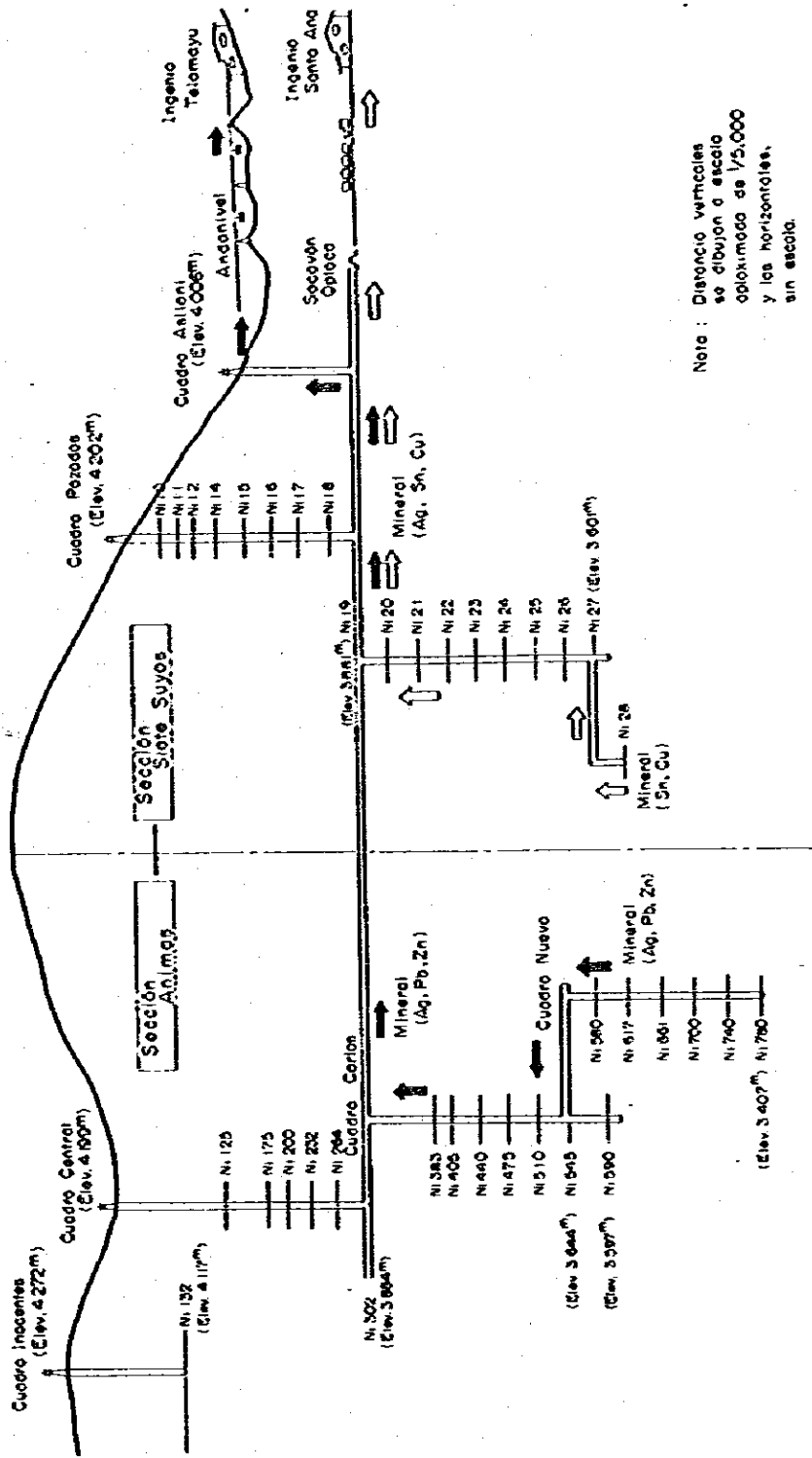


Fig. 1-3 Sistema de transporte de minerales en secciones Animas y Siete Suyos



minerales de estaño-plata-cobre, y se transportan al Ingenio Santa Ana.

La producción mensual de mena, en 1981, es de casi 21,800 toneladas en total. Dentro de ella, 17,000 toneladas (Ag 325 g/t, Pb 1.81 %, Zn 3.08 %) se transportan al Ingenio Telamayu, y 4,800 toneladas (Ag 160 g/t, Sn 0.35 %, Cu 0.19 %) al de Santa Ana. En ambas minas trabajan aproximadamente 1,150 personas, y 60 % de ellos trabajan en el interior de las minas.



## CAPITULO 3 RESEÑA GENERAL GEOLOGICA

### 3-1. Geología

El área estudiada se sitúa entre el sistema montañoso de los Andes Orientales, formado del grupo Paleozoico y el altiplano difundido del Terciario. Por los límites entre los dos se observan principalmente las rocas derramadas intrusivas del grupo de rocas volcánicas ácidas consideradas como actividades del Terciario, y aparte de ellas se ven solamente las facies sedimentarias eugeosinclinales y tobas de la última época del Terciario. Estas actividades volcánicas ácidas se desarrollan en las principales zonas mineralizadas de Bolivia y estrechamente toman parte en la formación de yacimientos de estaño, plata, plomo, cinc, antimonio y bismuto etc.

El área estudiada en el Paleozoico, que pertenece al geosinclinal Andino Oriental desarrollado entre el Escudo Brasileño y los Andes Occidentales actuales, tenía un montón de sedimentos. En el período Ordovícico, sobre todo, la transgresión del mar llegó a la cima. El sistema Ordovícico del área presente es una parte de ellos. Después de repetirse transgresión y regresión del mar varias veces, se sedimentó parcialmente en escala pequeña, por lo cual todo el territorio de Bolivia se transformó en tierra desde finales del Triásico hasta principios del Cretácico. Los sedimentos ya existentes antes de este período tienen una estructura plegada violenta por causa de sufrir los movimientos orogénicos Tacónico, Variscan y del principio de los Andes, después del Paleozoico. En el período de Paleogena Terciario, se levantaron ambas cordilleras Orientales y Occidentales de los Andes, y se formó la cuenca sedimentaria de altiplano.

En esta cuenca que se hunde relativamente en comparación con las cordilleras, en cambio, se formaron sedimentos Terciarios continentales

10,000 m de espesor y sigue sedimentándose aún.

La geología de esta región consta del sistema Cretácico y el Terciario, basada en el Ordovícico.

El sistema Ordovícico : el sistema Ordovícico de esta región no se desarrolla dentro del área estudiada, sino que se extiende ampliamente al este, al oeste, y al sur de la misma. La litofacies consta de pizarra y arenisca. La pizarra ocupa principalmente la parte superior de este sistema, la cual se nombra el miembro de Peña Azul. En la parte inferior se observa la alternante de arenisca y pizarra y se nombra el miembro de Peña Blanca. Este sistema tiene más de 1,500 m de espesor, pero no intercala roca piroclástica y conglomerado, y es de sedimentos del simple tipo miogeosinclinal típico. Este sistema tiene una relación en falla y discordancia inclinada con el Cretácico de la parte superior, y relación de discordancia inclinada con el Terciario de más arriba salvo una parte del interior de mina.

el Te El sistema Cretácico: el Cretácico en Bolivia se desarrolla en las áreas difundidas de grupo Paleozoico formando el geosinclinal estrecho y largo.

El Cretácico de esta región no se desarrolla dentro del área estudiada, pero se difunde en pequeña escala limitando con el Ordovícico al este y el oeste del área estudiada. Este sistema consta principalmente de la litofacies de arenisca roja estratificada de la formación continental, pero tiene un estrato delgado de calizas intercalado en la parte superior. Se compara con la formación El Molino de Bolivia por su litofacies y fósiles producidos, y tiene más de 650 m de espesor. Tiene relación de discordancia inclinada con el Terciario de arriba.

El sistema Terciario: en el sistema Terciario de esta región se observan desde abajo arriba las formaciones Potoco, San Vicente, Quehua y rocas ígneas y piroclásticas. Todas estas son de la formación continental y tienen relación de discordancia entre ellas. La mayoría de la presente

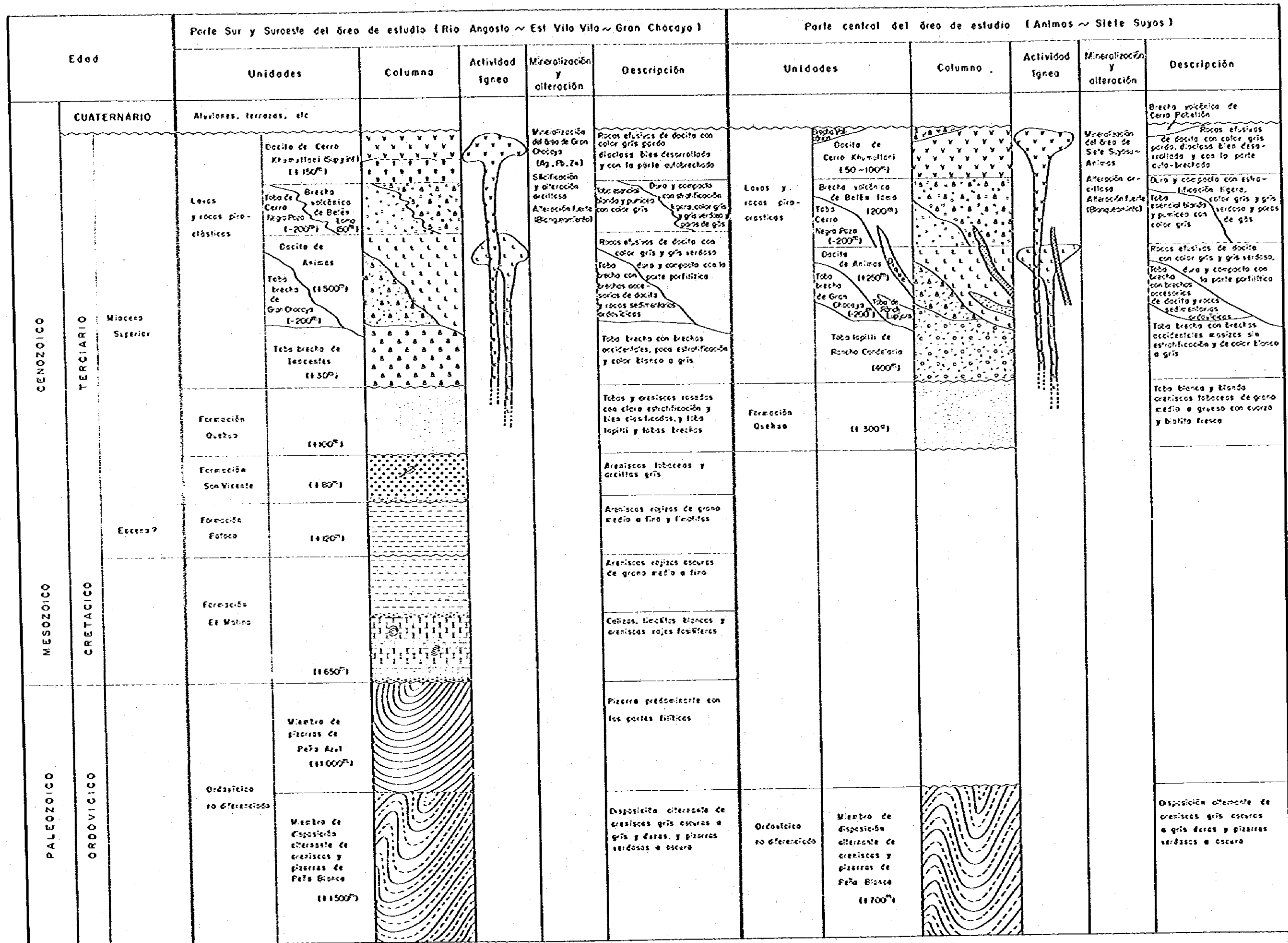
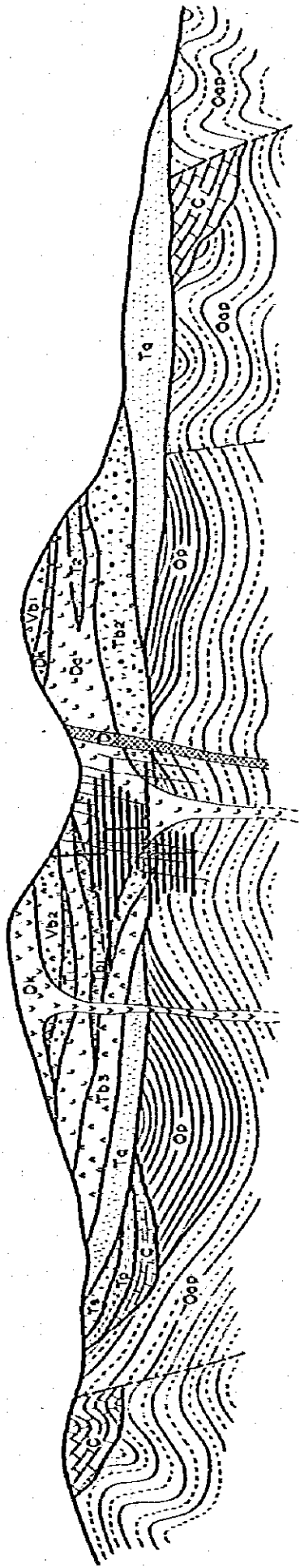


Fig. 1-4 Columna geológica







**ROCAS IGNEAS**

- Dique de dacito
- Dacito de Cerro Khumullani (Llaves)
- Dacito de Animas (Llaves)

**ROCAS SEDIMENTARIAS**

- Brecha volcánica de Cerro Peballón
- Brecha volcánica de Salán Loma
- Toba de Cerro Negro Pozo
- Toba de Rancho Lujigero
- Toba brecha de Gran Chocóyo
- Toba Lapilli de Rancho Condalaría
- Toba brecha de Inocentes
- Formación Quechua
- Formación San Vicente
- Formación Poloco
- Formación El Molino (Calizas y areniscas rojas)
- Miembro de pizarras de Peña Abaj
- Miembro de disposición alternante de areniscas y pizarras de Peña Blanca

**TERCIARIO**

**CRETACIO**

**ORDOVICICO**

- Vetas
- Fallo
- Socavón

Fig. I-5 Perfil idealizado



área investigada está cubierta de varias clases de rocas volcánicas.

La formación Potoco es de formación continental constada de arenisca gris-rojiza y limo estratificados que están difundidos en escala pequeña próxima al oeste del área estudiada. Tiene menos concretación que arenisca roja del estrato de El Molino de la parte interior, y se considera que tienen relación de discordancia paralela entre ambos.

La formación San Vicente consta de arenisca roja tobácea y arenisca que indican poca estratificación, difundidas en escala pequeña próximas al oeste del área estudiada, y con conglomerado básico tiene relación de discordancia con el Potoco inferior. Por los fósiles sacados en esta formación, ésta se compara con la formación San Vicente de forma maciza sin estratificación que tiene litofacies completamente distinta.

La formación Quehua es de rocas piroclásticas de muchas litofacies que se difunden ampliamente rodeando el área estudiada. Estas son rocas muy blandas y tobáceas sin acción de diagénesis excepto el estrato delgado de arenisca roja con forma de lentes intercalado parcialmente. Sin embargo, en las litofacies se observan toba lapilli pumicea, toba pumicea, toba lapilli, y toba pisolita. Las rocas ígneas y piroclásticas son una serie de dacita con hornblenda y biotita desarrolladas ampliamente por la mina Animas. La mineralización y la alteración se observan solamente en el área de distribución de estas rocas, e indica que estas actividades volcánicas ácidas tienen relación estrecha con la formación de yacimiento igual que otras zonas mineralizadas principales polimetálicas en Bolivia.

En la roca ígnea se observa la facies intrusiva parcialmente compacta y dura que tiene diaclasa columnar, pero, consta principalmente de la facies de lava que indica la estructura fluida y la autobrechosa, y se reconocen dos actividades. La lava de la primera actividad se nombra lava de dacita de Animas, y la lava de la segunda lava de dacita de Cerro Khumullani. Con

estas dos actividades volcánicas, se desarrollan varias unidades de rocas piroclásticas dacíticas parcialmente alrededor de lavas. Estas rocas contienen cantidades de biotita, hornblenda, cristal de cuarzo o pedazo de cristal de cuarzo, y por sus litofacies, lugares de distribución y diferencia del horizonte, se nombran toba de Inocentes, toba lapilli de Rancho Candelaria, toba brecha de Gran Chocaya, toba de Cerro Negro Pozo y toba de Rancho Lupijara. Después de realizar la prueba de edad de lava de dacita por método de Potasio-Argón, la serie de actividades ígneas cae en la última etapa del Mioceno como el período geológico.

Las rocas, que forman rocas madres del yacimiento en el interior de la mina, son la alternante de pizarra y arenisca del sistema Ordovícico, toba brecha, toba lapilli, toba y dacita del Terciario, ubicado encima del Ordovícico, y que tiene relación de discordancia con el Ordovícico. Todo el Terciario de la zona mineralizada sufrió fuerte alteración de blanqueo y mineralización, por lo cual se quedó blanqueado, y hay casos difíciles de distinguir una parte de roca piroclástica macroscópicamente de roca ígnea.

### 3-2. Estructura geológica

La estructura geológica de esta región, principalmente como estructura plegada, se refleja claramente en el sistema Ordovícico y el Cretácico. Pero, cada capa posterior al sistema Terciario es casi horizontal y no ha sufrido ningún movimiento tectónico salvo la existencia de fallas pequeñas dentro de una área de distribución de rocas ígneas.

Las capas anteriores al Cretácico, después de haber sufrido los movimientos orogénicos de Variscan, Nevada y Alpes, demuestra una estructura plegada violenta. La dirección de su eje de pliegue es diversa en cada área bloqueada por falla. Pero, en la extensión de 20 km a los lados este

y oeste de la mina Animas la dirección del eje de pliegue se interpreta como el sistema noroeste-sudeste y enseña pliegue isoclinal menor de unos cientos metros de la longitud de onda estable, sobre todo, en las zonas mineralizadas.

En cuanto a las fallas, las de las direcciones norte-sur, nordeste-sudoeste u oeste-este se observan próximas al área estudiada, pero, están cubiertas del Terciario dentro del área estudiada de modo que no se sabe bien de los detalles.

Si se observa ampliamente el movimiento de falla, sin embargo, por el oeste de esta región pasa la falla de San Vicente del norte al sur que es una de las más grandes y que forma el esqueleto de los Andes Orientales, por lo cual se supone que esta área esté controlada básicamente por la falla de la dirección norte-sur.

La estructura plegada del interior de la mina es común en el sistema Ordovícico, pero la dirección prominente del eje plegado es noroeste-sudeste, y su longitud de onda es menos de unos cientos metros, y se presenta pliegue de misma inclinación y la sección del eje está casi vertical. Se observan otras estructuras plegadas parcialmente excepto de la dirección noroeste-sudeste, pero todas se pueden restringir en partes especiales donde están divididas en partes pequeñas por actividad de fallas. (Margen nordeste de veta Colorada, nivel 510 m, cerca del nivel 545 m, Cuadro Carlos, etc.) También se puede observar una estructura plegada de una inclinación muy suave en la dirección de cruzarse rectangularmente con este eje principal de pliegue, pero sobre el detalle no está claro.

Se observan las fallas del interior de mina en todas partes, y sus escalas son también diversas, todas son fallas normales a excepción de fallas verticales y no se puede observar fallas inversas. Sus rumbos son noroeste-sudeste, nordeste-suroeste, este-oeste y sur-norte, pero dentro

de ellos se encuentra el sistema de sur-norte muy raro y existen fallas desarrolladas de otros tres sistemas con frecuencia semejante. Sin embargo, dentro de ellas las fallas regulares que tienen dislocación grande con zona fracturada de falla son principalmente las que distinguen el sistema Ordovícico del Terciario, y se encuentran en todas partes del nivel 302 m, y sus rumbos son noroeste-sudeste, nordeste-esteoste, y no se encuentra el rumbo específico predominante. Sin embargo, en la galería principal de transporte hacia el nordeste dentro del sistema Ordovícico del nivel 302 m, se nota evidentemente la falla con zona fracturada del sistema de dirección noroeste-sudeste, y es posible que en el área investigada las fallas paralelas al eje principal de pliegue sean predominantes.

Sobre la dislocación de fallas, Falla Basofia que se queda al noroeste de veta Rafael sólo tiene alrededor de 80 m de dislocación en dirección vertical entre los sistemas Ordovícico y Terciario, y veta Inca VI tiene alrededor de 50 m de dislocación en dirección horizontal en el nivel 700 m, por galería. Sin embargo, a excepción de la falla que existe entre los sistemas Ordovícico y Terciario, se supone que sean fallas de escala pequeña por su continuidad y dislocación muy pequeña.

Además, las relaciones entre el movimiento de falla y la época de mineralización son diversos como falla cortada por veta, falla con mineralización, y falla que corta la veta, y muestran claramente la existencia de fallas de las épocas de premineralización y postmineralización.

### 3-3. Yacimientos

El área investigada se sitúa al extremo occidental de la cordillera de los Andes Orientales ubicada al suroeste de la República de Bolivia, y ocupa la parte central de la inmensa zona mineralizada polimetálica que se prolonga del norte al sur. Cerca de esta área ya están observadas muchas

minas explotadas y partes mineralizadas. Se interprete que estos yacimientos son del tipo Xenotermal formados en relación estrecha con las actividades ígneas de las dacitas Terciarias genéticamente.

La mina Chocaya tiene una historia larga desde que se explotó en la época de la colonización española. Alrededor de la mina Animas, se ubica la mina Siete Suyos a la prolongación del nordeste de ésta, y al suroeste se queda la sección Inocentes en explotación. La escala de la zona mineralizada es de unos 6 km a la prolongación del rumbo nordeste-suroeste y de unos 3 km a la dirección cruzada con ésta en ángulo recto. Y está explotada hasta 780 m bajo la superficie de la tierra, pero todavía la mineralización sigue siendo predominante.

Se aclaró que la fractura que encajona vetas se formó por compresión lateral de la dirección nordeste-suroeste de cruzarse rectangularmente con el eje principal de pliegue del sistema Ordovícico que forma la base de esta área. Los minerales para explotar son como plata, estaño, plomo, cinc, y cobre. Las clases y combinaciones de los minerales producidos son diversos, y además de esto, la complejidad de la formación de minerales es característica de este yacimiento.

La roca madre del yacimiento se compone del sistema Ordovícico en la parte inferior y en la parte superior del Terciario, pero la mineralización muestra tendencia a ser predominante en el sistema Ordovícico. El rumbo del yacimiento es del sistema casi nordeste-suroeste, pero sobre el buzamiento existen dos sistemas que inclinan al noroeste y al sureste, y cada uno se compone de muchas vetas paralelas.

La escala de veta llega a casi 2,000 m de longitud hacia la dirección de rumbo en veta Colorada como la máxima, y en la dirección de buzamiento veta Burton y veta Inca VI están explotadas hasta 780 m bajo la superficie de la tierra. La mineralización es todavía predominante. Se puede observar

la diferencia evidente en el ancho de veta según las vetas, aun en una veta misma el cambio de ancho varía mucho, el ancho máximo llega a más de 2 m.

La veta Burton del la mina Animas ocupa más de 90 % de la producción total y es una de las principales laborables con su alta ley.

En la superficie de la tierra, están esparcidas zona blanqueada y alterada de gran escala, minas abandonadas innumerables, y señales de zanjas, alrededor de la zona en donde existe veta, pero no se puede encontrar el afloramiento normal de veta, así que se considera este yacimiento como el yacimiento sin afloramiento.

La sección Inocentes, situada en la prolongación suroeste del yacimiento Animas, está explotada de galería sólo en el nivel 132 m. Esta mina tiene gran escala, y además abunda de plata y estaño de alto precio, de modo que se espera que el desarrollo de esta mina contribuya mucho al de la Empresa Minera de Quechisla y esta región.



#### CAPITULO 4 CONCLUSION DE LA INVESTIGACION Y POLITICA PARA EL FUTURO

Como la obra del tercer año de "Las investigaciones fundamentales colaboradas en la explotación de los recursos naturales en el área Gran Chocaya", la obra de sondeo (4 taladros, longitud total de perforación: 1,455.5 m) se realizó. Los puntos donde efectuar sondeo se eligieron a base de los resultados de las investigaciones de los años anteriores. MJ-3 y MJ-4 se realizaron en la zona de anomalía de IP de la parte prolongada al suroeste de las vetas Burton y Colorada que son principales dentro de la mina Animas, e igualmente MJ-5 en la zona de anomalía de la prolongación al suroeste de la veta Rosario. MJ-6 se efectuó en la parte sur de la Pueblo Gran Chocaya situada cerca del extremo suroeste de la gran zona alterada que corre del nordeste al suroeste. En este punto se ven esparcidas muchas minas abandonadas y zanjas.

Por el resultado de la obra de sondeo de 4 taladros, se concluye como lo siguiente:

1. Se hace claro que la parte prolongada al suroeste de la zona mineralizada de las vetas principales como Burton y Colorada continúa unos 1,500 m más desde la punta suroeste del nivel 302 m de la mina Animas.
2. En MJ-4 se han comprobado dos vetas que podrían ser objeto laborable por su escala y ley, y se extendió considerablemente el campo de exploración de la parte oriental de la sección Inocentes alrededor de este pozo.
3. Cerca de MJ-5 y MJ-6, según el análisis de mineralización y alteración, se ve muy poca posibilidad de existir vetas de escala suficiente que serían objeto laborable, por lo cual se podría excluirlas del área de objeto de exploración.
4. La política de exploración futura en la parte suroeste de la mina se Animas, se resume como lo siguiente:

(1) Respecto a la veta inferior comprobada en MJ-4, perforan el recorte Inocentes del nivel 302 m de la mina Animas en dirección sudeste, y se realiza la exploración de corrida después de penetración.

(2) En cuanto a la veta superior comprobada en MJ-4, perforan la galería dada al sudeste del nivel 132 m de la sección Inocentes prolongadamente, y cambian por exploración de corrida después de penetración.

(3) Por los recortes (1) y (2) arriba mencionados, se hace terminar la exploración de la zona no explorada de unos 400-500 m de ancho entre veta Rosario, y veta Burton y veta Colorada situadas al suroeste de la mina Animas.

(4) Por realizar sondeo del interior de mina desde las puntas del sudeste de los recortes (1) y (2) arriba mencionados, se hace activar exploración de la zona al sudeste de MJ-3 y MJ-4.

**PARTE 2**  
**OBRA DE SONDEO**



## CAPITULO I RESEÑA DE TRABAJO DE SONDEO

El sondeo se efectuó en el área Gran Chocaya, en base a los resultados de la investigación geológica detallada del primer año, la investigación de IP superficial y la investigación geológica detallada dentro de la mina que se realizaron durante el segundo año, con el propósito de comprobar la zona de anomalía de IP y el estado de mineralización en la prolongación sudoeste de la veta Rosario, la veta Colorada y la veta Burton, que constituyen la principal veta de la mina Animas. Las operaciones del sondeo se comenzaron el día 20 de julio de 1981 y se finalizaron el día 20 de octubre del mismo año. Durante este periodo se perforaron 4 taladros con una longitud total de 1,455.5 m. El personal se compone de los 17 miembros siguientes: un investigador jefe japonés, tres operadores japoneses y trece ayudantes bolivianos contratados en la mina Animas, trabajando por 3 turnos con una máquina taladradora.

En cuanto al método de perforación, se adoptó el de "Wire-Line" para mejorar la recuperación de testigos y elevar la eficiencia de la operación. Sin embargo, a causa de las condiciones rigurosas de la naturaleza en esta área, la operación tuvo que retrasarse en gran manera durante la primera mitad del periodo. Sobre todo en el turno 3, el frío riguroso que duró hasta mediados de agosto ocasionó la congelación del combustible de los motores, y también la congelación del testigo recuperado en el tubo sacatestigos, lo que hizo imposible el muestreo. En estas circunstancias la operación del sondeo fue interrumpida durante muchas horas. En esta área no se pudo conseguir el agua natural aprovechable para el sondeo durante la época seca, sino que se tuvo que transportar por camión desde lejos, perdiéndose mucho tiempo en espera del agua. Aparte de eso, se estropeó totalmente el cambio de la máquina principal de sondeo

apenas comenzada la perforación del MJ-3. No obstante, a pesar de las condiciones rigurosas de la naturaleza y una serie de problemas que tuvieron que afrontar, todos los investigadores se esforzaron conjunta e infatigablemente para recuperar el retraso considerable de la primera mitad del período, pudiéndose llevar a cabo el sondeo tal como se había propuesto.

Como queda dicho, este año la operación del sondeo se comenzó el día 20 de julio en el área en cuestión. Sin embargo, la operación fue imposible durante la noche hasta mediados de agosto, debido a que la temperatura bajaba a los 20°C bajo cero aproximadamente. A continuación se enumeran las razones concretas:

- (1) Se paró el motor diésel a causa de la congelación del combustible.
- (2) En cuanto se paró el motor, se congelaron la bomba y los tubos, y por consiguiente se estropearon.
- (3) En cuanto se retiró del varillaje el tubo sacatestigos, se congelaron los testigos, el tubo interior, y demás componentes.

Todo lo arriba mencionado deberá de tenerse en cuenta para planear o programar las operaciones de sondeo de ahora en adelante.

Tabla I-1 Lista de resultados de perforaciones

Número de sondeo	Modelo de máquina	Fecha de comienzo y terminación	Avance total	Testigo sacado		Número de turno de perforación			Avance por un turno de trabajo general de perforación (m)	Avance por un turno trabajado sólo por perforación (m)	Terreno (m)
				Largo de testigo	Recuperación	Por perforación	Por revestimiento	Total			
MJ-3	TOM-3	14.7.1981 25.8.1981	351.00	323.55	92.18	52	3	55	6.75	6.62	6.90
MJ-4	"	24.8.1981 10.9.1981	350.50	317.65	90.63	29	2	31	12.09	11.30	4.00
MJ-5	"	7.9.1981 30.9.1981	352.50	336.30	95.40	36	1	37	9.79	9.53	8.00
MJ-6	"	27.9.1981 31.10.1981	401.50	383.00	95.39	48	20	68	8.36	5.90	12.10
Total			1455.50	1360.50	93.47	165	26	191	36.99	33.35	31.00





## CAPITULO 2 METODO DE SONDEO Y MAQUINAS USADAS

Las rocas-objeto del sondeo fueron alternancia integrada por areniscas y pizarras del Ordovícico, y areniscas, dacita del Terciario y roca dacítica piroclástica. Como se preveía la aparición parcial de capas débiles, zonas fracturadas y zonas alteradas, se planearon el método "Wire-Line", el método de revestimiento de tamaños varios y el método del agua de lodo con bentonita como agente básico.

Para iniciar la perforación de los 4 taladros mencionados más abajo, se utilizó la corona tricónica de 5 7/8" hasta alcanzar la roca firme, cuando fue reemplazada por la corona de diamante HQT prosiguiéndose la perforación con el método "Wire-Line". La HQT fue substituida por la NQT a una profundidad aproximada de los 80m-100m, Asimismo, esta última fue reemplazada por la BQT a los 250 m de profundidad aproximadamente, para lograr el objetivo propuesto.

Para dar protección a las paredes del pozo durante la perforación, se insertaron los tubos de revestimiento HW, NW, BW. El calibre final del pozo fue BQ (59.56 mm).

La inclinación de perforación fue de -70° para el MJ-3 y de -80° para los demás. Sin embargo, debido a que se utilizó el castillo de perforación vertical, hubo algunos problemas para bajar y elevar el varillaje e insertar los tubos de revestimiento. Aparte de eso, hubo pérdida del agua en distintos niveles de los pozos, lo que impidió con frecuencia la operación de perforación, teniéndose que esperar el agua durante mucho tiempo, que se transportaba desde una fuente distante.

La especificación y el modelo de la máquina y demás equipos utilizados quedan indicados a continuación: (Tabla I-2, I-3).



Tabla I-2 Lista de máquinas y materiales usados

Artículo	Modelo	Capacidad, Tipo, Medida Especificación	Cantidad
Máquina de perforación	TGM-3	Capacidad BQT 500m Medida Altura 1,520mm Largo 2,380mm Anchura 990mm cabeza giratoria Velocidad de eje (r.p.m.) 200, 500, 770, 1000 Torno Capacidad de izar 2,200 ton asceite Maxima presión 70 kg./cm <sup>2</sup>	1 Juego
Motor para perforación	F4L-912	Revolución 1500 - 2400 r.p.m.	1 "
Bomba para perforación	NAS-3C	Duplex cilindro y dobla acción Peso 330 Kg Diámetro de pistón 60mm / 75l./min Correra de piston 50mm Capacidad 80 l/min. - 130 l/min. Presión máxima 40 Kg/cm <sup>2</sup>	
Motor diesel de bomba para perforación	58A	Perolción 1500 - 2000 r.p.m.	1 "
Bomba para abastecimiento de agua	E-IN-3	Peso 14 Kg Capacidad 360 l/min. Capacidad por desagüe Vertical 26m	1 "
Motor diesel de bomba para abastecimiento de agua	KM-61G	Revolución 4500 r.p.m.	1 "
Mezcladora de lado		Capacidad de tonque 125l Capacidad de mezclar 100l	1 "
Torre de perforación	DRP-9-5B	Altura 9m Carga tolerable 5 ton	
Varillaje	HQT	3m	Pieza 35"
	NQT	3m	120"
	BQT	3m	150"
Tubo de nevestimiento	HQ	3m	1"
	"	1m	5"
	"	0.5m	10"
	NW	3m	100"
	BW	3m	120"
Mandibula automática de varilla	CH-60A		1"
Eslabón giratorio de elevación de agua	B-N05		1"



Tabla I-3 Lista de consumo de materiales

No. 1

Artículo	Media	Unidad	Cantidad				Total
			MJ-3	MJ-4	MJ-5	MJ-6	
Gasolina		l	2364	2362	2362	2362	9450
Aceite diesel		"	2844	2842	2842	2842	11370
Aceite móvil		"	148	148	148	148	592
Aceite para turbina		"	10	10	10	10	40
Grasa		kg	3.75	3.75	3.75	3.75	15
Bentonita		"	1875	1425	1050	1250	5600
C.M.C.		"	43	20	15	15	93
Cement.		"	1550	1750	750	750	4800
Tubo 3m		HQT piesa	2	3	4		9
" 3m		NQT "	5	2	3	2	12
" 3m		BQT "	7	3	13	5	28
Tubo portatestigo en sistema							
"Wire line" ASSY							
" " ASSY							
Tubo interior ASSY		HQT piesa	1	1			2
" " "		NQT "	1	1			2
" " "		BQT "		2	2		4
Tubo portatestigo ASSY		HQT					
" " "		NQT "	1				1
" " "		BQT "	1		1		2
Cabeza de tubería de revestimiento		HQT					
" " "		NQT "	2		1		3
" " "		BQT "	2		1		3
Coza de control		HQT "	1	2	1	2	6
" " "		NQT "	2				2
" " "		BQT "	2		2		4
Cojinete		51204	2	2	1		5
" " "		07		4		6	10
Anillo para tubo interior		HQT "	2	4	3	1	10
" " "		NQT "	2	4	6	10	22
" " "		BQT "	3	4	6	12	25



Artículo	Medida	Unidad	Cantidad				Total
			HJ-3	HJ-4	HJ-5	HJ-6	
Anillo para tubo protatestigo	HQT	"	2	2	3	2	9
"	NQT	"	2	2	3	7	14
"	BQT	"	2	1	7	10	20
Cable de acero	6 m/m	m			100		100
"	16 m/m	"	20			40	60
Correas "Y"	C51	pieza	3	6			9
"	B48	"		3		3	6
"	B71	"				3	3
Piezas de bomba NAS-3C							
Empaque "Y"		"	30		30		60
Aspirador del aire del tipo ASSY		juego	1				1
Filtro de aceite		pieza	1				1
Filtro de combustión		"	1				1
Batería		"	1		1		2
Cable delgado para acelerador		"	1				1
" motor		"	1				1
Motor "YAMAR" tipo 21R-22L							
Anillo de pistón		juego	1				1
Metalico de biela		"	1				1
Boca de inyección		"	3				3
Generador		"	1				1
Motor "YAMAR" tipo 105							
Juego de anillo de pistón		"	1				1
Metalico de biela		"	1				1
Tubo de pistón		"	1				1
Bomba de combustión		"	2				2
Boca de inyección		"	2				2
Motor "YAMAR" tipo TS 60							
Metalico de biela		"	1				1
Bomba de combustión		"	1				1
Anillo de pistón		"	1				1
Boca de inyección		"	1				1
Motor "YAMAR" tipo TS 50							
Anillo de pistón		"	1		1		2
Bomba autochupativa E-IN3		"		1		1	2





Artículo	Medida	Unidad	Cantidad				Total
			HJ-3	HJ-4	HJ-5	HJ-6	
Pistón	ASSY						
Broca diamantina	QQT	pieza	1	2	1	1	5
"	NQT	"	3	1	2	2	8
"	BQT	"	3	2	5	2	12
Lima diamantina	HQT	"	1	2	1	1	5
"	NQT	"	2	1	2	1	6
"	BQT	"	3	2	4	1	10
Herramientas							
Llave de fuerza de 2 bocas	2v22	juego					1
"	17v19	pieza					1
"	12v14	"					1
"	3v 5	"					2
"	2v 4	"					1
Llave de ojal	26	"					2
Bomba de grasa		"					2
Martillo		"					2
Martillo con una manga		"					2
Gata de cadena	20 tns	juego					1
Llave para tubo	900	pieza					4
"	600	"					4
"	450	"					2
Pigueta		"					3
Alicates		"					2
Destornillador	+	"					4
Llave para tuercas	350	"					1
"	250	"					1
Trinillo		pieza					1
Llave de seis ángulos	2v32	juego					1
Cajón de testigo		pieza	73	62	68	77	280
Madera para andamiaje	cm cm cm 5x30x200	"				2	2
Azada		"					2
Buril		"					4
Pala		"					5
Afirador		"					1
Sierra para metal		"					1



Artículo	Media	Unidad	Cantidad				Total
			MJ-3	MJ-4	MJ-5	MJ-6	
Hoja de sierra para metal		pieza					15
Calibrador		"					1
Taladro eléctrico		"					1
Cepillo metálico	n/n m	"	2	1	1	1	5
Cable para empaque	12x3	"	1	1	1	1	4
"	12x2	"		2		1	3
"	12x1.5	"		2		1	3
"	12x1	"		2		1	3
Bomba de mano para trillo		"	1			1	2
" lata		"	1	1			2
Llave de juego		juego			1		1
Cajón de herramientas		pieza				2	2
Caja de cambio ASSY		juego	1				1
Una pieza de castillo		pieza					6
Motor Yanmar tipo TS80		juego					1
Raspador para tornillo		"					1
" tuerca		"					1
Tubo de casing	HW1.5	pieza				8	8
"	BW3 <sup>2</sup>	"				47	47



## CAPITULO 3 OPERACION DE SONDEO

### 3-1. PREPARACION GENERAL

La máquina taladradora y demás equipos auxiliares se guardaban en un depósito de La Paz. Antes del viaje para el lugar del trabajo se realizó una revisión y mantenimiento necesario para toda esta maquinaria, la cual fue cargada en 4 camiones junto con otros equipos llegados aparte. Esta caravana de transporte partió con rumbo al lugar de trabajo el día 16 de julio. Después de llegar al lugar de trabajo el día 18 de julio, se comenzó enseguida el arreglo de terreno y la instalación del castillo de perforación y la maquinaria.

El MJ-3 quedó ubicado en el cauce plano de un río, a unos 4,215 m de altura sobre el nivel del mar. Igualmente el MJ-4 se ubicó en el cauce plano de un río, a unos 4,225 m de altura sobre el nivel del mar. Por lo tanto, resultó relativamente fácil el arreglo de terreno para ambos sondeos. En cuanto al MJ-5, aunque quedó ubicado en un sitio plano a unos 4,240 m de altura sobre el nivel del mar, se utilizó un bulldozer o empujadora niveladora para su instalación por 1 km de trayecto de transporte. Igualmente se utilizó la empujadora niveladora por unos 500 m de camino de transporte para instalar el MJ-6, aunque quedó ubicado en un sitio plano a unos 4,275 m de altura sobre el nivel del mar. El cimiento de la máquina taladradora fue de cemento, inmovilizado con pernos y tuercas. La cuerda para inmovilizar el castillo se aseguró con cemento.

### 3-2. TRANSPORTE E INSTALACION

Para trasladar los equipos por un trayecto de 600 m más y menos que separan el MJ-4 del MJ-3, ambos ubicados en el mismo cauce de río plano, se utilizaron un camión de gran porte y un jeep, tardándose 2 días en terminar



el traslado. Desde el MJ-4 hasta el MJ-5, y de éste hasta el MJ-6, se utilizaron una empujadora niveradora, un camión de gran porte y un jeep, tardándose respectivamente 4 días en completar cada traslado, debido a las condiciones topográficas desfavorables.

### 3-3. DESARME Y RETIRO

La perforación del MJ-6 se finalizó el día 20 de octubre de 1981. Una vez desarmados y embalados, los equipos fueron transportados en 4 camiones grandes desde la mina Animas a La Paz, donde se efectuó una revisión y mantenimiento de esos equipos, que luego se guardaron debidamente en el depósito.

### 3-4. CONDICIONES DE LA TESTIFICACION Y CONTROL DEL AGUA DE LODO

La capa de terreno superficial y la zona eflorescida se extendían hasta los 6.9 m de profundidad en el caso del MJ-3, los 4.0 m en el caso del MJ-4 y hasta los 8.0 m de profundidad en el caso del MJ-5, antes de alcanzar a las rocas sanas y estables. En el caso de MJ-6, se encontró aun a los 12.1 m de profundidad una zona fuertemente eflorescida, pero se prosiguió la perforación utilizando el método "Wire-Line" HQT.

Las rocas estaban compuestas por dacita, roca piroclástica de misma propiedad, arenisca y alternancia de pizarra y arenisca del Paleozoico. Dentro de la dacita se desarrollaban minuciosas vetas y fisuras abiertas por todas partes, por donde se escapó toda el agua bombeada (80~120 l/min.), lo que dificultó la operación de perforación. Como contramedida se utilizaron el Tel-Stop, Ribonita, CMC, etc., en cantidades grandes, con el agua de lodo de bentonita como agente básico. En los lugares donde se escapó el agua en cantidad considerable no se pudo evitar esta pérdida aun con la maniobra de cementación que se repitió varias veces,

por lo que resultó forzoso realizar la perforación sin agua de retorno.

Los componentes del agua de lodo son los siguientes:

	MJ-3	MJ-4	MJ-5	MJ-6	TOTAL
Cemento (kg)	1,550	1,750	900	750	4,950
Bentonita (kg)	1,875	1,424	1,050	1,250	5,600
Ribonita (kg)	--	150	100	60	310
CMC (kg)	43	20	15	15	93
Tel-Stop (kg)	40	50	40	5	135

En cuanto a la testificación, la recuperación de testigos fue favorable debido a que se adoptó el método "Wire-Line", lográndose los siguientes resultados reales en cada sondeo a excepción de las capas superficiales: MJ-3 (94.03 %); MJ-4 (91.67 %); MJ-5 (97.62 %) y MJ-6 (98.79 %). Los testigos recuperados se colocaron en un cajón de madera y se guardaron en el depósito-almacén de la mina Animas.

### 3-5. AGUA PARA EL SONDEO

Como no se pudo conseguir el agua para la perforación cerca del lugar de trabajo, se transportó por un camión tanque de 8 m<sup>3</sup> de capacidad desde Telamayu, que se encuentra situado a unos 20 km de cada sitio de sondeo. El tiempo requerido fue unas 5 horas de ida y vuelta. El aprovisionamiento del agua se efectuó 3 o 4 veces al día, por tanto, cuando ocurrió la fuga se perdió mucho tiempo en espera del agua, lo que impidió en gran manera la operación de perforación.

### 3-6. ESTADO DE PERFORACION

MJ-3 Longitud total de perforación: 351.100 m

Recuperación de testigos: 94.03 %

Fecha de iniciación: 25 de julio de 1981



Fecha de finalización: 23 de agosto de 1981

Se necesitó un mes aproximadamente para llevar a cabo el sondeo en cuestión debido al daño considerable del cambio de la máquina taladradora aparte de los diferentes problemas que surgieron en la operación de perforación durante la época de pleno frío. Más en concreto, la congelación del combustible de la bomba y del motor generador, y consecuentemente la congelación de la bomba misma, la congelación del equipo de testificación sacado del verillaje, etc., hicieron prácticamente imposible la operación de perforación, especialmente en caso del turno 3. Aparte de eso se tuvo que suspender la operación de perforación durante siete días, debido a que se estropeó el cambio de la máquina taladradora. Otros problemas menos graves como la caída del tubo interior surgieron sucesivamente durante la perforación. En este taladro se registró la pérdida del agua en distintos niveles, por lo que se requirió varias veces la cementación y la agregación del Tel-Stop. Asimismo, a causa de esta pérdida, se tuvo que esperar el agua durante muchas horas, y se tardó un mes aproximadamente en cumplir la perforación del taladro en cuestión de 351.00 m de longitud.

MJ-4 Longitud total de perforación: 350.50 m

Recuperación de testigos: 91.67 %

Fecha de iniciación: 28 de agosto de 1981

Fecha de finalización: 8 de septiembre de 1981

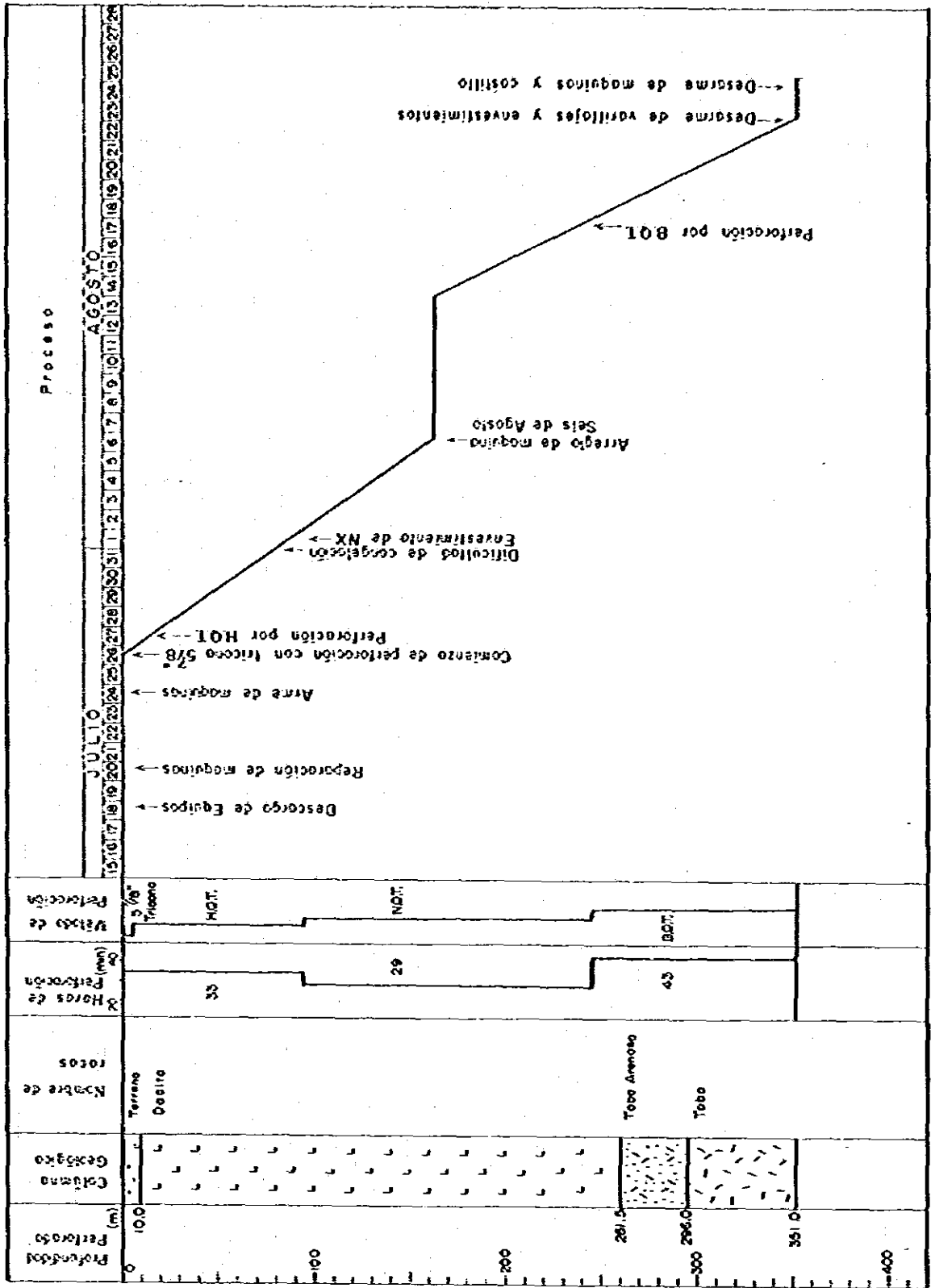
Se comenzó la perforación después de la época de pleno frío y no hubo problemas de la maquinaria durante la operación. Sin embargo, como era considerable la pérdida del agua, se efectuó con frecuencia la agregación del Tel-Stop y la cementación para llevar a cabo la perforación de este taladro de 350.50 m.

MJ-5 Longitud total de perforación: 352.50 m

Recuperación de testigos: 97.73 %

Tabla I-4-1 Resultado de obras de sondeo de MJ-3

MJ - 3



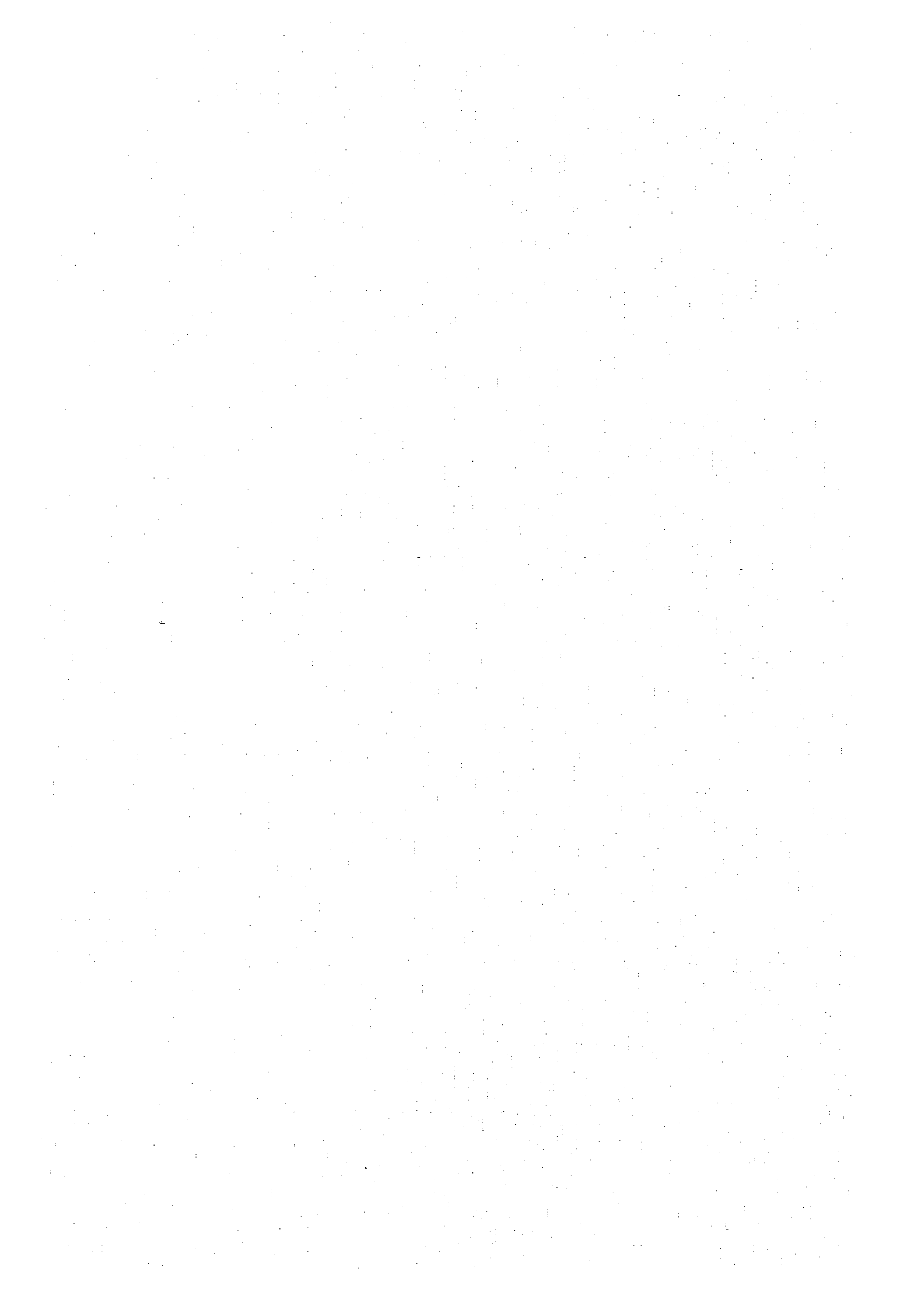


Tabla I-4-2 Resultado de obras de sondeo de MJ-4

MJ - 4

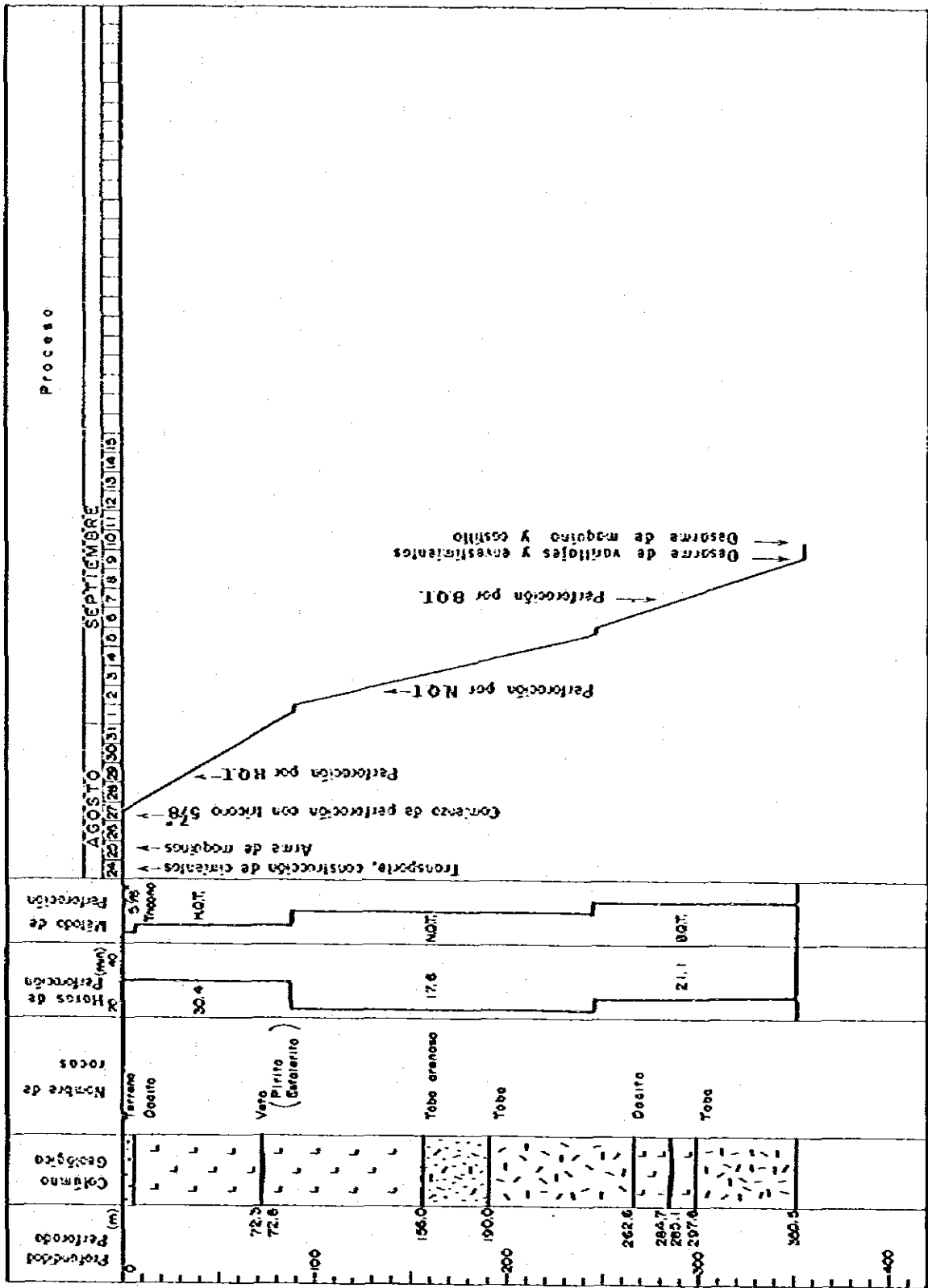




Tabla I-4-3 Resultado de obras de sondeo de MJ-5

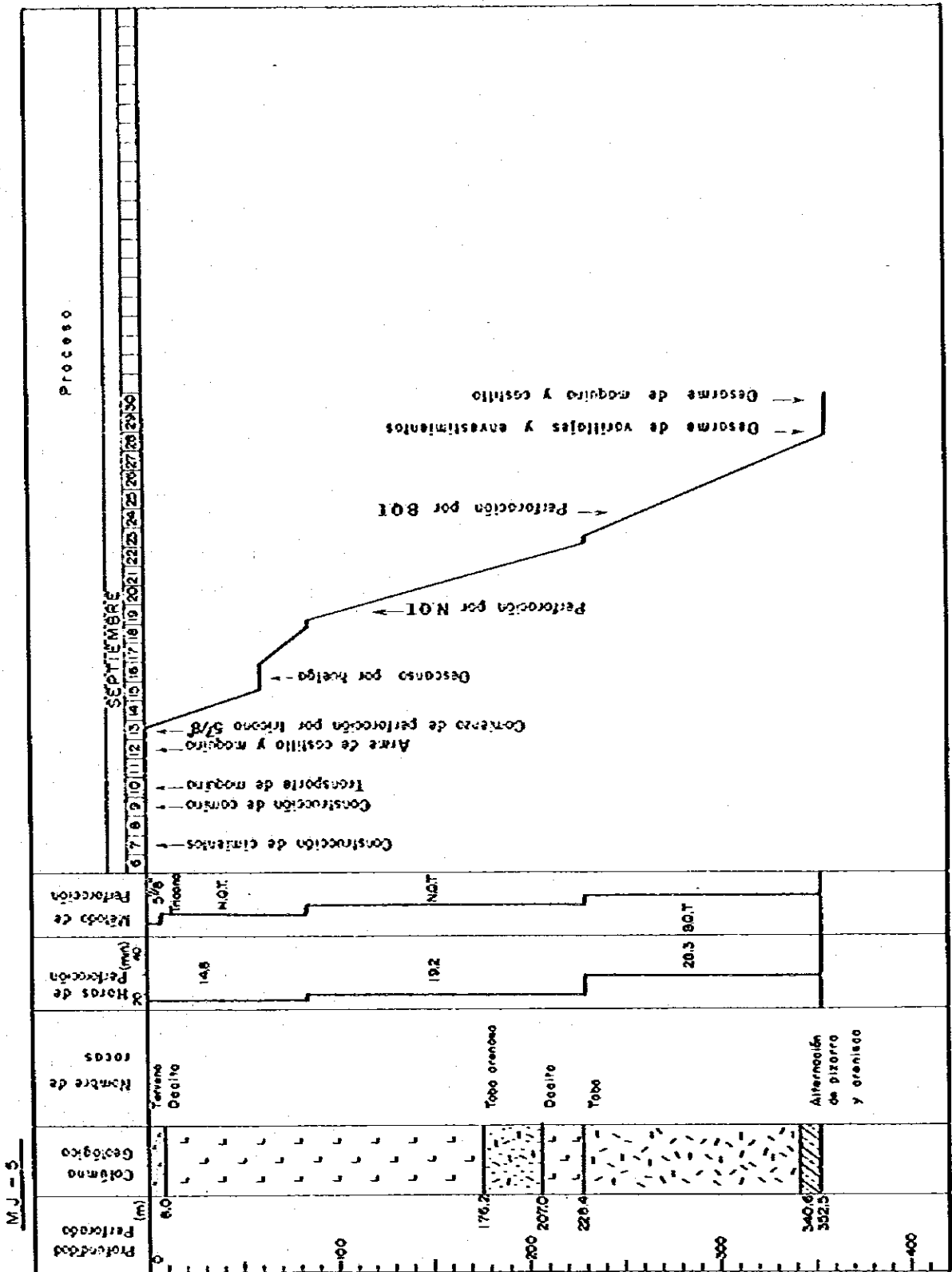
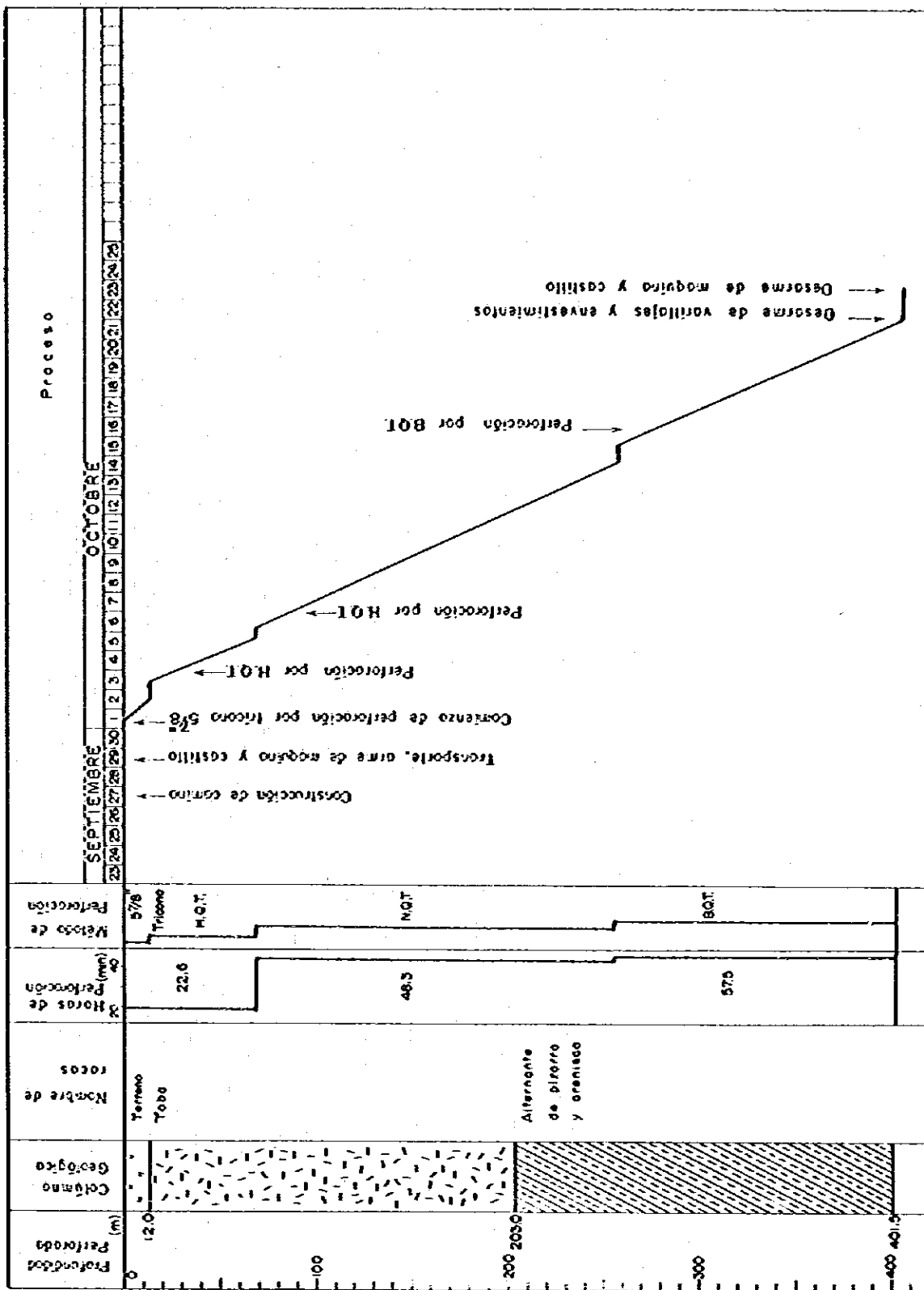




Tabla I-4-4 Resultado de obras de sondeo de MJ-6

MJ - 6







Fecha de iniciación: 14 de septiembre de 1981

Fecha de finalización: 27 de septiembre de 1981

En este taladro era especialmente considerable la pérdida de agua y el daño de la corona, que ocasionaron problemas concomitantes. Por ello, se tuvo que esperar el agua durante muchas horas. La corona de diamante se quedó dentro del taladro a los 340.6 m de profundidad, utilizándose en su lugar la corona metálica WL para alcanzar la longitud total de 352.50 m del taladro en cuestión.

MJ-6 Longitud total de perforación: 401.50 m

Recuperación de testigos: 98.79 %

Fecha de iniciación: 5 de octubre de 1981

Fecha de finalización: 20 de octubre de 1981

En cuanto a este sondeo, la pérdida total del agua fue un problema grave, a la vez que se tuvo que hacer mayor esfuerzo para eliminar el lodo que salió en cantidad acompañando a la destrucción de la formación Quehua en la parte superior de la roca de base. La agregación del Tel-Stop que se efectuó como contramedida para la pérdida del agua no surtió efecto, por lo que al fin se tuvo que proseguir la perforación sin utilizar el agua. Durante la operación de perforación de este taladro hizo un viento fuerte, que produjo polvos diminutos en cantidad, ocasionando la avería del generador para la iluminación. Como no funcionó debidamente a pesar de la frecuente reparación, el generador se sustituyó por una lámpara de petróleo. Pero ésta también se quedó fuera de uso a causa de los polvos. En fin se pidió prestada una lámpara minera en la oficina de explotación de minas para llevar a cabo la perforación de este taladro de 401.50 m de longitud.

### 3-7. MEDIAS CONTRA LA PERDIDA DEL AGUA

Este año se adoptó la cementación como la principal contramedida para

la pérdida considerable del agua que se había experimentado durante el segundo año. Por consiguiente, se transportó en cantidad el agente de solificación rápida de cemento desde el Japón. Utilizando este agente se efectuó la cementación al mismo tiempo que se realizó la agregación del Tel-Stop. Sin embargo, no se logró evitar la pérdida del agua y se tuvo que proseguir la perforación sin usar el agua de retorno. En consecuencia, se puede juzgar que es más adecuado el método de tubería de revestimiento sin el agua de retorno, integrado por la agregación del Tel-Stop y la cementación, para las zonas de la pérdida del agua dentro del área en cuestión.

Tabla I-6 Lista de trabajo de traslación de cada pozo

		MJ-3		MJ-4		MJ-5		MJ-6		Total	
Trabajo de traslación (Período)	Preparación	14.7.1981 24.7.1981		24.8.1981 27.8.1981		7.9.1981 13.9.1981		27.9.1981 2.10.1981		24 días 24 días	
	Desarme y retiro	24.8.1981 25.8.1981		9.9.1981 10.9.1981		28.9.1981 30.9.1981		21.10.1981 31.10.1981		18 días	
Preparación		Días	Mitas	Días	Mitas	Días	Mitas	Días	Mitas	Días	Mitas
	Arreglo de planta y reparación de camino					1		2		3	
	Transporte de máquinas	8		2		2		2		14	
	Instalación	1		1		1.5		1		4.5	
	Instalación de tubos para agua	1		0.5						1.5	
	Prueba y otros	1		0.5		0.5		1		3	
	Total	11	152	4	45	5	72	6	73	26	342
	Desarme y retiro	Desarme y retirado de tubos para agua	1		1		1.5		1		4.5
Transporte de máquinas		1		1		0.5		1		3.5	
Reparación de camino						2		2		4	
Varios						3		7		10	
Total		2	33	2	35	7	56	11	136	18	260
Gran total		13	185	6	85	12	128	17	209	44	602



Tabla I-6-1 Datos resumidos de perforación de MJ-3

Período de Trabajo	Clase	Período de trabajo			Detalle de Período				
		Período			Total de días	Días trabajados	Días no trabajados	Total mitas	
Período de Trabajo	Preparación para perforación	14.7.1981-24.7.1981			11	11	0	152	
	Perforación	25.7.1981-23.8.1981			29	28	1	567	
	Trasladación	24.8.1981-25.8.1981			2	2	0	33	
	<b>Total</b>				<b>42</b>	<b>41</b>	<b>1</b>	<b>752</b>	
Profundidad de perforación	Profundidad proyectada	350 m	Gravas	6.9 m	Recuperación del testigo Pef cada 100 m				
	Largo prolongado		Largo de testigo	323.55 m	Profundidad	Total por 100 m		Gran total	
	Profundidad supervisada	351.0 m	Recuperación	92.18 m	5.0m-104.5m (0m-100m)	97.6 m	93.40%	92.40%	
	Perforación	150°40'	26.11%	22.13%	104.5m-200.7m (100m-200m)	94.4 m	97.93%	95.04%	
	Ascenso y descenso de varillase	41°25'	7.19%	6.08%	200.7m-318.1m (200m-300m)	103.95 m	88.69%	93.04%	
	Ascenso y descenso de tubo interior	63°15'	10.95%	9.29%	318.1m-351.0m (300m-400m)	27.6 m	83.89%	92.18%	
	Trabajos dependientes	100°20'	17.39%	14.73%	Eficiencia				
	Trabajos para accidentes de pozo	174°30'	30.24%	25.62%	351.0 m/total periodo			8.36 m/día	
	Varios	46°50'	8.11%	6.88%	351.0 m/días trabajados			8.56 m/día	
	Sub-Total	577°00'	100 %		351.0 m/Período Perforado días trabajados			12.10 m/día	
	Trasladación	Perforación	88°00'	-	12.92%	351.0 m/sólo por perforación real			12.53 m/días
		Desarce y retiro	16°00'	-	2.53%	Total mita/351.0 m			2.14 mitas
	<b>Total</b>	<b>681°00'</b>	<b>-</b>	<b>100 %</b>					
	Tubo de revestimiento	Profundidad revestida por cada diámetro del taladro	$\frac{B}{A} \times 100$	Recuperación de tubos de revestimiento					
KW 6.9 m		1.96%	100%		Observación A: Largo perforado B: Largo revestido				
NW 97.4 m		27.75%	100%						
BW 245.6 m		70.26%	100%						



Tabla I-6-2 Datos resumidos de perforación de MJ-4

Periodo de trabajo	Clase	Periodo de trabajo		Detalle de Periodo				
		Periodo		Total de días	Días trabajados	Días no trabajados	Total nitas	
Periodo de trabajo	Preparación para perforación	24.8.1981~27.8.1981		4	4	0	45	
	Perforación	28.8.1981~8.9.1981		12	12	0	186	
	Traslación	9.9.1981~10.9.1981		2	2	0	35	
	<b>Total</b>			<b>18</b>	<b>18</b>	<b>0</b>	<b>266</b>	
Profundidad de perforación	Profundidad proyectada	350 m	Gravas	4 m	Recuperación del testigo Por cada 100 m			
	Largo prolongado	m	Largo de testigo	317.65 m	Profundidad	Total por 100 m	Gran total	
	Profundidad supervisada	350.50 m	Re-cuperación		0~104.05 (0~100m)	100.05 m	96.16%	96.16%
					104.05~201.80 (100~200m)	95.95 m	98.16%	97.13%
	Perforación	127°15'	44.74%	39.22%	201.80~308.85 (200~300m)	107.05 m	100.00%	98.12%
	Ascenso y descenso de varillase	19°10'	6.74%	5.91%	308.85~350.50 (300~400m)	14.6 m	35.05%	90.63%
	Ascenso descenso de tubo interior	36°45'	12.92%	11.33%	Eficiencia			
	Trabajos dependientes	42°55'	15.09%	13.23%	350.50 m/total periodo		19.47 m/día	
	Trabajos para accidentes de pozo	19°45'	6.94%	6.09%	350.50 m/días trabajados		19.47 m/día	
	Varios	38°35'	13.57%	11.89%	350.50 m/Periodo Perforado días trabajados		26.96 m/día	
	Sub-Total	284°25'	X		350.50 m/sólo por perforación real		26.96 m/día	
	Traslación	Perforación	24°00'		7.40%	Total nita/350.50 m		0.91 nita
Desarce y retiro		16°00'		4.93%				
<b>Total</b>	<b>324°25'</b>			<b>X</b>				
Tubo de revestimiento	Profundidad revestida por cada diazento del talaño	$\frac{B}{A} \times 100$	Recuperación de tubos de revestimiento					
	EW 4 m	1.14%	100%		Observación			
	NW 87.75 m	25.04%	100%		A: Largo perforado			
	8W 242.70 m	69.24%	100%		B: Largo revestido			





Tabla 1-6-3 Datos resumidos de perforación de MJ-5

Periodo de Trabajo	Clase	Periodo de trabajo		Detalle de periodo				
		Periodo		Total de días	Días trabajados	Días no trabajados	Total mitas	
Periodo de Trabajo	Preparación para perforación	7.9.1981~13.9.1981		6	6	0	72	
	Perforación	14.9.1981~27.9.1981		13	11	2	198	
	Traslación	28.9.1981~30.9. 981		3	3	0	56	
	<b>Total</b>			<b>22</b>	<b>20</b>	<b>2</b>	<b>326</b>	
Profundidad de perforación	Profundidad proyectada	3.5 m	Gravas	8.00 m	Recuperación del testigo Por cada 100 m			
	Largo prolongado	0 m	Largo de testigo	336.30 m	Profundidad	Total por 100 m	Gran total	
	Profundidad supervisada	352.50 m	Re-cuperación	95.40%	0~109.6 (0~100m)	99.1 m	90.42%	90.42%
	Perforación	124°15'	44.27%	35.78%	109.6~206.3 (100~200m)	95.2 m	98.45%	94.18%
					206.3~310.4 (200~300m)	103.1 m	99.04%	95.81%
	Ascenso y descenso de varillase	30°30'	10.87%	8.53%	310.4~352.5 (300~400m)	38.9 m	92.34%	95.40%
	Ascenso y descenso de tubo interior	40°55'	14.58%	11.45%	Eficiencia			
	Trabajos dependientes	10°55'	3.89%	3.06%	352.50 m/total periodo		16.02 m/día	
	Trabajos para accidentes de pozo	23°45'	8.46%	6.65%	352.50 m/días trabajados		17.63 m/día	
	Varios	50°20'	17.93%	14.09%	352.50 m/Periodo Perforado días trabajados		27.12 m/día	
	Sub-Total	280°40'	X		352.50 m/sólo por perforación real		32.05 m/día	
	Traslación	Preparación	54°00'		15.12%	Total mita/352.50 m		1.09 mitast
		Desarce y retiro	22°35'		6.32%			
<b>Total</b>	<b>357°15'</b>			<b>X</b>				
Tubo de revestimiento	Profundidad revestida por cada diámetro del taladro	$\frac{B}{A} \times 100$	Recuperación de tubos de revestimiento					
	HV 8 m	2.27%	100%		Observación			
	NV 82.55 m	23.42%	100%		A: Largo perforado			
	EV 227.05 m	64.41%	100%		B: Largo revestido			



Tabla 1-6-4 Datos resumidos de perforación de MJ-6

Periodo de Trabajo	Clase	Periodo de trabajo			Detalle de Periodo				
		Periodo			Total de días	Días trabajados	Días no trabajados	Total mitas	
Periodo de Trabajo	Preparación para perforación	27.9.1981~2.10.1981			6	6	0	73	
	Perforación	3.10.1981~20.10.1981			18	17	1	285	
	Trasladación	21.10.1981~31.10.1981			11	11	0	136	
	<b>Total</b>				<b>35</b>	<b>34</b>	<b>1</b>	<b>494</b>	
Profundidad de perforación	Profundidad proyectada	400 m	Gravas	12.1 m	Recuperación del testigo Por cada 100 m				
	Largo prolongado	0 m	Largo de testigo	383.0 m	Profundidad	Total por 100 m		Gran total	
	Profundidad supervisada	401.50 m	Recuperación	95.39%	0-124.50 (0m-100m)	107.4 m	86.27%	86.27%	
	Perforación	296°0'	70.73%	62.43%	124.50-215.70 (100m-200m)	89.8 m	98.45%	91.42%	
	Ascenso y descenso de varillase	39°00'	9.51%	8.49%	215.70-317.80 (200m-300m)	102.1 m	100.00%	95.18%	
	Ascenso descenso de tubo interior	38°55'	9.49%	8.38%	317.80-401.50 (300m-400m)	83.7 m	100.00%	95.39%	
	Trabajos dependientes				Eficiencia				
	Trabajos para accidentes de pozo	10°15'	2.50%	2.21%	401.50 m/total periodo			11.47 m/día	
	Varios	31°50'	7.77%	6.85%	401.50 m/días trabajados			11.81 m/día	
	Sub-Total	410°00'			401.50 m/Periodo Perforado días trabajados			22.39 m/día	
	Traslación	Preparación	18°00'		3.87%	401.50 m/sólo por perforación real			23.62 m/día
		Desarme y retiro	36°30'		7.86%	Total mita/401.50 m			1.23 mitas
	<b>Total</b>	<b>454°30'</b>							
Tubo de revestimiento	Profundidad revestida por cada diámetro del taladro	$\frac{B}{A} \times 100$	Recuperación de tubos de revestimiento						
	NW 12.1 m	3.01%	0%		Observación				
	NW 69.1 m	17.21%	100%		A: Largo perforado				
	EW 254.0 m	63.26%	58%		B: Largo revestido				



Tabla I-7 Lista de análisis de las horas trabajados por las obras de cada pozo

Número de sondeo	Perforación	Ascensos y descensos del varillaje y tubo interior		Trabajos dependientes			Accidentes	Varios	Traslación, desarme y retiro	Total
		Varillaje	Tubo interior	Revestimiento	Ampliación de taladro	Varios				
MJ-3	150°40'	41°25'	63°15'	8°45'	-	100°20'	174°30'	46°50'	104°00'	689°45'
MJ-4	127°15'	19°10'	36°45'	9°45'	-	33°10'	19°45'	38°35'	40°00'	324°25'
MJ-5	124°15'	30°30'	40°55'	9°40'	-	10°55'	20°05'	48°20'	68°35'	353°15'
MJ-6	290°00'	39°00'	38°55'	13°50'	13°00'	-	10°15'	5°00'	54°30'	464°30'
Total	693°10'	130°05'	179°50'	42°00'	13°00'	144°25'	224°35'	138°45'	267°05'	1831°55'



Tabla I-8 Lista de especificación de coronas de diamantes y cilindros  
escariadores (Números de veces de uso)

Artículo	Medida	Modelo	Cantidad colocada	Matriz	Tamaños de diamante	Peso del agua	Cantidad	Descripción
Corona	HQ	HQT-WL	40 pts	E	1/40 ~ 1/20	3 kg/cm <sup>2</sup>	5	881021 ~ 25
"	NQ	NQT-WL	30 "	E	"	3 "	8	881026 ~ 33
"	BQ	BQT-WL	20 "	E	"	5 "	12	871521 ~ 32
Cilindro escariador	HQ	HQT-WL	10 "	E	1/25		5	08397 ~ 401
"	NQ	NQT-WL	8 "	E	"		6	08402 ~ 08408
"	BQ	BQT-WL	6 "	E	"		10	07282 ~ 6





Tabla I-9 Lista de estado de consumo de las coronas de diamantes, el tricono y las cilindros escañadores

Artículo	Medida	Tipo	Número de corona	Estado de uso					Descripción	
				MJ-3(m)	MJ-4(m)	MJ-5(m)	MJ-6(m)	Total(m)		
Corona	HQ	HQT-WL	881021	90.5					90.5	
			881022		68.25				68.25	
			881023		15.5				15.5	
			881024				74.55		74.55	
			881025					57.0	57.0	
	NQ	NQT-WL	881026	87.1					87.1	
			881027	6.2					6.2	desperfecto
			881028	44.4					44.4	
			881029		154.95				154.95	
			881030			123.75			123.75	
			881031			20.75			20.75	
			881032					96.4	96.4	
			881033					88.5	88.5	
	BQ	BQT-WL	871521	18.1					18.1	desperfecto
			871522	39.9					39.9	desperfecto
			871523	46.4					46.4	
			871524		86.35				86.35	
			871525		21.45				21.45	
			871526			3.0			3.0	desperfecto
			871527			28.95			28.95	
871528					7.5			7.5	desperfecto	
871529					47.25			47.25		
871530					19.25			19.25	desperfecto	
metálico	NQ	NQ-WL		10.2				10.2		
	BQ	BQ-WL		1.3				1.3		
tricono	5 7/8				7.6			7.6		
					11.9			11.9		
				6.9	4.0	8.0	12.1	31.0		
<b>Total</b>				351.0	350.5	352.5	401.5	1455.5		



Estado de consumo de las coronas de diamantes  
el tricono y las cilindros escariadores

Artículo	Medida	Tipo	Número de corona	Estado de uso					Descripción		
				MJ-3(m)	MJ-4(m)	MJ-5(m)	MJ-6(m)	Total(m)			
Cilindros escariadores	HQ	HQ-WL	08397	90.5					90.5		
			08398		68.25				68.25		
			08399		15.5					15.5	
			08400				74.55			74.55	
			08401					57.0		57.0	
	NQ	NQ-WL	08402	87.1						87.1	
			08403	50.6						50.6	
			08404		154.95					154.95	
			08405			123.75				123.75	
			08406			20.75				20.75	
			08407					96.4		96.4	
			08408					88.5		88.5	
			BQ	BQ-WL	07282	29.6					
	07283	39.9								39.9	
	07284	46.4								46.4	
	07285				86.35					86.35	
	07286				21.45					21.45	
	07287					31.95				31.95	
	07288					7.5				7.5	desperfecto
	07289					47.25				47.25	
	07290					38.75				38.75	
	07291								147.5	147.5	
<b>Total</b>					<b>22</b>	<b>344.1</b>	<b>346.5</b>	<b>344.5</b>	<b>389.4</b>	<b>1424.5</b>	



## CAPITULO 4 GEOLOGIA INVESTIGADA POR SONDEO

### 4-1. SELECCION DE LAS UBICACIONES DE TALADROS DE SONDEO

El sondeo se efectuó en cuatro lugares distintos dentro del área Gran Chocaya con una longitud total de 1,455.5 m de perforada. Como resultado de esto, se aclararon las características propias de la alteración y la mineralización con respecto a la parte sur del Pueblo Gran Chocaya, la prolongación suroeste de la veta Rosario y la prolongación suroeste de la veta Burton y la veta Colorada, que constituyen la principal veta de la mina Animas. Asimismo, se aclaró la zona de anomalía de IP superficial investigada durante el segundo año.

La ubicación, azimut, inclinación y profundidad de cada sondeo se indican en la Tabla A-7, y los objetivos son los siguientes:

El sondeo MJ-3 se realizó en el cauce del Río Chocaya, ubicado a unos 1,200 m al nordeste del cuadro Inocentes, a los  $135^\circ$  de azimut y los  $-70^\circ$  de inclinación. Este sondeo se efectuó en la zona de anomalía de IP superficial investigada en el segundo año, que se desarrolla en la prolongación suroeste de la veta Colorada y la veta Burton, que constituyen la principal veta de la mina Animas. Por consiguiente, el objeto de este sondeo fue la comprobación de la zona de anomalía de IP, la prolongación sudoeste de la veta Burton y la veta paralela a la misma.

El sondeo MJ-4 se realizó en el cauce del Río Chocaya, ubicado a unos 800 m hacia el este del cuadro Inocentes, a los  $300^\circ$  de azimut y los  $-80^\circ$  de inclinación. El objeto del mismo es igual al del MJ-3 arriba mencionado. El MJ-4 se ubica a unos 550 m hacia el sudoeste del MJ-3.

El sondeo MJ-5 se realizó a unos 800 m hacia el nordeste del cuadro Inocentes, a los  $135^\circ$  de azimut, y los  $-80^\circ$  de inclinación. Este sondeo se efectuó en la zona de anomalía de IP superficial que se encontró durante

el segundo año. La zona en cuestión corresponde a la prolongación sudoeste de la veta Rosario que es la principal veta de la mina Animas, y al mismo tiempo se ubica en la prolongación nordeste de la veta Nueva que constituye la veta principal de la sección Inocentes. Por consiguiente, este sondeo tuvo como finalidad comprobar la zona de anomalía de IP, la prolongación sudoeste de la veta Rosario, la prolongación nordeste de la veta Nueva (parte intermedia entre ambas vetas) y vetas paralelas a las mismas.

El sondeo MJ-6 se efectuó en la parte sur del Pueblo Gran Chocaya, ubicada a unos 800 m hacia el noroeste del cuadro Inocentes, a los 350° de azimut y los -80° de inclinación. Como resultado de la investigación geológica del primer año se había aclarado lo siguiente: que en la presente área existe un sinfín de huellas de zanja en su superficie y que está ubicada en el extremo sudoeste de la zona alterada grande que encajona el grupo de yacimientos Animas. Por consiguiente, este sondeo tuvo por objeto aclarar la mineralización y la alteración del área en cuestión, y valorar la exploración de ahora en adelante.

#### 4-2. GEOLOGIA INVESTIGADA POR SONDEO

##### 4-2-1 MJ-3

En cuanto a este sondeo, no se encontró una veta evidente en los alrededores de la profundidad a la cual se había esperado la parte mineralizada. Sin embargo, se observó en general la piritización, la alteración arcillosa, la silicificación y un fuerte blanqueamiento, que aparecieron especialmente considerables dentro de la dacita. Por lo tanto, aunque no se encontró una parte mineralizada de plena escala, se aseguró la existencia de las zonas alterada y mineralizada que suponen la anomalía de IP, pudiéndose muy bien esperar el encajonamiento de vetas en los alrededores de este sondeo.

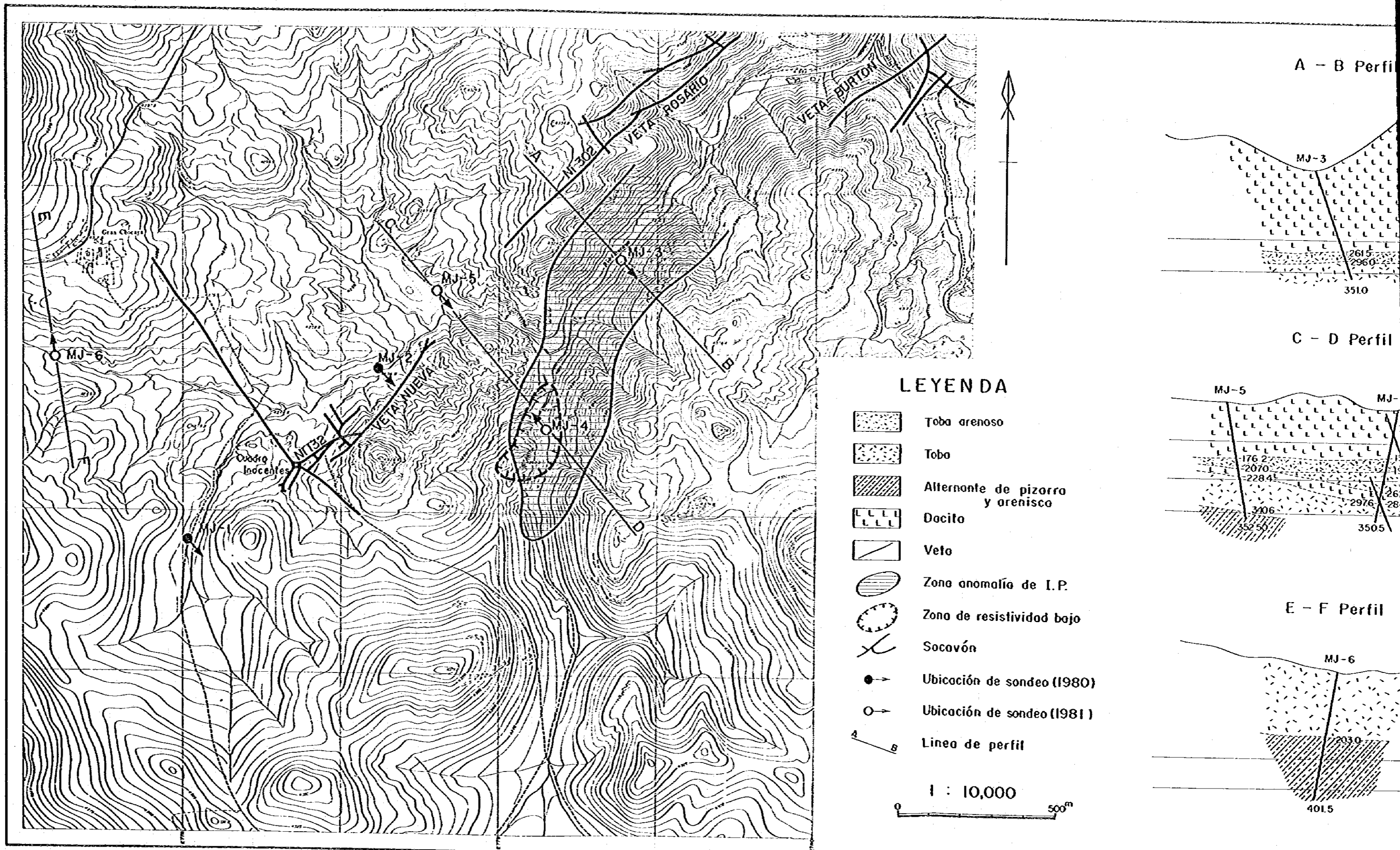


Fig. 1-6

Mapa de ubicación de pozos y sus perfiles geológicos



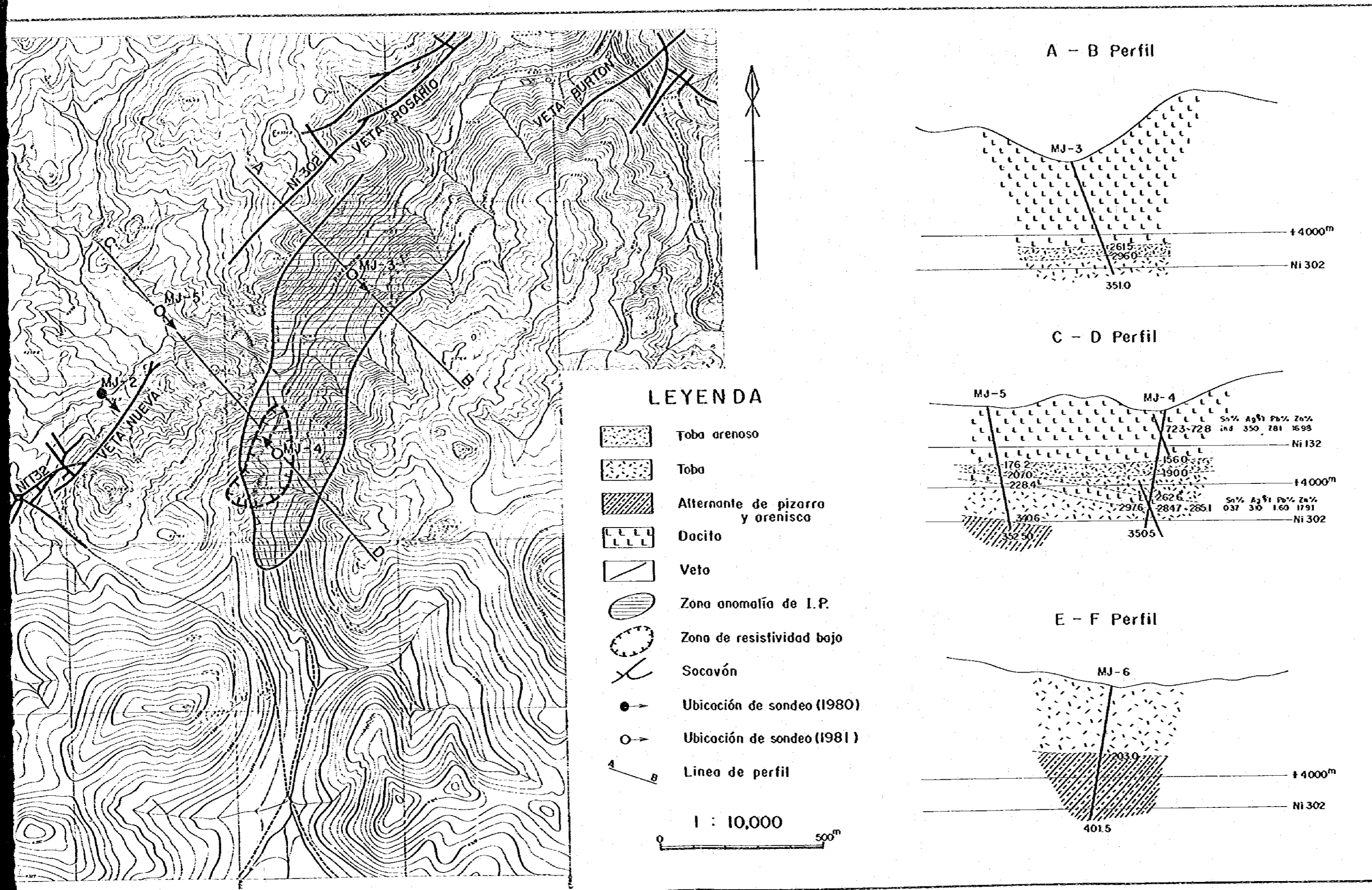


Fig. 1-6 Mapa de ubicación de pozos y sus perfiles geológicos



Las rocas que componen el presente taladro son, de la parte superior a la parte inferior, dacita (su roca intrusiva) y su roca piroclástica. En cuanto a la dacita encontrada desde la superficie hasta los 265.1 m de profundidad, se observan algunas partes abundantes en poro, pero muestran generalmente un aspecto masivo intenso con diaclasa parcialmente. En la interfase colindante con la roca piroclástica de la misma propiedad de la parte inferior se observa margen congelada, por lo que se puede decir que es roca intrusiva típica. El tono de color varió del gris claro al blanco, debido al avance del blanqueamiento que se dio como resultado de la alteración y la mineralización considerables. Esta roca es a simple vista dacita porfirítica típica con biotita y hornblenda, cuya característica se halla en la estructura porfirítica de la plagioclasa fenocristo blanquecino a causa de la alteración. Esta característica desaparece en la parte en que son notables la mineralización y la alteración, presentando una litofacies blanca homogénea. En la parte como ésta los minerales de color sufren también una alteración considerable, haciéndose difícil su distinción, aunque se queda el fenocristo cuarcífero con su lustre de vidrio fresco. La roca piroclástica dacítica se desarrolla desde los 265.1 m de profundidad para abajo hasta el fondo del taladro, rica en variedad de litofacies. Esta roca contiene en la parte de matriz cuarzo, plagioclasa en cantidad, cristales de biotita y fragmentos de cristales. Como fragmentos accidentales se registran, entre otros, pizarra, arenisca gris y arenisca roja en la parte inferior. Hasta los alrededores de las profundidades de los 265.1 m ~ 295.0 m la litofacies varía de la arenisca tobácea a la toba lítica, observándose 3 veces la estructura gradada en dirección vertical. Se desarrolla la estratificación parcialmente, cuyo buzamiento aparente es de 15° más y menos. A partir de la profundidad aproximada de 295.0 m para abajo se encuentra la roca piroclástica que muestra la característica

arriba mencionada, y se trata de la roca masivo relativamente homogénea que contiene fragmentos accidentales en cantidad sin importancia. En los alrededores de la 318.0 m de profundidad contiene pedazos grises de cristales de forma irregular y lenticular.

La mineralización y la alteración se observan en toda la roca de este taladro, que aparecen especialmente notables en dacita. En cuanto a la mineralización, en toda la roca se observan solamente minuciosas vetas y una diseminación débil de pirita, aunque se registra parcialmente esfalerita en cantidad pequeñísima. Por lo tanto no se dan vetas estables de escala suficiente para ser el objeto de la exploración o de la operación de momento.

En los alrededores de la profundidad de 185 m, 192 m y 203 m se desarrollan vetas de forma de red o diseminación débil de esfalerita y pirita. A continuación se especifica el valor máximo de cada componente de las 8 muestras de análisis coleccionadas en el taladro en cuestión, incluyendo los dos minerales mencionados inmediatamente arriba: 0.01 % de cobre, 0.83 % de plomo, 2.72 % de cinc, 0.36 % de estaño y 370 g/t de plata. Referente a la alteración, el blanqueamiento se extiende por todo el taladro, que aparece especialmente notable en dacita. La silicificación tiende a coincidir con la mineralización que se muestra considerable en algunas partes. La alteración arcillosa es notable en la matriz de dacita. La alteración y la mineralización considerables como éstas indican alta posibilidad de que existan vetas de plena escala en los alrededores de este taladro.

4-2-2 NJ-4

En cuanto a este taladro, se cortaron dos vetas de alta ley de plena escala abundantes en esfalerita a 72.3~72.8 m (50 cm) y a 284.7~285.1 m (40 cm) de profundidad. Aparte de estas dos vetas, se registraron algunos indicios favorables aunque de escala pequeña como vetas de esfalerita de 2 cm

Fig. I-7-1 Dibujo de las partes mineralizadas de testigos de MJ-4

No. 1

	Descripción	L e y				
		Cu(%)	Pb(%)	Zn(%)	Sn(%)	Ag(g/t)
1185	<ul style="list-style-type: none"> <li>limonito</li> <li>dacito alterado blanco</li> <li>drusa</li> <li>fragmento de dacito</li> </ul>					
1215						

20725	<ul style="list-style-type: none"> <li>toba gris verdosa</li> <li>drusa</li> <li>esferita</li> <li>pirita dominante</li> </ul>	001	026	803	003	180
20743						

20905	<ul style="list-style-type: none"> <li>toba gris verdosa diseminado pirita</li> <li>pirita dominante</li> <li>esferita dominante</li> <li>siderita dominante</li> </ul>	002	094	483	072	130
20940						



Fig. I-7-2 Dibujo de las partes mineralizadas de testigos de MJ-4

No. 2

27950	Descripción	Ley				
		Cu(%)	Pb(%)	Zn(%)	Sn(%)	Ag(g/t)
	<p>— dacito gris porfirítico</p> <p>— esfalerita dominante</p> <p>— pirita dominante</p> <p>— siderito</p>	0.002	0.63	2.69	0.05	30
27980						

303.35	<p>— esfalerita dominante W: 5<sup>cm</sup></p> <p>— pirita dominante</p> <p>— siderito dominante</p> <p>— roca diseminada de pirita</p>	0.002	1.13	3.25	0.23	2.00
303.55						

Note : Es imposible de dibujo ventas entre 723-728<sup>m</sup> y 284.7~285<sup>m</sup> de testigo por el triturado





de anchura aproximadamente, en los alrededores de la profundidad a la cual se había previsto alguna parte mineralizada, lo que atestiguó que en las cercanías de este taladro existen zonas mineralizadas supramente prometedoras. Asimismo, la roca componente de este taladro está sufriendo por una alteración y mineralización notables, confirmándose la zona de anomalía IP en cuanto se alcanzó a la veta.

La roca que compone el presente taladro es dacita con hornblenda-biotita y piroclástica dacítica. Ambas rocas son iguales a las que se encuentran en el MJ-3. En cuanto a dacita encontrada desde la superficie hasta 156.0 m de profundidad y entre 262.6 m ~ 297.6 m de profundidad, se llegó a considerar como roca intrusiva que presenta un aspecto masivo intenso en general, aunque se observa parcialmente la estructura autobrechosa. Se supone la existencia de lava en la roca que se extiende desde 99.2 m hasta 142.0 m de profundidad. En esta roca de unos 43 m se desarrolla la estructura brechosa a la vez que avanza la alteración arcillosa. El tono de color varía entre gris claro ~ blanco a causa del blanqueamiento que se ha avanzado como resultado de una alteración y mineralización de grado considerable. La parte de la roca en cuestión que se extiende a partir de 262.6 m de profundidad para abajo presenta un color gris relativamente profundo. Como característica a simple vista, es dacita porfirítica, igual a dacita del MJ-3. En las partes en que son considerables la alteración y la mineralización se hace difícil la identificación a simple vista de los minerales de color, pero son excepción los fenocristos de cuarzo que se quedan frescos.

La roca piroclástica dacítica ocupa todo este taladro alcanzando al fondo, a excepción de la parte correspondiente a dacita arriba mencionada. En la matriz contiene en cantidad de cristales cuarzo, plagioclasa y fragmentos de biotita. Los fragmentos accidentales son pizarra, arenisca gris

y arenisca roja de la parte inferior. Hay distintas variedades de litofacies, pudiéndose clasificar según la profundidad siguiente: desde 156.0 m hasta 190.0 m, desde 190.0 m hasta 262.6 m y a partir de 197.6 m para abajo. Entre 156.0 m-190.0 m de profundidad la litofacies varía de arenisca tobácea a tobá arenosa y toba lapilli, y los fragmentos de roca que se contienen presentan varias estructuras gradadas. Asimismo estos fragmentos presentan la estructura imbricada en algunos lugares. El buzamiento aparente de la estratificación es del horizontal a los 10° más o menos.

Entre 190.0-262.6 m de profundidad predomina toba gris masiva, y los fragmentos accidentales son poquísimos mientras que se contienen muchas vitreas lenticlares verdes. A partir de 297.6 m de profundidad para abajo toba contiene fragmentos de plagioclasa blanquera en cantidad. Se trata de toba gris como profirítica, que se parece en gran manera a dacita porfirítica. Pero la roca en cuestión contiene por lo general fragmentos de areniscas gris y roja y pizarra así como también mancha vitrea verde.

La mineralización y la alteración se extienden por todo este taladro, que generalmente aparecen más notables en dacita que en la roca piroclástica. La diseminación débil de piritita y vetas de forma de red son generales, aunque existe diferencia de grado salvo la roca piroclástica encontrada entre 156.0 m-190.0 m y 212.0 m-220.0 m de profundidad. Las vetas que pueden ser el objeto de exploración o de explotación de momento se ubican en las dos capas siguientes: entre 72.3 m-72.8 m y entre 284.7 m-285.1 m. En el primer caso se trata de una veta relativamente rica en piritita con drusa en cantidad (Cu 0.03 %, Pb 7.81 %, Zn 16.98 %, Sn ind, Ag 350 g/t), la alteración y la mineralización son muy favorables en la roca madre de la pared subyacente (ley promedio entre 7 m: Cu Tr, Pb 0.06 %, Zn 0.79 %, Sn 0.7 %, Ag 35 g/t), consecuentemente, se puede juzgar que es una veta

económica, puesto que, aparte de la preponderancia de la mineralización, al efectuar la explotación se puede evitar la disminución de ley por la mezcla de desmonte.

La veta ubicada entre 284.7~285.1 m de profundidad, aunque se observa parcialmente la drusa, es una veta de alta ley abundante de eslaferita de grano fino (Cu 0.01 %, Pb 1.60 %, Zn 17.91 %, Sn 0.37 %, Ag 310 g/t). Aparte de las dos vetas arriba mencionadas, en este taladro se observan indicios evidentes en algunos lugares. A continuación se describen brevemente algunos casos representativos (en cuanto a la ley de análisis y ocurrencia Fig.I-7.8.A-2).

La veta ubicada en el alrededor de la profundidad entre 207 ~209 m aproximadamente tiene 5 cm de anchura más o menos con drusa en la parte central, y pirita, esfalerita, limonita, cuarzo, etc., presenta estructura bandeada, teniendo la forma y característica propia de una veta estable, aunque de escala pequeña. Esta veta se encuentra en el alrededor de la profundidad a la cual se había previsto alguna parte mineralizada en un principio de la perforación del taladro en cuestión, por lo que se puede tener esperanza en la futura exploración de esta veta. Asimismo, la veta ubicada en el alrededor de 276.5 m de profundidad, con 5 cm más o menos de anchura, es una veta estable aunque de escala pequeña, que abunda en esfalerita presentando estructura bandeada junto con pirita, siderita, etc. La veta ubicada en el alrededor de 303.5 m de profundidad tiene también 5 cm de anchura y es de escala pequeña. Sin embargo, se trata de una veta de siderita, pirita y esfalerita, que presenta una estructura más estable que la veta anteriormente mencionada.

En cuanto a la alteración, el blanqueamiento y alteración arcillosa se concentran en dacita de la parte superior generalmente, y la silicificación se observa en dacita de la parte superior encontrada a partir de 70 m de

profundidad aproximadamente para abajo, y en dacita y toba que se encuentra a 230 m de profundidad aproximadamente para abajo. La silicificación aparece especialmente notable o señalada en el lugar en que se observa una mineralización considerable, además de las dos vetas prevaecientes mencionadas con anterioridad. La alteración arcillosa generalmente se limita a aparecer en dacita de la parte superior, y matriz se ha alterado, lo que ha originado la tendencia al blanqueamiento.

4-2-3 MJ-5

En el alrededor de la profundidad a la cual se había esperado alcanzar a la parte mineralizada se encontró dacita fresca en que a simple vista no se podía observar nada la mineralización o la alteración aunque se registraron indicios de escala pequeña en dos o tres lugares.


La roca que compone este taladro es por lo general, desde la parte superior hasta la parte inferior, dacita, roca piroclástica dacítica y la alternante de pizarra y arenisca del Ordovícico.


En cuanto a dacita, consiste en dacita porfirítica con biotita-hornblenda, y es roca intrusiva masiva que presenta margen enfriada en el contacto con toba de la parte inferior, aunque se observa parcialmente estructura fluida débil.


La roca en cuestión presenta un color blanco grisáceo desde la superficie hasta el alrededor de 130 m de profundidad aproximadamente debido al fuerte blanqueamiento. A partir de esta profundidad para abajo se encuentra litofacies fresca de color gris oscuro-gris rojizo en que aparece señaldo el fenocristo de plagioclasa blanquecino.

La roca piroclástica contiene en cantidad cristal o fragmento de plagioclasa, cuarzo, biotita, y se encuentra parcialmente fragmento de arenisca roja - gris de 1 a 2 cm de diámetro. Entre 196.2~207.0 m de profundidad se encuentra toba arenosa que presenta estructura gradada, y el

Fig. I - 8 Dibujo de las partes mineralizadas de testigos de MJ - 5

	Descripción	Ley				
		Cu(%)	Pb(%)	Zn(%)	Sn(%)	Ag(%)
19230	 <p>— dacita gris oscuro</p> <p>— drusa</p> <p>— esfalerita y pirita</p>	Ind.	0.24	4.17	0.03	1.0
19255						

23570	 <p>— toba blanco siliceo con fragmentos de pizarra</p> <p>— esfalerita con vetas de cuarzo</p> <p>— toba diseminada pirita</p>	0.002	0.88	3.41	1.43	1.80
23600						

31007	 <p>— toba gris oscuro diseminada pirita</p> <p>— siderita drusa</p> <p>— pirita fino</p>	Ind.	0.21	0.76	0.61	1.0
31025						



buzamiento aparente es de 10° más y menos. Entre 228.4~340.6 m de profundidad se registra toba de color gris rojizo caracterizada por mancha de los fragmentos de plagioclasa blanquecinos, y contiene por lo general fragmento accidental de arenisca gris y roja. La alternante de pizarra y arenisca gris de grano fino encontrada desde 340.6 m de profundidad hasta el fondo del taladro pertenece al Ordovícico que forma el basamento del área en cuestión. Esta roca constituye la roca madre de la mayoría de veta de la mina Animas, a partir de nivel 302 m para abajo.

En cuanto a la mineralización, la disseminación de pirita se concentra en la capa que se extiende desde la superficie hasta 80 m de profundidad y en el alrededor de 100~120 m de profundidad. La mineralización es sumamente débil en este taladro, no considerándose como objeto digno de atención para la exploración de momento. Una zona mineralizada relativamente favorable se encuentra en el alrededor de 115.0 ~118.0 m de profundidad, en que se desarrolla minuciosa veta de forma de red y una disseminación débil de pirita y esfalerita dentro de dacita arcillosa y silicificada. Otro indicio digno de atención aparece indicado en Fig. I-8. El valor máximo de cada componente logrado de las siete muestras de análisis que se coleccionaron en este taladro es: Cu 0.20 %, Pb 0.88 %, Zn 4.17 %, Sn 1.43 %, Ag 200 g/t.

La alteración es débil en esta taladro, reflejando la mineralización. Se puede decir que es representativa la acción del blanqueamiento en dacita que se encuentra desde la superficie hasta 130 m de profundidad aproximadamente, así como también la silificación que acompaña a dicha acción.

4-2-4 MJ-6

En cuanto a esta taladro, el sondeo alcanzó al Ordovícico del basamento a una profundidad más sobera de lo que se había calculado, no observándose ningún indicio aunque era sumamente considerable la alteración del Terciario.

La roca que compone este taladro es roca piroclástica dacítica y sistema

Ordovícica. La roca piroclástica se divide en los siguientes dos grupos principales, ambos influenciados por una alteración arcillosa apreciable: toba brecha que se extiende desde la superficie hasta 32.0 m de profundidad y toba que se encuentra a partir de esta profundidad para abajo.

Toba brecha contiene brecha de la arenisca de color gris rojizo del Ordovícico, y la gran parte de la matriz la ocupa biotita, cuarzo, plagioclasa, y el resto es pumíceo. Solamente esta parte pumícea está sufrida por la alteración arcillosa considerable, y subsisten frescos los tres minerales mencionados con anterioridad.

La roca piroclástica que se encuentra entre 32.0 m-203.0 m de profundidad es toba pumícea que contiene en cantidad grande fragmento de cristal de plagioclasa, cuarzo y biotita. Está sufrida en general por una señalada alteración arcillosa, pero se quedan frescos los tres minerales arriba mencionados. Contiene parcialmente fragmento de arenisca roja y gris de 1 cm y menos de diámetro, sin embargo es toba pumícea esencial. Hay poquísima variedad de litofacies, y es masivo sin estratificación, salvo la estructura gradada débil que se observa parcialmente y la intercalación de camada de pizarra más o menos paralela. En la parte de grano fino son predominantes y principales los tres minerales arriba mencionados, pudiéndose decir que son toba cristalina. El tono de color varía del blanco grisáceo al rojo. En cuanto a la litofacies, se correlaciona con la formación Quehua.

El Ordovícico que se encuentra a partir de 203.0 m de profundidad para abajo consta de la alternante de arenisca gris de grano fino y pizarra negra al igual que el caso del MJ-5. Se trata de una roca que presenta litofacies bastante monótona, excepto la estructura desmoronamiento que aparece en parte de arenisca.

La mineralización no se observa nada, sin embargo, la roca piroclástica encontrada desde la superficie hasta 203.0 m de profundidad está sufrida



por una alteración arcillosa considerable.

#### 4-3 Relación entre la geología de sondeo y los yacimientos

En cuanto a la veta Burton que constituye la principal veta de la mina Animas, la bonanza se acuña a 800 m aproximadamente hacia el nordeste del MJ-3, y no se ha efectuado la exploración de la galería que se ubica hacia el sudoeste desde ahí. Asimismo, referente a la veta Rosario, que constituye también la principal veta de la mina Animas, se acuña a 300 m aproximadamente al nordeste del MJ-5, en nivel 302 m. El recorte que se origina de la sección Inocentes en dirección noroeste, pasa por un lugar ubicado a 400 m aproximadamente hacia el nordeste del MJ-6, identificándose la veta San José (galena  $w=3$  cm) y la veta Clarines.

En cuanto al MJ-3, no se llegó a encontrar veta estable, pero se observaron en general una mineralización considerable y una alteración con pirita en su parte principal, que aparecen especialmente señaladas en dacita. Por consiguiente, este taladro permite suponer alta posibilidad de que exista veta en su cercanía, a la vez que confirma la zona de anomalía de IP en la prolongación sudoeste de la veta Colorada y la veta Burton.

En cuanto al MJ-4, aunque se limitó a identificar una veta de esfalerita con 2 cm de anchura más o menos en el alrededor de la profundidad a la cual se había previsto la parte mineralizada, se alcanzó a las dos vetas de plena escala con una anchura de 40 cm y de 50 cm, a 72.3 m y a 284.7 m de profundidad respectivamente. En este taladro se han encontrado, aparte de las vetas arriba mencionadas, otras algunas que tienen características propias y esenciales para una veta fundamental, aunque son de escala pequeña. Por lo tanto, este taladro permite comprobar la existencia de la veta dentro de la zona de anomalía de IP en la prolongación sudoeste de la veta Colorada y la veta Burton, y también, en vista de que en esta área la mineralización

resultó más prevalecte de lo que se había previsto, el taladro en cuestión permite suponer alta posibilidad de evolución de los yacimientos que tienen por su centro dicho indicio.

En cuanto al MJ-5, solo se han observado una mineralización y alteración débil dentro de dacita cerca de la superficie, lo que indica que se da poca posibilidad de que la veta Rosario y la veta Nueva se desarrollan hasta el alrededor de este taladro.

En cuanto al MJ-6, aunque se observa una alteración arcillosa considerable dentro de la roca piroclástica del Terciario, no se ha registrado nada la mineralización, por lo que esta área no puede constituir el objeto de exploración por el momento.

El resultado del análisis de rayos-X de los testigos son como siguen: Sericita aparece generalmente en el MJ-3 y el MJ-4, pero no se observa en algunas partes del MJ-5 y MJ-6. La toba del MJ-6 que a simple vista permite observar una alteración arcillosa especialmente fuerte no contiene sericita. En cuanto a clorita, se registra generalmente en el MJ-3 aunque en cantidad pequesísima, y se observa parcialmente en el MJ-4 en cantidad grande. Sin embargo se observa poco en el MJ-5 y el MJ-6, sin registrarse nada en la toba de la parte superior en el MJ-6. Pirita se registra en casi todo el taladro, pero no se observa en la toba de la parte superior del MJ-6, en que se observa una alteración arcillosa considerable.

Resumiendo los resultados del análisis de rayos-X mencionados arriba, las ubicaciones del sondeo de los cuatro taladros están todas dentro de la zona alterada de la mina Animas, pero el grado de alteración es alto en el MJ-3 y el MJ-4, y bajo en el MJ-5 y el MJ-6. La alteración arcillosa de la toba en el MJ-6 no tiene relación alguna con la mineralización que no afecta a sericita y pirita. Como consecuencia del análisis de rayos-X, se puede concluir que la exploración de ahora en adelante deberá de consistir en una

investigación más detallada sobre la prolongación sudoeste de la zona alterada y mineralizada del MJ-4.

A continuación se mencionan los resultados de la observación microscópica de los minerales metálicos. Los minerales que se producen en común en todos los taladros son galena, esfalerita, marcasita, siderita, pirita, pirrotina, arsenopirita, etc. Aparte de estos minerales, se encuentran casiterita, calcopirita en el MJ-3, calcopirita, tetraedrita, estannina, casiterita, etc., en el MJ-4. En cuanto al MJ-5, se ha registrado casiterita, por lo que la composición de los minerales del MJ-5 es, cabe decirse, algo simple en comparación con el MJ-3 y el MJ-4.

En cuanto a la paragénesis de los minerales metálicos de cada taladro con respecto a la profundidad, se puede observar la tendencia siguiente, teniéndose en cuenta el cobre, estaño y minerales sulfuros: referente al MJ-3, la composición consiste en estannina, calcopirita, marcasita, arsenopirita y pirrotina a 196 m de profundidad aproximadamente y a 240 m de profundidad aproximadamente para abajo. En las demás profundidades se produce exclusivamente marcasita.

En cuanto al MJ-4, se encuentra exclusivamente marcasita a 80 m de profundidad aproximadamente para arriba, marcasita, casiterita, estannina a 200 m de profundidad aproximadamente, y casiterita, estannina, calcopirita y tetraedrita a partir de 280 m de profundidad aproximadamente para abajo, no observándose minerales sulfuros aparte de pirita. Referente al MJ-5, la combinación consta de marcasita, arsenopirita, pirrotina y casiterita, sin observarse los minerales de cobre. Como resultado de lo arriba mencionado, se aclara que la composición de los minerales varía de un taladro a otro, y aun dentro de un mismo taladro hay diferencia con respecto a la profundidad. Este fenómeno se correlaciona con la conclusión del estudio realizado en el segundo año, esto es, que la mina Animas presenta

una estructura zonal basada en la diferencia de combinación de los minerales metálicos, que se origina del cambio brusco de la temperatura de formación del yacimiento.

Como resultado de la observación microscópica de los minerales metálicos, se ha confirmado que la zona mineralizada que tiene por su centro el MJ-4 es especialmente importante, en vista de que la combinación de minerales es prevaeciente en el MJ-3 y el MJ-4 al igual que la veta Burton dentro de la mina Animas, aunque sea algo más simple en el MJ-5 que en el MJ-3 y el MJ-4.

#### 4-4 Estimación de los resultados de sondeo

El sondeo que se ha efectuado este año consiste en 4 taladros con una longitud total de 1,455.5 m de perforada, cuyo resultado se valora de la manera siguiente:

En cuanto al MJ-3, no se ha encontrado veta de escala suficiente para ser el objeto de operación o explotación de momento. Sin embargo, aparecen sumamente señaladas alteraciones como el blanqueamiento, la silicificación, la alteración arcillosa, etc. Las vetas minuciosas y la disseminación de pirita se observan por todos partes desde el comienzo hasta el fondo del taladro, a la vez que se registra la mineralización de cinc y plomo en cantidad pequeña, tal como se indica en la Tabla de A.-2.

De su estado de mineralización y alteración se deduce que el taladro en cuestión pasa casualmente por parte acuñada de alguna veta o las cercanías de la misma, lo que insinúa profundamente que la veta Burton y la veta Colorada continúan hasta esta ubicación.

Referente al MJ-4, se han encontrado dos vetas de escala y ley suficientes o satisfactorias para el objeto de explotación de momento. También se han encontrado vetas pequeñas de alta ley con una anchura de 5 o 6 cm y menos. La silicificación, la alteración arcillosa, el blanqueamiento,

etc. aparecen señalados, especialmente en dacita de la parte superior.

En cuanto al MJ-5 y el MJ-6, al contrario de lo que se preveía, se observaron solamente una alteración y mineralización débiles, pudiéndose deducir que hay poca posibilidad de que existan vetas de escala suficiente para ser el objeto de la explotación de momento en el alrededor de los dos taladros en cuestión.

Como resultado de la perforación del MJ-3 y del MJ-4, se ha comprobado que en la prolongación sudoeste de la veta Colorada y la veta Burton que constituyen la principal veta de la mina Animas se desarrollan una mineralización y alteración apreciables por unos 1,500 m desde punta sudoeste de nivel 302 m. Asimismo se ha alcanzado a dos vetas susceptibles de explotación en el MJ-4, ubicado a unos 1,300 m desde punta de galería. Este hecho ha aclarado que existen varias vetas por una distancia de unos 1,500 m en la prolongación sudoeste de la mina Animas, en la cual no se ha realizado una exploración detallada hasta ahora. Se puede esperar una reserva en cantidad considerable en esta zona, por lo que será urgente en un futuro próximo el efectuar una exploración de galería para su comprobación. Afortunadamente, en la actualidad se está explotando esta mina y hay fuerza de trabajo e instalaciones necesarias para efectuar la perforación de galerías. Por lo tanto, no hay dificultad para llevarla a cabo. En cuanto a la profundidad a la cual se alcanzó a la parte mineralizada, la veta de la parte superior se encuentra a unos 20 m hacia arriba de nivel 132 m, y la veta de la parte inferior se encuentra a unos 30 m hacia arriba de nivel 302 m. Por tanto, en cuanto al acceso desde las galerías existentes, se podrá utilizar para la veta de la parte superior, el recorte que se ubica a unos 150 m desde punta sudeste de nivel 132 m en la sección Inocentes, y se prevee identificar la zona de yacimiento en el lugar ubicado a unos 600 m en prolongación sudoeste del MJ-4, será necesario efectuar una exploración de corrida en dirección

nordeste y sudoeste después de alcanzar a la veta. En cuanto a la veta de la parte inferior, se deberá de servir del recorte que se ubica a unos 450-500 m hacia el sudeste de punta sudoeste del recorte Inocentes en nivel 302 m de la mina Animas, para identificar o comprobar la zona de yacimiento en el lugar ubicado a unos 300 m en prolongación nordeste del MJ-4, y después de alcanzar a la veta será necesario efectuar una exploración de corrida en dirección nordeste y sudoeste. Estos recortes ayudarán para comprobar las vetas del MJ-4 y hacer adelantar la exploración de las vetas paralelas. Además, si se efectúa el sondeo dentro de la galería desde punta sudeste del recorte en cuestión, será posible la exploración de la zona mineralizada que se provee existir paralelamente al sudeste del MJ-4. Por lo tanto, la identificación o comprobación de las vetas, la zona mineralizada y alterada de grado sumo en el MJ-3 y el MJ-4, no solamente asegura el aumento de reserva, sino tiene especial sentido e importancia en el hecho de que ello ha engendrado una ocasión concreta para hacer adelantar la exploración del área vírgen en la prolongación sudoeste del yacimiento de Animas.

## II. INVESTIGACION GEOLOGIA





## CONTENIDO

### CONTENIDO DE LA INVESTIGACION GEOLOGIA

<b>PARTE I</b>	<b>DESCRIPCION GENERAL.....</b>	<b>II-5</b>
<b>CAPITULO 1</b>	<b>INTRODUCCION</b>	
1-1	Reseña histórica y objeto de la investigación .....	II-5
1-2	Reseña de los trabajos de la investigación .....	II-6
1-3	Formación de la misión investigadora .....	II-7
<b>CAPITULO 2</b>	<b>RESEÑA GENERAL DEL AREA DE INVESTIGACION .....</b>	<b>II-9</b>
2-1	Localidad y accesibilidad .....	II-9
2-2	Geomorfía y clima .....	II-10
2-3	La circunstancia del área de la investigación .....	II-11
<b>CAPITULO 3</b>	<b>RESEÑA GENERAL GEOLOGICA .....</b>	<b>II-15</b>
3-1	Geología .....	II-15
3-2	Estructura geológica .....	II-18
3-3	Yacimientos .....	II-19
<b>CAPITULO 4</b>	<b>CONCLUSION DE LA INVESTIGACION Y POLITICA PARA EL FUTURO</b>	<b>II-21</b>
<b>PARTE II</b>	<b>DESCRIPCION DETALLADA DE YACIMIENTOS .....</b>	<b>II-25</b>
<b>CAPITULO 1</b>	<b>ZONA DE SANTA ISABEL .....</b>	<b>II-25</b>
1-1	Localidad, accesibilidad y geomorfía .....	II-25
1-2	Historia y situación actual .....	II-25
1-3	Aspecto general de geología .....	II-26
1-4	Aspecto general de yacimientos .....	II-27
1-5	Resultados de investigación .....	II-29
<b>CAPITULO 2</b>	<b>MINA SANTA ROSA .....</b>	<b>II-31</b>
2-1	Localidad, accesibilidad y geomorfía .....	II-31
2-2	Historia y situación actual .....	II-31
2-3	Aspecto general de geología .....	II-32
2-4	Aspecto general de yacimientos .....	II-32
2-5	Resultados de investigación .....	II-33

<b>CAPITULO 3</b>	<b>MINA BOLIVAR</b> .....	<b>II-35</b>
3-1	Localidad, accesibilidad y geomorfía .....	II-35
3-2	Historia y situación actual .....	II-35
3-3	Aspecto general de geología .....	II-36
3-4	Aspecto general de yacimientos .....	II-36
3-5	Resultados de investigación .....	II-37
<b>CAPITULO 4</b>	<b>MINA BUENA VISTA</b> .....	<b>II-39</b>
4-1	Localidad, accesibilidad y geomorfía .....	II-39
4-2	Historia y situación actual .....	II-39
4-3	Aspecto general de geología .....	II-40
4-4	Aspecto general de yacimientos .....	II-40
4-5	Resultados de investigación .....	II-42
<b>CAPITULO 5</b>	<b>MINA MOROCO</b> .....	<b>II-43</b>
5-1	Localidad, accesibilidad y geomorfía .....	II-43
5-2	Historia y situación actual .....	II-43
5-3	Aspecto general de geología .....	II-43
5-4	Aspecto general de yacimientos .....	II-44
5-5	Resultados de investigación .....	II-45
<b>CAPITULO 6</b>	<b>MINA TRAPICHE</b> .....	<b>II-47</b>
6-1	Localidad, accesibilidad y geomorfía .....	II-47
6-2	Historia y situación actual .....	II-47
6-3	Aspecto general de geología y yacimientos .....	II-47
6-4	Resultados de investigación .....	II-48
<b>CAPITULO 7</b>	<b>MINA ESCALA</b> .....	<b>II-49</b>
7-1	Localidad, accesibilidad y geomorfía .....	II-49
7-2	Historia y situación actual .....	II-49
7-3	Aspecto general de geología .....	II-49
7-4	Aspecto general de yacimientos .....	II-50
7-5	Resultados de investigación .....	II-51

<b>CAPITULO 8</b>	<b>MINA SAN ANTONIO .....</b>	<b>II-53</b>
8-1	Localidad, accesibilidad y geomorffa .....	II-53
8-2	Historia y situación actual .....	II-53
8-3	Aspecto general de geología .....	II-55
8-4	Aspecto general de yacimientos .....	II-56
8-5	Resultados de investigación .....	II-58
<b>CAPITULO 9</b>	<b>MINA ESMORACA .....</b>	<b>II-61</b>
9-1	Localidad, accesibilidad y geomorffa .....	II-61
9-2	Historia y situación actual .....	II-61
9-3	Aspecto general de geología .....	II-62
9-4	Aspecto general de yacimientos .....	II-62
9-5	Resultados de investigación .....	II-64
<b>CAPITULO 10</b>	<b>MINA VILLARRUER .....</b>	<b>II-65</b>
10-1	Localidad, accesibilidad y geomorffa .....	II-65
10-2	Historia y situación actual .....	II-65
10-3	Aspecto general de geología y yacimientos .....	II-65
10-4	Resultados de investigación .....	II-66

