

## 第4章 結論及び将来への展望

(1) 今般調査を行った Otué 地区の地質は主として Abanico 層の角閃石安山岩ないし玄武岩質安山岩溶岩及び同質火砕岩類とこれを貫いた花崗閃緑岩の岩株及びパンリスの一部、等によって構成されている。

(2) この Otué 地区には、Otué 鉍化帯とマント型鉍化帯が発達している。Otué 鉍化帯は花崗閃緑岩から成る岩株の東縁部付近に帯状をなし分布しており、一部は Abanico 層をも母岩としている。主な鉍石鉍物は黄鉄鉍、黄銅鉍及び輝水鉛鉍から成り、それらの産状は網状、鉍染状、一部細脈状を成す。この鉍化帯の平面規模は延長 2.5 km、幅 150mが見込まれ、また有用鉍物の含有量は Cu 0.18~0.20%、Mo 0.004~0.008%が見込まれる。この鉍化作用に伴った主な熱水変質作用は珪化作用と絹雲母化作用であるが、いずれもその程度は中~弱である。

関係火成岩は岩株状の花崗閃緑岩と考えられ、また鉍床胚胎の場は主として同岩株周縁部に発達した小割目であると解される。

以上のように、Otué の鉍化帯は鉍化作用、変質作用とも劣勢であり、また、マス・プロダクションの対象となるような規模をもっておらず、かつ二次富化帯の存在も期待できない等の理由から、同鉍化帯は経済的価値外に置かれるものと判断される。

従って、同鉍化帯に対し、今後更に詳細な調査探鉍を行う価値は極めて小さいものと判断される。

マント型の鉍化帯は Abanico 層の安山岩を母岩としたもので、地層に平行した幅 0.40mの珪化脈中に斑銅鉍、黄銅鉍、酸化銅鉍等がごく微量散点あるいは葉片状に産したものである。以上の特徴からこの鉍化帯は Curacarei 鉍床と一連の鉍化作用によるものと判断される。なお主な金属元素の含有量は Cu 2.43%、Ag 19.0 ppm である。

このマント型鉍化帯は 1 箇所の露頭を確認しただけでその規模の詳細は不明であるが、周辺状況からしてごく小規模なものと推察される。以上のように、同鉍化帯は銅品位はやや高いが規模を考慮すると発展性に対する大きな期待はかけられないものと判断される。従って、今後更に詳細な調査、探鉍の必要性はほとんどないものと判断される。

(3) 地化学探査の結果では、Otué 鉍化帯を反映した Cu、Mo の示徴以外に注目すべき異常は得られなかった。また、Cu、Mo の異常域も Quilmahue 沢一本に限られており、同鉍化帯が広く発展する可能性を暗示したような結果は得られなかった。

(4) この Otué 地区において、地質調査、地化学探査のいずれによっても、上記の鉍化帯以外に有望な鉍徴を把握することはできなかった。

以上のことから、同地区に有望鉍床が賦存している可能性は極めて少ないものと判断され、従って今後同地区は探鉍の対象から除外してもさしつかえないものと考えられる。



### 第Ⅲ部 Galletué 地区調査



## Ⅲ－１ 総 説

### 第 1 章 緒 言

Galletué 鉱化帯は 1973 年に IIG の手で、第 9 州 Malleco 県アンデス地方における広域地質及び地化学探査によって発見された。その後地質精査、地化学探査及び物理探査（IP 法、磁気探査及び放射能探査）等の組織的な探鉱がなされ、1977 年に本資源開発協力基礎調査の対象として取り上げられ周辺部を含めた地質精査がなされた。

この結果、本鉱化帯は銅－モリブデンからなる一種のポーフリー・カッパー型鉱床であることが判明し、北部への発展が期待された。本年度、その北部発展に対する解明と鉱況確認のために物理探査（IP 法）及び試錐探鉱が実施された。その結果を以下に記載する。



## 第2章 調査地区の地理及び地質的背景

### 2-1 位置

Galletué 鉍化帯は Concepción 市の南東直距離約 270km, Trufquenilahue 沢の南岸に位置している。また、同鉍化帯の北 3 km には Galletué 湖がある。この鉍化帯の中心位置の座標はチリ国土地理院基準による N-5,713,879.82, E-299,162.65 である。行政上は第 9 州 Malleco 県 Lonquimay 地方に属している。

同鉍化帯には Concepción 市により自動車です約 7 時間で到達することが出来る。(詳細は第三年次報告書参考)。

### 2-2 地形

本地区の地理は、チリ共和国の地理区分によるアンデス山地に属し、標高 1,000~2,000m の山系からなる山岳地帯にある。

本鉍化帯は氷河谷の Trufquenilahue 沢の支沢の南岸から La Piedra de la Cabra 山の北斜面沿いに発達している。同支沢は川幅 500~1,000m を有し、東から西に流れ、本流に合流している。この支沢は川幅は広いが水量は少なく、大部分は湿地帯になっている。また同支沢の標高は 1,155 m である。La Piedra de la Cabra 山の北斜面は平均斜度 15 度を有している。

本年度の物理探査はこの Trufquenilahue 沢支沢を中心に実施された。また、試錐探鉍は、La Piedra de la Cabra 山の北山麓で行われた。試錐位置の標高は第 1 孔(以下 S-1 と呼称する)が 1,255m, 第 2 孔(以下 S-2 と呼称する)は 1,229m である。

### 2-3 地質的背景

Galletué 鉍化帯はアンデス造山帯の東部に位置しており、かつ中~酸性の激しい火成活動が行われた地帯に属している。その活動は白亜紀中期の中性火山活動に始まり、白亜紀末~古第三紀初期の中~酸性の深成岩類の大規模な侵入をもって最盛期を迎えている。

同鉍化帯はこのようなアンデス造山活動最盛期の酸性深成岩類の一部と関連して形成されている。

本鉍化帯付近一帯には、広くトーナル岩が分布しており(第三年次報告書)、これを覆って第四系が Trufquenilahue 沢流域を埋めている。

本鉍化帯は網状、鉍染状及び細脈状の銅-モリブデンの鉍化帯で上記トーナル岩のうち斑状組織(トーナル斑岩として区別するほど明瞭な差が認められない)を有している部分に鉍化作用の主要部が発達している。

酸化、溶脱作用は極く微弱で、地表部から初生帯が現れている。また、二次富化帯は認められ





ていない。

主要な初生金属鉱物として黄銅鉱，黄鉄鉱及び輝水鉛鉱が認められ，その他少量の磁鉄鉱，磁硫鉄鉱及び閃亜鉛鉱を産している。二次鉱物としては，少量の孔雀石，赤鉄鉱，褐鉄鉱及び銅らんが認められる。

熱水変質作用としては，珪化作用，絹雲母化作用，緑泥石化作用，緑れん石化作用及び炭酸塩化作用等がみられ，変質鉱物組合せによって内側から外側に向かって(i)石英－絹雲母帯，(ii)絹雲母－緑泥石帯，(iii)緑泥石－緑れん石帯及び(iv)脈状弱変質帯の4つに分帯された累帯分布が認められる。なお，主要な硫化鉱物の鉱化作用は石英－絹雲母帯及び絹雲母－緑泥石帯において優勢である。

本鉱化帯の形態の全貌は未だ明らかにされていないが，従来の資料から判断すると，Trufquenilahue沢の南岸からLa Piedra de la Cabra山山麓にかけて発達し，ほぼ東西に延びた円状をなすものと想定される。

この鉱化変質作用は斑状トータル岩を中心に発達していることから，同岩の活動と密接しているものと解される。また，その生成時期は母岩の形成時期( $80.70 \pm 1.26$  m.y.)からして白亜紀末～古第三紀初期と想定される。



## Ⅲ-2 物 理 探 査

### 第 1 章 概 説

#### 1-1 目 的

前年度の Galletué 地区調査により、Galletué 鉍化帯の北側大半は第四系堆積物に覆われて潜在する可能性が十分あると考えられた。

第四系堆積物の下位の鉍化帯のひろがり、鉍化作用の強さ、地質構造及び第四系堆積物の厚さ等を知るために I P 法電気探査を実施した。

#### 1-2 測 量

測量の基準点は、I I G が 1974 年に実施した I P 探査の 0 測線の基点 (0.0) を使用しており、I I G で測量を行った。

基点は北 0、東 0 の位置にあり、これを中心にして東側に 7 測線、西側に 6 測線の計 13 測線を設定した。当初各測線の長さは 2 km であったが、I P 測定後、測線の南端に強 F E 異常が検出されたので 0、200 E、600 E、1,000 E 測線の計 4 測線を南側に各々 400~500 m 延長した。

測線間隔はすべて 200 m で、測点を水平距離で 100 m 毎に設け、木杭を打ち込み目印とした。なお、1974 年に I I G が本地域の南側で実施した I P 探査の測線と本調査測線は同一測線上に並んでいる。PL. III-1 に測線位置図を示す。

Tab. III-1 CARACTERISTICAS Y UBICACION DE LOS  
PERFILES MEDIDOS

測 線 名	測 点 番 号	測 線 長 (km)	測 点 数	測 点 間 隔 (m)
1,400 E	0 ~ 2,000 N	2 0	80	100
1,200 E	0 ~ 2,000 N	2 0	80	100
1,000 E	400 S ~ 2,000 N	2 4	100	100
800 E	0 ~ 2,000 N	2 0	80	100
600 E	400 S ~ 2,000 N	2 4	100	100
400 E	0 ~ 2,000 N	2 0	80	100
200 E	500 S ~ 2,000 N	2 5	105	100
0	500 S ~ 2,000 N	2 5	105	100
200 W	0 ~ 2,000 N	2.0	80	100
400 W	0 ~ 2,000 N	2 0	80	100
600 W	0 ~ 2,000 N	2.0	80	100
800 W	0 ~ 2,000 N	2 0	80	100
1,000 W	0 ~ 2,000 N	2 0	80	100
400 W※	1,250 N ~ 1,500 N	0 3	58	25
合 計		28.1	1,188	

※ 本測線は精査のために実施され、測点間隔は 25 m である。



### 1-3 測定機器

測定機器は各国一式ずつもちより使用した。その内容は Appendix Tab. 7 及び Tab. 8 に示したとおりである。



## 第2章 探 査 方 法

本調査に適用されたIP法は、通常ポーフィリー・カッパー型鉱床の探査に広く用いられている周波数領域のIP法(Induced Polarization Method)で、電極配置は双極子配置を用いた。

電極間隔は  $a = 100 \text{ m}$  とし、電極隔離係数  $n = 1 \sim 5$  の範囲を測定した。

測定は各国1班ずつの2班編成で行われた。また、2班による同時測定はノイズの発生等で不可能であったため、時間差測定を行った。各班の測定分担は日本班が0～1,000 W測線全測点、200 E測線の0～500 S、600 E測線の0～400 S、及び1,000 E測線の0～400 Sを、残りをチリ班が受持った。また、1400 E測線は合同で測定し、各班の調整を行った。

IP法では、一对の電流電極( $C_1, C_2$ )から大地に交流電流  $I_{AC}$  を供給し、他の一对の電位電極( $P_1, P_2$ )にて電位を測定する。

このとき、大地の見掛比抵抗  $\rho_{AC}$  は次式により算出される。

$$\rho_{AC} = K \cdot V_{AC} / I_{AC}$$

ここに、 $K$  は電流電極と電位電極の位置の関数として表され、

$$K = 2\pi \left( \frac{1}{C_1 P_1} - \frac{1}{C_1 P_2} - \frac{1}{C_2 P_1} + \frac{1}{C_2 P_2} \right)$$

となり、特に同軸型の双極子配置の場合は

$$K = 2\pi a \cdot n(n+1)(n+2)$$

ただし  $a$  : 電極間隔  
 $n$  : 電極隔離係数

となる。

実際の測定では、測定器により電位  $V_{AC}$  が読まれたのち、電流を一定にしたまま、周波数を直流に近い低周波数に切りかえることにより見掛比抵抗の周波数による偏差を直読することが出来る。これを周波数効果(Frequency Effect)と称し、次式で定義される。

$$FE = \frac{V_{0.3} - V_3}{V_3} \times 100 (\%) = \frac{\rho_{0.3} - \rho_3}{\rho_3} \times 100 (\%)$$





また金属係数 (Metal Factor) を次式にて定義した。

$$MF = \frac{FE}{\rho_{03}} \times 1000 \text{ (}\mu\text{/m)}$$

測定値表示点は、各電極系の中心を結ぶ直線を底辺とする直角二等辺三角形の頂点にプロットした。一般には Fig. III-2 のように地形に沿った直角二等辺三角形法により測定値を表示するが、

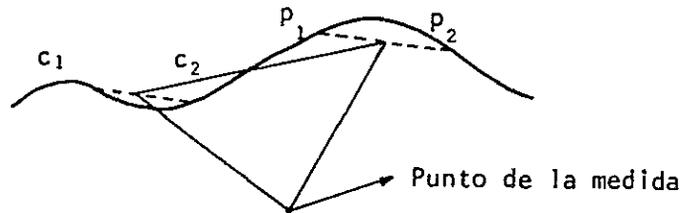


Fig. III-2 ESQUEMA DE APLICACION DEL METODO DIPOL-DIPOL

本調査測線断面はほとんど水平に近く、地形の起伏による測点表示点のずれがほとんどないので、Fig. III-1 に示すように平面から測定点をプロットした。

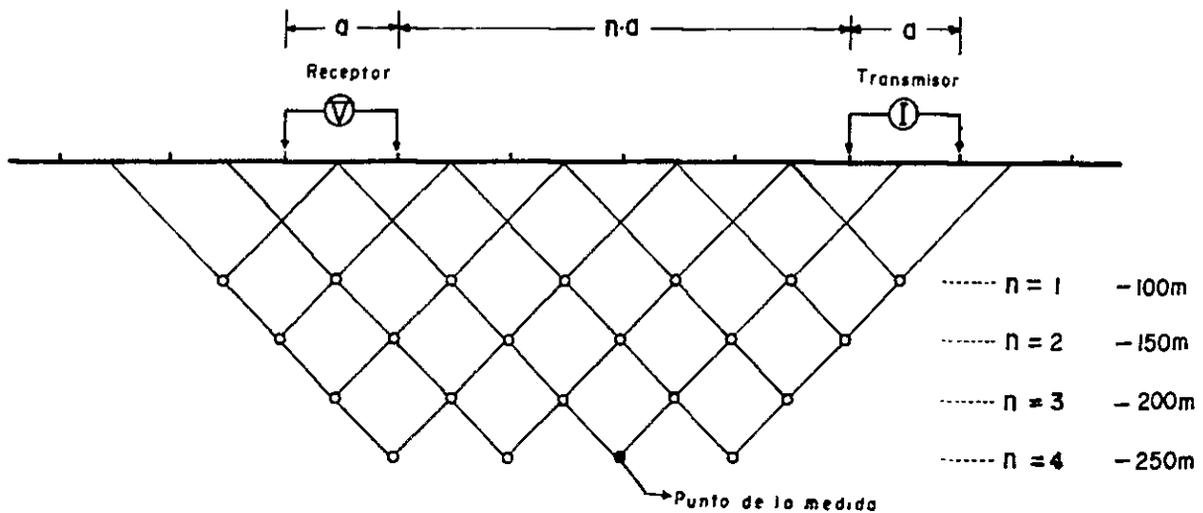


Fig. III-1 ESQUEMA DE LA UBICACION DE DIPOLOS EN METODO DE I.P. EN FRECUENCIA VARIABLE

本調査で使用した送・受信周波数は日本側が 3.0 Hz - 0.3 Hz, チリ側が 2.5 Hz - 0.31 Hz であった。これによる FE 値の差異は校正した結果、

$$FE_{(25-031)} = 0.91 FE_{(3-03)}$$

であったが、FE 値の差が小さく、解析上大きな問題とされないと考えられるので FE 値の補正は行わず両データをコンパイルした。

FE は見掛比抵抗の偏差であるため、地形の影響を受けることは少ないが、比抵抗は電極の位置により地形の影響を受け易い。例えば、谷の下では見掛比抵抗が低く、山頂の下では高くなる。しかし、本調査地域は地形の起伏が少なく、ほぼ平地に近かったので地形補正を省略した。



## 第3章 調査結果

### 3-1 概要

#### (1) FE (PL.Ⅱ-12)

今回のIP探査でFE異常帯として捕捉された区域は、次の2区域である。

- Ⅰ) 調査地域南東部に検出された一連の強FE異常帯
- Ⅱ) 調査地域北西部に認められた弱～中FE異常帯

Ⅰ) の異常帯は、ほぼ東西方向に延び、FEの平面解析の結果では800E、600E測線付近より西南方向に向きを変える傾向が認められ、400E、0測線の南端部で把握されている黄鉄鉱、黄銅鉱、輝水鉛鉱の細脈鉱染帯の露頭に連続している。従ってこの異常は一連の同一鉱染帯によるものと考えられ、FE異常の連続性が良いこと、FE値が高く良好なFEパターンを示すことから今回のIP探査では最も注目される異常帯である。この異常帯は主に斑状トータル岩分布域に認められるが、異常帯の東部では第四系堆積物の下位に検出されている。異常帯の北側では急激なFE値の減衰が認められ、一方南側では広がる傾向を示している。

Ⅱ) の異常帯は連続性に乏しく、FE値もそれ程高くないため、前者程の強い鉱化帯は期待しがたい。しかし、400W測線でのみ認められた異常は分布範囲が狭いがFE値が高い。従って浅部に胚胎するFE異常源によるものと考えられる。

#### (2) 比抵抗

比抵抗の分布の特徴は、次の3区域に区分される。

- Ⅰ) 地域の北半分を占める見掛比抵抗 $1,500\Omega\text{-m}$ 以上の区域
- Ⅱ) 地域中央部を東-西～北東-南西方向に延びる見掛比抵抗 $600\sim 1,000\Omega\text{-m}$ の区域
- Ⅲ) 地域南東部の見掛比抵抗 $600\Omega\text{-m}$ 以下の区域

Ⅰ) の区域はトータル岩の分布域と推定され、地域北西部では丘陵部が高比抵抗( $2,500\Omega\text{-m}$ 以上)域と一致している。

Ⅱ) の区域は第四系堆積物の分布域である。表層の比抵抗は $600\Omega\text{-m}$ 以下であり、その下部では中～高比抵抗域が広がっている。この比抵抗の2層構造は上位の低比抵抗は第四紀堆積物を、下位の中～高比抵抗域はトータル岩を表すものと考えられる。

Ⅲ) の区域は、斑状トータル岩の分布域であり、FE異常域にほぼ合致する。斑状トータル岩の活動に関連した鉱化変質作用と何らかの関係があるものと推定される。

### 3-2 断面解析

硫化物のようなFE異常の示徴源となるものが地下にない場合でも、岩石のIP効果により若干のFE効果が観測され、これをバックグラウンドと呼んでいる。断面解析をするにあたり、本



地域での F E 値のバックグラウンドを 3 % とし、それ以上を F E 異常と考えた。また、F E 値の変化から異常を次の 3 段階に分類した。

3.0 ~ 5.0 % : 弱 F E 異常

5.0 ~ 10.0 % : 中 F E 異常

10.0 % 以上 : 強 F E 異常

本章での解説は定性的解釈にとどめ、第 3 章-5 のモデル計算で定量的解釈結果について述べる。

### 3-2-1 1,400 E 測線 (PL.Ⅱ-2)

300 N ~ 400 N を中心として、100 N ~ 600 N に中~強 F E 異常が広範囲に認められる。この異常は、F E のコンターがほぼ「ハの字」型を示すこと、及び深部では F E 値が小さくなっていることから、この F E 異常の示徴源は 350 N 付近を中心とし、浅部に胚胎する鉍化帯によるものと予想され、F E パターンより推定すればこの鉍化帯は、測線方向に広がった層状分布を成すものと考えられる。特に測線の南端部の F E 値の減衰が少ないことから南部への拡がり期待される。一方この F E 異常の北側では、急激に F E 値が弱くなり 600 N ~ 700 N 付近では、F E 異常が消滅している。

見掛比抵抗は全体的に変化に乏しいが、700 N ~ 1,100 N の比較的浅部にみられる  $600\Omega\text{-m}$  以下の低比抵抗部は地表に薄く分布する第四系堆積物及び帯水層によるものと推定される。この堆積物を境にして北側では見掛比抵抗は増加し  $1,000\Omega\text{-m}$  以上となっている。一方南側では  $600\Omega\text{-m}$  以下の低比抵抗帯が 500 N 付近で深部まで連続し、F E 異常の分布範囲とほぼ一致しており MF の 5 以上のコンターに強 F E、低比抵抗の分布がよく表現されている。

1,700 N ~ 1,850 N から南落して認められる  $600\Omega\text{-m}$  以下の低比抵抗部も、この付近の地表に存在する第四系堆積物の影響によるものと推定される。

### 3-2-2 1,200 E 測線 (PL.Ⅱ-2)

F E は 1400 E 測線と同様に、100 N ~ 600 N に中~強 F E 異常が認められる。この異常は 150 N ~ 300 N 付近で最も高い F E 値 10 % を示し、北側に向い F E 値が急激に減衰し 500 N ~ 600 N 付近では F E 異常は消滅している。この異常は 1,400 E 測線の異常と同様に「ハの字」型と浅部に高 F E 部をもち、F E 異常の中心は 300 N ~ 400 N と考えられることから、1,400 E 測線の異常に連続するもので、一連の鉍化帯による示徴と考えられる。

測線中央部の 700 N ~ 1,500 N では F E 1 % 前後となっており F E 異常は全く検出されていない。

測線北部の 1,600 N ~ 1,850 N では 3.0 ~ 4.5 % の弱 F E 異常が認められるが、F E 異常値は高いものではなく、また変化に乏しいことから異常の中心も明確でない。従ってこの異常の評価は



低く、硫化物の弱鉍染帯によるものと考えられる。

見掛比抵抗は1,400 N以北に1,500  $\Omega$ -m以上の高比抵抗部分が現れているほかは1,400 E側線と同様な傾向がみられる。

150 N ~ 400 N 付近の浅部に検出された400  $\Omega$ -m以下の低比抵抗部は、F E異常の分布と一致し、M F断面にその分布が顕著に現れている。また、地質データからは300 N ~ 400 N 付近に斑状トータル岩の分布も予想されることから、この低比抵抗部は、斑状トータル岩の貫入に伴う、鉍化変質作用によるものと思われる。

測線中央部の700 N ~ 1,300 N では比較的浅部に600  $\Omega$ -m以下の低比抵抗部とその下部に検出された1,000  $\Omega$ -m以上の比較的高い比抵抗部から成る。浅部は第四紀堆積物及び含水層による低比抵抗帯で、下部は鉍化変質を受けていないトータル岩のような、高比抵抗岩体の存在が推定される。

1,500 N ~ 1,850 N の浅部に認められる高比抵抗部(1,500  $\Omega$ -m以上)は当調査地域に広く分布するトータル岩が若干の硫化物鉍染を伴って存在するものと推定される。

### 3-2-3 1,000 E 測線 (PL. Ⅱ-3)

本測線ではF E 600 N以南に中~強F E異常が認められ、また700 N以北ではバックグラウンドの範囲となり、1,200 E測線の北部で認められた弱F E異常が消滅している。

300 S ~ 600 N で検出されたF E異常は隣接測線のそれより広く、その中にF E 12 %以上の値が2ヶ所で検出された。1つは200 N ~ 300 N の浅部を中心とした異常であり、他の1つは0 ~ 200 S の比較的深部に認められる異常である。この2つの極めて高いF Eは、10 %のコンターで囲まれており200 N ~ 300 N より南落しのパターンを示している。地質データからは200 N ~ 400 N に斑状トータル岩の分布が予想される。F E異常域はこの斑状トータル岩のやや南側に位置しているが、トータル岩の活動に関連した鉍化変質作用があったものと考えられる。

見掛比抵抗の特徴としては、500 N以南で「ハの字」型を形成する400  $\Omega$ -m以下の低比抵抗帯と測線中央部のやや高い比抵抗を示す部分及び1,300 N以北の高比抵抗(2,500  $\Omega$ -m以上)の3つの部分に分かれる。500 N以南の400  $\Omega$ -m以下の低比抵抗部は、上述のF E異常の分布範囲に一致しており注目される。特に200 N付近より南落しの低比抵抗部は10 %以上の高F E部と一致しており、従って、M F断面に50以上のコンター部分として明瞭に表れている。測線中央部のやや高い比抵抗部は、表層の第四紀堆積物及び含水層を示すと思われる600  $\Omega$ -m以下の低比抵抗部とこれを取り囲むような1,000  $\Omega$ -m前後のやや高い比抵抗帯が認められる。1,300 N以上では2,500  $\Omega$ -m以上の高比抵抗が支配的で、4,000  $\Omega$ -mを超える部分も浅部に検出されていることから非変質なトータル岩が地表近くまで分布するものと考えられる。

### 3-2-4 800 E 測線 (PL. Ⅱ-3)





本測線の F E の特徴は、700 N 以南に認められる中～強 F E 異常と 1,500 N 以北に散在する 3 % 以上の弱 F E 異常部である。前者の F E 異常は 300 N ~ 400 N を中心とする「ハの字」型を形成している。300 N より南部の F E 値は減衰傾向がみられるが測線の展開が十分でなく異常の形態は十分に表れているとは言えない。しかし斑状トータル岩の推定分布域 100 N ~ 300 N の北隣接部の浅部にあり、最高 F E 値 11.7 % を示すので、この異常の評価は高いものと考えられる。また南側に 400 m の測線の延長を行った 1,000 E、600 E 測線には 100 S ~ 100 N の深部に別の示微源と推定される F E 異常が認められることから本測線でも南部へ測線を延長すれば当然把握されたものと考えられる。

後者の弱異常帯は、F E 値やバックグラウンドより若干高い程度である点、また、3 % 以上の部分は散在していてまとまりのない点隣接測線への連続性に欠ける点等から弱鉍化作用によるものとするよりも岩石の I P 効果によるものと推定される。

比抵抗は、1,000 E 測線とほぼ同様に 300 N ~ 400 N 以南の低比抵抗部と全体的に分布するやや高い 1,500  $\Omega$ -m 以上の部分にわけられる。測線中央部では浅部に第四紀堆積物又は、帯水層によるものと推定されるやや低い比抵抗部が認められ、下部には 1,500  $\Omega$ -m を示すやや高い比抵抗部が広がっている。700 N 以北では 1,000 E 測線で検出されていた 2,500  $\Omega$ -m 以上の高比抵抗部が縮少し、1,500  $\Omega$ -m 以上のやや高い比抵抗部が垂直に分布している。これらの 1,500  $\Omega$ -m 以上のやや高い比抵抗部はトータル岩を表現するものと考えられる。

### 3-2-5 600 E 測線 (PL. Ⅱ-4)

本測線の F E は前述の 1,000 E 測線の F E の特徴と良く類似しており、600 N 以南で中～強異常が認められ、700 N 以北ではバックグラウンドの範囲となっている。本測線の最高 F E 値は 10.6 % を検出しているが 1,000 E 測線に比べ F E 値は若干弱くなっている。9 % 以上の F E 異常は 300 N ~ 400 N、100 S ~ 100 N の 2 箇所認められ、これらはそれぞれ 1,000 E 測線の 200 N ~ 300 N、0 ~ 200 S で検出された F E 異常に対応するものと考えられる。従って異常の評価も 1,000 E 測線と同じ考え方ができるが、本測線での斑状トータル岩の分布は 200 N ~ 100 S 付近と予想されるため、この F E 異常の最高値 10.6 % を検出した 400 N の浅部、すなわち斑状トータル岩の分布域の北側浅部に強い鉍化変質作用があるものと想定される。

見掛比抵抗は 200 N 付近より南側には 400  $\Omega$ -m 以下の低比抵抗帯が認められ、測線中央部では浅部に 600  $\Omega$ -m 前後のやや低い比抵抗部が広がり、下部には 1,500  $\Omega$ -m 以上のやや高い比抵抗部が認められる。この 1,500  $\Omega$ -m のコンターは 1,300 N ~ 1,700 N 付近で地表下 150 m 付近にまで達している。800 E 測線以東で認められた 2,500  $\Omega$ -m 以上の高比抵抗部は消滅している。測線中央部のやや低い比抵抗部は第四系堆積物及び含水層の影響と考えられ、下部の 1,500  $\Omega$ -m を示すやや高い比抵抗部はトータル岩を表現するものと推定される。

測線南部の低比抵抗帯は強 F E 部と前述の測線ほど対応が良くないため M F は 30.3 を最高に、



20 前後の値となっている。

### 3-2-6 400 E 測線 (PL.Ⅱ-4)

本測線の F E 異常は、200 N ~ 500 N で把握された中 F E 異常で 600 E ~ 1,400 E 測線の南部で捕捉されていた中 ~ 強 F E 異常に連続するものである。200 N ~ 300 N から北落して検出されている 5 % 以上のコンターは「ハの字」型の一部とも考えられるが、測線の南端部でデータが欠除しているため判断しがたい。地質データからは斑状トータル岩の分布が 100 N 以南であり、また F E の分布は 200 N ~ 300 N の浅部で強 F E となっていることから 600 E 測線の場合と同様にこの強 F E 異常は斑状トータル岩に関連する浅部の鉍化変質帯の存在を暗示しているものと考えられる。

見掛比抵抗については、測線全体にやや高い比抵抗が広がっており、600 E 測線南部に検出されていた  $400\Omega\text{-m}$  以下の低比抵抗が本測線では消滅している。また測線中央部の表層部に検出されていた  $600\Omega\text{-m}$  以下の第四紀層は広がりを増しているが、 $1,500\Omega\text{-m}$  以上のやや高い比抵抗部は 800 N ~ 1,100 N の深部と 1,400 N 以北に認められ、800 E 測線の見掛比抵抗分布に類似している。

### 3-2-7 200 E 測線 (PL.Ⅱ-5)

F E については、測線全般に変化に乏しく、0 ~ 400 S に弱異常が認められているのみである。前述の各測線の南側で検出された中 ~ 強 F E 異常が本測線では急激に減衰し、3.0 ~ 4.6 % の弱 F E 異常となっている。この異常は 400 S 及び 300 S 付近より北落して認められるもので特に前者の異常は電極が 400 S ~ 500 S に位置する時に連続して認められていることから、電極周辺に存在する鉍化変質帯の影響によるものと推定される。一方後者は異常の位置から判断して 1,000 E 測線の 0 ~ 200 S、600 E 測線の 100 S ~ 100 N の下部で検出されていた強 F E 異常に関連するものと推定される。

斑状トータル岩の北側浅部に検出されていた一連の強 F E 異常は本測線では全く消滅している。見掛比抵抗は 200 S ~ 400 S の浅部に  $400\Omega\text{-m}$  以下の低比抵抗帯が認められることを除き、全般的にやや高い比抵抗分布となっている。測線中央部の浅部に検出された  $600\Omega\text{-m}$  以下の部分は一段と広がり、下部は、 $1,000\sim 1,500\Omega\text{-m}$  のやや高い比抵抗帯が層状を成し分布している。浅部のやや低い比抵抗部は第四系堆積物、下部はトータル岩を表現するものと推定される。

### 3-2-8 0 測線 (PL.Ⅱ-5)

F E で注目されるものは、測線の南側 0 ~ 100 S から北落して検出された 3.0 ~ 3.8 % の F E 値を示す弱 F E 異常と、測線の北側で 1,600 N ~ 1,700 N を中心とする 1,400 N 以北に検出された弱 F E 異常である。



前者は、200 E 測線の 0 ~ 400 S 付近に認められた F E 異常に対応するものである。また後者の異常は、1,600 N ~ 1,700 N の浅部に 4.8 % を最高値とする南落しの弱 F E 異常帯で 200 E 測線では検出されていない新たな異常である。F E パターンより判断すると F E 異常の示徴源は、弱鉍化変質帯と解され、それは 1,600 N ~ 1,700 N の浅部に胚胎するものと考えられる。

見掛比抵抗の分布はほぼ 200 E 測線と類似したパターンを示している。特に浅部のやや低い比抵抗帯が 200 N ~ 700 N 付近に移動し、範囲も縮小している点、また、下部のやや高比抵抗部が浅部まで及び、900 N ~ 1,200 N には 2,500  $\Omega$ -m 以上の高比抵抗部も検出されていることなどが認められる。前者のやや低い比抵抗帯は、第四系堆積層又は含水層と考えられ、後者のやや高い比抵抗は、トータル岩を表現しているものと考えられる。

### 3-2-9 200W 測線 (PL.Ⅱ-6)

F E の分布は 1,300 N ~ 1,800 N の範囲に弱 F E 異常が認められ、測線の南側では、F E 異常が全く消滅してバックグラウンドの F E 値となっている。北部の弱 F E 異常は F E 値が全般的に低く、また広範囲に広がり、「ハの字」型を形成していることから、硫化物の弱鉍化作用を受けた岩体の存在が予想される。

見掛比抵抗の分布は全般に高く、700 N ~ 1,500 N に 1,500  $\Omega$ -m 以上のやや高い比抵抗帯が分布し、1,100 N ~ 1,400 N の浅部と 900 N ~ 1,100 N の深部には、2,500  $\Omega$ -m 以上の高比抵抗部が検出されている。一方 400  $\Omega$ -m 以下の低比抵抗帯は 200 N ~ 600 N の浅部に検出されている。この低比抵抗帯は第四系堆積層、又は含水層と考えられる。測線中央以北の高比抵抗部はトータル岩の分布によるものであろう。

### 3-2-10 400W 測線 (PL.Ⅱ-6)

F E 分布の特徴は、1,300 N ~ 1,500 N を中心とした「ハの字」型の顕著な F E 異常が極浅部に認められることである。この異常は測点間隔 25 m で 300 m にわたり再測定を実施して確認しており、強 F E 値による明瞭な「ハの字」型が得られていることから、極浅部の F E 異常の示徴源によるものと推定される。この異常は 200 W 測線で検出された弱 F E 異常に連続するものであり、本測線で最も強い F E 異常を示している。測線の南側では、F E 異常が全く認められていない。

見掛比抵抗の分布は測線中央部より北側は 2,500  $\Omega$ -m 以上の高い比抵抗分布となっていて、丘陵を形成する高比抵抗岩体はトータル岩と推定される。また強 F E 異常の分布する部分でも 4,000  $\Omega$ -m 以上となっている。おそらくこの強 F E 異常、高比抵抗帯は強い珪化作用を伴った鉍化帯を反映しているものと解される。低比抵抗部は 100 N ~ 500 N の浅部に認められており、下部に向い比抵抗は増加するが、前記の測線等で認められる程に増加していない。この表層部の低比抵抗帯は、第四系堆積層及び含水層と考えられる。



### 3-2-11 600W測線 (PL.Ⅲ-7)

この測線のFE値においては、顕著なものは認められず、1,500N以北に3%以上の弱FE異常が検出されているに過ぎない。この異常は400W測線で認められた強FE異常に連続するものと考えられるが、異常の位置は北に移動している。この異常のFEパターンは不明瞭で、全体的にバックグラウンドより若干高い3.0~3.8%であることなどから、広範囲にわたる弱鉱染帯を表現しているものと推定される。

測線の中央部より南ではFE異常は認められていない。見掛比抵抗は、測線中央部の丘陵地下部で2,500~4,000 $\Omega$ -mの高比抵抗帯が広がり、これはトータル岩を表現するものと考えられる。低比抵抗部は600N以南の表層部に認められ、第四系堆積層及び含水層を示すものと考えられる。

1,500N~1,600N付近でも浅部にやや低い比抵抗帯が認められるが、第四系堆積層によるものと考えられる。

### 3-2-12 800W測線 (PL.Ⅲ-7)

FE異常はほとんど認められず、測線北部の1,700N~1,800Nに3.0~3.2%の弱FE異常が認められるのみである。この弱異常は、0測線~600W測線の北側で検出されていた一連のFE異常の一部と考えられる。

見掛比抵抗は、全般的にやや低く、2,500 $\Omega$ -m以上の高比抵抗部は検出されていない。表層部の低比抵抗部が測線中央部より南部にかけ広がりを増しており、第四系堆積層及び含水層によるものと考えられる。下部では測線全般にやや高い比抵抗帯(1,500 $\Omega$ -m)が層状に広がっている。

### 3-2-13 1,000W測線 (PL.Ⅲ-8)

FEについては、800W測線と同様であり、1,500N以北の弱異常域が再び広がりを増している。FE値は3.0~3.4%と低く、また、FEパターンも不明瞭であることから硫化物の弱鉱染によるものと考えられる。

測線中央以南ではFE異常は全く検出されていない。見掛比抵抗については、700N付近を中心とするやや高い1,500 $\Omega$ -m以上の比抵抗分布が「ハの字」型を示している。

## 3-3 平面解析

各測線毎のFE、見掛比抵抗、MF断面よりn=1, 3及び5の値を取り出し、深度毎に3種の平面図を作成した。深度毎の平面図は同一水準面を示すのではなく、地表より約100m, 200m及び300mまでの情報を表している。平面図作成の目的は予想される鉱化帯の平面的な広がりを捕え、延長方向、傾斜等を推定し考察することにある。

双極子配置(Dipole-Dipole array)によるFEと見掛比抵抗の表示点は便宜的なもので、異常点に必ずしも異常源が存在することを示すものではない。従って1葉の平面図だけからでなく、





深度別の  $n = 1, 3$  及び  $5$  の 3 葉の平面図, 更に各測線毎の断面図の  $F E$ , 見掛比低抗のパターンを総合的に考察し, 解釈しなければならない。

### 3-3-1 $F E$ 平面図 (PL.Ⅱ-9)

調査地域南東部にみられる  $3.0\%$  以上の異常帯は  $n = 1, 3$  及び  $5$  の平面図すべてに認められる。この異常は, ほぼ東西方向に連続しており, 特に  $n = 1 (100m)$  の深度では  $800 E, 600 E$  測線付近より, 南西方向に向きを変える傾向が認められ,  $400 E, 0$  測線の南部で地質調査の結果把握している黄鉄鉱, 黄銅鉱, 輝水鉛鉱の網状, 鉱染状鉱化帯に連続している。従ってこの  $F E$  異常の示徴源は一連の同一鉱化変質によるものと考えられる。この異常の中心は,  $800 E, 1,000 E$  測線の間測点  $300 N \sim 400 N$  付近と考えられる。

地域北西部に検出された弱  $F E$  異常帯は, 不規則ではあるが, ほぼ東西方向に連続し,  $n = 1, 3, 5$  の各平面図にほぼ同じ傾向で分布している。異常の中心は,  $400 W$  測線の  $1,300 N \sim 1,400 N$  の極浅部にあると考えられる。この異常はトータル岩中の硫化物弱鉱染帯による異常と考えられる。

第四系堆積物の分布する地域中央部はほぼバックグラウンドの  $3\%$  以下の  $F E$  値で, 異常は全く検出されなかった。

### 3-3-2 見掛比低抗平面図 (PL.Ⅱ-10)

見掛比低抗のパターンは  $n = 1, 3, 5$  の各平面図ともほぼ同じ傾向を示しており, 東西系及び北東-南西系のコンターが顕著である。本地域は見掛比低抗上 3 区域に大別でき,  $n = 3$  の平面図によれば,

- i) 地域の北半分を占める見掛比低抗  $1,500 \Omega\text{-m}$  以上の区域
- ii) 地域中央部を東-西~北東-南西方向に延びる見掛比低抗  $600 \sim 1,000 \Omega\text{-m}$  の区域
- iii) 地域南東部の見掛比低抗  $600 \Omega\text{-m}$  以下の区域

i) の区域は, トータル岩の分布域と推定され, 特に地域北西部では, 丘陵部に一致している。地形のコンターに照合するとほぼ頂部で高比抵抗 ( $2,500 \Omega\text{-m}$  以上) を示しており, 若干の地形の影響や地層中の含水率の低下などが考えられるが, この影響を排除して考えると, トータル岩の見掛比抵抗は  $2,000 \sim 3,000 \Omega\text{-m}$  と推定される。

ii) の区域は第四紀堆積物の分布域であるが,  $n = 1$  の平面では  $600 \Omega\text{-m}$  以下の比抵抗域が広範囲にみられ, 第四紀の堆積物と南部の山腹からの浸出水による含水層を表現するものと考えられる。 $n = 3, n = 5$  平面の比抵抗分布は高比低抗帯が  $n = 1$  より拡大しており, 第四系堆積層の下部に推定されるトータル岩を示すものと考えられる。

iii) の区域は斑状トータル岩, 中粒トータル岩, スコリア堆積物の分布域にまたがっている。 $n = 1$  の平面図では,  $400 \Omega\text{-m}$  以下の比抵抗域が斑状トータル岩の分布とほぼ一致しており,



同岩が鉍化変質作用をうけているために低比抵抗を示しているものと考えられる。

### 3-3-3 金属係数 (MF), (PL.Ⅱ-11)

MFは低比抵抗-高FEを強調するパラメーターであり、鉍化変質帯の分布域を捕えるのに有効である。本調査ではFE値が5%以上、比抵抗値が $1,000 \Omega\text{-m}$ 以下の場合、 $MF = 5$ 以上となるので、この値をMFの検討をする場合の示徴の目安と考えた。

$n = 1, 3, 5$ の各MF平面図では、 $MF = 5$ 以上を示す地域は調査地域南東部だけに限られ、特に800E測線~1,200E測線で強く、浅部ほどMFの値が大きく、深部では小さい。これは表層部の強FE、低比抵抗に起因するもので、表層部で鉍化変質作用が強く、下部では弱いことを暗示している。この $MF = 5$ 以上のゾーンは、400E測線以東ではほぼ東西に延び、200E測線では急激に分布範囲が減少し、測線の南端にわずかに認められる。

### 3-4 岩石物性測定

地表で測定された物理量は岩体、鉍床等の真の物性を直接示すことは少なく、表土、風化帯、地下水等の影響を受けた総合的な情報であることが多い。このため目的物の物性を出来るだけありのまま知ることは、物理探査にとって重要である。これには調査地域に露出している岩体を自然状態のまま測定する方法(In-Situ)と、風化の少ない岩石試料を室内で測定する方法がある。本地域では露頭付近の岩盤が非常に硬く、電極の挿入が困難であったので、In-Situを行わず、測線付近で掘さくされた2本のボーリングから30個の試料を採取し室内物性測定を行った。

採取した試料を測定前に円柱に整形し十分水に浸し飽和状態とし、同一条件下で比抵抗とFEを測定した。通常測定装置として恒温槽を用いるが、本測定ではFig.Ⅲ-3に示した簡易方法を用いた。

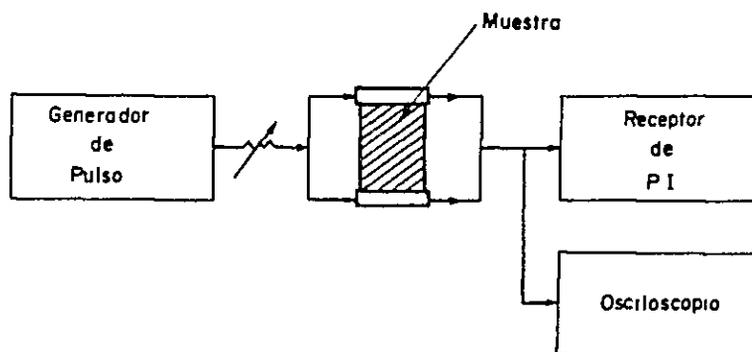


Fig. III-3 ESQUEMA DEL DISPOSITIVO UTILIZADO PARA MEDIR LAS PROPIEDADES FISICAS DE LAS MUESTRAS DE ROCAS



使用した送信器は Chiba Electronic Laboratory 製の I P Checker, 受信器は CH-R7802 である。なお, 比抵抗  $\rho$  は次式により求められる。

$$\rho = \frac{S}{\ell} \cdot \frac{V}{I} \quad (\Omega\text{-m})$$

S : 断面積       $\ell$  : 長さ

V : 電位差      I : 電流

また, FE 値はメーターから直読した。測定結果を Tab. III-2 に示す。

#### (1) 比抵抗

試料の比抵抗は 0.2 ~ 765 k $\Omega$ -m を示した。比抵抗は, 岩石の孔隙率や風化の程度及び割れ目, 空隙を満たす水質等により変化するが, 一般に熱水変質を受けると比抵抗が下がる。

今回物性試験に供した岩芯を肉眼鑑定により変質作用別に分類すると, 大別して石英-絹雲母化作用, 絹雲母-緑泥石化作用, 弱緑泥石化作用を受けた4種類に分類できる。変質区分別の比抵抗及び FE 値は Tab. III-3 に示す。また, 試料の変質作用別の比抵抗分布を Fig. III-4 に示した。

これらの結果から, 特に変質作用の種類あるいはその程度による比抵抗値に差異は認められず, ほぼ同様な比抵抗分布を示すが, 弱緑泥石化作用を受けた試料と非変質のトータル岩は他の試料より高い値を示している。

#### (2) 分析結果との対比

FE 測定を行った岩芯の Cu, Mo, Fe, S の分析を行ったので, Tab. III-4 に FE 値とともに示す。またこの分析結果より黄銅鉱, 黄鉄鉱の重量%を算出し, 同じく Tab. III-4 に記した。

これらの結果を両対数方眼紙にプロットし各々硫化物(黄銅鉱+黄鉄鉱), 硫黄, 黄銅鉱, 黄鉄鉱の含有量と FE 値との関係を示したのが Fig. III-5 ~ 8 である。この結果をみると各図とも FE 値と含有量はほぼ比例関係にある, と判断される。

一般に硫化物の含有量は FE 値と密接な相関があり, 硫化物の含有量が増すに従い FE 値は増大する。しかし, その他の要因として硫化物以外の随伴鉱物の組成, 岩質, 風化の状態にも若干影響され, 必ずしも FE 値の増加率は一定せず, 時にはばらつきがみられることがある。従って厳密に硫化物の含有量と FE 値との相関を得るには硫化物以外の組成, 岩質が同じである試料を選ばなければならない。しかしこのような試料を多数得ることは不可能である。ここでは, その一つの目安として比抵抗により, 3.0 k $\Omega$ -m 以上のものと, 3.0 k $\Omega$ -m 未満の2群に分類し, 各比抵抗別に, 硫化物(黄銅鉱+黄鉄鉱)及び黄銅鉱の含有量と FE との関係を図 III-9 ~ 11 に表した。

この結果をみると各図とも Fig. III-5 ~ 8 より更に相関が強くなっている。Fig. III-9 では, 硫化物の含有量が 0.7 % 以下では, 含有量が少なくなるにつれ徐々に FE 値が減少し, 0.7 % 以上では急激に FE 値が増加することを示している。



Tab.III-2 RESULTADOS DE MEDICIONES IP EN MUESTRAS DE ROCAS

Muestra N°	Profundidad (m)	Roca	Resistividad ( $\Omega$ -m)	EF (%)
S1- 1	8.8	Cuarzo, sericita	0.6 $\times 10^3$	2.9
2	12.8	Roca alterada	1.8	5.0
3	19.0	"	3.4	5.3
4	25.8	"	2.3	4.6
5	28.7	"	2.5	4.3
6	37.5	"	2.7	4.9
7	46.8	"	4.3	5.6
8	51.5	"	1.0	7.8
9	52.3	Roca, porfírica	1.8	2.5
10	58.2	"	6.6	3.3
11	67.6	"	1.3	2.0
12	78.8	Granodiorita	0.23	1.3
13	87.6	"	1.8	2.0
14	95.0	"	2.8	2.4
15	105.3	"	7.0	4.5
16	117.0	"	7.7	4.0
17	128.4	"	0.49	2.2
18	149.4	"	4.9	3.5
S2- 1	8.5	"	0.4	6.3
2	18.2	"	0.47	6.5
3	30.2	"	1.7	33.1
4	40.1	"	2.7	2.1
5	50.4	"	1.4	1.7
6	60.9	"	1.2	2.8
7	80.6	"	0.62	9.1
8	91.6	"	2.4	5.7
9	101.1	"	0.88	2.7
10	121.2	"	5.3	4.1
11	135.0	"	5.7	3.7
12	148.5	"	0.2	1.7





Tab. III-3 RESULTADOS DE MEDICIONES IP MUESTRAS  
DE ROCAS SEGUN TIPO DE ALTERACION

Tipo de alteración	Muestra N°	Profundidad (m)	Resistividad ( $\Omega$ -m)	EF (%)
Silicificación y sericitización	S1-1	8,8	$0,6 \times 10^3$	2,9
	S1-2	12,8	1,8	5,0
	S1-3	19,0	3,4	5,3
	S1-4	25,8	2,3	4,6
	S1-5	28,7	2,5	4,3
	S1-7	46,8	4,3	5,6
	S1-8	51,5	1,0	7,8
	S2-2	18,2	0,47	6,5
	Promedio			2,05
Sericitización y cloritización	S1-6	37,5	2,7	4,9
	S1-9	52,3	1,8	2,5
	S1-10	58,2	6,6	3,3
	S2-1	8,5	0,4	6,3
	S2-12	148,5	0,2	1,7
	Promedio			2,34
Cloritización	S2-5	50,4	1,4	1,7
	S2-7	80,6	0,62	9,1
	S2-8	91,6	2,4	5,7
	S2-9	101,1	0,88	2,7
	S2-10	121,2	5,3	4,1
	S2-3	30,2	1,7	33,1
	Promedio			2,05
Cloritización débil	S1-11	67,6	1,3	2,0
	S1-13	87,6	1,8	2,0
	S1-14	95,0	2,8	2,4
	S1-15	105,3	7,0	4,5
	S1-16	117,0	7,7	4,0
	S1-17	128,4	0,49	2,2
	S1-18	149,4	4,9	3,5
	S2-4	40,1	2,7	2,1
	S2-6	60,9	1,2	2,8
	S2-11	135,0	5,7	3,7
	Promedio			3,56



Tab. III-4 ANALISIS QUIMICOS DE LAS MUESTRAS DE ROCAS  
COMPARADOS CON LOS VALORES DE EF

Muestra No.	Cu (%)	Mo (%)	Fe (%)	S (%)	CuFeS <sub>2</sub> (%)	FeS <sub>2</sub> (%)	FE (%)
S1- 1	0.09	0.002	1.95	0.89	0.26	1.50	2.9
2	0.43	0.063	2.00	1.20	1.24	1.36	5.0
3	0.20	0.032	1.85	0.78	0.58	1.05	5.3
4	0.26	0.016	2.12	1.39	0.75	2.09	4.6
5	0.17	0.022	2.13	0.83	0.49	1.20	4.3
6	0.06	0.001	2.40	0.94	0.17	1.65	5.2
7	0.33	0.035	2.73	2.46	0.95	3.94	5.6
8	0.36	0.060	3.00	3.16	1.04	5.16	7.8
9	0.05	0.001	1.37	0.39	0.14	0.63	2.5
10	0.01	0.001	1.74	0.20	0.03	0.36	3.3
11	0.01	0.001	1.35	0.10	0.03	0.17	2.0
12	0.02	0.001	1.24	0.17	0.06	0.28	1.3
13	0.01	0.001	1.50	0.08	0.03	0.13	2.0
14	0.01	0.001	1.69	0.28	0.03	0.51	2.4
15	0.01	0.001	1.70	0.14	0.03	0.24	4.5
16	0.01	0.001	1.47	0.04	0.03	0.06	4.0
17	0.02	0.001	1.56	0.22	0.06	0.37	2.2
18	0.01	0.001	1.98	0.12	0.03	0.21	3.5
S2- 1	0.35	0.002	3.93	1.14	1.00	1.47	6.3
2	0.29	0.001	4.15	1.94	0.84	3.08	6.5
3	0.80	0.005	4.60	3.44	2.31	4.93	33.1
4	0.01	0.001	3.50	0.01	0.03	0	2.1
5	0.02	0.001	3.75	0.09	0.06	0.13	1.7
6	0.08	0.001	3.32	0.44	0.22	0.68	2.8
7	0.85	0.002	2.92	1.41	2.45	1.03	9.1
8	0.28	0.001	4.27	0.38	0.81	0.18	5.7
9	0.10	0.004	4.10	0.09	0.29	0	2.7
10	0.13	0.001	3.59	0.12	0.37	0	4.1
11	0.02	0.001	3.84	0.01	0.06	0	3.7
12	0.17	0.001	3.24	0.74	0.49	1.06	1.7



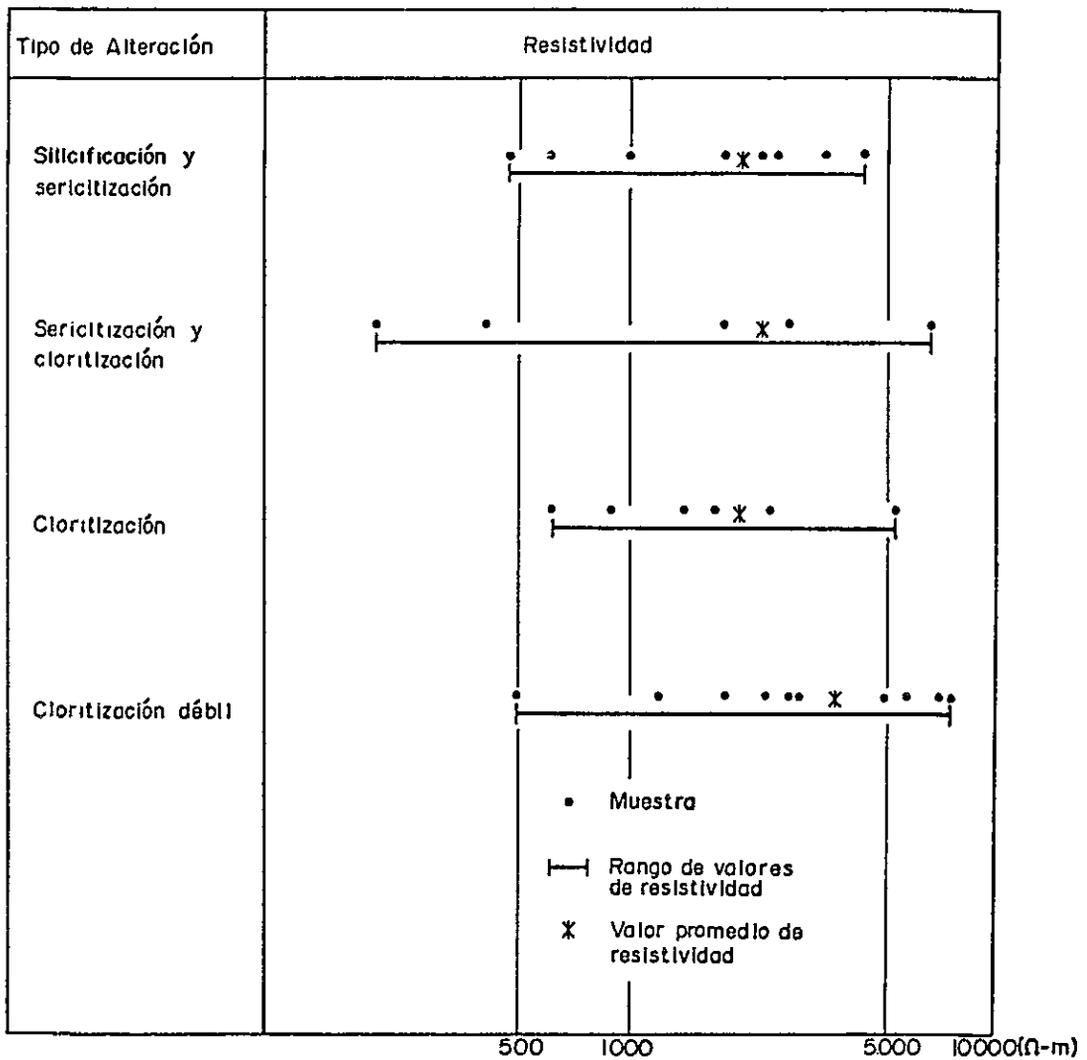


Fig. III-4 DISTRIBUCION DE RESISTIVIDAD EN MUESTRAS DE LOS SONDAJES S-1 Y S-2



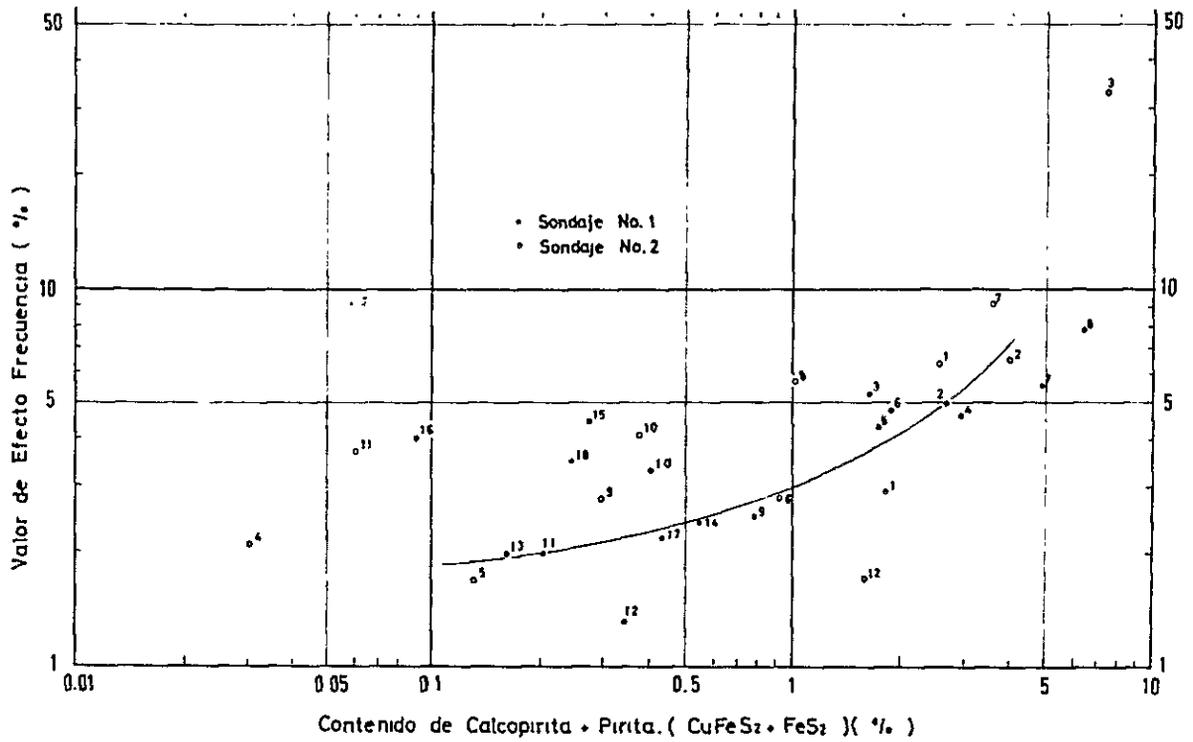


Fig. III- 5 RELACION ENTRE EFECTO FRECUENCIA Y CONTENIDOS DE SULFUROS

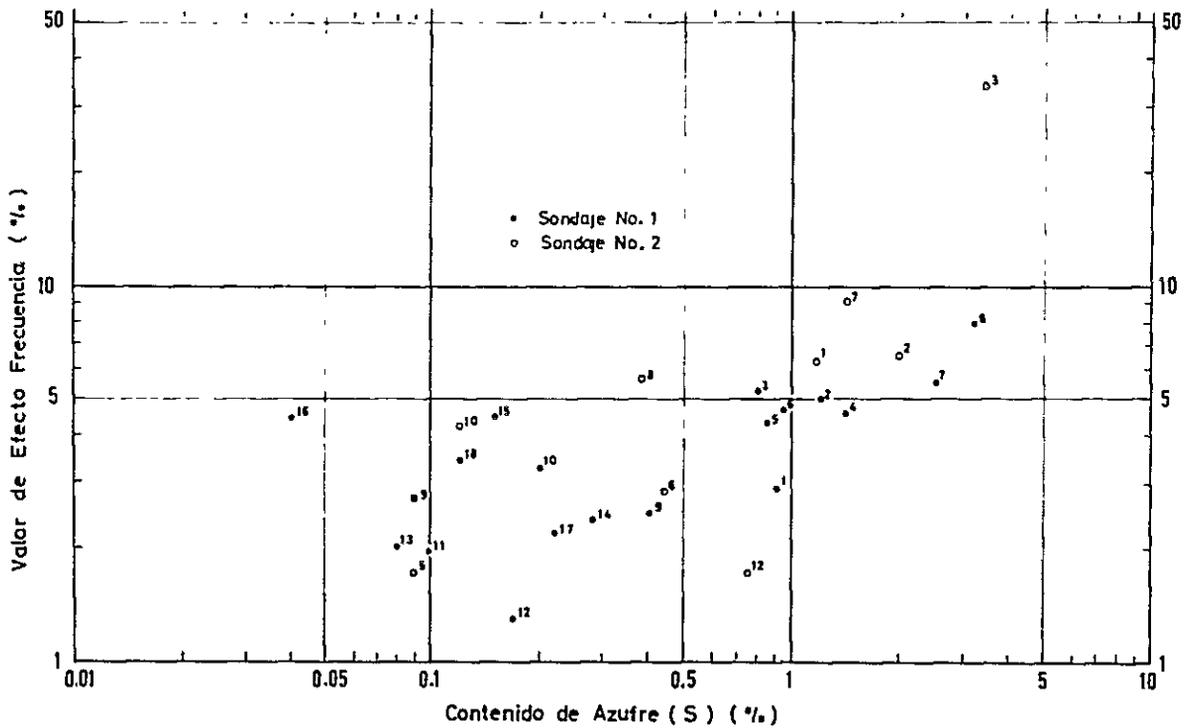


Fig. III- 6 RELACION ENTRE EFECTO FRECUENCIA Y CONTENIDOS DE AZUFRE





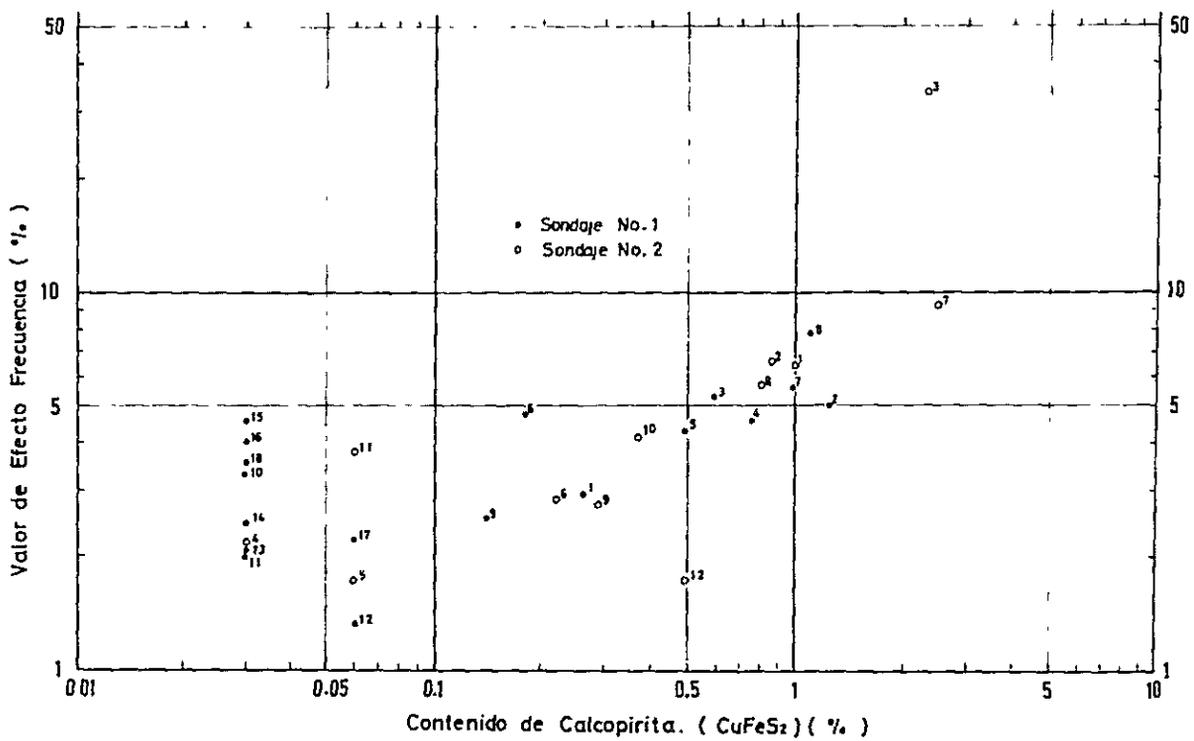
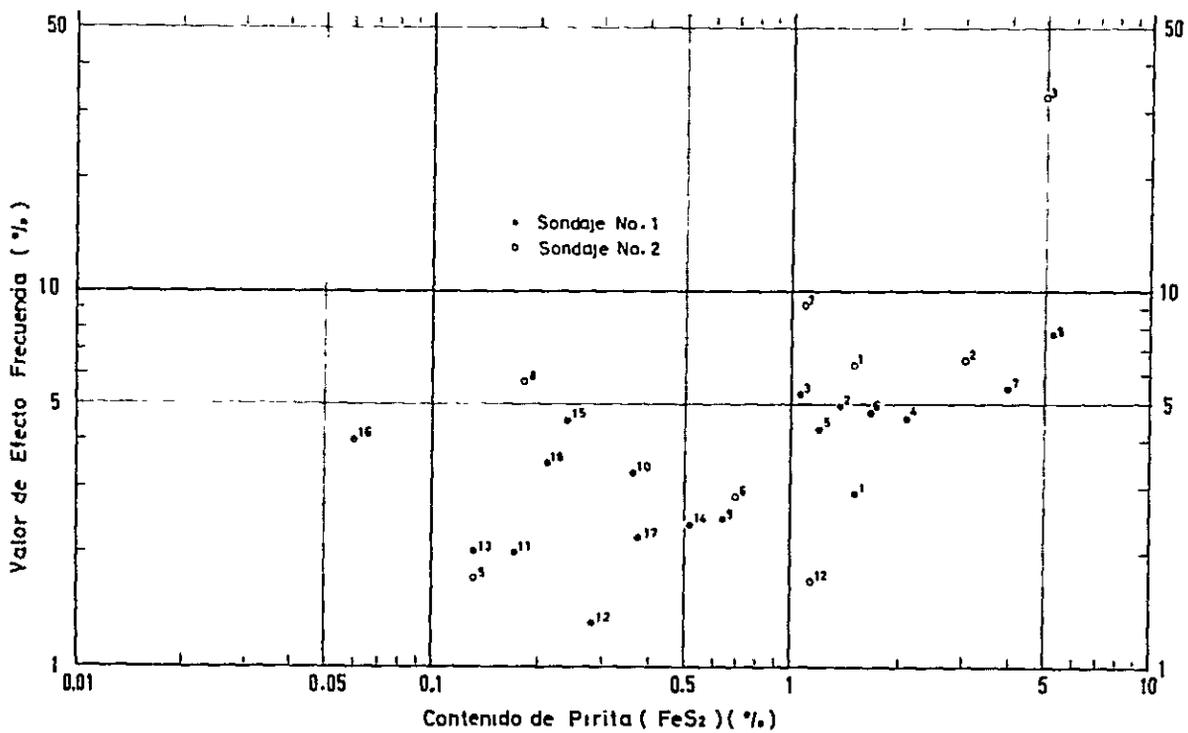


Fig III-7 RELACION ENTRE EFECTO FRECUENCIA Y CONTENIDOS DE CALCOPIRITA





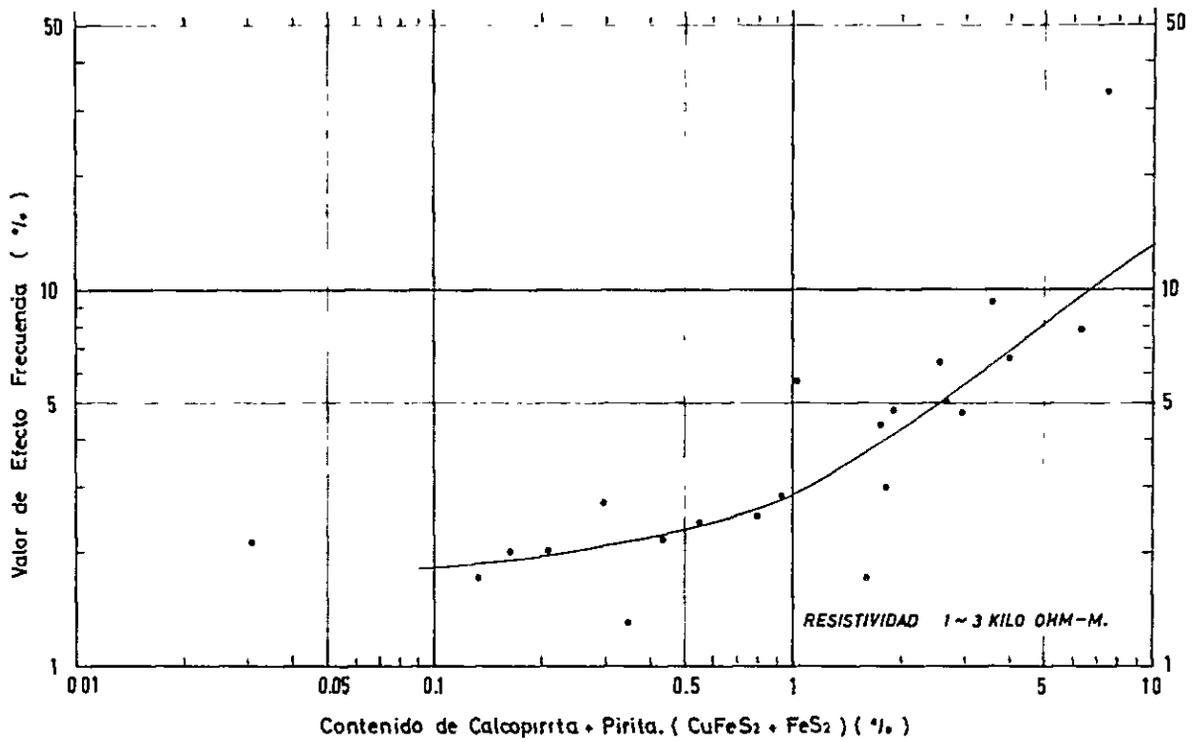


Fig. III-9 RELACION ENTRE EFECTO FRECUENCIA Y CONTENIDOS DE SULFUROS

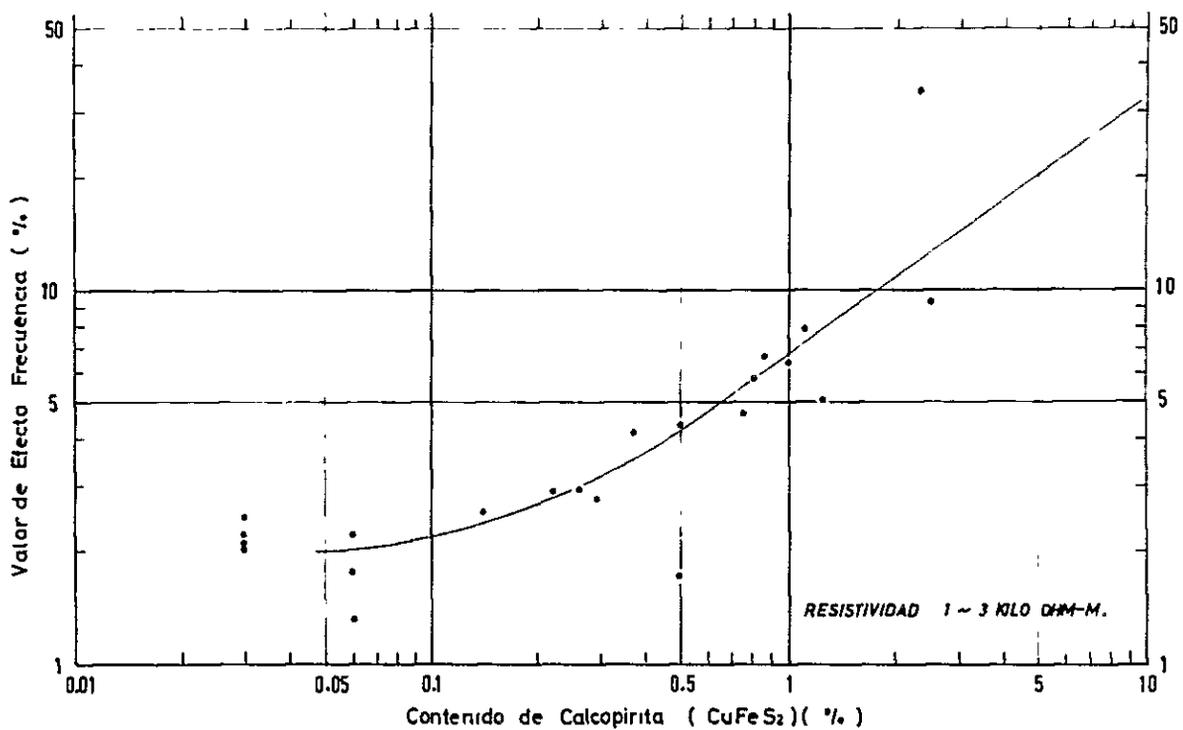


Fig. III-10 RELACION ENTRE EFECTO FRECUENCIA Y CONTENIDOS DE CALCOPIRITA



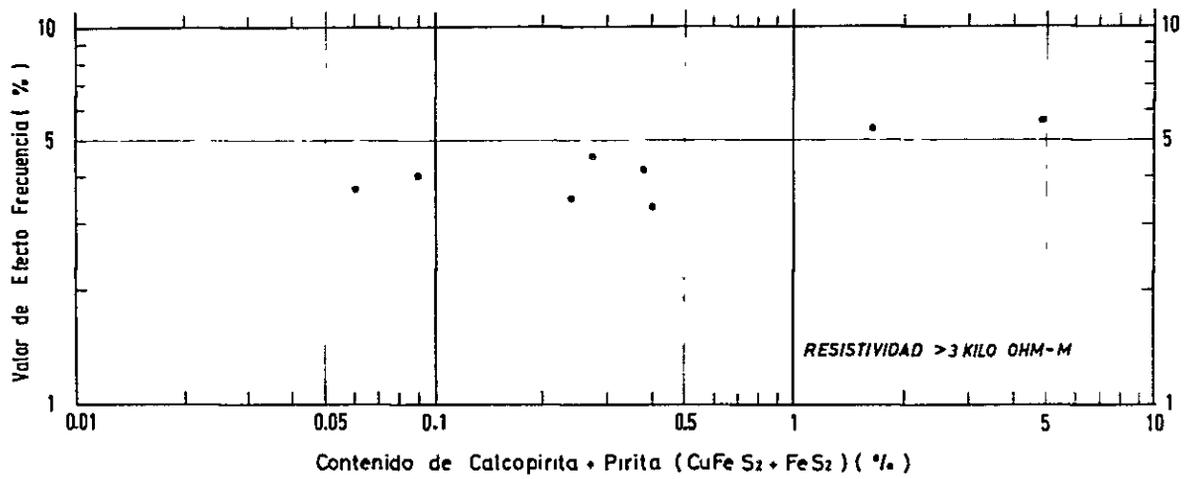


Fig. III-11 RELACION ENTRE EFECTO FRECUENCIA Y CONTENIDOS DE SULFUROS



Fig. Ⅲ-11 は様相を異にし、硫化物の量が増大してもそれ程 F E 値が大きくなり、逆にバックグラウンドが高い。この原因として、一般に I P 現象をもたらすものは、硫化物とそれらの表面に付着する溶液の存在が不可欠であり、全く乾燥した硫化物では I P 現象が小さいということが考えられる。上記の試料は比抵抗が高く肉眼鑑定でも比較的新鮮、ち密な岩石で、試料測定の際十分に内部まで溶液が浸み込まなかったためと判断される。それに対し 3.0 k $\Omega$ -m 未満の岩石では十分に溶液が浸透し、I P 現象を誘起するに適した状態にあったものと考えられる。一般に地下の岩体は湿潤状態にあると判断され、Fig. Ⅲ-9~10 のような性質を持つと考える。

次に黄銅鉱、黄鉄鉱と F E 値との関係を見ると、Fig. Ⅲ-7, 8 にみられるとおり黄銅鉱の方が黄鉄鉱より良い相関を示している。このことは黄銅鉱の割合の多い S-2 孔 7, 8, 9, 10, 11 の試料の F E 値が Fig. Ⅲ-5 の標準曲線よりすべて上に位置していることから判断される。従ってこの測定結果では、黄鉄鉱と同一含有量ならば黄銅鉱を含む岩石の方が強い F E 値を示す傾向がみられる。

次に F E 値と硫化物の含有量を定量的に考察する。S-1 孔及び S-2 孔で 1 m 毎に Cu, Mo の分析を行った。その結果を地表から各深度までの平均品位として表したものが Fig. Ⅲ-19 である (Mo は省略した)。

S-1 孔は約 57 m までの Cu の含有量が高く平均 0.154 %、黄銅鉱に換算すると 0.44 % 含んでいる。この値を Fig. Ⅲ-10 と照合して F E 値を算出すると約 3.8 % になる。S-1 孔は 0 測線と 200 E 測線とのほぼ中間に位置し、F E 深度別平面図 n = 1 からこの付近の F E 値を推定すると 3 ~ 4 % でほぼ試料測定結果と一致している。

S-2 孔は全体的に Cu の含有量が多く、S-2 孔の全体の平均が Cu 0.32 %、黄銅鉱に換算すると 0.92 %、深度 57 m までの Cu の平均値が 0.41 %、黄銅鉱 1.18 % で前者の F E 値が 6.2 %、後者の F E 値が 7.5 % になる。S-2 孔は 600 E 測線と 800 E 測線のほぼ中間に位置し 600 E の I P 断面図から S-2 孔付近 (50N に位置する) の値を平均すると 7.6 % となり、試料測定結果と現場測定の値がほぼ合致している。

### 3-5 モデル計算

観測された結果から地下の異常源の形体、強さを解析する場合、通常多くのモデル計算結果と照合比較し、地質構造を考慮し、モデルを作成してシミュレーションを行う。

I P 法電気探査では双極子電極配置による各種のモデル計算が実施されているが、実際に観測されたデータには各種の異常が重複しているのでこれを考慮して仮定しなければならない。以下にモデル計算の手順を簡単に記述する。

先ず、仮定された構造に F E 値と比抵抗値を当はめ、出来るだけ実測値に近くなるよう初期値を設定する。計算は断面を 1,400 の格子に分割し、各格子に仮定した F E 値と比抵抗値を与え、Gauss-Seidel の反復計算法により電子計算機 (IBM-360 型) を用いて計算する。格子の大き





さは電極間隔の1/4である。

本測定での電極間隔は100mであるので最小格子の大きさは25×25 mの正方格子となり、これより小さい構造を解析することはできない。出力には仮定したモデル、F E、見掛比抵抗、M Fが打ち出される。この出力と実際の断面との比較を行い、更にモデルを修正することにより実測に近づくよう反復計算を行う。これによりパターンの大体の傾向は近似することが出来るが、シミュレーションは二次元であり、測定値は三次元のデータであること、また地質構造は複雑で細部までモデル化することは困難であることからシミュレーションの結果と測定結果を一致させることは困難である。しかし推定した地質構造の妥当性を検討する上で極めて有効な方法と言える。

以下モデル計算を実施した各断面について説明する。

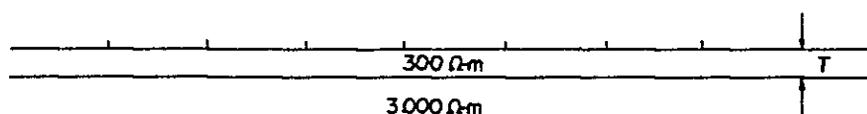
(1) 1,000 E測線：200 E、400 E …… 1,400 E測線の比抵抗コンターの形が類似しており、測線の北側に高比抵抗岩体の露出、中央部の表層に低比抵抗層の分布、南側に地表から深部まで低比抵抗岩体の存在が推定される。その中から代表的に1,000 E測線を選び、400 S～1,200 Nの範囲をシミュレーションし、地下構造を推定した。

700 N～1,100 Nにみられる盆状の低比抵抗は地表に分布する第四系堆積物によるものと考えられるが、その比抵抗を $300\Omega\text{-m}$ 、厚さを50 mと仮定した。その理由として、

I) 堆積物の下位に存在する高比抵抗岩体とほぼ成層構造を成し、特に0、200 E、400 E、600 E測線の500 N～1,000 Nに明瞭にみられる。この範囲の値に対してDipole-Dipole 2層構造のカーブ・マッチングを行った結果、比抵抗は約 $200\sim 300\Omega\text{-m}$ 厚さが75 m以下と推定された。また、下位の高比抵抗層は $2,000\sim 4,000\Omega\text{-m}$ と推定された。

II) この堆積物は含水飽和状態にあり、流動水を多量に含みその比抵抗はほぼ地表水の比抵抗と類似していると推定される。一般に地表水の比抵抗は $200\sim 300\Omega\text{-m}$ である。

III) 下図に示すモデルのシミュレーションを行った結果  $T=25\text{m}$ の時、 $n=1$ の見掛比抵抗が



約 $670\Omega\text{-m}$ 、 $T=50\text{m}$ の時約 $500\Omega\text{-m}$ となり、0、…… 1,000 E測線の500 N～1,000 Nでの $N=1$ の見掛比抵抗に類似している。

IV) 400 N～500 Nから北側に $45^\circ$ 方向に延びている比抵抗のコンターは、その付近の地表に存在する高比抵抗層によるものである。

V) 100 N～300 Nから「ハの字」型にみられるコンターは地表付近に分布する低比抵抗層によるもので $200\Omega\text{-m}$ と仮定した。

VI) 深部の比抵抗は北側と南側で異なっており、南に向かい低くなっており、 $3,000\Omega\text{-m}$ 、 $1,000\Omega\text{-m}$ 、 $500\Omega\text{-m}$ の3段階に区分した。



これらのデータを入力し、シミュレーションを実施した結果、得られた分布図をFig. III-12に示す。ほぼ実測断面図に類似した結果が得られたので本地域の比抵抗構造は1,000E測線のモデルで代表できると考えられる。

(2) 200W測線：200W～1,000Wの比抵抗パターンは測線中央部に高比抵抗岩体の露出、南側（0～600N）の地表に低比抵抗層の薄い分布、北側にも低比抵抗層の小分布が推定される。その中から200Wを選びモデル計算を行った。簡単な2層構造で表層が $300\Omega\cdot\text{m}$ 、厚さ50m、下層を $3,000\Omega\cdot\text{m}$ とした。

Fig. III-13に示した結果は、実測値と類似している。

(3) 600E測線：FE異常が検出された400E、……1,400E測線の南側の異常帯は各測線ともほぼ類似しており、その中からS-2孔に近い600E測線を選びモデル計算を行った。

地表には薄く表土が分布し、その厚さはボーリング結果から判断して斜面部で約5m以内と推定される。しかしモデル計算での最小格子が25mであるので、表土の厚さを一様に25mと仮定した。

FE異常の中心は300N～400Nにあり、中心から離れるに従い異常が弱くなっている。FE値の最高が10.6%であるので表土の影響を考え鉍化帯の中心のFE値を15.0%、幅を100mに設定した。鉍化帯の厚さは、従来の種々の計算結果を参考にすると、ほぼ50～100mと推定され、75mに設定した。これはS-2孔の岩芯の分析結果から深度約57mまでCu含有量が多いことから推測される。このFE異常は異常の中心から離れるに従いFE値が徐々に減少している。従来のモデル計算結果と本調査で得られたFE異常分布を照合し、FE値の減少する割合を、異常の中心から北側に対しては、中心部の15%から10%→7%→6%→5%とした。また南側は7%と仮定してモデルを作成した。また地表から深部にかけてのFE値も徐々に減少している。従って、この付近の岩体は全般的に鉍化作用を受けていると考えられる。S-2孔の分析結果でもCuがほぼ一様に含有していることからこのことが推定される。この分析結果からCuの含有量別に頻度分布をとるとFig. III-18, III-19に示されるようにCu含有量0.05～0.4%が圧倒的に多い。黄銅鉍に換算すると0.14～1.16%になる。これをFig. III-10と照合しFEの値を求めると2.5～75%となる。FE断面図からみて深部でのFE異常は北側に向い小さくなる傾向があるため、その様子を前記と同様に北側に向かって7%→5%→3%の3段階に区分しモデルを作成した。

0～100Nの深部に別のFE異常が認められ、1,000E測線でも検出されている。深度125mにFE値12%のモデルを仮定した。

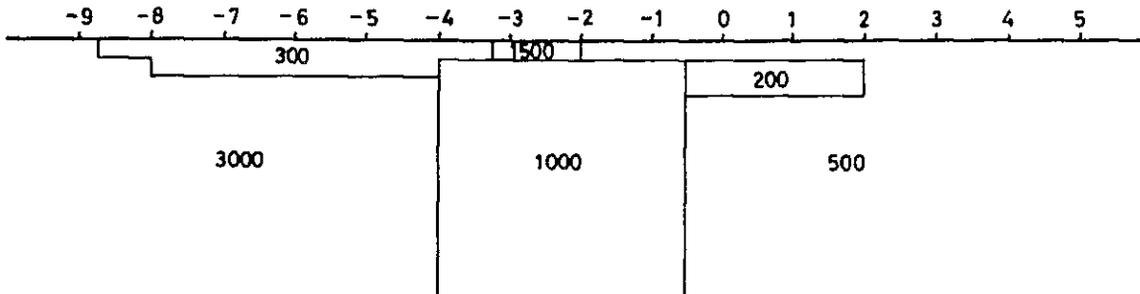
これらのモデルをシミュレーションした結果がFig. III-14である。値が全般的に小さいのは表土を25mと厚く仮定したためで、コンターのパターンは類似している。

(4) 0測線：本測線の900N～2,000Nに対し、同様にモデル計算を行った。ほぼ実測値と類似したFE値を示している(Fig. III-15)。

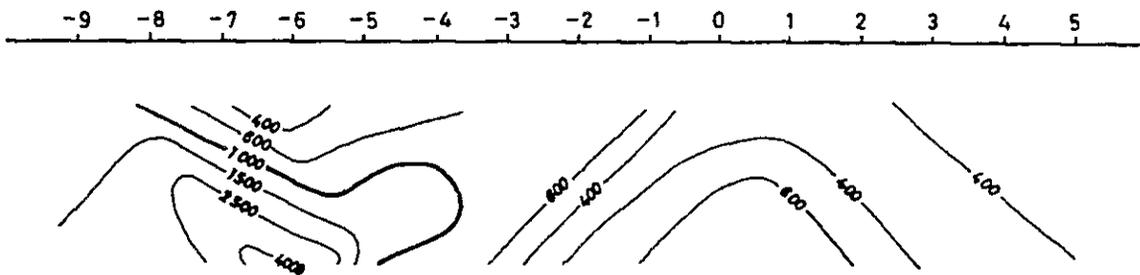
これらの結果、他のモデル計算結果及び既存資料を参考にして、調査地域の鉍化帯の予想模式



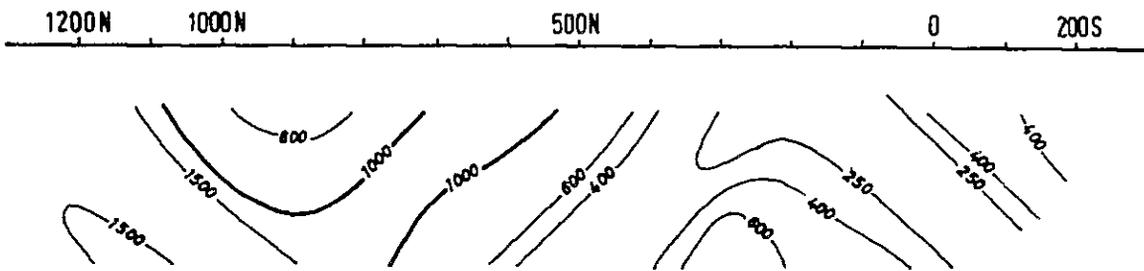
MODELO



SECCION TEORICA



SECCION APARENTE

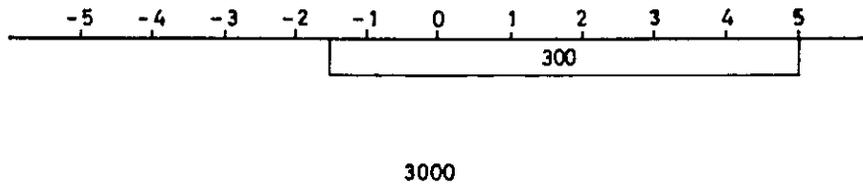


Unidad de Resistividad ohm - m

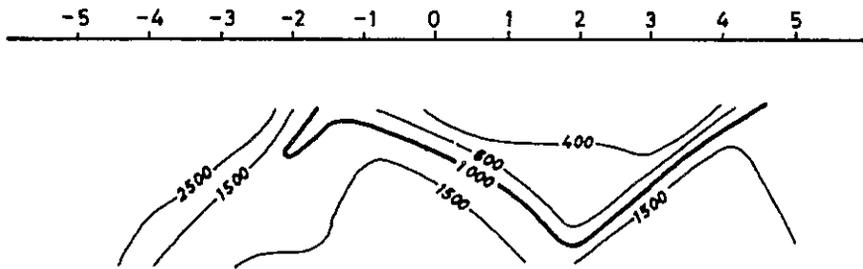
Fig. III - 12 CALCULO MODELO DE RESISTIVIDAD EN 1000E



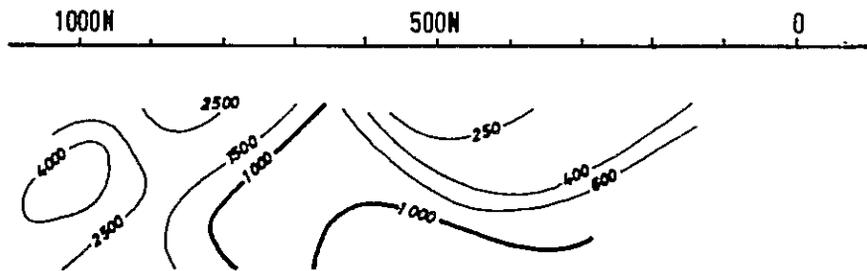
MODELO



SECCION TEORICA



SECCION APARENTE



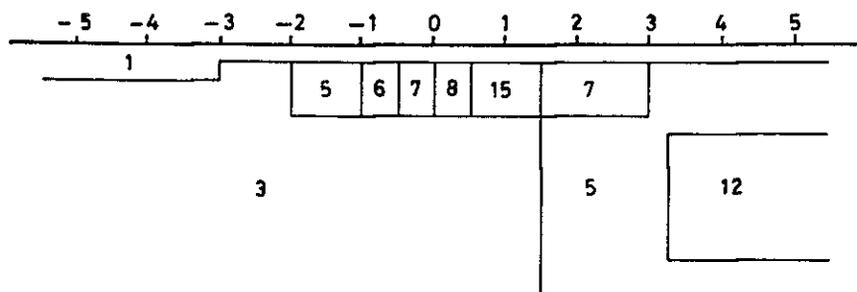
Unidad de Resistividad. ohm-m

Fig. III - 13 CALCULO MODELO DE RESISTIVIDAD EN 200W

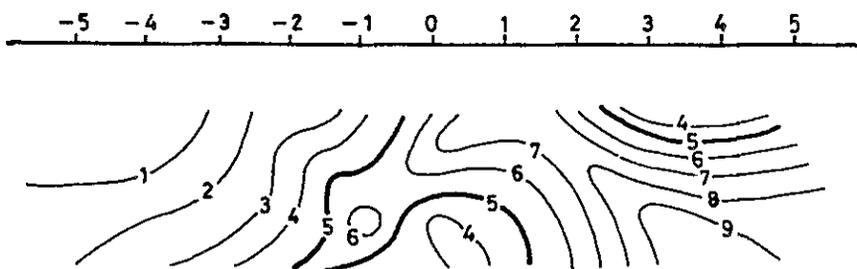




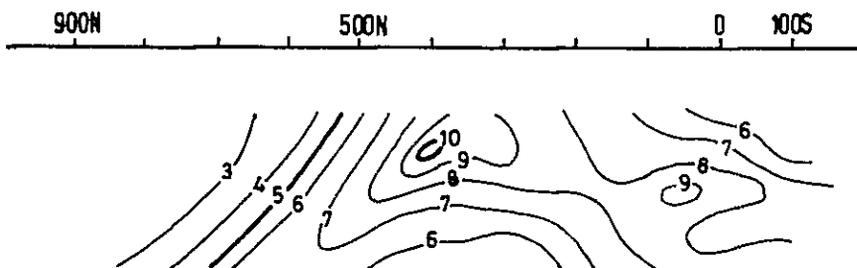
**MODELO**



**SECCION TEORICA**



**SECCION APARENTE**

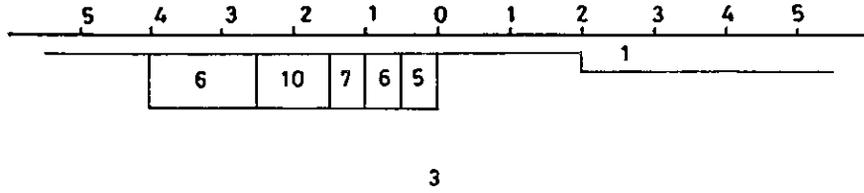


*Unidad de Efecto Frecuencia    %*

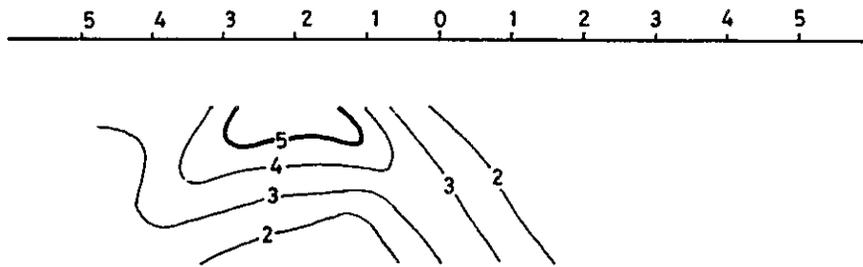
**Fig. III - 14    CALCULO MODELO DE EFECTO FRECUENCIA EN 600E**



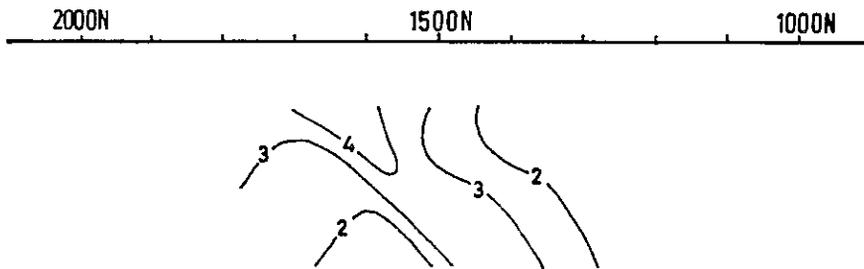
**MODELO**



**SECCION TEORICA**



**SECCION APARENTE**



*Unidad de Efecto Frecuencia %*

**Fig. III - 15    CALCULO MODELO DE EFECTO FRECUENCIA EN 0**



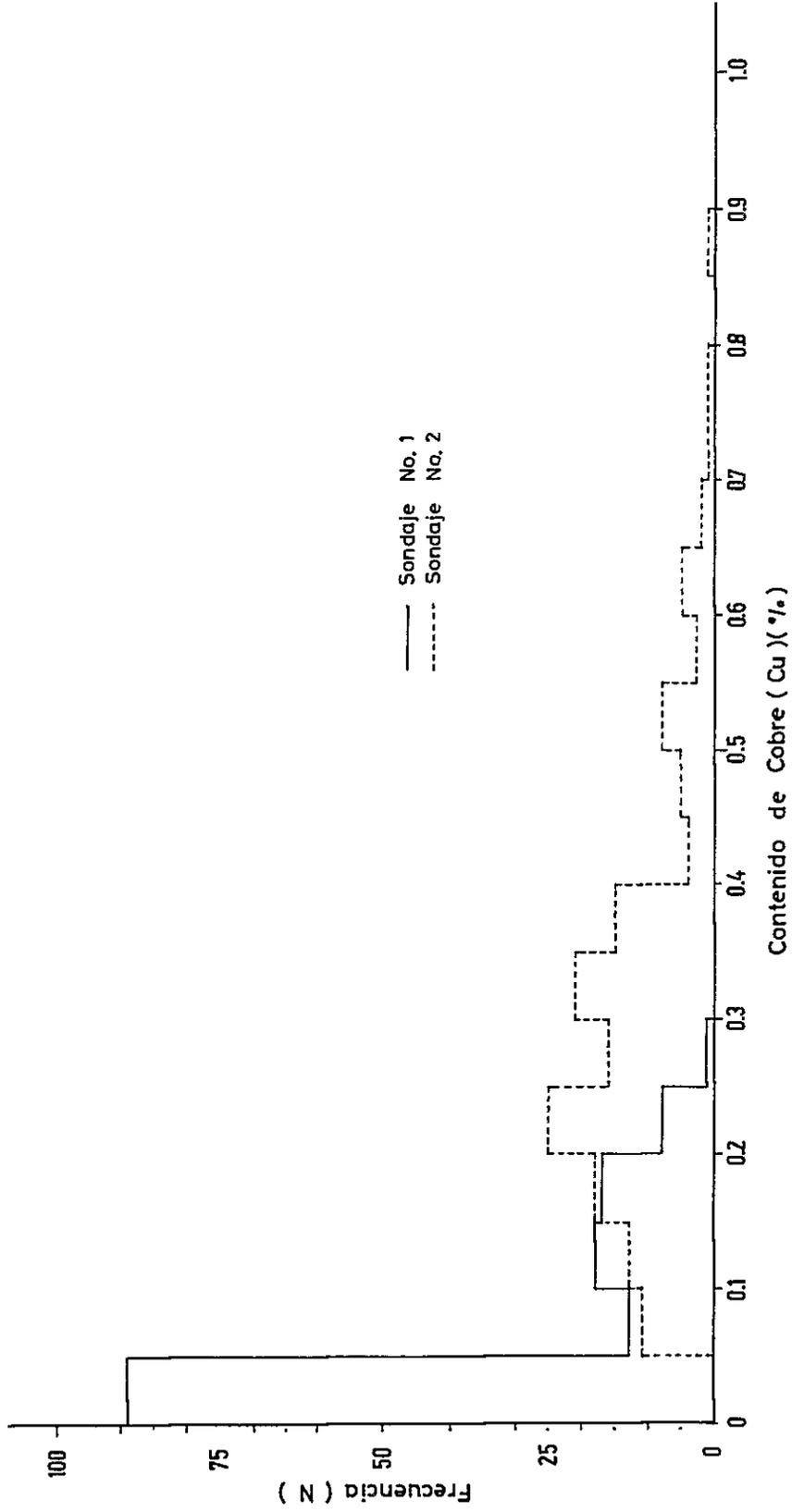


Fig. III - 18 HISTOGRAMA DE CONTENIDO DE COBRE EN SONDAJES S-1 Y S-2



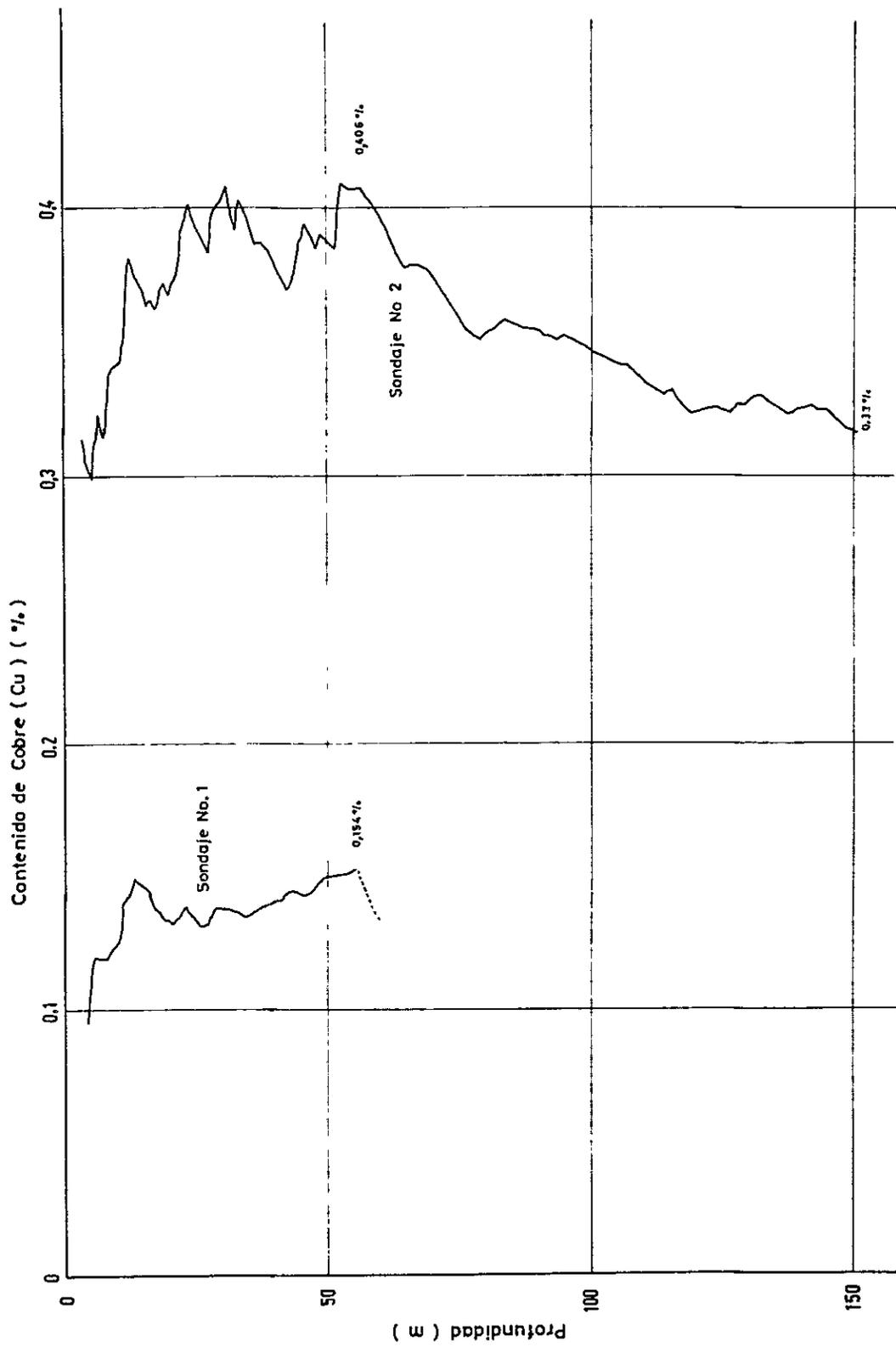


Fig. III - 19 PROMEDIO ACUMULATIVO DE COBRE EN SONDAJES S-1 Y S-2





平面図 (PL.Ⅱ-13) を作成した。

### 3-6 総合解析

予想模式平面図を基にして以下の考察を行った。

調査地域の中央部に広く分布する第四系堆積物は薄く、最大 50 m と推定される。その厚さは堆積物の分布する中心部 (200 E ~ 1,400 E 測線では 800 N ~ 1,000 N, 0 ~ 1,000 W 測線では 200 N ~ 400 N) 程厚くなっている。

表土及び第四系堆積物を除いて本地域の比抵抗を大きく分けると 1,000 Ω-m を境界にして 2 分される。1,000 Ω-m 以上の区域は調査地域の大半を占め、変質をほとんど受けていないトータル岩に相当する。

1,000 Ω-m 以下の区域は

- I) 地域南東部
- II) 地域北西部の一部
- III) 地域北東部

の 3 箇所に認められる。

I) の区域では低比抵抗帯がほぼ東-西及び北東-南西方向に延び、低比抵抗の中心から外側に向かって 200 Ω-m → 500 Ω-m → 1,000 Ω-m の累帯を示している。この比抵抗帯は強 F E 異常帯とほぼ一致しており、鉍化変質作用と密接な関係があり、比抵抗が低い部分程強い変質を受けていると推定される。ただし、200 Ω-m の低比抵抗帯は深度約 75 m までの浅部に限られ、深部では 500 Ω-m のゾーンに変化している。従って浅部程熱水変質を強く受けられていると考えられる。

II) の区域では、0, 200 W, 400 W 測線の 1,500 N ~ 1,700 N に 1,000 Ω-m の比抵抗が小分布している。

III) の区域では、1,400 E 測線の 1,700 ~ 1,900 N に 1,000 Ω-m の比抵抗が小分布している。

II), III) ではいずれも F E 異常を伴っているが、分布範囲が狭く大きな熱水変質帯は期待できない。

F E 2% 以下の区域は調査地の西側中央部に分布し、非鉍化帯と考えられる。3% の区域は調査地域を広く覆い、弱鉍染帯に相当すると考えられる。両者とも 1,000 Ω-m 以上の区域とほぼ一致している。従って 3% 以下の区域はほとんど熱水変質を受けていないトータル岩の分布域と推定される。

5% 以上の区域は鉍化作用と密接な関係があり、また 1,000 Ω-m 以下の低比抵抗を示すことから、熱水変質作用を受けていると考えられる。この区域は、調査地区の I) 南東部、II) 北西部、III) 北東部の 3 箇所で検出された。

I) の異常帯は 800 E, 1,000 E 測線の 300 N ~ 400 N の 15% 域を中心にしてほぼ東西方



向に延び、南北方向に対しては北側に向い 10 %→7 %→5 %と F E 値を減じた累帯分布を示している。この様子は比抵抗の累帯分布と類似している。南側は測線の設定が十分でなく、詳細は不明であるが北側に比べ急激な F E 値の減少は認められない。これらの異常帯のうち 10 %以上の異常帯は深度約 75 m までの浅部だけに限られ、それ以深では F E 値は小さくなっている。また、600 E …… 1,000 E 測線の 100 N ~ 200 N の深部 (125 m 以深) にもほぼ東西方向に 10 %の異常帯が存在し鉍化変質帯が期待される。S - 1 孔付近にみられる 5 %の異常はボーリングで認められた浅部の鉍化帯と一致している。この異常帯の比抵抗は、500~1,000Ω-m で上記の強異常帯にみられた 200Ω-m の低比抵抗は伴っていない。これはボーリング結果でも判明しているように、この付近の岩体の変質が珪化作用を伴っているためと考えられる。また、この岩体は分析結果で Mo に富んでいる。この異常帯は北側の第四系堆積物の下位では認められず、帯状分布を示し、鉍化作用の北方向への広がりはあまり期待できない。

Ⅱ) の異常帯は分布範囲が狭く、また 10 %の分布域も 400 W 測線の小範囲に限られ、隣接した測線では認められない。この異常は高比抵抗帯と一致することから、珪化作用を伴った鉍化帯の存在を反映している可能性がある。

Ⅲ) の異常帯は分布範囲が狭く、また F E 値も 5 %と小さいため弱い鉍染の賦存の可能性はあるが、有望鉍床の発達は期待できない。



## 第 4 章 結論及び将来への展望

### 4-1 結論

調査地域における IP 法電気探査によって得られた結果を要約すると次のとおりとなる。

(1) 本地域における FE 異常 (FE 値 3% 以上) は同地域の西側中央部を除いた全域において検出されたが、このうち特に注目すべき FE 異常帯は、次の 2 区域である。

- すなわち
- i) 調査地域の南東部 FE 異常帯
  - ii) 調査地域の北西部 FE 異常帯
- である。

#### i) 南東部地域 FE 異常帯

この異常帯は 800 E 及び 1,000 E 測線の 300 N ~ 400 N を中心とした区域で、強 FE (10 ~ 15%)、低比抵抗 (200 ~ 600  $\Omega$ -m) を示しており、硫化鉱物の鉱染からなる鉱床の賦存が最も期待できる地帯である。また、その鉱床の伸びはほぼ東西方向と予想され、モデル計算に基づいた鉱床の規模は長さ 700 ~ 800 m、幅 50 ~ 200 m、厚さ 75 ~ 100 m と想定される。また、その賦存深度は極浅部と考えられる。なお、この区域は上記のように低比抵抗を示していることからこの予想鉱床には強い変質作用を伴っているものと推察される。

以上の予想鉱床の南側の 600 E 及び 1,000 E 測線の深度 125 m 付近にも東西方向に伸びる FE 値 10% の強 FE 異常帯が検出された。しかし、この異常帯は測線の南端部に位置しており、また、この付近の測線間隔も 400 m であり、連続性の検討が十分ではない。従ってその形態も詳細は不明であるが、800 E 及び 1,200 E 測線の南端部にも、この異常帯の影響と推定される強 FE 値が認められること等により注目すべき異常と考えられる。

#### ii) 北西部 FE 異常帯

この異常帯は 400 W 測線の 1,300 N ~ 1,400 N に検出されたもので、FE 値 8 ~ 10% を示している。この異常帯は隣接測線 (200 W 及び 600 W) では弱異常を示しており、従って、大きい異常源は期待できない。また、この異常帯は高比抵抗値 (4,000  $\Omega$ -m 以上) を示している。これらの結果を総合すると、この異常帯とやや性質の異なった強い珪化作用を伴った小規模の硫化鉱物濃集体の賦存が予想される。

(2) 過去の地質調査及び後述する S-1 孔で把握された銅-モリブデンの鉱化帯に対応できるような FE 異常帯は 0 及び 200 E 測線付近の小範囲にしか検出されなかった。この FE 分布だけから判断すると、同鉱化帯の規模はさほど大きなものではなく、むしろ細長い帯状の形態をなしていると想定されるが、「同鉱化帯が輝水鉛鉱に比較的富み、黄銅鉱に乏しいという特性からして、それが IP 効果として表われなかった」、ということも考えられるので、断定的な判断を下すことは難しく、今後の問題点として残したい。

(3) 第三年次調査によって、Galletué 鉱化帯の賦存が第四系堆積物の下位にも期待されたが



それを裏付けるような I P 異常は把握されなかった。

#### 4-2 将来への展望

- (1) 以上に述べたとおり、本地域の南東部で把握された強 F E 異常帯付近には有望鉱床が賦存している可能性が大きい。しかもその賦存深度は地表下極く浅所から 150 m 付近までと予想されるので、800 E と 1,000 E 測線の中間の 300 N ~ 400 N 付近を中心とした深度 150 ~ 200 m 付近に対し、今後試錐探鉱を実施することが望まれる。
- (2) 上記(1)に述べた強 F E 異常帯は更に南東及び南側に広がる傾向を示しているので、この広がりを究明するため、今後同地域に対し、I P 法電気探査を実施することが望まれる。
- (3) 4-1(1)の北西部 F E 異常帯は規模が小さく、さほど有望な鉱床の賦存が期待できないが、高比抵抗を示している点で、南東部異常帯とは性質を異にした鉱床の可能性もある。機会があれば鉱化作用の特徴を確認する意味で、トレンチによる地質調査を実施することが望ましい。





## Ⅲ - 3 試錐探鉞

### 第 1 章 概 説

#### 1-1 目的

1973 年～ 1977 年の調査によって Galletué 鉞化帯が有望視されるに至ったが、同鉞化帯付近は露出状態が悪く、その詳細については不明な点が多々あり、また、従来垂直的な調査は全くなされておらず、深部における鉞況については全く解明されていなかった。これらの究明を目的として、本試錐探鉞が計画された。

#### 1-2 作業工程

本探鉞は 1978 年 10 月 23 日に開始され、同年 12 月 1 日に終了した。

試錐孔数は 2 孔（いずれも垂直）で、総掘進延長は 301.10 m である。

本探鉞は Apéndice Tab. 9 の試錐機 1 台を使用し、各国 2 名ずつの技術者と現地雇用労務者 4 名の計 8 名で、2 班編成の 2 交代制（一方 8 時間制）によって行われ、所期の目的を達成して終了した。

掘進作業はワイヤー・ライン工法に泥水工法を併用して行われ、掘進能率、コア採取率の向上を計り、実掘進作業方当り 9.7 m/方、全孔平均コア採取率 98.5 % の好成績を収めた。

#### 1-3 位置の選定

S-1 は石英-絹雲母帯における深部の鉞況究明のために計画されたもので、その位置は同帯の南端部に近く、孔口の座標は N- 5,712,637、E- 297,687.53 である。

S-2 は地化学探査（土壌）によって把握された銅の異常の確認を目的として計画されたもので、変質分帯では絹雲母-緑泥石帯に当る。孔口の座標は N- 5,712,807、E- 298,309.67 である。なお、S-2 は S-1 の東北東 640 m に位置しており、S-2 が S-1 より 26 m 低位置にある。



## 第 2 章 試 錐 作 業

### 2-1 試錐工法及び使用機材

本試錐探鉦における掘さく対象岩石は、トータル岩を主体とし、一部に変質帯及び破碎帯の存在も予想されたため、NQ、BQ、ワイヤー・ライン工法にベントナイトを基剤とする泥水工法を併用した。掘さくに伴い、一部に小逸水及び粘土化による孔壁の崩壊、押し出し等が生じたが、シークレー・リボナイト等の添加剤を使用した結果、掘進能率、コア採取率ともに好結果を得ることができた。

本工事に使用した機械類の型式、仕様及び使用消耗品類は、Appendice Tab.9, 10 に示すとおりである。

### 2-2 設営

日本人技術者は、10月19日 Santiago 市到着後、現地踏査を行い、作業員の雇傭、宿舎・設営準備、資材購入等を行ったのち、機材運搬準備として、Lonquimay 町～Galletué 間（約 35 Km）の道路補修、橋脚の補強等を行った。試錐地点までの道路状況は、S-2 地点へは既設道路を利用できたが、S-2～S-1 地点間の 640 m はブルドーザーによる道路造成を必要とした。またその間に小沢が 3ヶ所あり、架橋を余儀なくされた。造成道路の地盤（未固結火山灰）が軟く大型車による搬入は困難であったため、小型トラック（1 t 積）を使用して機材の運搬を行った。試錐用水は、各孔共試錐現場付近を流れる小沢に取水設備を設けて、自然勾配を利用した集水を行った。

### 2-3 移設作業

S-1 地から S-2 地への移設作業は 2 台の小型トラックを利用し、大きな支障もなく 1.5 日で終了した。

### 2-4 撤収作業

11 月 26 日より試錐機、櫓、その他の解体を行って、機材集結地へ運搬した。機械類及びパイプ類の整備を行ったのち、12 月 1 日に撤去作業を完了した。

設営及び移設状況は Appendix Tab.12 に示すとおりである。

### 2-5 掘進作業

各孔別の掘進状況は次のとおりである。

#### 2-5-1 S-1



表土の掘進には HX ケーシング・ビットを使用し、深度 1.00 m (表土) で着盤し、深度 2.00 m まで掘進して HX ケーシング・パイプを挿入した。次いで、HX シングル・ビットにて深度 4.60 m まで掘進し、岩盤が安定したので NX ケーシング・パイプを挿入し、以降の掘進には、NQ ワイヤー・ライン工法にベントナイト泥水を使用した。岩質は主としてトータル岩であったが、深度 4.60~ 60.00 m の間は著しい石英-絹雲母化変質帯で、小割目による孔壁の崩壊、押出し等で掘進作業が阻害されたが、ベントナイトを基剤とし、リボナイト、苛性ソーダ等を添加した、リボナイト泥水と交換使用することによって孔壁を保護することができた。深度 112.50 m にて BX ケーシング・パイプを挿入し、以降は、BQ ワイヤー・ライン工法にリボナイト泥水を併用して掘進を行った。深度 112.50 m 以降の岩質は割目の多いかなり硬質のトータル岩であり、所々に粘土を挟み、一部に小逸水 (2~5 l/min) があったが、適性泥水の使用及びシークレアの添加等による泥水管理を行って順調に掘進し、深度 150 m に至った。本孔により得られた鉍化変質作用の詳細な状況については後章にゆずるが、深度 60 m 付近から鉍化変質作用が深度と共に劣化し、深度 115 m 付近以降においては、非変質の黒雲母結晶をも認めるに至ったため、当初の予定掘さく深度 300 m を急ぎ変更し、150 m で掘止めとした。なお、粘土化部分を除き全般に硬質岩であったため、ダイヤモンド・ビット及びツールの摩耗が激しかった。

S-1 の調泥剤使用量は次のとおりである。

ベントナイト	1,100 kg,	7.3 kg/m
リボナイト	100 kg,	1.33 kg/m
C.M.C	14 kg,	0.093 kg/m

#### 2-5-2 S-2

本孔は HX シングル・ビットで掘進を開始した。深度 3.90 m (表土) にて着盤したが、5.60 m まで掘進して岩盤が安定したところで、NX ケーシング・パイプを挿入した。

次いで NQ ワイヤー・ラインにより深度 18.30 m まで掘進し、BX ケーシング・パイプを挿入した。深度 18.30 m 以降は、BQ ワイヤー・ライン工法にリボナイト泥水を併用して掘進した。岩質は全般的に堅硬なトータル岩で、所々に粘土化部分を挟在したが、S-1 に比較して珪化が弱く、時間当り平均掘進長も S-1 : 2.63 m/時間 (変質帯を除く)、S-2 : 3.13 m/時間と向上した。

適性を泥水管理の基に掘進作業も順調に進み、深度 151.10 m にて目的を達成して終了した。

S-2 の調泥剤消費量は次のとおりである。

ベントナイト	875 kg,	5.79 kg/m
リボナイト	94 kg,	0.053 kg/m
C.M.C	8 kg,	0.65 kg/m



## 2-6 作業成績

### (1) 掘進成績

Appendice Tab.13 に示すとおり、試錐孔数 2 孔、総掘進延長 301.10 m の総掘進作業方当りの掘進延長は 885 m で、実掘進作業方当りでは 9.71 m を得た。また、各孔別の実掘進作業方当りでは、S-1 の 8.82 m に対し、S-2 では 10.79 m と能率の向上が得られた。

### (2) コア採取率

Appendice Tab.13 に示すとおり、表土を除いた全孔平均のコア採取率は、98.5 % であった。均質な中硬岩であり比較的亀裂が少なかったことにもよるが、一部の粘土、破砕帯等の掘進に際しても、適正な泥水の管理、回転速度、ビット荷重等の調整を行った結果、上記のような高採取率を得た。

### (3) 掘進総括表

各孔の掘進作業総括表を、Appendice Tab.15, 16, 17 に掘進実績表を Appendice Tab.18, 19 に示した。また、ビットの使用状況は Appendice Tab.11, 14 のとおりである。





### 第 3 章 試錐孔の地質状況

各孔の地質状況は次のとおりである。なお、詳細は Tab. III-5, III-8 に示されている。

#### 3-1 S-1 孔

##### (1) 岩質及び構成

本孔は大局的にみると次のような岩相によって構成されている。

0～1 m：礫層から、礫種は全てトーナル岩である。

1～44 m：局部的に薄い斑状トーナル岩を挟在するが、大部分はほぼ均一のトーナル岩より成る。なお、両層の間は漸移的に変化している。

44～150 m：44 m 以浅とは逆に斑状トーナル岩の量が増し、トーナル岩は局部的に薄く挟在するようになる。両者の境は漸移的で明瞭な境は認められない。トーナル岩は緑灰色を呈し、変質作用を受けた部分は軟質であるが、非変質部は堅硬、ぜい弱である。

鏡下では半自形粒状組織を呈し、主成分鉱物として、双晶及び累帯構造を有した半自形斜長石（オリゴシン～アンデシン）、波動消光を示した石英、少量の正長石、黒雲母及び普通角閃石等が認められ、副成分鉱物として、リン灰石、ジルコン及び不透明鉱物が認められる。

斑状トーナル岩は肉眼的には上記のトーナル岩と識別が困難なほど酷似しており、鏡下において弱い斑状組織が認められることからトーナル岩と区別した。斑晶として半自形～他形の石英、半自形の斜長石、黒雲母、僅少の普通角閃石、カリ長石等が認められ、石基は主として石英及び斜長石によって構成されている（Tab. III-6）。

##### (2) 熱水変質作用（Tab. III-5, III-7）

本孔は深度 58 m を境にして熱水変質作用が明瞭に異なっている。すなわち 58 m 以浅は石英-絹雲母化変質作用を強く被っており、原岩の識別が困難なほどである。ただ 58 m 以浅が一樣に同変質作用を強く受けているわけではなく、強変質部と弱変質部が互層状に繰り返し現れた産状を呈しており、その量は前者が圧倒的に多く、単位幅 30～80 cm の弱変質部が強変質部中に挟在している。

強変質部では、長石類が約 50 % 以上石英、絹雲母に、また、有色鉱物がほぼ 100 % 緑泥石に変っている。弱変質部では長石類の変質は 50 % 以下で非変質部が残されているが、有色鉱物は弱変質部でもほぼ 100 % 近く緑泥石に変っている。

強変質部と弱変質部の境は、比較的明瞭で水平面に対し  $15^{\circ}$ ～ $60^{\circ}$ （ $35^{\circ}$ 前後が最も多い）の比較的緩傾斜を示している。

58 m 以深では、上記の強変質部が急激に消滅し、また、弱変質部の出現頻度も減っている。すなわち、石英-絹雲母化変質作用は 58 m 以深で極端に弱っており、フェルシック鉱物はほと











Tab. III-7 RESULTADOS DE DIFRACTOMETRIA DE RAYOS X SONDAJE S-1

Mineral Muestra	TSD-5	TSD-10	TSD-20	TSD-25	TSD-30	TSD-35	TSD-40	TSD-45	TSD-50	TSD-55	TSD-60	TSD-65	TSD-70	TSD-79	TSD-85	TSD-90	TSD-95
Cuarzo	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	++++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++
Plagioclasa	+	++	+++	++	+++	++	+++	+++	+	+++	+++	+++	+	++	++	+++	+++
Sericita	++	+	++	+++	+++	+	+++	++	+++	+++	++	++	++	++	+	++	++
Clorita	++	+	+	++	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Caolinita	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	++	+	+	+
Montmori-llonita	+	+	+	++	+	+	+	+	+	+	++	++	++	++	++	++	+
Biotita															++		
Calcita															+		

Mineral Muestra	TSD-100	TSD-105	TSD-110	TSD-115	TSD-120	TSD-125	TSD-130	TSD-135	TSD-140	TSD-145	TSD-150
Cuarzo	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++
Plagioclasa	++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++
Sericita	+			++			+			+	
Clorita	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Caolinita	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Montmori-llonita	++	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Biotita				+			+				+
Calcita		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+





んど新鮮になる。

緑泥石化作用は深度 150 m の孔底まで続いているが、その度合も深度を増すに従って徐々に弱まっており、115 m 付近から深部にかけて非変質の一次黒雲母結晶が点々と現れてくる。

また、深度 59 ~ 73 m に弱い珪化作用が認められる。

本孔全般にカオリナイト化作用が微弱であるが認められる。また、深度 20 ~ 30 m 及び 125 ~ 140 m で弱いながらモンモリロナイト化作用が認められる。このうち深度 75 ~ 105 m にみられる同作用は同深度付近に発達している断層破砕帯に主として認められる。また、深度 115 m 以深で弱い炭酸塩化作用（方解石）がみられる。

本孔の石英—絹雲母化帯より採取した絹雲母の試料による絶対年代測定（K—Ar 法）の結果では  $77.5 \pm 2.3$  my の値が得られている。しかし、この試料（S 1—48）は全岩を対象として分析されたので正確な石英—絹雲母化作用の時期を表わしてはいない。

### (3) 鉍化作用

本孔において認められる初生金属鉍物には、量の多い順に黄鉄鉍、黄銅鉍、輝水鉛鉍、磁鉄鉍、磁硫鉄鉍、閃亜鉛鉍及び方鉛鉍等があるが、このうち前 3 者が深度 58 m を境にして、それ以深においてその量を極端に減じている。すなわち 0 ~ 58 m における平均品位は Cu 0.15%, Mo 0.025% であり、58 ~ 150 m では Cu 0.01%, Mo < 0.001% となっている（Fig. III—16）。

また、黄鉄鉍量も 0 ~ 58 m では平均 1.95%, 58 ~ 150 m では 0.25% となっている。

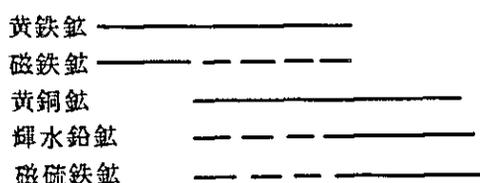
輝水鉛鉍は上記(2)で述べた石英—絹雲母化変質作用の強変質部中に細脈状（脈幅 1 ~ 10 cm の石英脈中に、黄銅鉍、黄鉄鉍とともに散点）、フィルム状（幅 1 mm 前後）、鉍染状等の産状をなして顕著に認められ、同変質の弱変質部では極く微量となっており、従ってモリブデンの鉍化作用は石英—絹雲母化変質作用と極めて密接な関係を有しているものと考えられる。

黄鉄鉍、黄銅鉍は石英—絹雲母化変質の強変質部、弱変質部（強緑泥石化変質部）の両方に、鉍染状、細脈状をなし産しており、変質作用との間に輝水鉛鉍ほど明瞭な関係は認められないが、前述のとおり 58 m を境に、その含有量に明瞭な差が認められることから、やはり石英—絹雲母化変質作用及び強緑泥石化変質作用との間に関連性があるものと想定される。

鏡下では、黄銅鉍は単体をなすほか、黄鉄鉍中に点滴状に産している場合も観察される。なお、黄鉄鉍と黄銅鉍の量比は深度 0 ~ 58 m で約 4 : 1、58 ~ 150 m 間で約 5 : 1 を示している。

磁鉄鉍及び磁硫鉄鉍は極く微量散点状に産する。前者は深度 35 m 付近に、後者は 56 m 付近に、両者とも小空隙中に石英、黄鉄鉍と共に小結晶を成して産している。

主として鏡下観察に基づいた初生金属鉍物の晶出順序は次のとおりと考えられる。





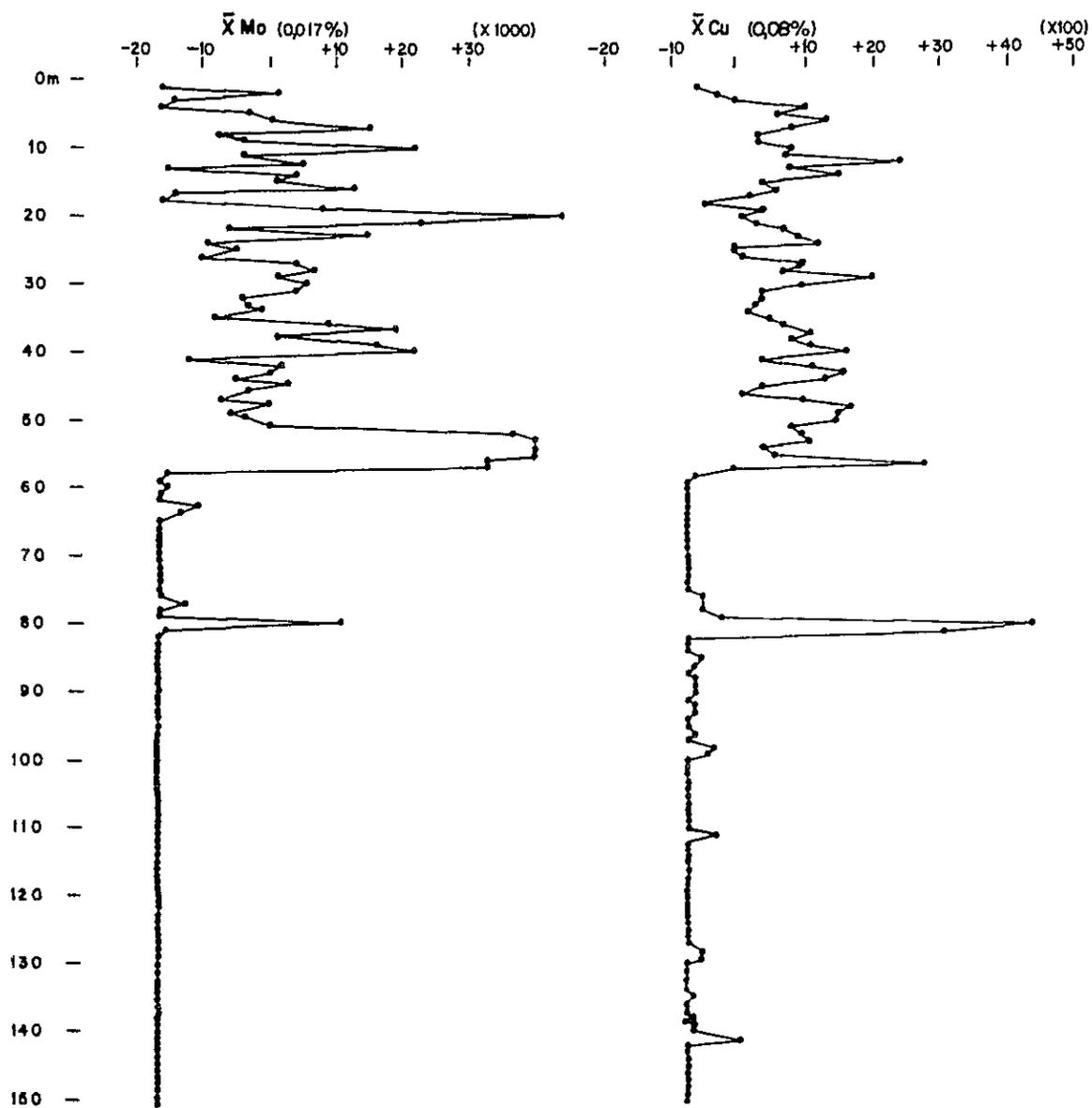


Fig. II-16 DISTRIBUCION DE LOS CONTENIDOS DE Cu Y Mo EN RELACION A  $\bar{X}$ , SONDAJE S-1



#### (4) 酸化作用

本孔にみられる酸化作用は極く微弱で、深度 1.0 ～ 3.2 m 間にみられるに過ぎない。酸化鉱物としては孔雀石、珪孔雀石、褐鉄鉱及び赤鉄鉱等が認められる。

### 3-2 S～2 孔

#### (1) 岩質及び構成

本孔はほぼ均質なトータル岩から成るが、深部で局部的（140 ～ 143 m）に斑状トータル岩がみられる。両者の関係は漸移的である。

トータル岩は帯緑灰色を呈し、変質部を除き堅硬せい弱である。

鏡下では半自形粒状組織を呈し、主成分鉱物として、双晶、累帯構造を有した半自形の斜長石（オリゴクレス）、波動消光を示した他形石英、半自形黒雲母及び普通角閃石等が認められ、副成分鉱物としてリン灰石、ジルコン及びクサビ石等が認められる。

斑状トータル岩の岩質は上記トータル岩とほとんど変わらない。本岩も S-1 の場合と同様不明瞭ながら斑状組織を有しているのでトータル岩と区別した。斑晶としては、斜長石（オリゴクレス）、石英、黒雲母及び普通角閃石が認められ、また、石基は石英、斜長石から構成されている（Tab. III-9）。

#### (2) 熱水変質作用（Tab. III-8, III-10）

本孔は全体的に中～強度の緑泥石化作用を受けており、その中に脈状の形態をなした石英－絹雲母化帯が所々に挟在しており（Tab. III-8）、S-1 のように同帯がまとまったゾーンをなしていない。この脈状石英－絹雲母化帯は数 cm から 3.5 m の見掛幅を有し、その傾斜は 25°～70°を示している。なお、緑泥石化作用及び石英－絹雲母化作用ともその変質度は S-1 の深度 1 ～ 58 m の場合低くなっており、代ってモンモリロナイト化変質作用が S-1 よりも強くなっている。この変質作用もまとまったゾーンはなしておらず、散在している。

上記の変質鉱物のほか、深度 32 m、114 m 及び 142 m にソータ東沸石及び濁沸石が認められた。

#### (3) 鉱化作用

本孔においても S-1 と同様の鉱化作用がみられるが、S-1 のようにまとまっておらず、ばらついている。

初生金属鉱物としては含有量の多い順に黄鉄鉱、黄銅鉱、輝水鉛鉱及び磁鉄鉱等が認められる。

黄鉄鉱は本孔全般にほぼ均一に鉱染状、細脈状をなして産する。細脈の場合は黄鉄鉱－輝水鉛鉱－石英脈の組み合わせが多い。ただ、本孔の所々にみられる石英－絹雲母化及び緑泥石化作用の弱変質部（黒雲母結晶の 10 ～ 40 % が非変質）では黄鉄鉱の量も減っている。

黄銅鉱は主として鉱染状をなすが、局部的には細脈としても産する。この黄銅鉱は中～強緑泥石化帯に比較的濃集しており、後述の輝水鉛鉱と異なり、石英－絹雲母化帯には少ない。また、









Tab II - 9 CUADRO DE VARIACION PETROGRAFICA EN SONDAJE S-2

Cuadro		PROSPECTO GALLETUE															Sondaje S-2																						
		DESCRIPCION MICROPETROGRAFICA DE LAS ROCAS Y SUS ALTERACIONES																																					
CORTE TRANS N°		5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	66	70	75	79	80	85	90	93	100	105	110	114	120	125	130	141	142	144	145	148	151					
TEXTURA	Fonolítica																																						
	Porfíro																																						
	Porfírica																																						
	Automorfa																																						
	Hipomorfa	X	X	X	X	X	X	X	X	X					X	X	X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X										
	Algo Heterogénea																																						
	Heterogénea																																						
Agregada de Alteración	X																X																						
TIPO MASA FUNDAM	Intercristal																																						
	Felsomáfica (Oz, pl, maf)																																						
	Alfítica																																						
	Masositas de Alterac																																						
	Tamaño grano																																						
MINERALOG Y ALTERAC MASA F	Oz grano fino																																						
	Oz gr fino y medio																																						
	Oz en cámulos	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
	Plag Automorfa																																						
	Plag Hipidiom	X	X																																				
	Ox entrecrec Oz																																						
	Bio fina fresca																																						
	Bio fina porz clorit																																						
	Bio fina total clorit																																						
	Bio fina clorit y sericit																																						
	Opacos asoc maficos	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
	Sericita diseminada																																						
	Sericita alterando plag	X	X																																				
Sericita en cámulos	X																																						
MINERALOGIA Y ALT FENOCRISTALES	Plagioclas fresca																																						
	Plag recrist. de, al																																						
	Alt K, sericita, calc																																						
	Intensidad alterac o e	M	L	F	P	L	P	L	L	R	M	F	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R		
	Ortoclasa primaria	X																																					
	Ortoclasa de plag	X																																					
	Bio cristalina fresca																																						
	Bio crist alit clorita	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
	Bio crist alit sericita																																						
	Antídoto fresco	X																																					
	Antídoto alit clorita																																						
	Cuarzo granular																																						
	Cuarzo ojos mono crist																																						
Cuarzo ojos policrist																																							
Andalucita																																							

\* numeración corresponde a profundidad en metros, del Sondaje  
 MF muy fuerte  
 F fuerte  
 R regular  
 L leve  
 ML muy leve



Tab. III-10 RESULTADOS DE DIFRACTOMETRIA DE RAYOS X, SONDAJE S-2  
(Abundancia relativa de minerales)

Muestra/Mineral	S2D-10	S2D-32	S2D-54	S2D-66	S2D-114	S2D-125	S2D-140	S2D-142
Cuarzo	+++		+++	++	++++	+	++	+++
Plagioclasa			+		++			+++
Sericita	++		+	+++		++++	+	
Clorita			+		+		+	++
Montmorillonita			+		++	++++		+++
Caolinita						+		
Biotita								++
Stilbita		++++			+++			
Laumontita							++	
Andalusita				++				



上記の弱変質部でも含有量は低くなっている。この黄銅鉱量と変質作用の関係を Cu 含有量（本孔にみられる銅鉱物は黄銅鉱のみであるので、Cu 値と黄銅鉱量は相関していると考えてよい）で表すと次のとおりとなる。

すなわち、中～強緑泥石化帯； Cu 0.85 %

石英—絹雲母化帯； Cu 0.39 %

弱緑泥石化帯； Cu 0.22 %

なお、S-2 の全孔平均 Cu 品位は 0.32% である（Fig. III-17）。また本孔における黄鉄鉱と黄銅鉱の量比は約 2 : 1 であり、S-1 より相対的に黄銅鉱が増えている（黄鉄鉱含有量は両孔の間に大きな差はない。）

輝水鉛鉱は、黄鉄鉱—輝水鉛鉱—石英の組み合わせ（稀に黄銅鉱を伴う）で細脈をなす場合が一般的で、鉱染状をなす場合は非常に少ない。また、同鉱は石英脈中で箔状あるいは散点状をなし石英に付着しているが、前者の場合が乏しい。

この黄鉄鉱—輝水鉛鉱—石英脈は多くの場合、石英—絹雲母化帯内部あるいはその周縁部に発達しており、モリブデンの鉱化作用が石英—絹雲母化変質作用と密接している現象は本孔においてもみられる。

なお、Mo 含有量と変質作用との関係は次に示すとおりである。

石英—絹雲母化帯； Mo 0.051 %（累計延長 41 m）

中～強緑泥石化帯； Mo 0.011 %（ ” 75 m）

弱緑泥石化帯 ; Mo 0.008 %（ ” 34 m）

なお、S-2 の全孔平均モリブデン品位は 0.022 % である（Fig. III-17）。

以上の結果に表れているとおり、S-1 の深度 0～58 m の Mo 品位 0.025 % と S-2 の全孔（150 m）平均 Mo 品位がほぼ等しい値を示しているが（Tab. III-11）、これは S-1 の場合、0～58 m 間バラツキの少ないほぼ均一な Mo 品位を示しているのに対し（Fig. III-4）、S-2 の場合は高品位部がまとまりを示しておらず、全体に分散しており（Fig. III-17）、かつその高品位部が S-1 の 1～58 m 間の品位より高い値を示している場合が多いため、S-2 の全孔平均値が上昇している。すなわち、S-1 における輝水鉛鉱の産状は比較的まとまりを示しているのに対し、S-2 の場合は分散していると云える。この点は前述のように石英—絹雲母化帯の分布状況と一致している。

磁鉄鉱は顕微鏡的量であるが、ほぼ全体にわたってみられ、産状の特徴は認められない。

本孔における鏡下観察に基づいた初生金属鉱物の晶出順序は次のとおりと解される。

黄鉄鉱	—————
磁鉄鉱	—————
黄銅鉱	—————
輝水鉛鉱	—————



(4) 酸化作用

本孔には酸化銅鉱は認められない。孔口より深度 20 m 付近まで、磁鉄鉱の一部が赤鉄鉱に、また、黄鉄鉱の一部が褐鉄鉱に交代されている程度である。

Tab. III-11 VALORES DE MEDIA Y DESVIACION STANDARD (Cu Y Mo), SONDAJES S-1 Y S-2

Población sin tamizar

	Cu (%)		Mo (%)	
	$\bar{X}$	S	$\bar{X}$	S
S-1 (0-58 m)	0,15	0,07	0,025	0,026
S-1 (0-150 m)	0,08	0,09	0,017	0,08
S-2 (0-151 m)	0,32	0,20	0,022	0,043

Población tamizada

	Cu (%)		Mo (%)	
	$\bar{X}$	S	$\bar{X}$	S
S-1 (0-58 m)	0,15	0,07	0,021	0,017
S-1 (0-150 m)	0,07	0,08	0,017	0,08
S-2 (0-151 m)	0,31	0,17	0,020	0,03





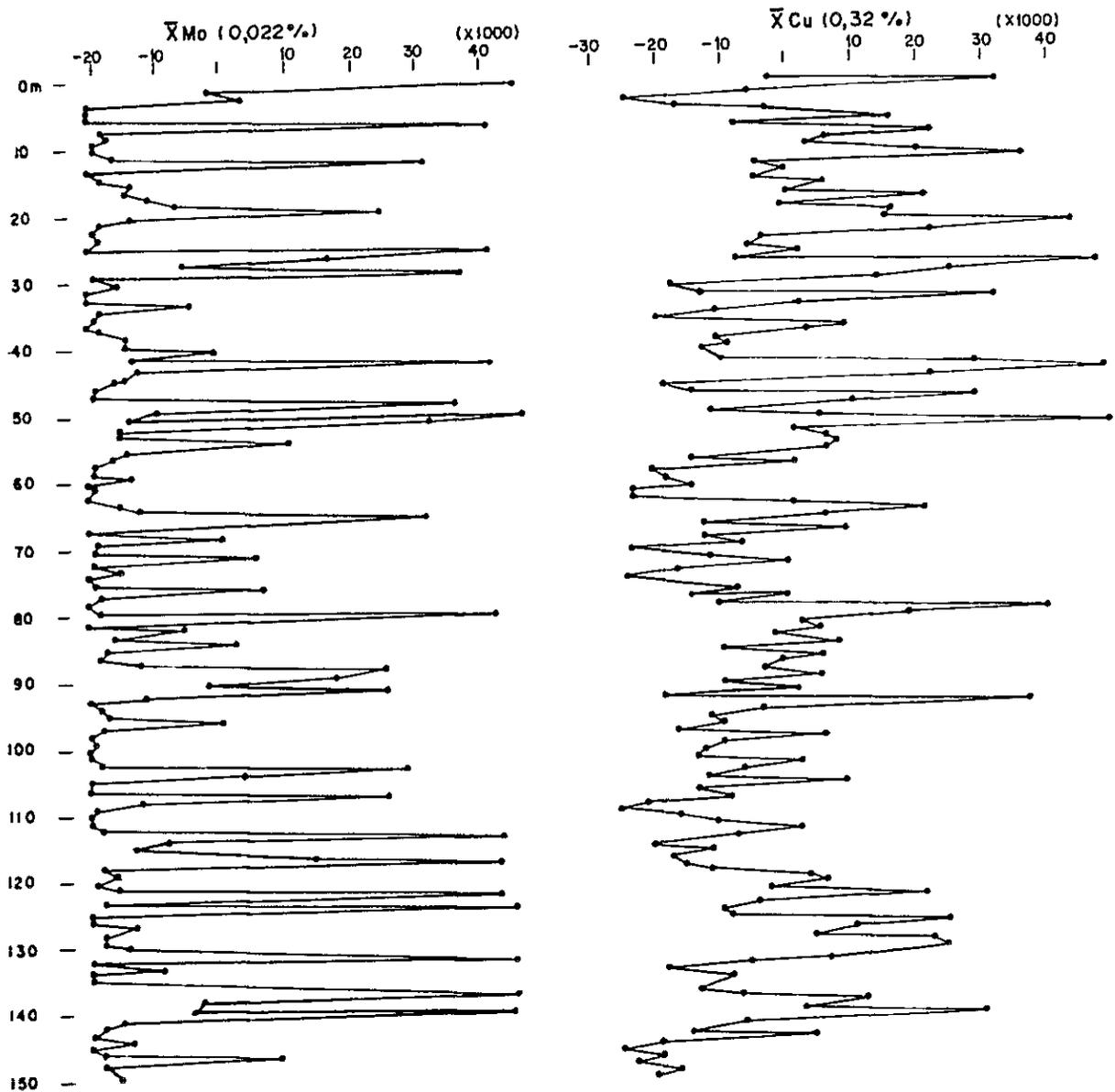


Fig. III-17 DISTRIBUCION DE LOS CONTENIDOS DE Cu Y Mo EN RELACION A  $\bar{X}$ , SONDAJE S-2



## 第 4 章 結 論

以上の試錐探鉱結果を要約すると、下記のとおりとなる。

- (1) 試錐探鉱延長は S-1 : 150 m, S-2 : 151.10 m, 合計 301.10 m である。
- (2) 試錐作業成績は総掘進作業方当り延長 (2 孔平均) 885 m, また, 実掘進作業方当り (2 孔平均) 9.71 m である。
- (3) 2 孔のコア採取率は 98.5% であった。
- (4) S-1 では, 深度 1 ~ 58 m においてモリブデンの弱鉱化帯 (Mo 0.025%, Cu 0.15%) を把握した。S-2 においてもモリブデンの鉱化作用は認められるが, S-1 のようなまとまりはなく, 脈状をなしかつ分散しており, 代って銅の有望鉱徴を把握した (全孔平均 Cu 0.32%, Mo 0.002%)。
- (5) また, 両孔において, 鉱化作用と熱水変質作用の間に明瞭な関係がみられた。すなわち, モリブデン鉱化作用は石英-絹雲母化変質作用と密接しており, 銅鉱化作用は中～強緑泥石化変質作用と密接な関係をもっている。



### Ⅲ — 4 Galletué 地区 総括

## 第 1 章 総合検討

以上に述べたとおり、今までに種々の調査、探鉱が本地区に対して実施されてきた。これらの結果の総合的検討を以下に記述する。

### 1-1 鉍化変質作用

Galletué 鉍化帯には、巨視的にみると、その中心から外側に向って、Ⅰ) 石英—絹雲母帯、Ⅱ) 弱絹雲母—緑泥石帯、Ⅲ) 緑泥石—緑れん石帯、Ⅳ) 弱変質帯（第三年次報告書における脈状変質帯に相当）等の熱水変質作用の累帯分布がみられる。一方、鉍化作用としては、黄銅鉍、輝水鉛鉍及び黄鉄鉍が主要なものであるが、このうち前二者の鉍化作用は上記熱水変質作用と次のような密接な関係がある。すなわち、黄銅鉍はⅡ)の弱絹雲母—緑泥石帯に比較的多く濃集しており、また輝水鉛鉍は石英—絹雲母帯に比較的多く産している。このことは第3章3-2(3)に示したCu、Mo品位と変質作用との関係から明瞭である。なお、Ⅲ)及びⅣ)の変質帯における黄銅鉍及び輝水鉛鉍の含有量は極く微量であり両帯において将来共経済的量の濃集部を見出すことは期待できない。従って本地区における銅、モリブデンの探鉱にとって、Ⅰ)及びⅡ)の変質帯が重要である。

石英—絹雲母帯及び弱絹雲母—緑泥石帯における変質鉍物の産状は石英及び絹雲母の組み合わせからなる部分と緑泥石を主体に少量の石英、絹雲母を伴った部分とが互層状を成しており、両帯の違いは各部分の占める割合の違いだけである。このような変質鉍物の産状及び同鉍物組み合わせの変化等から判断すると、本鉍化帯における熱水変質作用は割目を中心に発達し、その中心部に石英、絹雲母を主として生成し、周辺部に向って徐々に弱まり、周辺部では変質鉍物の組み合わせもより低変質度の緑泥石—弱絹雲母へと変化していったものと考えられる。従って、その割目は石英—絹雲母帯が密で、それから離れるに従って粗になっているものと思われる。

本章前半に述べたように、熱水変質作用と鉍化作用が密接していることから、変質分帯に主要鉍石鉍物を組み合わせるとa)輝水鉛鉍—石英—絹雲母帯、及びb)黄銅鉍—弱絹雲母—緑泥石帯と成る。これらの形態、規模を今までの地質調査及び今回の物理探査等のデータに基づいて推定すると次のとおりとなる。

a)の輝水鉛鉍—石英—絹雲母帯はS-1付近を南限とした最大幅約500m、延長（東西）約1,300mの不規則な楕円状を成しているものと想定される。また、b)の黄銅鉍—弱絹雲母—緑泥石帯は上記a)帯を不完全ながら取り囲むように分布し、特にa)帯の東側で幅広く（900m前後）



発達していることが予想される。その伸びはほぼ東西 ( $1\text{ km} + \alpha$ ) をなし、また本帯の東限は未だ把握されておらず、更に東方に拡大される傾向を示している。しかし、それが更に  $1\text{ km}$  も延びるということは、周辺の地質資料から期待できない。なお、本帯の中で黄銅鉱の濃集が最も期待できる地点は本年次実施された I P 法探査の測線 1,000 E、測点 200 N ~ 300 N 付近である。

本鉍化帯には極く薄い酸化-溶脱帯が皮殻状にその頂部に発達しているが、その深さは地表から 2 ~ 5 m 程度で、その下位は二次富化帯を欠き、直接初生鉍化帯に移っている。なお、上記 a) 及び b) 帯の深さは本年次物理探査の結果からすると、地表下せいぜい 150 m 付近までしか見込まれないが、仮にそうだとすると銅、モリブデンの濃集した部分は、その幅に対して厚さが極端に薄い。このことは、本鉍化帯の侵食が大きいことを意味するか、あるいは垂直的に何等かの規制が働いたのか未だ判然としないが、後者を暗示するデータの 1 つとして、本鉍化帯付近に発達している割目の性状がある。同割目には、その主要なものとして  $N 30^{\circ}W$  系、 $N 60^{\circ}W$  系、及び  $N 75^{\circ}W$  系の 3 系統がみられ (第三年次報告書 PL. III-11 参照)、これらが本鉍化帯付近で最も錯そうしているようにみられるが、このうち、後二者の割目は  $30^{\circ} \sim 70^{\circ}S$  と比較的緩傾斜を成しており、この 2 系統の割目に主として鉍化変質作用が規制されているならば、上記の鉍化変質帯は緩傾斜を成すことになる。この裏付資料の 1 つとして、S-1 及び S-2 で観察される石英-絹雲母帯が  $15^{\circ} \sim 70^{\circ}$  の傾斜を有し、このうち  $35^{\circ}$  前後が最も頻度が高い、というデータがある。また、この他本鉍化帯の南西部の弱変質帯で、 $N 60^{\circ}W$  系、 $30^{\circ}S(\pm)$  の割目に胚胎した黄銅鉱、輝水鉛鉱、石英-絹雲母の平行細脈が観察されている (第三年次報告書)。また、前述の I P 法探査におけるシミュレーションの結果でも、本鉍化帯の形態を比較的薄い何枚かの層 (少なくとも 2 枚) としてとらえている。このことは緩傾斜割目に胚胎した鉍化変質帯を考えた方が考えやすい。

以上のことを考え合せると、本鉍化帯は  $N 60^{\circ}E$  系と  $N 75^{\circ}W$  系の比較的緩傾斜の割目の最も密に交錯した箇所を中心とし、主としてそれらの割目に規制、形成された可能性も十分考えられる。このことを信頼度の高いものとして述べるためには、更に多くのデータの集積が必要であり、今度の問題点として残されている。

## 1-2 関係火成岩

第三年次地質調査において、Galletué 鉍化帯の鉍化変質作用は判然としないながらも斑状トータル岩と密接していると考察した (第三年次報告書)。また、本年次試錐探鉍においても、確かに斑状組織を有したトータル岩が観察されるが、完晶質半自形粒状組織のトータル岩 (第三年次報告書による中粒質トータル岩) との境は前述したように不明瞭で漸移的にその組織が変化しているように観察される。すなわち、一般的にみられるような貫入岩と被貫入岩の境を示していない。この点は次のようなことが考えられる。

すなわち、斑状トータル岩がキュボラ的な貫入岩体として形成され、より深部で大規模貫入岩





体のトーナル岩と連続しており、現在観察している箇所がキュボラと大規模貫入岩体の境界付近に位置しているのではないか、という考え方である。その境界付近では両性質が漸移的に共存しても不思議でないと考えられるからである。

従って、この鉍化変質帯はトーナル岩体のキュボラ的な箇所に主として形成されたのではないかと想定される。このような考え方からすると本鉍化帯の関係火成岩はトーナル岩ということになり、その胚胎の場がキュボラ的な産状を呈した箇所ということになる。しかし、この考え方も未だ証拠不十分であり、今後の調査の進展に待たねばならない。

### 1-3 チリ国中～北部のポーフィリー・銅型鉍床との相違点

現在、チリ国におけるポーフィリー・銅型鉍床の賦存は同国中央に位置した El Teniente 鉍床を南限として考えられている。しかし、前述したような同型鉍床に類似した Galletué 鉍化帯が、上記鉍床の南部 600 Km にて把握されたことは同国にとってその意義は大きいものと思われる。ただ、両者の間には 2, 3 の相違点がみられるため、この点を特に明記して今後への問題提起としたい。

1) 中～北部の同型鉍床の多くの場合は酸性の岩株を中心にそれと密接して形成されており、その岩株と被貫入岩との間には明瞭な境がみられる。すなわち、両者の間に、はっきりした時代差がみられる。それに対して、Galletué 鉍化帯の場合は前項 1-2 に考察したように大規模バソリスの一部のキュボラ的な産状を示した箇所に胚胎しているように思われる。すなわち、同鉍化帯には、直接的な関係火成岩（間接的には上記バソリスと関係しているものと思われるが）の存在が不明瞭である。

2) 一般的に、中～北部の同型鉍床の場合石英-絹雲母帯に無数、かつ多方向の石英細脈が発達しているが、この鉍化帯の場合それが劣勢であり、かつ割目系もより単調で、N 60°E 系と N 70°W 系の二方向が目立つ程度である。しかも予想される鉍化帯の範囲が、細長い帯に近い形状を成している。また、予想される鉍化帯の厚さが面積に比べて極端に小さい。すなわち、薄い板状の形態が考えられる。これは、一般的に塊状を成す中～北部の場合と大きく相違する点である。しかし、この形態については、2 孔の試錐と物理探査の結果だけからの推定であるため、はっきりしたことは今後の探鉍の進展に待たねばならぬ。

3) 中～北部のポーフィリー・銅型鉍床の場合、鉍化作用と熱水変質作用の関係は初生銅鉍（モリブデン鉍を随伴）と石英-絹雲母化作用、黄鉄鉍と緑泥石化作用が一般的である。これに対し Galletué 鉍化帯の場合は銅、モリブデンとも低品位であるが、傾向として、銅鉍は石英-絹雲母化変質帯よりもその周囲の弱い絹雲母化作用を伴った緑泥石化変質帯により濃集している。なお、モリブデン鉍と変質作用との関係において、両鉍床間に相違はみられない。

以上のような相違点の解明が、Galletué 鉍化帯に対する評価に大きく影響してくるものであり、今後の探鉍で注目して行く必要がある。



## 第 2 章 結論及び将来への展望

以上の結果を要約し、これに基づいた将来への展望を下記する。

- (1) Galletué 鉍化帯はその中心から外側に向って、ⅰ)輝水鉛鉍—石英—絹雲母帯、ⅱ)黄銅鉍—弱絹雲母—緑泥石帯、ⅲ)緑泥石—緑れん石帯、ⅳ)弱変質帯の分帯が可能である。このうち、後二者にも微弱な鉍化作用がみられるが、経済的量の濃集は期待できない。
- (2) ⅰ)帯は S-1 の北 250 m 付近を中心とし東西に長く延びた楕円状を成し、その平面的規模は最大見積って 500 × 1,300 m と想定される。ⅱ)帯は ⅰ)帯の東 500 m 付近で更に広く ( 900 m 前後 )、ⅰ)帯の付近では狭く、あるいは一部未発達になっているものと想定される。この ⅱ)帯の肥大部で有望な硫化鉍物の濃集が、物理探査の結果期待できる。なお、ⅱ)帯の東部は更に東に拡大される可能性を秘めている。
- (3) ⅰ)及び ⅱ)帯の深部への発展は未だ明らかにされていないが、地表下極浅部から深度 150 ~ 200 m が注目範囲と考えられる。
- (4) 昨年度の調査で地域北部に分布する第四系堆積物の下部に Galletué 鉍化帯の北部延長を期待したが、今次物理探査の結果、その可能性は極めて少ないものとなった。
- (5) 以上の結果から判断して、今後、ⅰ)及び ⅱ)帯の規模並びに鉍況確認のため、少なくとも 5 孔の試錐探鉍の実施が望まれる。その際、試錐深度は 200 m 前後が適当と考えられる。
- (6) ⅱ)帯の東部への発展確認のため、本年次と同程度の精度の IP 法電気探査の実施が望まれる。
- (7) 本章(1)に述べたように、モリブデンの鉍化作用と石英—絹雲母化変質作用、銅のそれと弱絹雲母化作用を伴った緑泥石化作用等の間に密接な関係がみられる。両変質作用は本鉍化帯の探査にとって最も有効な指針となろう。
- (8) 関係火成岩については、未だ種々の問題が未解決として残されているが、斑状トータル岩の分布域は今後共注目して行く必要がある。
- (9) 割目の問題も関係火成岩と同様、今後のデータの蓄積に待たねばならないが、多系統割目の錯そう部は今後共注目して行く必要がある。



付 記

K-Ar 法絶対年代測定について



Francisco Munizaga \*

Francisco Hervé\*

## 1 緒 言

今般行った K-Ar 法による絶対年代測定について以下記述する。

今般 9 個の試料が本測定に供され、ブラジル国 Sao Paulo 大学地質年代研究センターで測定された。

本試料は Coihueco - Recinto 地域から 7 個、Otué 地区から 1 個、及び Galletué 地区の試錐コア (S-1 孔, 深度 48 m) から 1 個鏡下観察によって選ばれたものである。同試料の大部分は新鮮な花崗岩類で、一部が熱水変質を受けていた。

## 2 分析方法

Sao Paulo 大学で現在採用されている K-Ar 法は Amaral 他 (1966) によって詳しく記載されている。

岩石のままの、あるいは鉱物に分離された試料は粉碎され、定量 (0.2-5 g) された後、ガス浄化のため Cu-CuO 及びチタンによる ultvaració 様式で誘導加熱し溶解された。遊離したガスは同位体希釈分析のため、濃縮トレーサーとして Ar<sup>38</sup> の alicuota を使用して同定された。なお、同定はマス・スペクトロメーターによった。

K の同定は原子吸光法 (AA) によった。また年代算出に使用された K<sup>40</sup> の常数は次のとおりである。

$$\lambda_{\text{Tot}} = 0.530 \times 10^{-9} \text{年}^{-1}$$

$$\lambda_{\text{K}} = 0.585 \times 10^{-9} \text{年}^{-1}$$

$$\text{K 中の原子量 \% / K}^{40} = 0.0119$$

分析試料は岩石が 6 個、黒雲母 3 個、であった。また、純度 95% 以上の鉱物分離は浮遊及び磁力分離によった。

## 3 分析条件及び結果

測定結果は Apéndice Tab.2 に示されており、また同表で採用されている各記号の意味は下記のとおりである。

\* チリ大学地質学部 ( Departamento de Geología, Universidad de Chile, Santiago, Chile )





Mineral	年代測定に供された鉱物。( BIO: 黒雲母, RTO: 全岩 )
75 % K	K同定における分析誤差
Ar <sup>40</sup> RAD	cm <sup>3</sup> STP/g 中の放射性元素 / Ar <sup>40</sup>
E - 07	指数値
Atm. Ar %	大気中のアルゴン量 (%)
Edad. M.A.	決定年代 ( 百万年 )
Error Edad M.A.	測定年代分析誤差

#### 4 検 討

本測定によって得られた年代は、岩石に作用した最終熱現象を示している。従ってその数値は岩石の最小年代を表している。測定された岩石の形成過程からすると、その年代は、岩石の結晶作用の時期、あるいは岩石形成後その岩石に起ったある種の地質的現象に相当するといえよう。

試料No S1-48は Galletué 地区の S-1 孔の強絹雲母化変質帯より採取した試料であるが、絹雲母の量が十分でなかったため、変質鉱物も含めた全岩を対象に分析が行われた。従ってその結果の数値は母岩の結晶作用の時期とその後に行われた絹雲母化作用の両時期がミックスしたものと表されているものと解される。

試料No B-55は Coia de Zorro層の安山岩溶岩より採取したものであるが、放射能元素のArの含有量が少なく、Apéndice Tab. 2 に示されているように測定値の最大値と最小値の間にかんがりの開きがある。従って同者の年代を考察する場合地質調査の資料も加味した総合的解釈が必要である。

試料No B-51は花崗閃緑岩中の黒雲母を測定試料に選んだが、同鉱物には二次性の電気石が含有されており、同岩が固結後熱変成を受けている可能性がある。

試料No C-142は Ar抽出の過程で問題があり、再測定を行った。また、本試料は絹雲母化作用及び緑泥石化作用を受けており、従って実際の年代より若い年代が表れているものと解される。

試料No C-22には二次黒雲母及び熱水変質作用による粘土鉱物が認められ、従って、実際より若い値が得られているものと解される。



## REFERENCIAS



## REFERENCIAS

- Aguirre, L. , 1960; "Geología de Los Andes de Chile Central, prov. de Aconcagua". IIG. Bol. N° 9-Santiago.
- Ambrus, J. y Soza, H. , 1969; "Informe geológico pertenencias Copihue 1-200". Informe inédito. IIG.
- Burckhardt, C. , 1900; "Coupe geologique de la Cordillera entre Las Lajas et Curacautín" Ann. Museo de La Plata, v. III. La Plata, Argentina.
- Drake, R. , 1974; "The chronology of Cenozoic igneous and tectonics events in the central Chilean Andes". IAVCEI. Int. Symp. Volcanology. Santiago.
- Fuenzalida, H. , 1965; Clima en "Geografía Económica de Chile". Corfo.
- Ginzburg, I. , 1960; "Principles of Geochemical Prospecting". Pergamon Press.
- González, F. , 1978; "Exploración geológica en la región cordillerana de la prov. de Ñuble, VIII Región". Informe inédito, IIG.
- González, O. y Vergara, M. , 1962; "Reconocimiento geológico de la Cordillera de Los Andes entre los paralelos 35° y 38° latitud sur". U. de Chile. Instituto de Geología. Publ. 24. Santiago.
- Hemmer, A. , 1935; "Informe petrográfico preliminar sobre las rocas de Queuco". Inédito.
- IIG-MMAJ. , 1978; "Informe del reconocimiento geológico del área Coihueco (Ñuble)-Lonquimay (Malleco), Central-Sur de Chile. Fase



III". Programa de exploración minera. Gobierno de Japón-Gobierno de Chile. Informe inédito IIG.

Serrano, L., 1975; "Prospección minera de la región cordillerana de la Provincia de Bío-Bío". Informe inédito. IIG.

Vergara, M. y Munizaga, F., 1974; "Age and evolution of the Upper Cenozoic Andesitic Volcanism in Central South Chile". Geol. Soc. Ann. Bull v. 85. pp. 603-606.





## **APPENDICES**



## (1) Area Coihueco-Recinto

Muestra N°	Ubicación	Formación o unidad	Roca	Descripciones microscópicas	Observaciones
A-10	Cerca de Calabozo	Unidad Volcánico-sedimentaria Pierna Blanca	Andesita cloritizada	La roca es microcristalina y tiene una pequeña cantidad de fenocristales (5%). Los fenocristales corresponden a plagioclasa y clinopiroxeno euhedrales débilmente cloritizados. La masa fundamental está dominada por pequeños cristales de plagioclasa de forma tabular con granos de minerales opacos intersticiales. A veces se encuentran vetillas de cuarzo penetrando en la masa fundamental.	Fig. 1-(1) - 1)
A-56	Area de Minas del Prado	Formación Cola de Zorro	Andesita	La roca es microcristalina. Los fenocristales (2%) son solo de plagioclasa euhedral. La masa fundamental consiste en delgados cristales de plagioclasa. La clorita se distingue como núcleos (15% de la roca). Se observa también una pequeña cantidad de minerales opacos diseminados en los sectores cloritizados y algunas venillas de zeolita de 0,3 mm cruzan la roca.	Fig. 1-(1) - 2)
A-62	Area de Minas del Prado	Unidad Volcánico-sedimentaria Pierna Blanca	Contacto entre dacita silicificada y toba de lapilli	La dacita tiene feldespato potásico y plagioclasa como fenocristales. La masa fundamental contiene abundante feldespato potásico y menor cantidad de plagioclasa. Se observa también pseudomorfo de clinopiroxeno. La roca esta fuertemente silicificada (40%), sericitizada y cloritizada. Hay muchos minerales opacos delgados diseminados con granos de cuarzo. La toba de lapilli tiene fragmentos de andesita traquítica, de 3 a 7mm, fuertemente cloritizada. La roca está menos silicificada comparada con la dacita y tiene menos minerales opacos.	Fig. 1-(1) - 3)
A-67	Area de Minas del Prado	Formación Cola de Zorro	Andesita dacítica	La roca es microcristalina. Los fenocristales son feldespato potásico y plagioclasa alterada a clorita (30%). La masa fundamental consiste en feldespato potásico y plagioclasa de forma tabular y grano fino. Los minerales accesorios son rutilo y minerales opacos en pequeña cantidad. En la masa fundamental algunos de los espacios están por cuarzo prismático, se observa zeolita y clorita.	Fig. 1-(1) - 4)



Muestra N°	Ubicación	Formación o unidad	Roca	Descripciones microscópicas	Observaciones
A-74-11	Id	Unidad Volcánico-sedimentaria Pterna Blanca	Toba de lapilli levemente silicificada	Esta roca consiste de fragmentos de rocas angulares y matriz de toba riolítica. Los fragmentos corresponden a riolita y obsidiana. La matriz tiene fenocristales de cuarzo, feldespato potásico y plagioclasa; la masa fundamental consiste de cuarzo euhedral y feldespato potásico. Los minerales secundarios son clorita y epidota diseminados en la masa fundamental. Las vetillas y agregados de cuarzo a veces reemplazan una parte de la masa fundamental o curzan los fragmentos de roca. La cantidad de cuarzo es casi el 7% de la roca.	Fig. 1-(1) - 5)
B-2	Rfo Chillán	Unidad Volcánico-sedimentaria Pterna Blanca	Arenisca volcánica de grano medto	La roca tiene textura clástica. La mayoría de los granos constituyentes son fragmentos de andesita subredondeados de 0,6 a 1 mm. Entre éste hay cuarzo subredondeado, feldespato potásico, plagioclasa y pequeñas cantidades de clinopiroxeno de 0,3 a 0,5 mm de largo y parcialmente sericitizados. La roca está bien seleccionada y compactada.	Fig. 1-(1) - 6)
B-16-1	Estero Pterna Blanca	Id	Tonalita (rodado del conglomerado)	La roca es holocristalina y de textura granítica. La mayoría de los minerales constituyentes son cuarzo subhedral (1 a 3 mm) plagioclasa euhedral (2 a 5 mm) y biotita (1 a 2 mm). Entre estos existe una pequeña cantidad de feldespato potásico anhedral (microclina). La plagioclasa (oligoclasa-andesina) tiene estructura zonal está parcialmente sericitizada (5% de los granos).	Fig. 1-(1) - 7)
B-16-4	Id	Unidad Volcánico-sedimentaria Pterna Blanca	Andesita cloritizada	La roca tiene textura intergranular. Los fenocristales son plagioclasa euhedral (1,5 a 4 mm) y una pequeña cantidad de cuarzo subhedral. Se observa también pseudomórfo de clinopiroxeno. Los cristales de plagioclasa están cloritizados y sericitizados. La masa fundamental consiste de plagioclasa tabular y escasamente cloritizada.	Fig. 1-(1) - 8)
B-17	Id	Pórfido	Pórfido granodiorítico	La roca es holocristalina y tiene textura porfírica. Los porfiroblastos son cuarzo, feldespato potásico y plagioclasa de 2 a 6mm. La plagioclasa es de composición oligoclasa. La masa fundamental consiste en cuarzo anhedral y	Fig. 1-(1) - 9)



Muestra N°	Ubicación	Formación o unidad	Roca	Descripciones microscópicas	Observaciones
				feldespato potásico de grano fino (0,1 a 0,2 mm). Sericita, epidota y menor proporción de clorita reemplaza el feldespato parcialmente.	
B-18	Estero Pierna Blanca	Roca intrusiva	Granodiorita de biotita y hornblenda	Roca de textura hipidiomorfa granular. Constituida por plagioclasa (35 %) en prismas subautomorfos de 0,2 a 2 mm de largo; cuarzo (20 %) en granos de forma irregular, intersticiales de menos de 1 mm; feldespato potásico (10 %) en cristales irregulares menores de 1 mm; biotita (15 %) en cristales subhedrales de 0,2 a 1 mm, frescos; anfíbola (15 %) en prismas subautomorfos de hasta 2 mm y también en agregados de cristales pequeños, al parecer reemplazando a piroxenos. Minerales opacos, zircon y apatita como minerales accesorios y algo de epidota y clorita como minerales de alteración.	Fig. 1-(1) - 10)
B-23	Estero San José	Dique	Andesita de hornblenda	La roca es afanítica y tiene textura intergranular. Los fenocristales son plagioclasa euhedral ( $\pm 1$ mm) y pequeña cantidad de hornblenda (1,2 mm). La masa fundamental consiste de plagioclasa (0,03 mm) cuarzo secundario, calcita y clorita reemplazan los fenocristales y masa fundamental.	Fig. 1-(1) - 11)
B-51	Estero San José	Roca intrusiva	Granodiorita	Roca de textura hipidiomorfa granular. Está constituida por cristales subautomorfos de plagioclasa (35 %) de hasta 3 mm de largo; cuarzo (25 %) en granos irregulares de hasta 1,5 mm de diámetro; ortoclasa (15 %) intersticial, micropertítica, algo turbia; diopsido (10 %) en cristales subautomorfos de hasta 2 mm de largo, parcialmente alterados a anfíbola, que se presenta entrecrecida con minerales opacos; biotita (10 %) en cristales subautomorfos irregulares de 0,2 a 1,5 mm de largo, en cristales aislados o entrecrecidas con anfíbola o con turmalina que se encuentra diseminada en la roca.	Fig. 1-(1) - 12)
B-55	Río Chillán	Formación Cola de Zorro	Andesita de olivina y clinopiroxeno	Roca de textura porfírica y masa fundamental intersertal. Fenocristales de plagioclasa (10 %) subautomorfos de 0,2 a 1,5 mm, olivina (2 %) en cristales subautomorfos de 0,5 mm que presentan corona de reacción de clinopiroxeno; y clinopiroxenos (2 %) en	Fig. 1-(1) - 13)





Muestra N°	Ubicación	Formación o unidad	Roca	Descripciones microscópicas	Observaciones
				<p>crisales irregulares menores de 1 mm. Hay escasos microfenocristales de magnetita de 0,2 mm de diámetro. La masa fundamental está constituida por un agregado de plagioclasa, clinopiroxeno, minerales opacos y vidrio intersticial de color verde oscuro.</p> <p>(El agregado de cristales de plagioclasa presenta un tamaño medio inferior a 0,1 mm.</p>	
B-58	Area de Los Azules	Roca intrusiva	Granodiorita	<p>La roca es holocristalina y equigranular. Está constituida por cuarzo subhedral (17%) feldespato potásico (8%), plagioclasa (52%), biotita (9%), hornblenda (12%) y minerales opacos en pequeña cantidad. El feldespato potásico tiene textura de microclina y la plagioclasa presenta macla de albita. La sericita reemplaza una parte de los feldespatos.</p>	Fig. 1-(1) - 14)
B-65	Id	Unidad Volcánico-sedimentaria Pier-na Blanca	Toba de lapilli dacítica débilmente silicificada	<p>La roca tiene una pequeña cantidad de fragmentos de roca subredondeados de andesita sin fenocristales y andesita vítreo. El tamaño de éstos varía entre 0,07 a 3 mm. La matriz es una toba dacítica. Los fenocristales corresponden a feldespato potásico y plagioclasa. Están débilmente sericitizados y parcialmente sauseritizado. La masa fundamental está constituida por cuarzo de grano fino y feldespato potásico menor de 0,1 mm de largo.</p>	Fig. 1-(1) - 15)
B-68	Id	Formación Cola de Zorro	Microbrecha	<p>La roca tiene textura brechosa. Incluye cuarzo fragmental, feldespato potásico, plagioclasa y granos de biotita. Las formas son subredondeadas a subangulares y la mayoría corresponde a cristales de cuarzo. Los intersticios están rellenos con minerales alterados como clorita y epidota. En la textura de los granos de cuarzo se observa a veces que parecen estar quebrados en fragmentos debido a choque y roce entre los mismos.</p>	Fig. 1-(1) - 16)
B-76	Id	Zona silicificada	Rocas silicificadas	<p>La roca tiene textura holocristalina y hologranular. Los minerales constituyentes son fundamentalmente granos de cuarzo anhedral y pequeña cantidad de cristales de apatita. También existe muscovita entre los granos. El tamaño promedio de los granos varía entre 0,3 a 1 mm.</p>	Fig. 1-(1) - 17)



Muestra N°	Ubicación	Formación o unidad	Roca	Descripciones microscópicas	Observaciones
B-77	Area de Los Azules	Metamorfitas de Los Azules	Gneiss de biotita	La roca tiene una textura gnéssica típica. Los minerales máficos son solo biotita euhedral de 0,3 a 0,7 mm de largo y los minerales sálicos plagioclasa euhedral, cuarzo anhedral y feldespatos potásico. Se observa a veces granos porfiroblásticos de cuarzo y plagioclasa. Los feldespatos están un poco alterados por sericita (3%). Los granos de biotita contienen una pequeña cantidad de minerales opacos.	Fig. 1-(1) - 18)
C-01A	Area de Minas del Prado	Unidad Sedimentaria La Segunda	Andesita (rodado de conglomerado)	La roca es afanítica y tiene textura intersertal. Los fenocristales son plagioclasa, clinopiroxeno, ortopiroxeno y hornblenda euhedrales. La hornblenda muestra color axial pardo y en el borde los cristales están rodeados por pequeños granos de minerales grisáceos. La masa fundamental consiste en abundante plagioclasa tabular de grano fino y menor cantidad de microlitos de feldespato potásico. La clorita altera solo una parte de la ortopiroxena. Se observa también una pequeña cantidad de apatita, zircón y epidota.	Fig. 1-(1) - 19)
C-02	Aproximadamente 2 km al norte de la Segunda de Niblinto	Unidad Volcánico-sedimentaria Piedra Blanca	Toba de lapilli	La roca tiene algunos fragmentos de roca subangulares de 1 mm a 1 cm de largo. La matriz semeja una toba vítreo y está compuesta principalmente por esquirlas de vidrio perlítico y microlitos. Los tipos de fragmentos de rocas son andesita traquítica y vidrio perlítico. La mayoría del vidrio está reemplazado por clorita (50%).	Fig. 1-(1) - 20)
C-15A	1,5 km al noreste de la Segunda de Niblinto (cerca del río Cato)	Dique	Andesita de piroxeno	La roca tiene textura intersertal. Los fenocristales son de plagioclasa euhedral de tamaño variable entre 2 y 5 mm y pseudomorfos de clinopiroxeno. La plagioclasa tiene macla de albita y está parcialmente cloritizada (3 a 4%). La clorita reemplaza completamente los minerales máficos. La masa fundamental está constituida por plagioclasa tabular, ortopiroxeno y clinopiroxeno de tamaño variable entre 0,04 a 0,07 mm, una pequeña proporción de éste está cloritizada (1-2%).	Fig. 1-(1) - 21)
C-22	Afluente del Estero Labranza	Unidad Volcánico-sedimentaria Piedra Blanca	Toba soldada alterada	La roca es afanítica y tiene textura típicamente soldada y algo fluidal. Los fenocristales son cuarzo subhedral (0,7 a 1,5 mm de largo), feldespato potásico (0,7 a 1 mm de largo) y plagioclasa. La matriz es microcristalina y tiene muchas esquirlas	Fig. 1-(1) - 22)



Muestra N°	Ubicación	Formación o unidad	Roca	Descripciones microscópicas	Observaciones
				de feldespato potásico y está alterada por minerales de arcilla. Se observa también biotita secundaria.	
C-43	Area de Minas del Prado	Formación Cola de Zorro	Andesita cloritizada	La roca tiene textura Intersertal y amigdaloidal. Los fenocristales son plagioclasa euhedral altamente sericitizada (70%) y pseudomorfo de clinopiroxeno reemplazado por clorita. La masa fundamental consiste de plagioclasa tabular de largo menor de 0,05 mm y microlitos. La roca tiene cuarzo prismático amigdaloidal característico, zeolita y agregados de clorita en la masa fundamental. El tamaño varía de 0,2 a 0,7 mm.	Fig. 1-(1) - 23)
C-46-2	Area de Minas del Prado (restos de rajo)	Formación Cola de Zorro	Andesita de clinopiroxeno	La roca tiene textura afanítica e intersectal. Los fenocristales son de plagioclasa euhedral de 0,07 a 0,2 mm de largo. La masa fundamental está compuesta por plagioclasa (0,1 a 0,2 mm) feldespato potásico (1 mm) y clinopiroxeno (0,02 a 0,7 mm). La clorita reemplaza al clinopiroxeno (50%); también arcilla reemplaza a los fenocristales de plagioclasa a lo largo del clivaje.	Fig. 1-(1) - 24)
C-60	0,2 km al norte del Rfo Niblinto (área de Loma Bonita)	Formación Cola de Zorro	Andesita de clinopiroxeno cloritizada	La roca tiene textura afanítica e intersertal débilmente traquítica, Los fenocristales están constituidos por abundante plagioclasa y una pequeña cantidad de feldespato potásico y clinopiroxeno. Estos están alterados a sericita (10%) y clorita (30%). La plagioclasa tabular y euhedral predomina en la masa fundamental y está reemplazada en partes por clorita (10%). Se observa también algunos minerales opacos de 0,04 a 0,07 mm. Esta roca tiene algunos poros con orientación levemente paralela. En éstos se disponen clorita cristalizada en forma de faja y granos de cuarzo prismático amigdaloidal ocupando la parte interior.	Fig. 1-(1) - 25)
C-65	Rfo Niblinto	Unidad Volcánico-sedimentaria Piedra Blanca	Toba de lapilli	La roca tiene muchos tipos de fragmentos de roca de tamaño variable. Estos consisten de toba vítreo de cristales, obsidiana, andesita limonitizada y cloritizada y andesita de piroxena. La forma es angular y subangular y el tamaño varía de 3 mm a 5 cm de largo. La matriz semeja una toba vítreo. Los fenocristales son de cuarzo fragmental, plagioclasa y clinopiroxeno y la masa fundamental está constituida por cuarzo de grano muy fino, feldespato potásico,	Fig. 1-(1) - 26)



Muestra N°	Ubicación	Formación o unidad	Roca	Descripciones microscópicas	Observaciones
				plagioclasa (menor de 0,04 mm) y muchas esfirras de vidrio y microlitos.	
C-108	5 km al sureste de Minas del Prado	Formación Cola de Zorro	Andesita basáltica de clinopiroxeno	La roca tiene textura intersertal. Los fenocristales consisten en plagioclasa euhedral (1 a 1,5 mm) y clinopiroxeno (0,3 mm). En la masa fundamental hay abundante plagioclasa de grano fino (menor de 0,1 mm) y menor cantidad de clinopiroxeno rodeado por plagioclasa. También hay muchos poros de diámetro variable entre 0,2 y 0,5 mm.	Fig. 1-(1) - 27)
C-123	1 km al oeste de afluyente del Estero Labranza	Formación Cola de Zorro	Perilita	La roca tiene textura perlítica típica. Se observa una pequeña cantidad de plagioclasa (0,1 a 0,4 mm) y clinopiroxeno (0,04 a 0,6 mm). La matriz consiste de vidrio perlítico y muestra fracturas concéntricas.	Fig. 1-(1) - 28)
C-127	3 km al norte de Minas del Prado	Unidad Volcánico-sedimentaria Piedra Blanca	Toba de cristales dacítica zeolitizada	La roca es microcristalina y presenta débil de textura perlítica y amigdaloidal. Los fenocristales son plagioclasa euhedral (0,1 a 0,5 mm), cuarzo subhedral y una pequeña cantidad de horablenda fragmental y clinopiroxeno (0,2 a 0,7 mm). La masa fundamental consiste de vidrio perlítico y biotita de grano fino. Entre éstos cristaliza la zeolita amigdaloidal, algunos de éstos reemplazan una parte de los cristales de cuarzo y plagioclasa. Se observa también fragmentos de andesitas subredondeados.	Fig. 1-(1) - 29)
C-131	La Segunda	Unidad Sedimentaria La Segunda	Arenisca volcánica	La roca tiene textura clástica y equigranular. Los granos constituyentes son cuarzo fragmental, plagioclasa, ortopiroxeno y clinopiroxeno y algunos fragmentos de roca subredondeados (2 mm de largo). La matriz está constituida por vidrio perlítico y biotita de grano fino. Entre éstos se encuentra zeolita amigdaloidal. Algunos de éstos reemplazan una parte de los cristales de cuarzo y plagioclasa. Se observan algunos fragmentos de andesita subredondeada.	Fig. 1-(1) - 30)
C-142	Area El Sauce	Unidad Volcánica El Sauce	Toba soldada	La roca es afanítica y tiene textura débilmente soldada. Los fenocristales consisten en cuarzo subredondeado, plagioclasa euhedral a fragmental, biotita, clinopiroxeno y ortopiroxeno. La masa fundamental está constituida fundamentalmente por cuarzo fragmental, plagioclasa tabular y	Fig. 1-(1) - 31)





Muestra N°	Ubicación	Formación o unidad	Roca	Descripciones microscópicas	Observaciones
				microlitos de feldespato potásico La clorita reemplaza principalmente los minerales máficos (20 %) y una parte de la masa fundamental. Se observa una pequeña cantidad de agregados radiales de zeolita llenando las vesículas.	
C-148	Area El Sauce	Unidad Volcánica El Sauce	Andesita de hornblenda	La roca tiene texture intersertal. Los fenocristales son plagioclasa euhedral, hornblenda verde y cuarzo anhedral en pequeña cantidad. La plagioclasa tiene zonación de albita y está reemplazada por cristales pequeños de cuarzo y sericita (10 %). La masa fundamental está compuesta principalmente por plagioclasa tabular menor de 0,1 mm de largo, se encuentra abundante biotita secundaria como relleno de los intersticios (60 % de la masa fundamental).	Fig. 1-(1) - 32)
C-151	Id	Roca intrusiva	Pórfido granítico	La roca es holocristalina y tiene textura porfírica típica. Los fenocristales son de feldespato potásico subhedral (menor de 1 mm) y plagioclasa euhedral en pequeña cantidad (menor de 3 mm). La plagioclasa tiene macla de albita (composición albita). La masa fundamental está constituida por cuarzo, biotita y feldespato potásico de grano fino. Esta tiene también textura mirmequítica y domina casi un 30 % de la matriz. Algunas partes de los feldespatos están reemplazados por clorita, epidota y sericita.	Fig. 1-(1) - 33)
E-1	Rfo Chillán	Unidad Volcánico-sedimentaria Pierna Blanca	Toba andesítica	La roca presenta en partes textura clástica y laminada. Los fenocristales son plagioclasa débilmente fragmental (1 mm) y clinopiroxeno (0,2 mm a 4 mm de largo). La matriz también consiste de cristales pequeños plagioclasa y clinopiroxeno fragmentales (0,02 mm). La calcita llena los intersticios y la cloritización ha afectado al 20 % de éstos.	Fig. 1-(1) - 34)
E-3	Id	Id	Toba de lapilli	La roca tiene muchos tipos de fragmentos líticos subangulares de largo variable entre 3 y 4 mm; constituyen el 70 % de la roca y consisten en andesita (40 %), andesita cloritizada (55 %), riolita (5 %) y andesita silicificada. Presenta plagioclasa euhedral y clinopiroxeno como fenocristales. La matriz está constituida fundamentalmente por plagioclasa (0,02 mm) y microlitos muchos de ellos cloritizados.	Fig. 1-(1) - 35)



Muestra N°	Ubicación	Formación o unidad	Roca	Descripciones microscópicas	Observaciones
E-15	Río Chillán	Roca intrusiva	Tonalita	La roca es holocristalina. Está constituida por cuarzo anhedral (22%), feldespato potásico (10%), plagioclasa euhedral (60%), hornblenda (8%) y una cantidad pequeña de minerales opacos y zircón. El cuarzo se presenta como puntos irregulares en los cristales de plagioclasa grandes (0,4 a 1,4 mm). La plagioclasa es de composición oligoclasa y está parcialmente sericitizada.	Fig. -1-(1) - 36)
E-16	id	id	Pórfido granítico	La roca es holocristalina y tiene textura porfírica. El feldespato potásico y la plagioclasa euhedral varía de 1 a 1,4 mm. La masa fundamental consiste de cuarzo anhedral y anfíbola. Una parte de los cristales está reemplazada por sericita, epidota y clorita. También existen minerales opacos en la masa fundamental.	Fig. 1-(1) - 37)
E-49	12 km al este de Recinto	Formación Cola de Zorro	Andesita basáltica de piroxeno	La roca es fanerocristalina e intergranular con algo de textura traquítica. Los fenocristales son plagioclasa euhedral (menor de 1 mm) clinopiroxeno (0,1 a 1 mm) y una pequeña cantidad de ortopiroxeno (0,1 mm). La masa fundamental está constituida principalmente por plagioclasa de grano fino menor de 0,1 mm de largo y muestra textura traquítica y fluidal. Se observa también una pequeña cantidad de minerales opacos.	Fig. 1-(1) - 38)
E-53	El Peral	id	Andesita basáltica de piroxeno	La roca es fanerocristalina y tiene textura intergranular. Los fenocristales son plagioclasa euhedral (1 a 1,7 mm), ortopiroxeno y clinopiroxeno (0,6 mm). La masa fundamental está constituida por plagioclasa (menos de 0,1 mm), clinopiroxeno (menos de 0,1 mm) y una pequeña cantidad de feldespato potásico. Los minerales opacos varían entre 0,03 a 0,1 mm y están diseminados en la masa fundamental.	Fig. 1-(1) - 39)
E-55	3 km al este de Recinto	Roca intrusiva	Granitoides	La roca es holocristalina y equigranular. Consiste de cuarzo subhedral (25%), feldespato potásico (20%), plagioclasa (40%), hornblenda (10%), biotita (2%) y una cantidad pequeña de minerales opacos. El feldespato tiene textura perfitica y la plagioclasa es de composición oligoclasa. La hornblenda muestra color axial verde a verde claro parcialmente reemplazada por epidota.	Fig. 1-(1) - 40)



Muestra N°	Ubicación	Formación o unidad	Roca	Descripciones microscópicas	Observaciones
				Una proporción pequeña de los cristales de biotita están alteradas a clorita.	
E-59	El Peral	Formación Cola de Zorro	Andesita de piroxeno	La roca es afanítica y tiene textura intergranular. Los fenocristales son de plagioclasa euhedral y una pequeña cantidad de ortopiroxeno y clinopiroxeno. La masa fundamental está constituida principalmente por plagioclasa criptocrystalina y clinopiroxeno de grano fino. Se observa minerales opacos entre los cristales.	Fig. 1-(1) - 41)
F-30	Río Cato; 2.5 km al este de Escuela	Unidad Volcánico-sedimentaria Pierna Blanca	Toba de ceniza a lapilli	Roca de textura clástica con granos de cuarzo anhedral de 0,09 a 0,69 mm, plagioclasa subhedral de 0,12 a 1,80 mm, clinopiroxeno subhedral con borde opacífico, clastos subangulares de andesitas, algunas sin alteración. Fragmentos de pómez y matriz de esquirlas de vidrio; y matriz de esquirlas de rocas y feldespatos están alterados a arcilla.	Fig. 1-(1) - 42)
F-46-A	2 km al este del Estero Labranza	id	Toba dacítica	Roca de textura clástica; cristales de cuarzo anhedral de 0,18 mm a 1,80 mm con embahiamientos y bordes de reacción con el vidrio, plagioclasa de 0,21 a 0,60 mm con bordes corroídos, biotita oxidada, fragmentos de pómez. La matriz está compuesta por un agregado esferulítico con texturas reflectos de esquirlas de vidrio. Los cristales están muy fracturados.	Fig. 1-(1) - 43)
F-76-A	Quideñes	Unidad Volcánica El Sauce	Porfido andesítico	Roca de textura intergranular, fenocristales de plagioclasa euhedral alterados a clorita y sericita, masa fundamental compuesta por plagioclasa en cristales euhedrales alterados a arcilla y clorita.	Fig. 1-(1) - 44)
F-88	Río Cato	Dique	Andesita	Roca de textura porfídica casi afanítica, masa fundamental pilotaxítica fluidal. Fenocristales de plagioclasa andesina subhedral (0,06 a 0,45 mm). Masa fundamental compuesta por microlitos de plagioclasa y mineral opaco con algunas gúas de clorita y probablemente vidrio.	Fig. 1-(1) - 45)
F-112	Río Cato; confluencia Quebrada Hormigones con Río Cato	Granitoides	Granito	Textura alotriomorfa granular, cristales de cuarzo (0,18 a 1,2 mm) plagioclasa anhedral (0,3 a 2,4 mm) alterada a sericita, feldespato potásico subhedral (0,3 a 3,0 mm) y biotita (0,12 a 1,5 mm). Se observa micropertita y microclina.	Fig. 1-(1) - 46)



Muestra N°	Ubicación	Formación o unidad	Roca	Descripciones microscópicas	Observaciones
F-127	Cerro Los Galtros	Formación Cola de Zorro	Andesita	Roca de textura pilotaxítica, fenocrisiales de plagioclasa 3%. Masa fundamental homogénea tamaño promedio 0,05 mm. Tablitas de plagioclasa (50%), minerales opacos (25%) y clinopiroxeno y olivinos (15%).	Fig. 1-(1) - 47)





Tab. 1-1 OBSERVACIONES MICROSCOPICAS DE SECCIONES TDRANSPAERNTES

(2) Area del Prospecto Otué

Muestra N°	Ubicación	Formación o unidad	Roca	Descripciones microscópicas	Observaciones
A-85-1	Area del Prospecto Otué	Parte inferior de Formación Abanico	Andesita basáltica	Roca de textura intersertal amigdaloidal, fenocristales de plagioclasa (andesina) subhedral, con alteración leve y homogénea a sericita (0,2 a 0,8 mm), o en el núcleo de los cristales (40%). Masa fundamental compuesta por vidrio oscuro con minerales opacos diseminados y clorita que puede ser alteración de hornblenda, en partes hay amígdalas de zeolita.	Fig. 1-(2) - 1)
A-90	Id	Rocas Volcánicas del Oligógeno	Andesita de anfíbola (deformada)	Roca de textura intersertal (deformada), fenocristales de plagioclasa (andesina) con zonación normal fracturadas, con maclas dobladas (0,3 a 8 mm) (30%), hornblenda alterada a clorita, subhedral a anhedral (0,1 a 0,4 mm) (10%), masa fundamental constituida por microlitas de plagioclasa y hornblenda con clorita intersticial, plagioclasa alterada a sericita; opacos diseminados.	Fig. 1-(2) - 2)
A-114	Estero Hui-mahue del Area Prospecto Otué	Roca intrusiva	Roca alterada a cuarzo-sericita	La roca está intensamente alterada y la textura de la roca original no ha sido conservada. Los minerales de alteración son cuarzo subhedral (35%) y sericita de grano fino (60%) y una pequeña cantidad de minerales opacos diseminados. Los cristales de cuarzo se presentan como fenocristales y en vetillas de 1,5 mm de ancho.	Fig. 1-(2) - 3)
A-125	Area del Prospecto Otué	Dique	Andesita basáltica débilmente carbonatada y silicificada	La roca presenta textura pilotaxítica y amigdaloidal. No presenta fenocristales. La masa fundamental está constituida por cristales tableados de plagioclasa de 0,2 mm de largo, se observa a menudo amígdalas de calcita y cuarzo.	Fig. 1-(2) - 4)
A-136	Id	Parte superior de Formación Abanico	Andesita alterada	La roca está moderadamente alterada por cuarzo y sericita. Los fenocristales relictos, son plagioclasa (menos de 1 mm de largo) y en la masa fundamental hay también plagioclasa de grano fino (menor de 0,03 mm). La actinolita está en forma de vetillas (0,3 mm de ancho) anhedral y a menudo acompañado de cristales de cuarzo; se observa también algo de epidota.	Fig. 1-(2) - 5)



Muestra N°	Ubicación	Formación o unidad	Roca	Descripciones microscópicas	Observaciones
A-140	id	id	Toba lítica andesítica	La roca tiene textura clástica e incluye muchos fragmentos de rocas (70 %), la mayoría de los fragmentos son angulares de andesita, débilmente cloritizada-epidotizadas, se observa también una pequeña cantidad de fragmentos de dacitas. En la matriz el cuarzo fragmental y cristales de plagioclasa se distribuyen como fenocristales y las microlitas de plagioclasa constituyen la masa fundamental, están débilmente sericitizadas. Se observa también epidota como mineral secundario.	Fig. 1-(2) - 6)
E-170	Area del Prospecto Otué	Formación Abánico	Andesita basáltica	La roca es afanítica y tiene textura pilotaxítica. Los fenocristales son de plagioclasa euhedral, cuarzo y pseudomorfos de clinopiroxeno. Los pseudomorfos están constituidos por epidota (80 %) calcita (19 %) y cuarzo (1 %). La masa fundamental consiste en plagioclasa tabular (menor de 0,02 mm). También incluye una pequeña cantidad de fragmentos de roca angulares (1 cm de largo), de tonalitas altamente carbonatadas y epidotizadas. Los minerales de alteración corresponden a un 5 %.	Fig. 1-(2) - 7)
E-128	id	Roca intrusiva	Roca alterada a cuarzo-sericita	La roca está perfectamente alterada por cuarzo de grano fino euhedral (70 %), y sericita (25 %). Los minerales opacos (5 %) también están diseminados en la roca. Algunos de los cristales de cuarzo son grandes (0,7 mm) y parecen fenocristales.	Fig. 1-(2) - 8)
E-170	id	id	Granodiorita	Textura granular holocristalina, cuarzo subhedral con extinción levemente ondulosa, puede presentar inclusiones de plagioclasa (0,2 a 3,5 mm), feldespato potásico subhedral con leve alteración sericítica principalmente según el clivaje, algunos en intercrecimiento peritético con plagioclasa. Algunos incluyen plagioclasa o anfíbola alterada (0,2 a 2 mm). Plagioclasa (oligoclasa), con zonación normal, maclada, con alteración restringida al núcleo de algunos cristales o total. Puede estar incluida en cuarzo o en feldespato potásico cristales subhedrales de (0,3 a 4 mm) anfíbola (hornblenda) subhedral con alteración clorítica según el clivaje o en los bordes. Otros cristales presentan alteración a biotita y después a clorita, hacia los bordes también de 0,1 a 2 mm. Alteración: calcita y epidota intersticiales, Accesorios: minerales opacos.	Fig. 1-(2) - 9)



Muestra N°	Ubicación	Formación o unidad	Roca	Descripciones microscópicas	Observaciones
G-99	Area del Prospecto Otué	Roca intrusiva	Monsodiorita	Textura granular holocristalina, plagioclasa (83,2%) andesina (labradorita) con zonación normal, maclada y fracturada, de 0,2 a 2 mm, algunos cristales presentan bordes con entrecrecimiento perfitico. La alteración consiste en sericita y se restringe a los núcleos o fracturas de los cristales. Algunos núcleos presentan zonación inversa. Feldespato potásico (13%) euhedral, presenta generalmente entrecrecimientos perfitico con plagioclasa, o micrográfico con cuarzo (0,2 a 0,6 mm). Anfíbola (hornblenda) pardo amarillenta con alteración clorítica leve (0,2 a 4 mm), algunos cristales maclados. Cuarzo euhedral con extinción levemente ondulosa (0,1-0,4 mm). Alteración a calcita y clorita; opacos escasos.	Fig. 1-(2) - 10)
G-108	Id	Id	Andesita basáltica	Roca de textura intergranular; fenocristales de plagioclasa andesina-labradorita en agregados o aislados, subhedrales a euhedrales con zonación normal, levemente fracturados (0,5 a 1 mm) (20%). Matriz constituida por plagioclasa andesina (35%), clinopiroxeno (20%), clorita de alteración (10%) y minerales opacos (15%).	Fig. 1-(2) - 11)



Tab. 1-1 OBSERVACIONES MICROSCOPICAS DE SECCIONES TRANSPARENTES

(3) Prospecto Galletué

Muestra N°	Ubicación	Formación o unidad	Roca	Descripciones microscópicas	Observaciones
S2-35	Prospecto Galletué Sondaje S-2	Roca intrusiva	Tonalita	Roca de textura hipidiomorfa granular formada por plagioclasa (oligoclasa) en cristales subhedrales maclados, con estructura zonal y con alteración muy leve a sericita, calcita y mineral de arcilla a través de fracturas; el tamaño de los cristales está comprendido entre 0,30 mm y 4,80 mm. La biotita se presenta totalmente alterada a clorita, sericita y cuarzo. El cuarzo es anhedral, con extinción ondulosa. La sericita se presenta en cúmulos y venillas. Mineral opaco se observa asociado a la biotita, a los cúmulos de sericita. Apatita aparece generalmente asociada a los ferromagnesianos (biotitas) y al mineral opaco. Rutilo se observa junto a biotita y a mineral opaco. Zircón aparece diseminado.	Fig. 1-(3) - 1)
S2-141	Prospecto Galletué Sondaje S-2	Roca intrusiva	Diorita porfírica	Roca de textura porfírica y masa fundamental formada por; plagioclasa con alteración a mineral de arcilla y sericita, clorita producto de alteración probablemente de biotita, mineral opaco diseminado, cúmulos de muscovita y cuarzo. Los fenocristales están constituidos por : a) plagioclasa (oligoclasa-andesina) en cristales subhedrales malados subhedrales maclados con estructura zonal muy levemente alterados a mineral de arcilla y a sericita a través de fractura. b) ferromagnesianos (biotita?) totalmente alterados a clorita. Como minerales accesorios se observa apatita y esfeno.	Fig. 1-(3) - 2)
S1-5	Prospecto Galletué Sondaje S-1	Roca intrusiva	Tonalita	Roca de textura hipidiomorfa granular formada por plagioclasa (oligoclasa) en cristales subhedrales maclados con alteración muy leve en algunos cristales y otros fuertemente alterados a sericita, arcilla y calcita. Biotita totalmente alterada a clorita y sericita. Biotita fina en cúmulos aparece con sericita y en pequeñas guías. Mineral opaco se observa asociado a biotita. Como minerales accesorios aparecen apatita y zircón.	Fig. 1-(3) - 3)





Muestra N°	Ubicación	Formación o unidad	Roca	Descripciones microscópicas	Observaciones
S1-45	id	id	Tonalita porfírica	Roca de textura porfírica y masa fundamental constituida por: plagioclasa con leve alteración a sericita y arcilla, cuarzo, biotita parcial a totalmente alterada a clorita y mineral opaco diseminado. Los fenocristales están constituidos por: plagioclasa (oligoclasa) en cristales subhedrales maclados y con estructura zonal alterados levemente a sericita y arcilla principalmente a través de fracturas. Biotita parcialmente reemplazada por clorita. Cuarzo anhedral con extinción ondulosa. Además se observa apatita y rutilo.	Fig. 1-(3) - 4)
S1-48	Prospecto Galletué Sondaje S-1	Roca intrusiva	Tonalita porfírica	Textura porfírica con masa fundamental microgranular. Fenocristales subautomorfos de cuarzo de hasta 6 mm de largo, de extinción ondulosa marcada y de plagioclasa subautomorfa de 0,5 a 3 mm de largo, fracturados, doblados y bastante alterados a calcita, sericita y minerales de arcilla. La masa fundamental microgranular está compuesta por un mosaico de cuarzo, feldespato potásico (?), abundante sericita y minerales opacos euhedrales en cristales de 0,1 a 0,2 mm de diámetro.	Fig. 1-(3) - 5)



Tab. 1-2 OBSERVACIONES MICROSCOPICAS DE SECCIONES PULIDAS

(1) Area Coihueco-Recinto

Muestra N°	Ubicación	Roca huésped	Mineralización	Descripciones microscópicas	Observaciones
A-74	Mina alrededor de 2 km al sureste del pueblo de Minas del Prado	Unidad Volcánico-sedimentaria Pierna Blanca	Calcopirita Pirita	Los minerales metálicos presentes son : pirita y un fragmento de calcopirita. Algunos cristales de pirita rodean el borde de los fragmentos de rocas que la incluyen y otros están diseminadas en está y en la matriz; en cambio, los granos de calcopirita están adheridos a la pirita.	Fig. 2-(1) - 1)
B-7	Afluente del Estero San José	Roca intrusiva	Calcopirita Molibdenita Pirita	Los minerales metálicos presentes son . calcopirita, pirita, esfalerita, molibdenita y limonita. La pirita es de forma cúbica y está incluida en la calcopirita con relictos como limonita. La esfalerita se presenta en forma de "estrellas" en la calcopirita. La molibdenita muestra textura bien cristalizada y está acompañada por granos pequeños de calcopirita.	Fig. 2-(1) - 2)
B-59	Los Azules	Roca silicificada	Pirita	Los minerales metálicos son pirita, pirrotina e ilmenita. La pirrotina está en forma de exsolución en los cristales de pirita como una pequeña cruz. Los cristales de ilmenita euhedrales están diseminados entre la roca. Tienen pequeñas estructuras de macla de entrecrecimiento con magnetita.	Fig. 2-(1) - 3)
C-43	Area de Minas del Prado	Unidad Volcánico-sedimentaria Pierna Blanca	Pirita	Los minerales metálicos son pirita, esfalerita y limonita. La pirita está diseminada en la roca e incluye láminas de esfalerita como "estrellas". Las limonitas rodean los granos de pirita como relictos. Se observan macroscópicamente en las partes pardo-rojizo.	Fig. 2-(1) - 4)



Tab. 1-2 OBSERVACIONES MICROSCOPICAS DE SECCIONES PULIDAS

(2) Area del Prospecto Otué

Muestra N°	Ubicación	Roca huésped	Mineralización	Descripciones microscópicas	Observaciones
A-110-1	Area del Prospecto Otué	Roca intrusiva	Calcopirita Pirita	Los minerales metálicos corresponden a calcopirita, pirita e ilmenita. La calcopirita de forma irregular está distribuida por toda la roca. Se observa una pequeña cantidad de pirita euhedral que raramente incluye puntos muy finos probablemente de calcopirita. Los cristales de ilmenita euhedral se presentan en las partes silíceas y algunos de éstos están rodeados por calcopirita. Cantidad : cpy > il > py	Fig. 2-(2) - 1)
A-112	id	id	Calcopirita Pirita Pirrotina	Macroscópicamente se observa la vetilla de 0,5 mm de espesor e impregnación de pirita. Los pirita rellena la fractura con un ancho de 0,2 a 0,3 mm; algunas de éstas están con las calcopiritas y a menudo incluyen una pequeña cantidad de puntos como calcopirita parcialmente ocupados por pirrotina. Se observan también cristales de ilmenita.	Fig. 2-(2) - 2)
E-223	Zona mineralizada al norte de Rfo Otué (tipo manto)	Parte inferior de la Formación Abanico	Calcopirita Bornita Calcosina Covelina	Los minerales metálicos son calcopirita, bornita, calcosina y covelina. Los bordes de la bornita están reemplazados por la covelina. La calcopirita y bornita están asociadas. En partes la calcosina está también reemplazada por covelina de grano fino.	Fig. 2-(2) - 3)



## (3) Prospecto Galletué

Muestra N°	Ubicación	Roca huésped	Mineralización	Descripciones microscópicas	Observaciones
S2-70	Prospecto Galletué Sondaje S-2	Roca intrusiva	Magnetita Hematita Calcopirita Pirita	Las especies mineralógicas metálicas presentes son: magnetita, hematita, calcopirita, pirita. La magnetita se presenta diseminada en cristales subhedrales a anhedrales reemplazados parcial o totalmente por hematita. La calcopirita se encuentra en una guía con cuarzo y diseminada en la roca en los bordes de la guía. En una parte de las guías se observa calcopirita reemplazando a pirita y también como pequeñas "gotas" en la pirita. Los cristales de pirita son anhedrales a subhedrales.	Fig. 2-(3) - 1)
S1-15	Prospecto Galletué Sondaje S-1	Roca intrusiva	Calcopirita Pirita Molibdenita	Las especies mineralógicas metálicas presentes son: calcopirita, pirita, molibdenita. La pirita se encuentra en cristales anhedrales a subhedrales diseminados y en pequeñas guías, algunos cristales de pirita presentan reemplazo por calcopirita y también se observan "gotas" de calcopirita. La calcopirita se encuentra diseminada en el corte. Además se observa rutilo diseminado, incluido en la pirita o en relación con calcopirita. Se observó un cristal de molibdenita sin relación con el resto de los minerales.	Fig. 2-(3) - 2)





Tab. 2 DATACIONES RADIOMETRICAS POR EL METODO K-Ar

Muestra N°	Ubicación	Roca	Formación o unidad	Mineral	K (%)	Ar <sup>40</sup> Rad (ccSTP/g)	%Ar <sup>40</sup> atm	Edad M.A.	Error Edad M.A.
B-55	Río Chillán	Andesita basáltica	Cola de Zorro	RTO (**)	1,011	0,192E-07	94,9	0,49	0,26 (%)
F-127	Cerro Los Gatros	id	id	RTO	0,969	0,551E-07	93,6	1,47	0,84
B-51	Río San José	Granodiorita	Roca intrusiva	BIO (**)	7,016	39,28E-07	52,9	14,4	1,6
C-22	Estero Labranza	Ignimbrita	Unidad Volcánica sedimentaria	RTO	3,808	28,22E-07	7,33	19,0	0,46
B-18	Estero Pierina Blanca	Granodiorita	Pierna Blanca	BIO	6,214	204,6E-07	15,5	82,9	3,8
B-58	Los Azules en Río Niblinto	id	Roca intrusiva	BIO	6,352	215,7E-07	46,4	85,4	5,2
G-108	Area del Prospecto Otúé	Andesita	Rocas Volcánicas del Oligoceno	RTO	0,568	7,36E-07	60,8	34,3	3,0
SI -48	Prospecto Galletué	Alteración fillica	Intrusivo alterado	RTO	1,837	56,50E-07	10,1	77,5	2,3
C-142	Río Cato	Toba soldada	El Sauce	RTO	1,51	8,87E-07	40,9	15,0	0,6

Nota: Las constantes de <sup>40</sup>Ar empleadas en el cálculo de las edades señaladas en esta tabla son las siguientes;

Mineral: Material en el cual la determinación fue hecha. (\*) Edad máxima 780,000 años  
 Ar<sup>40</sup> Rad: Ar<sup>40</sup> Radiogénico, en cm<sup>3</sup>xStp/g (\*) Edad mínima 200,000 años  
 E-07 : Valor exponencial (\*\*) RTO: roca total  
 %Ar<sup>40</sup>atm: % de argón atmosférico BIO: biotita<sup>-9</sup>  
 Edad M.A.: Edad determinada en millones de años tot 0,53x10<sup>-9</sup>años<sup>-1</sup>  
 Error M.A.: Error analítico de la edad obtenida. K 0,58x10<sup>-10</sup>años<sup>-1</sup>  
 atm % K<sup>40</sup> en K 0,0119

Las dataciones por el método Potasio-Argón de las muestras fueron llevadas a cabo en el Centro de Pesquisas Geocronológicas de la Universidad de Sao Paulo, Brasil por F. Hervé y F. Munizaga, geólogos del Departamento de Geología, Universidad de Chile.



Tab. 3

## DETERMINACIONES POR RAYOS -X (DIFRACTOMETRIA)

## (1) Area Coihueco-Recinto

Muestra N°	Ubicación	Unidad geológica	Tipo de roca	Cuarzo	Cristobalita	Plagioclasa	Feldespato potásico	Andesita	Mica (?)	Sericita	Clorita	Calcita	Montmorillonita	Caolinita	Halloysita hidratada	Laumontita	Hemlandita	Hematita	Limonita	Pirita	Observaciones
A-3	Al norte de Río Cato	Unidad Volcánico-sedimentaria Pierna Blanca	Toba de lapilli color verdoso	1			(**)						**				+				
A-24	Area de Las Minas del Prado	id	Andesita	+++			+														
A-25	id	id	Veta de cuarzo en andesita	**			+		(l)				1	(l)							
A-50	id	Formación Cola de Zorro	Andesita basáltica		+++										(**)				+++		Stockwork de arcilla blanca.
A-65	id	Unidad Volcánico-sedimentaria Pierna Blanca	Andesita				**					+									Arcilla de falla
A-73-1	id	id	Andesita	++++			**		(l)												Fuertemente silicificada
B-68	Los Azules	Metamórficos de los Azules	Gneis	+++		(*)	+++				**										
B-69	id	Roca alterada	Roca de Cuarzo-sericita alterada	+++					+				+++	-							
B-70	id	Roca intrusiva	Granodiorita	**	+++	-	**			**											
C-21	Estero Labranza	Unidad Volcánico-sedimentaria Pierna Blanca	Ignimbrita alterada	1	++++		+						**								Parte clara
C-33	Area de Las Minas del Prado	Unidad Volcánico-sedimentaria Pierna Blanca	Roca de arcilla		**										++++						
C-40	id	Formación Cola Zorro Inf	id		**					+		+	(*)								
C-51(1)	id	Unidad Volcánico-sedimentaria Pierna Blanca	Toba de lapilli	++++			+			1											Arcilla blanca
C-51(2)	id	Formación Cola de Zorro Inf.	Andesita alterada			**	+														Clasto gris
C-51A	id	id	id			+	+														Clasto claro
C-75	id	id	Roca de arcilla	+		+			(-)		-										Arcilla negra
C-105	Area de Las Minas del Prado	Unidad Volcánico-sedimentaria Pierna Blanca	Roca de arcilla		(*)										++++						
C-127	3 km al norte de Minas del Prado	id	Toba cristalina alterada	**		+							+++								

Nota 1. Muestras en polvo  
 2. La presencia de montmorillonita y halloysita hidratada se comprobó usando Etileno-glicol.  
 3. Estos análisis fueron efectuados por Carmen Schwarze T., IG

Símbolos : ++++ mucho + poco  
 +++ bastante - muy poco  
 \*\* regular 1 indicios  
 ( ) dudoso



Tab. 3 DETERMINACIONES POR RAYOS-X (DIFRACCIÓN) (2) Area del Prospecto Otué

Muestra N°	Ubicación	Unidad geológica	Tipo de roca	Cuarzo	Cristobalita	Plagioclasa	Feldespato	Sericita	Clorita	Calcita	Montmorillonita	Caolinita	Halloysita hidratada	Anfibola	Laumontita	Hemantita	Limonita	Pirita	Observaciones
A-96-2	Estero Quilmahue	Formación Abanico	Andesita	+++				++			+							+	arcilla blanca
A-99	id	Roca intrusiva	Granodiorita chosa												++++				venilla
A-101	id	id	Granodiorita	++++		+++		++	++										falla
A-110-2	id	id	id	+++		++		+	+	+		+							parte roja
E-90	id	id	id	++++				+++											abundantes limonitas, silicificación
E-127	id	id	id	++++				++	-										

Nota: 1. Muestras en polvo. Simbolos: +++ mucho + poco  
 2. La presencia de montmorillonita y halloysita hidratada se comprobó usando Etileno-glicol. +++ bastante - muy poco  
 3. Estos análisis fueron efectuados por Carmen Schwarze T., regular i indicios  
 IIG. ( ) dudoso



Tab. 4 ANALISIS QUIMICOS DE MENAS  
Area del Prospecto Otué

Muestra N°	Ubicación	Nombre de la zona mineralizada	Mineralización	Componentes					Observaciones
				Au (ppb)	Ag (ppm)	Cu (%)	Mo (%)	S (%)	
A-94	Estero Quilmahue	Prospecto Otué	Lim	< 40	< 0,2	< 0,01	< 0,001	0,22	diseminación en andesita silicificada
A-96-1	id	id	Py	< 40	0,3	0,01	< 0,001	5,14	venilla (pot:0,5-1,0cm) con cuarzo en andesita
A-96-2	id	id	Py	< 40	1,3	0,02	< 0,001	22,39	arcilla blanca en falla
A-97	id	id	Py, ox-Cu	< 40	< 0,2	0,15	0,001	1,95	diseminación en andesita silicificada
A-100	id	id	Qz-cal (Au?)	< 40	< 0,2	< 0,01	0,001	< 0,01	venilla (pot:4,0cm) en grano-diorita
A-101	id	id	Lim - ox-Cu	< 40	0,4	0,27	0,001	0,26	zona de cizalle (pot:60cm) con arcilla
A-102-1	id	id	Py-Cp-ox-Cu Lim	< 40	0,4	0,27	0,002	0,45	diseminación en roca con alteración cuarzo-sericita
A-106	id	id	Lim-Py-Cp	< 40	0,4	0,05	0,002	3,08	id
A-110-2	id	id	ox-Cu-Py-Cp	< 40	< 0,2	0,18	0,003	0,26	id
A-110-3	id	id	ox-Cu-Py-Cp	40	0,5	0,32	< 0,001	1,59	id
A-111	id	id	ox-Cu-Py-Cp	< 40	0,9	0,45	0,002	1,37	id
A-112	id	id	Lim-Py-Cp	< 40	0,7	0,23	0,001	3,40	id
A-113	id	id	Mo-Py-Qz	< 40	< 0,2	0,08	0,005	0,60	id

Nota: 1. Los análisis fueron hechos por vía húmeda.

2. Estos análisis fueron efectuados por Héctor Paredes R., en el Laboratorio Químico del IIG.





Muestra N°	Ubicación	Nombre de la zona mineralizada	Mineralización	Componentes					Observaciones
				Au (ppb)	Ag (ppm)	Cu (%)	Mo (%)	S (%)	
A-114	Estero Quilmahue id	Prospecto Otué id	Mo-Cp-Qz	<40	0,4	0,05	0,040	4,77	diseminación en roca con silicificación cuarzo-sericita
A-115	id	id	Py-Cp-ox-Cu	<40	0,9	0,15	0,005	1,07	diseminación en granodiorita con alteración débil
A-119	id	id	Py-Lim	80	1,0	0,09	0,001	2,84	diseminación
A-125	id	id	ox-Cu-Py-Cp	<40	0,7	0,37	0,001	0,44	diseminación en granodiorita
A-136	Orilla norte de Río Otué	Zona mineralizada norte Río Otué	Bo-Cp-ox-Cu Qz-Spe	<40	19,0	2,43	<0,001	0,70	mineralización tipo yacimiento Curacarel
A-138	Cuchilla de la parte norte Río Otué	id	Lim-Qz	100	0,7	0,01	<0,001	<0,01	veta
E-76	Estero Quilmahue	Prospecto Otué	Py-Lim	<40	0,5	0,01	0,002	0,65	mineralización en fracturas y venillas polidireccionales, fuerte silicificación
E-81	id	id	Py-Cp-Qz-Lim	<40	0,3	0,02	<0,001	2,66	granodiorita muy silicificada, mineralización diseminada y en venillas de cuarzo
E-86	id	id	Py-Cp-Cal-Mg-Cris	<40	5,2	1,18	0,004	0,98	mineralización diseminada y en fracturas en granodiorita silicificada
E-90	id	id	Lim	<40	<0,2	<0,01	<0,001	0,06	roca silicificada con venillas con limonitas

Nota: 1. Los análisis fueron hechos por vía húmeda.

2. Estos análisis fueron efectuados por Héctor Paredes R., en el Laboratorio Químico del IIG.



Muestra N°	Ubicación	Nombre de la zona mineralizada	Mineralización	Componentes					Observaciones
				Au (ppb)	Ag (ppm)	Cu (%)	Mo (%)	S (%)	
E-105	Estero Quilmahue	Prospecto Obtué	Py-Cp-Lim	< 40	0,5	0,01	< 0,001	0,69	granodiorita silicificada con mineralización disseminada en fracturas y venillas
E-106	id	id	Py-Cp-Qz-Mg-Cris-Cp	< 40	1,7	0,72	0,018	1,05	id
E-112	id	id	Py-Cp-Mg	< 40	< 0,2	0,07	< 0,001	0,38	id
E-113	id	id	Py-Lim-Cris	< 40	1,3	0,29	0,029	2,77	id
E-115	Afluente Est. Quilmahue	id	Py-Lim	< 40	< 0,2	0,08	0,002	2,35	id
E-123	id	id	Py-Lim	< 40	1,3	0,05	0,001	1,55	id
E-126	Estero Quilmahue	id	Py-Cp-Qz-Mg	80	1,2	0,55	0,001	1,10	id
E-127	id	id	Py-Cp-Lim-Mg	< 40	0,3	0,07	< 0,001	2,28	id
E-129	id	id	Py-Mg	< 40	0,2	0,41	< 0,001	0,40	id
E-142	Al E. del Est. Quilmahue	id	Lim-Arg	< 40	0,3	< 0,01	< 0,001	< 0,01	roca con alteración cuarzo-sericita
E-148	Afluente Est. Quilmahue	id	Py-Cp-Lim	< 40	0,5	0,06	0,001	0,53	roca silicificada con mineralización disseminada, en fracturas y venillas
E-149	id	id	Py-Qz	< 40	0,2	< 0,01	< 0,001	0,08	roca silicificada con mineralización

Nota: 1. Los análisis fueron hechos por vía húmeda.

2. Estos análisis fueron efectuados por Héctor Paredes R., en el Laboratorio Químico del IIG.



Muestra Nº	Ubicación	Nombre de la zona mineralizada	Mineralización.	Componentes					Observaciones
				Au (ppb)	Ag (ppm)	Cu (%)	Mo (%)	S (%)	
				E-154	Nacimiento Est. Mahuilque	Prospecto Otué	Py-Lim-ox-Cu	< 40	
E-155	id	id	Py-Cp-Qz-Mg-Lim	< 40	< 0,2	0,04	< 0,001	0,26	diseminación en lava silicificada
E-159	Al E del Est. Quilmahue	id	Py-Cp-Lim	< 40	< 0,2	< 0,01	< 0,001	0,86	diseminación en roca muy silicificada
E-160	id	id	Py-Cu	< 40	0,3	0,01	< 0,001	0,10	diseminación en lavas muy silicificadas
E-163	id	id	Py	< 40	0,3	0,01	< 0,001	0,22	escasa diseminación en lavas silicificadas
E-165	id	id	Py-Lim	< 40	3,3	0,01	< 0,001	1,52	mineralización diseminada y en fracturas en intrusivo silicificado
E-166	id	id	Py-Lim	< 40	0,5	< 0,01	< 0,001	0,78	diseminación en roca muy silicificada

Nota: 1. Los análisis fueron hechos por vía húmeda.

2. Estos análisis fueron efectuados por Héctor Paredes R., en el Laboratorio Químico del IIG.

Abreviación

Au: Oro	Cp: Calcopirita	Mq: Malaquita	Ox-Cu: Oxidos de cobre	Qz: Cuarzo
Bo: Bornita	Cris: Crisocola	Mg: Magnetita	Pi: Pirrotina	Spe: Especularita
Cal: Calcita	Lim: Limonita	Mo: Molibdenita	Py: Pirita	



Tab. 5

## RESULTADOS DEL ANALISIS QUIMICO DE LOS SEDIMENTOS FLUVIALES

## (1) Area Coihueco-Recinto

Elementos (ppm)								Elementos (ppm)							
Muestra N°	Cu	Zn	Mn	Ag	Mo	As	Au	Muestra N°	Cu	Zn	Mn	Ag	Mo	As	Au
GA-1	70	107	845	<0,5	2	<5		GB-20	70	50	330	<0,5	3	10	
-2	30	74	920	"	1	<5		-27	38	62	430	"	3	<5	
-3	20	76	870	"	2	"		-28	45	47	266	"	7	"	
-4	49	63	790	"	2	"	<40	-29	100	59	341	"	4	"	
-5	48	74	587	"	4	"	<40	-30	194	52	404	"	4	"	
-6	50	71	655	"	4	"	<40	-31	123	55	333	"	6	"	
-7	50	82	935	"	1	"	<40	-32	40	50	350	"	4	"	
-8	53	84	713	"	4	"	<40	-33	44	65	417	"	4	"	
-9	45	106	712	"	2	"	<40	-34	44	39	276	"	4	"	
-10	44	104	805	"	7	"	<40	-35	33	45	253	"	3	"	
-11	52	101	950	"	3	"	<40	-36	19	42	445	"	14	"	
-12	35	146	890	"	4	"	<40	-37	31	51	476	"	11	"	
-13	41	192	1.550	"	2	"	<40	-38	26	46	246	"	4	"	
-14	34	113	725	"	3	"	<40	-39	39	55	378	"	3	"	
-15	31	126	840	"	2	"	60	-40	24	42	272	"	4	"	
-16	38	100	567	"	3	15	40	-41	25	46	262	"	4	"	
-17	31	118	705	"	3	<5	260	-42	26	49	262	"	3	<5	
								-43	27	42	239	"	4	20	
								-44	24	57	308	"	3	<5	
								-45	28	40	245	"	3	"	
GB-1	25	26	227	<0,5	2	<5		-46	28	52	303	"	6	"	
-2	60	77	551	"	3	25		-47	37	74	363	"	3	"	
-3	60	77	923	"	2	60		-48	41	110	519	"	3	"	
-4	55	63	827	"	3	25		-49	51	80	660	"	6	"	
-5	24	59	495	"	2	<5		-50	40	116	432	"	4	"	
-6	68	73	845	"	2	10		-51	36	46	147	"	3	"	
-7	201	91	497	"	3	"		-52	36	88	475	"	4	"	
-8	255	83	423	"	2	"		-53	42	94	603	"	4	"	
-9	218	51	408	"	2	"		-54	39	96	342	"	3	"	
-10	235	80	614	7,5	5	"		-55	43	85	565	"	5	"	
-11	980	102	697	<0,5	4	"		-56	48	98	564	"	4	"	
-12	160	69	460	"	2	"		-57	45	118	727	"	3	"	
-13	46	71	342	"	3	"		-58	47	93	508	"	6	"	
-14	40	52	322	"	3	"		-59	45	85	610	"	5	"	
-15	64	140	768	"	2	"		-60	43	74	460	"	4	"	
-16	91	67	360	"	4	"		-61	44	76	463	"	4	"	
-17	48	80	595	"	3	"		-62	45	77	470	"	5	"	
-18	42	155	645	"	2	"		-63	45	75	540	"	7	"	
-19	136	66	426	"	4	"		-64	44	77	555	"	9	"	
-20	80	44	258	"	3	"		-65	46	80	574	"	8	"	
-21	68	40	255	"	4	"		-66	42	72	462	"	4	"	
-22	45	45	223	"	4	"		-67	42	75	482	"	8	"	
-23	37	63	483	"	2	"		-68	35	43	292	"	2	"	
-24	128	48	313	"	3	<5		-69	32	52	270	"	3	"	
-25	35	52	310	"	5	13		-70	32	37	199	"	3	"	

Nota: Estos análisis fueron efectuados por Héctor Paredes R., en el laboratorio químico del I.I.G.





Elementos (ppm)								Elementos (ppm)							
Muestra N°	Cu	Zn	Mn	Ag	Mo	As	Au	Muestra N°	Cu	Zn	Mn	Ag	Mo	As	Au
GB-71	35	39	214	<0,5	2	<5		GC-41	41	193	1.000	<0,5	1	<5	
-72	49	39	195	"	2	"		-42	41	114	657	"	4	"	
-73	25	37	228	"	2	"		-43	43	88	584	"	5	8	<40
-74	35	40	212	"	2	"		-44	41	104	590	"	2	<5	
-75	22	39	188	"	3	"		-45	39	58	421	"	3	"	
-76	29	39	220	"	1	"		-46	28	42	233	"	2	"	
-77	33	50	413	"	3	"		-47	33	47	302	"	1	"	
-78	63	42	362	"	4	"		-48	52	74	559	"	3	"	
-79	41	46	300	"	2	"		-49	55	60	413	"	4	"	
-80	34	49	373	"	1	"		-50	34	48	312	"	2	"	
-81	31	39	250	"	2	"		-51	34	56	333	"	4	"	
GC-1	45	82	956	"	2	"	<40	GC-1	26	30	284	"	1	"	
-2	40	78	784	"	3	"	<40	-2	46	75	551	"	5	"	
-3	46	90	815	"	2	"	<40	-3	43	54	525	"	3	10	
-4	42	81	875	"	2	"	60	-4	40	52	503	"	11	10	
-5	42	87	772	"	2	"	140	-5	41	92	690	"	2	<5	
-6	44	106	656	"	2	"	<40	-6	43	55	528	"	2	8	
-7	47	87	865	"	1	10	<40	-7	31	68	560	"	1	<5	
-8	36	126	780	"	2	<5	<40	-8	45	87	722	"	2	"	
-9	44	116	760	"	3	"	<40	-9	43	59	648	"	3	"	
-10	43	90	680	"	2	"	<40	-10	33	269	1.100	"	2	"	
-11	44	59	724	"	2	"	<40	-11	39	57	503	"	1	"	
-12	37	114	742	"	3	"	<40	-12	46	97	745	"	5	"	
-13	39	86	700	"	2	8	<40	-13	48	83	710	"	10	"	
-14	41	106	648	"	3	<5	<40	-14	38	72	440	"	3	"	
-15	34	167	920	"	3	"	<40	-15	28	67	310	"	3	"	
-16	42	72	585	"	1	"	<40	-16	22	56	273	"	3	"	
-17	35	71	466	"	2	"	<40	-17	16	29	194	"	3	"	
-18	18	44	400	"	3	"	<40	-18	34	68	600	"	4	"	
-19	39	99	1.300	"	1	10	60	-19	31	175	990	"	4	"	
-20	40	91	1.500	"	2	8	60	-20	39	81	698	"	5	"	
-21	33	150	1.460	"	4	<5	<40	-21	30	81	575	"	8	"	
-22	54	154	1.350	"	1	"	80	-22	35	84	740	"	12	8	
-23	56	99	675	"	2	"	<40	-23	39	88	830	"	13	<5	
-24	39	165	860	"	4	"	<40	-24	24	63	438	"	3	"	
-25	31	88	750	"	2	8	180	-25	37	82	630	"	4	10	
-26	40	99	660	"	3	5	<40	-26	20	51	333	"	2	<5	
-27	46	88	628	"	5	<5	<40	-27	34	85	670	"	4	"	
-28	41	276	1.340	"	3	"	<40	-28	37	99	595	"	4	"	
-29	49	85	710	"	2	"	<40	-29	36	80	604	"	3	"	
-30	33	80	590	"	4	"	<40	-30	37	86	697	"	4	"	
-31	41	96	825	"	3	"	<40	-31	39	90	880	"	5	"	
-32	51	102	847	"	3	"	<40	-32	32	73	607	"	3	"	
-33	33	107	1.140	"	4	"	<40	-33	33	76	582	"	4	"	
-34	47	66	525	"	3	25		-34	56	91	520	"	3	"	
-35	50	75	515	"	3	<5		-35	35	81	568	"	1	"	
-36	37	63	335	"	5	8		-36	39	135	623	"	3	"	
-37	32	159	920	"	3	<5	<40	-37	30	80	683	"	1	"	
-38	40	120	750	"	2	"		-38	47	148	710	"	4	10	
-39	32	134	1.700	"	3	"		-39	38	80	825	"	10	8	
-40	43	90	800	"	2	"		-40	29	200	1.010	"	2	"	

Nota: Estos análisis fueron efectuados por Héctor Paredes R., en el laboratorio químico del I.I.G.



Elementos (ppm)								Elementos (ppm)							
Muestra	Cu	Zn	Mn	Ag	Mo	As	Au	Muestra	Cu	Zn	Mn	Ag	Mo	As	Au
N°								N°							
GD-41	28	265	1.350	<0,5	5	8		GE-41	43	99	504	<0,5	3	<5	
-42	51	113	725	"	7	25		-42	44	86	457	"	2	"	
-43	40	118	493	"	3	<5		GF-1	20	76	915	"	1	"	
-44	40	173	740	"	2	"		-2	15	55	682	"	1	"	
-45	36	153	610	"	9	"		-3	20	47	470	"	1	"	
-46	37	82	400	"	4	"		-4	22	47	449	"	1	"	
-47	36	82	745	"	3	"		-5	11	30	293	"	1	"	
-48	29	70	873	"	3	"		-6	28	70	702	"	1	"	
-49	36	97	615	"	5	"		-7	43	81	734	"	2	"	
-50	33	83	677	"	3	"		-8	46	88	690	"	1	"	
-51	38	84	583	"	3	"		-9	22	77	613	"	2	"	
GE-1	20	26	242	"	3	"		-10	22	108	680	"	2	"	
-2	22	38	390	"	3	"		-11	23	86	738	"	1	"	
-3	20	26	427	"	3	"		-12	30	91	805	"	1	"	
-4	27	36	1.100	"	3	"		-13	28	75	746	"	2	"	
-5	135	98	625	"	2	"		-14	23	50	426	"	1	"	
-6	48	57	915	"	2	"		-15	23	81	770	"	2	"	
-7	19	23	243	"	2	"		-16	31	61	634	"	2	"	
-8	44	108	563	"	2	"		-17	27	67	407	"	1	"	
-9	60	360	840	"	2	8		-18	41	70	504	"	2	"	
-10	38	45	1.020	"	3	<5		-19	27	51	263	"	2	"	
-11	38	78	360	"	5	"		-20	24	70	323	"	1	10	
-12	50	47	284	"	3	"		-21	26	93	376	"	1	<5	
-13	19	36	287	"	2	"		-22	43	66	292	"	2	10	
-14	64	59	363	"	4	5		-23	25	70	380	"	1	<5	
-15	65	54	325	"	3	5		-24	26	71	500	"	2	10	
-16	92	65	364	"	3	<5		-25	25	67	490	"	2	8	
-17	110	70	388	"	4	8		-26	28	69	454	"	2	8	
-18	84	61	450	"	2	<5		-27	25	60	410	"	2	<5	
-19	99	70	448	"	2	"		-28	24	60	490	"	2	"	
-20	21	26	262	"	3	"		-29	25	62	446	"	1	"	
-21	20	25	257	"	2	"		-30	21	72	324	"	1	"	
-22	20	24	247	"	2	"		GG-1	24	80	540	"	2	"	
-23	20	33	280	"	2	"		-2	31	80	645	"	1	"	
-24	21	32	289	"	2	"		-3	39	81	598	"	2	"	
-25	20	24	219	"	2	"		-4	36	78	532	"	2	"	
-26	19	40	288	"	2	"		-5	26	61	545	"	1	"	
-27	28	30	254	"	1	"		-6	28	63	650	"	1	"	
-28	16	34	1.420	"	1	"		-7	31	56	500	"	2	"	
-29	31	80	615	"	2	"		-8	16	34	430	"	1	"	
-30	28	78	470	"	1	"		-9	16	40	476	"	1	"	
-31	51	91	406	"	4	"		-10	28	81	892	"	1	"	
-32	41	83	398	"	3	"		-11	26	72	692	"	2	"	
-33	20	92	1.060	"	1	"		-12	24	55	594	"	2	"	
-34	26	105	480	"	4	"		-13	38	70	660	"	2	"	
-35	24	84	795	"	3	"		-14	26	81	925	"	2	"	
-36	20	230	980	"	4	"		-15	22	87	670	"	1	"	
-37	53	87	568	"	3	"									
-38	43	180	790	"	4	"									
-39	42	79	350	"	3	"									
-40	43	101	590	"	3	"									

Nota: Estos análisis fueron efectuados por Héctor Paredes R.,  
en el laboratorio químico del I.I.G.



Muestra N°	Elementos (ppm)						
	Cu	Zn	Mn	Ag	Mo	As	Au
GG-16	33	69	672	<0,5	2	<5	
-17	30	291	1.300	"	2	"	
-18	41	69	535	"	1	"	
-19	33	99	760	"	3	"	
-20	47	76	640	"	2	"	
-21	44	81	626	"	3	"	
-22	33	81	727	"	3	"	
-23	30	55	405	"	1	"	
-24	30	98	820	"	3	"	
-25	36	58	375	"	3	"	
-26	52	80	648	"	2	"	
-27	45	79	675	"	4	"	
-28	35	113	833	"	6	"	
-29	31	81	758	"	1	"	
-30	37	78	715	"	2	"	
-31	30	85	770	"	4	"	
-32	30	91	753	"	3	"	
-33	35	76	680	"	3	8	
-34	37	79	777	"	4	<5	
-35	28	86	810	"	2	"	
-36	31	86	680	"	2	"	
-37	25	74	686	"	2	"	
-38	37	75	635	"	3	"	
-39	20	59	432	"	3	"	
-40	36	43	264	"	2	"	
-41	37	46	276	"	1	"	
-42	23	64	572	"	3	"	
-43	31	57	405	"	2	"	
-44	35	93	778	"	2	"	
-45	23	92	571	"	1	20	
-46	29	92	696	"	2	<5	
-47	32	73	835	"	2	"	
-48	43	71	665	"	2	"	
-49	31	71	697	"	3	"	
-50	29	85	758	"	1	"	
-51	43	79	825	"	2	"	
-52	36	66	818	"	3	"	
-53	42	67	538	"	1	"	
-54	47	102	1.100	"	6	"	
-55	54	70	513	"	3	8	

Nota: Estos análisis fueron efectuados por Héctor Paredes R., en el laboratorio químico del I.I.G.

