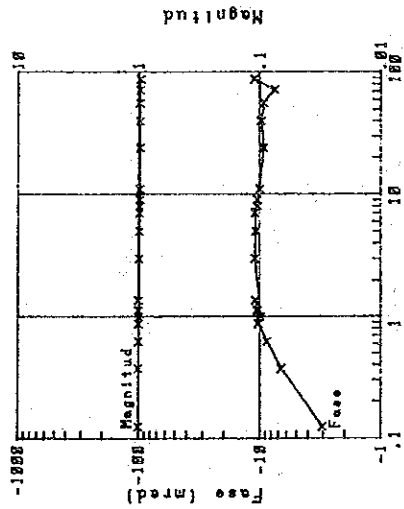


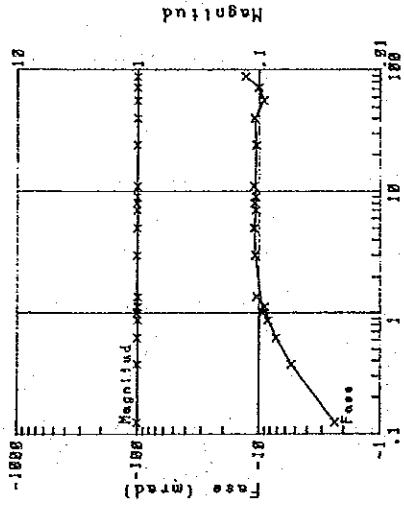
Muestra No. 19



Frec. (Hz)

Espectros de fase y magnitud

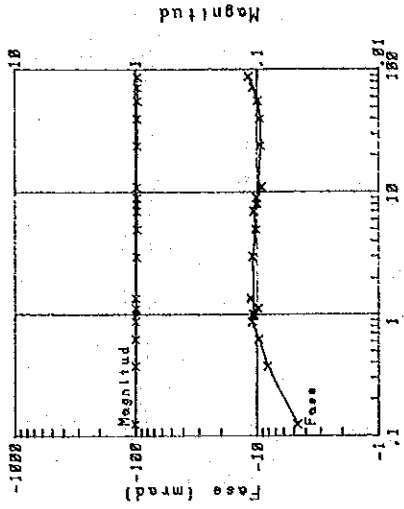
Muestra No. 20



Frec. (Hz)

Espectros de fase y magnitud

Muestra No. 21



Frec. (Hz)

Espectros de fase y magnitud

Muestra No. 19

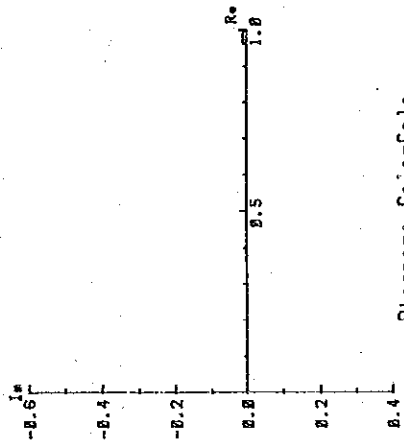


Diagrama Cole-Cole

Muestra No. 20

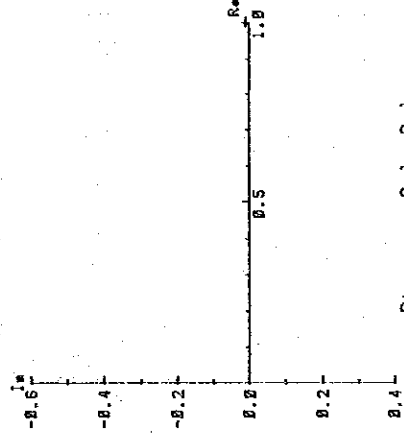


Diagrama Cole-Cole

Muestra No. 21

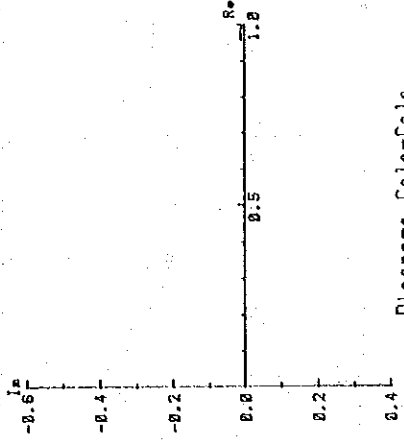
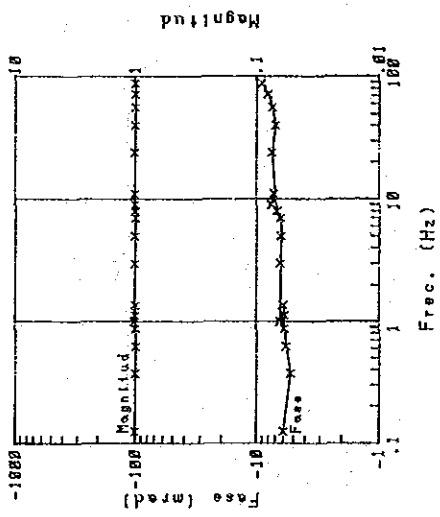


Diagrama Cole-Cole

Muestra No. 22



Espectros de fase y magnitud

Muestra No. 22

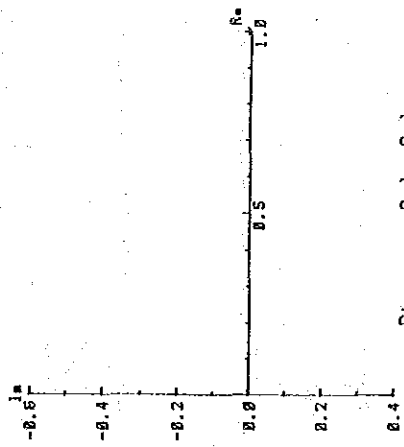
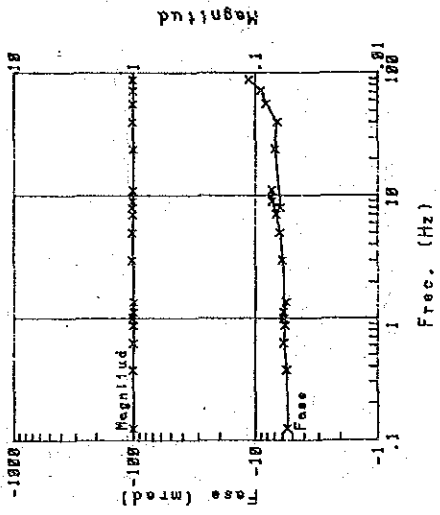


Diagrama Cole-Cole

Muestra No. 23



Espectros de fase y magnitud

Muestra No. 23

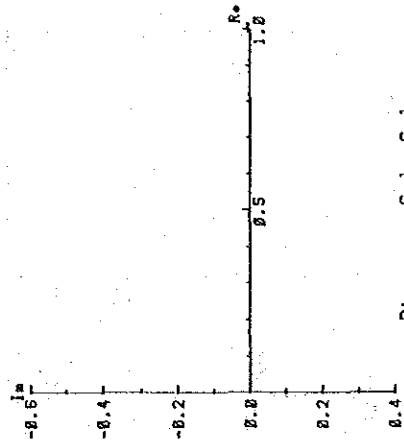
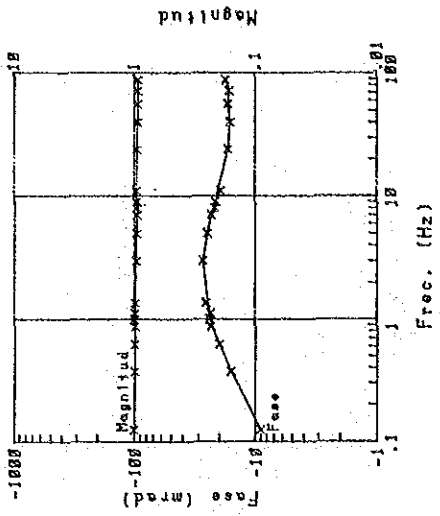


Diagrama Cole-Cole

Muestra No. 24



Espectros de fase y magnitud

Muestra No. 24

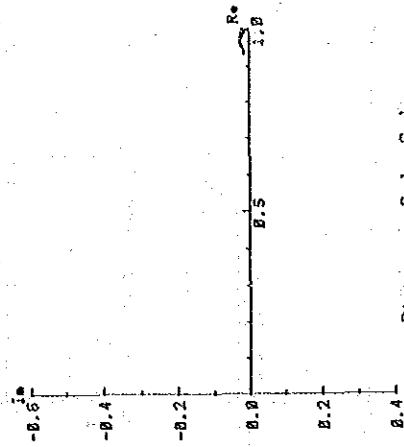
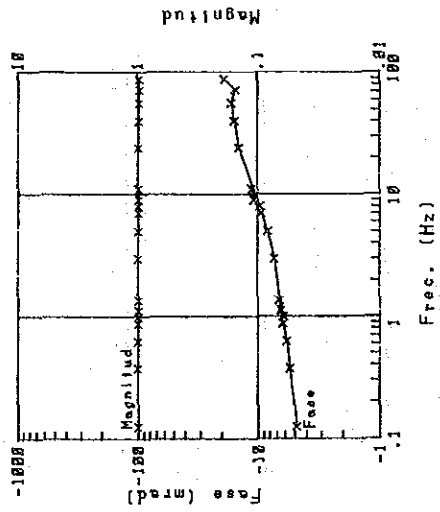


Diagrama Cole-Cole

Muestra No. 25



Espectros de fase y magnitud

Muestra No. 25

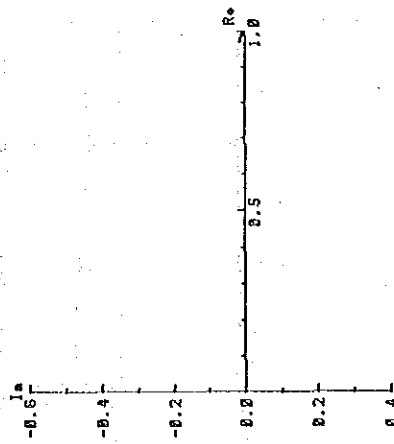
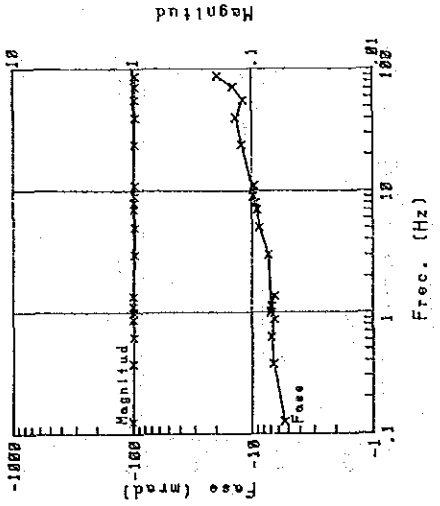


Diagrama Cole-Cole

Muestra No. 26



Espectros de fase y magnitud

Muestra No. 26

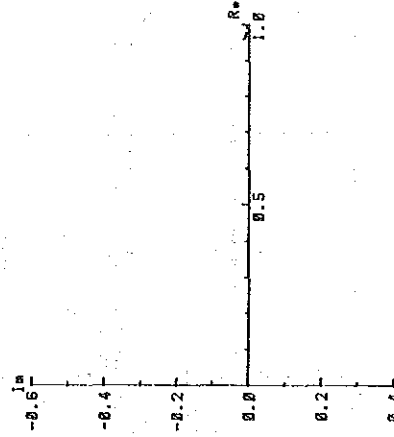
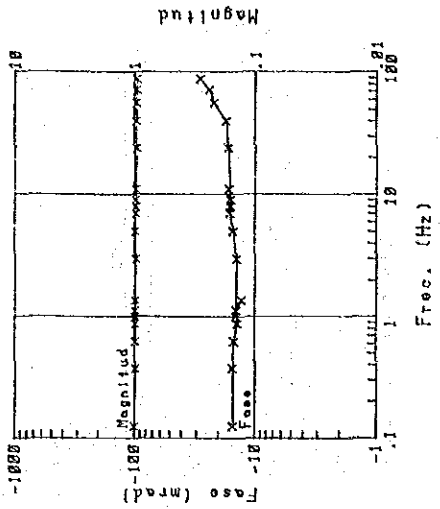


Diagrama Cole-Cole

Muestra No. 28



Espectros de fase y magnitud

Muestra No. 28

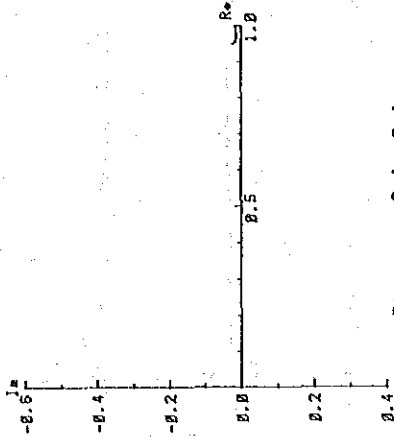
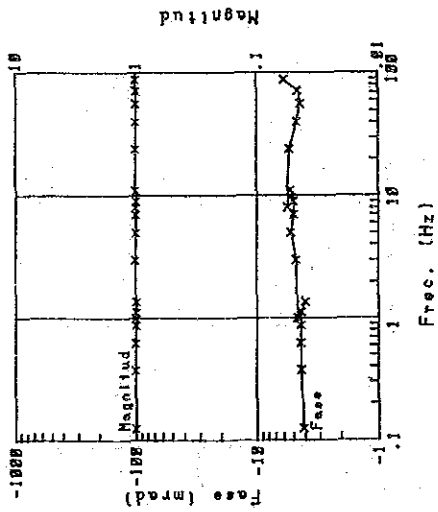


Diagrama Cole-Cole

Muestra No. 29



Espectros de fase y magnitud

Muestra No. 29

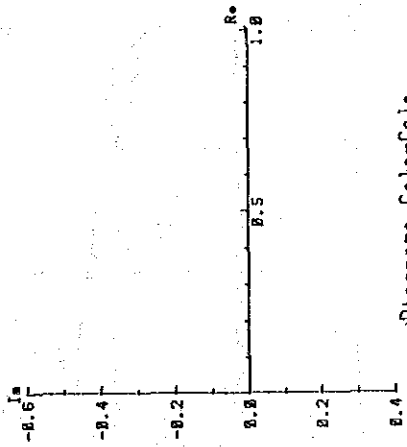
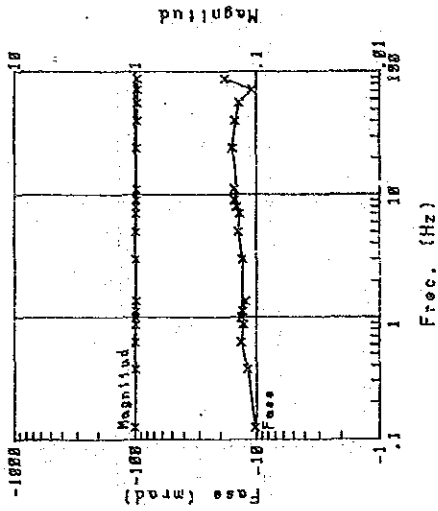


Diagrama Cole-Cole

Muestra No. 30



Espectros de fase y magnitud

Muestra No. 30

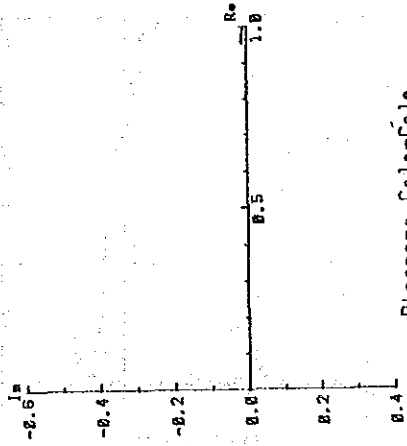
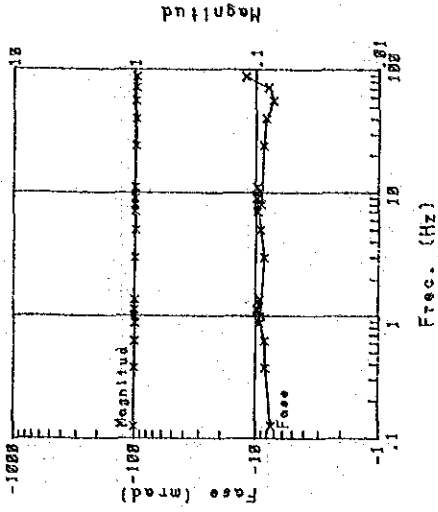


Diagrama Cole-Cole

Muestra No. 31



Espectros de fase y magnitud

Muestra No. 31

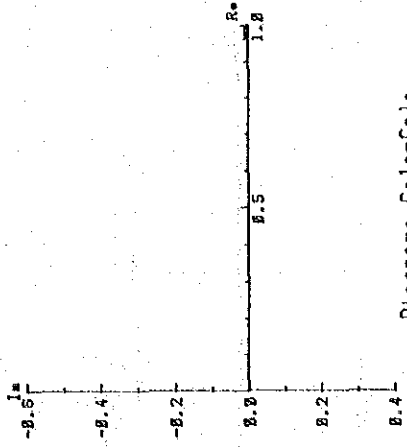
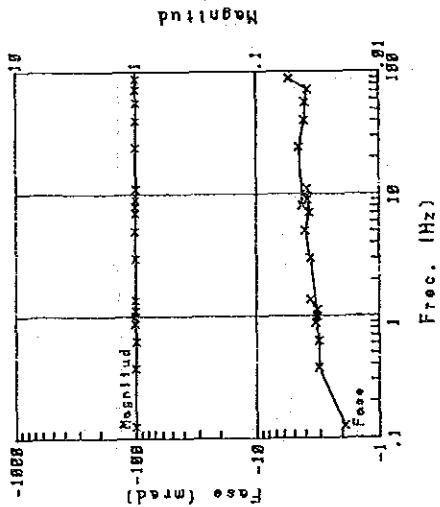


Diagrama Cole-Cole

Muestra No. 32



Espectros de fase y magnitud

Muestra No. 32

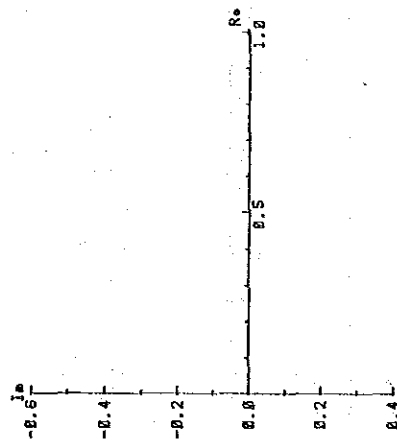
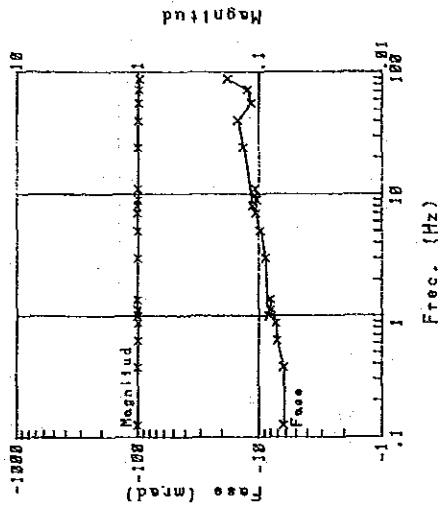


Diagrama Cole-Cole

Muestra No. 33



Espectros de fase y magnitud

Muestra No. 33

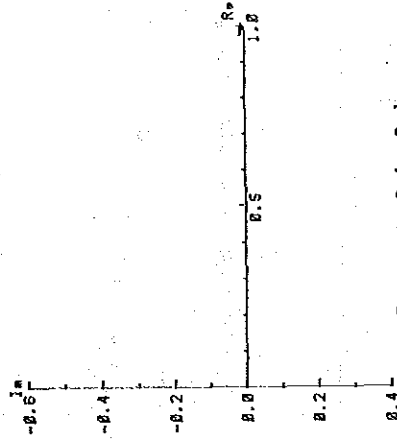
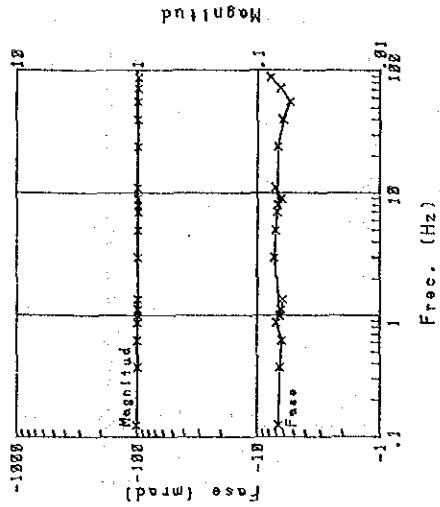


Diagrama Cole-Cole

Muestra No. 34



Espectros de fase y magnitud

Muestra No. 34

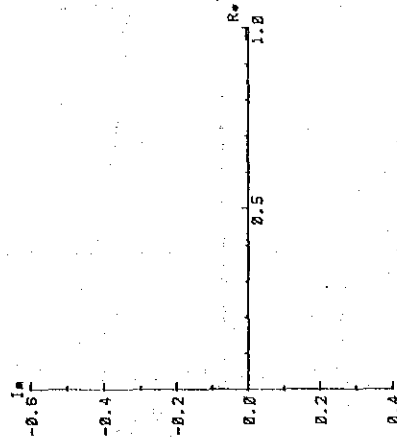
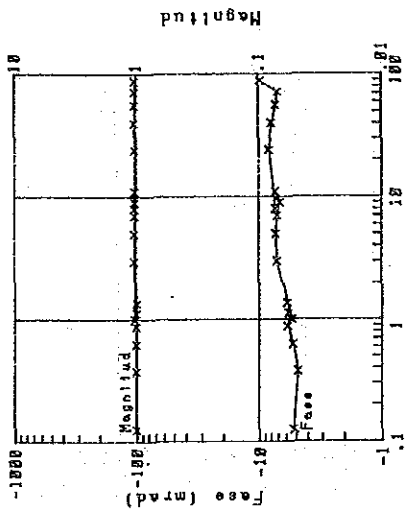


Diagrama Cole-Cole

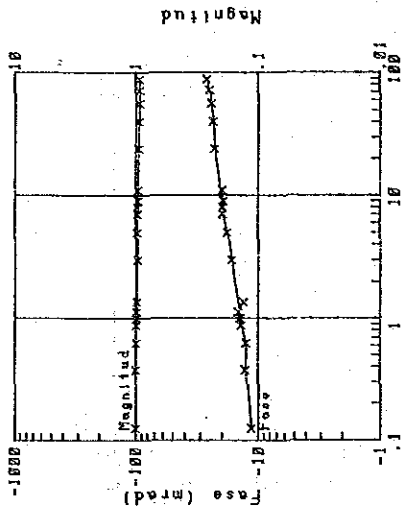
Muestra No. 35



Frec. (Hz)

Espectros de fase y magnitud

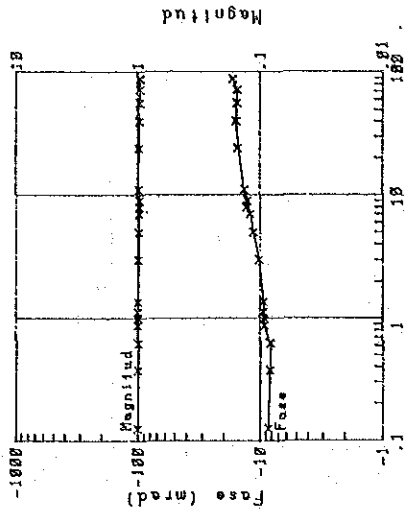
Muestra No. 36



Frec. (Hz)

Espectros de fase y magnitud

Muestra No. 37



Frec. (Hz)

Espectros de fase y magnitud

Muestra No. 35

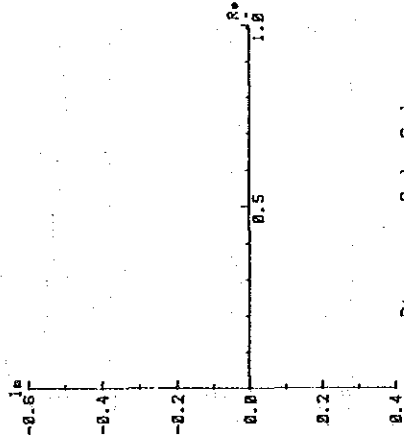


Diagrama Cole-Cole

Muestra No. 36

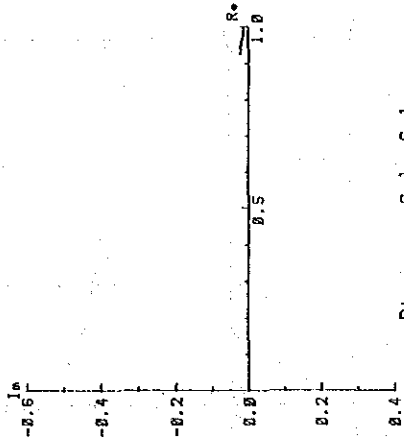


Diagrama Cole-Cole

Muestra No. 37

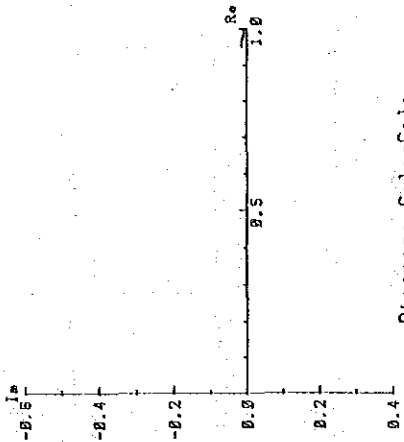
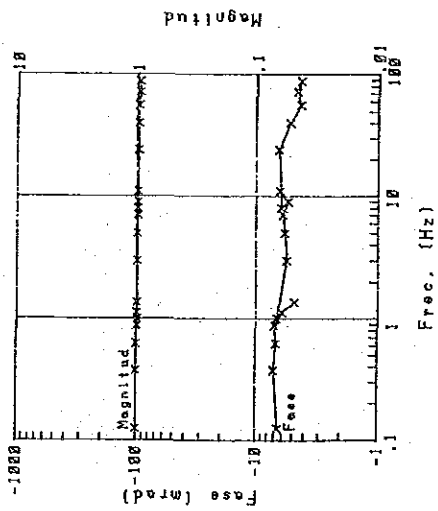


Diagrama Cole-Cole

Muestra No. 39



Espetros de fase y magnitud

Muestra No. 39

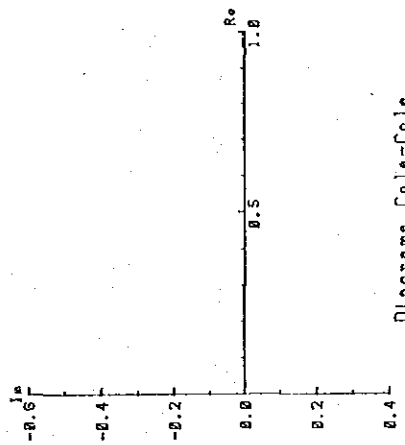
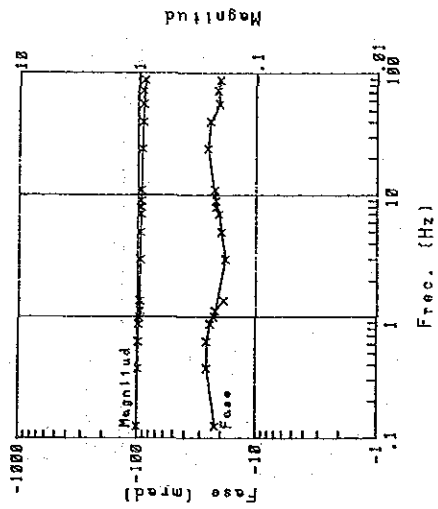


Diagrama Cole-Cole

Muestra No. 40



Espetros de fase y magnitud

Muestra No. 40

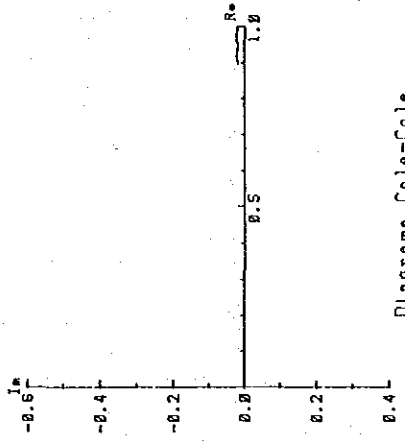
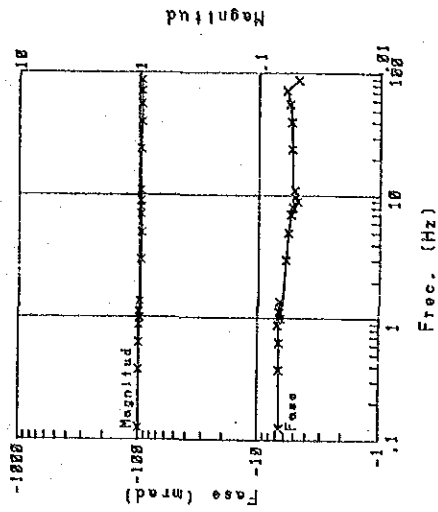


Diagrama Cole-Cole

Muestra No. 41



Espetros de fase y magnitud

Muestra No. 41

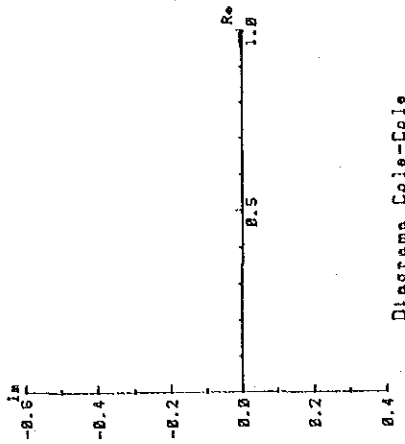
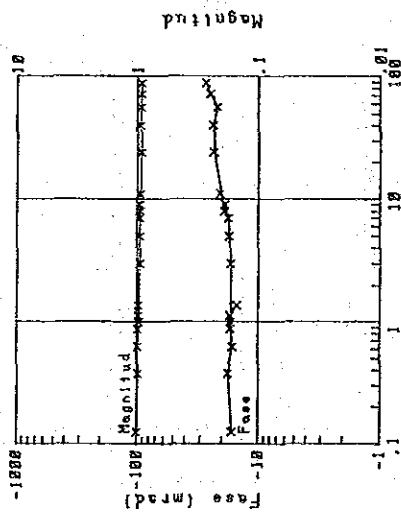


Diagrama Cole-Cole

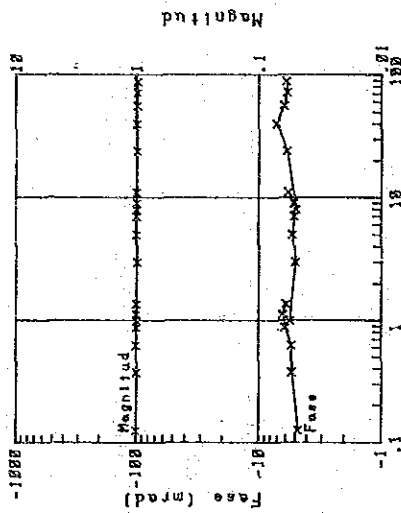
Muestra No. 43



Frec. (Hz)

Espectros de fase y magnitud

Muestra No. 45



Frec. (Hz)

Espectros de fase y magnitud

Muestra No. 43

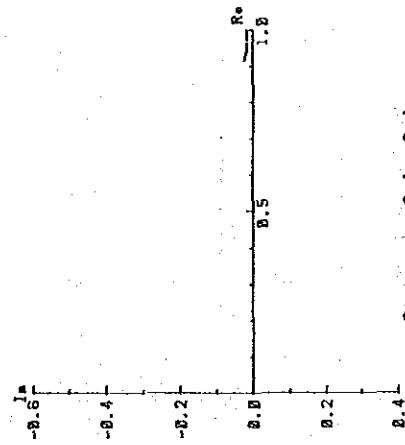


Diagrama Cole-Cole

Muestra No. 45

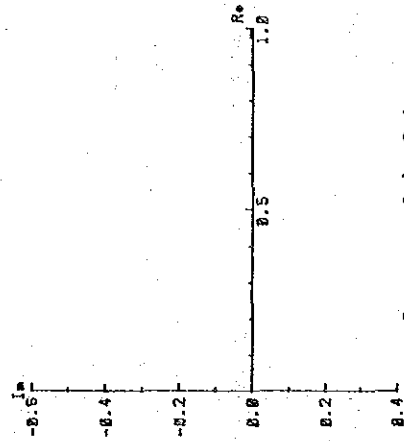
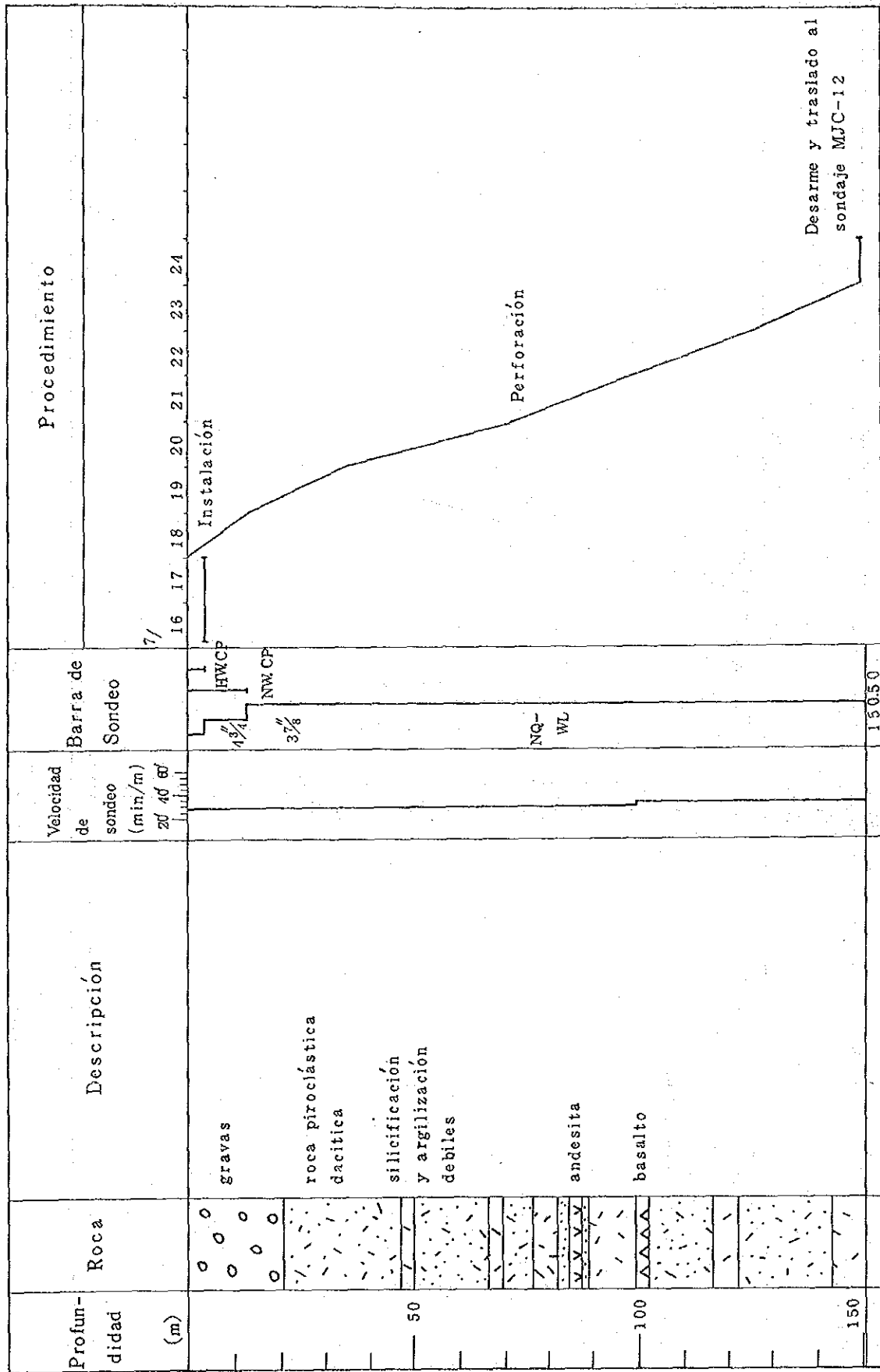
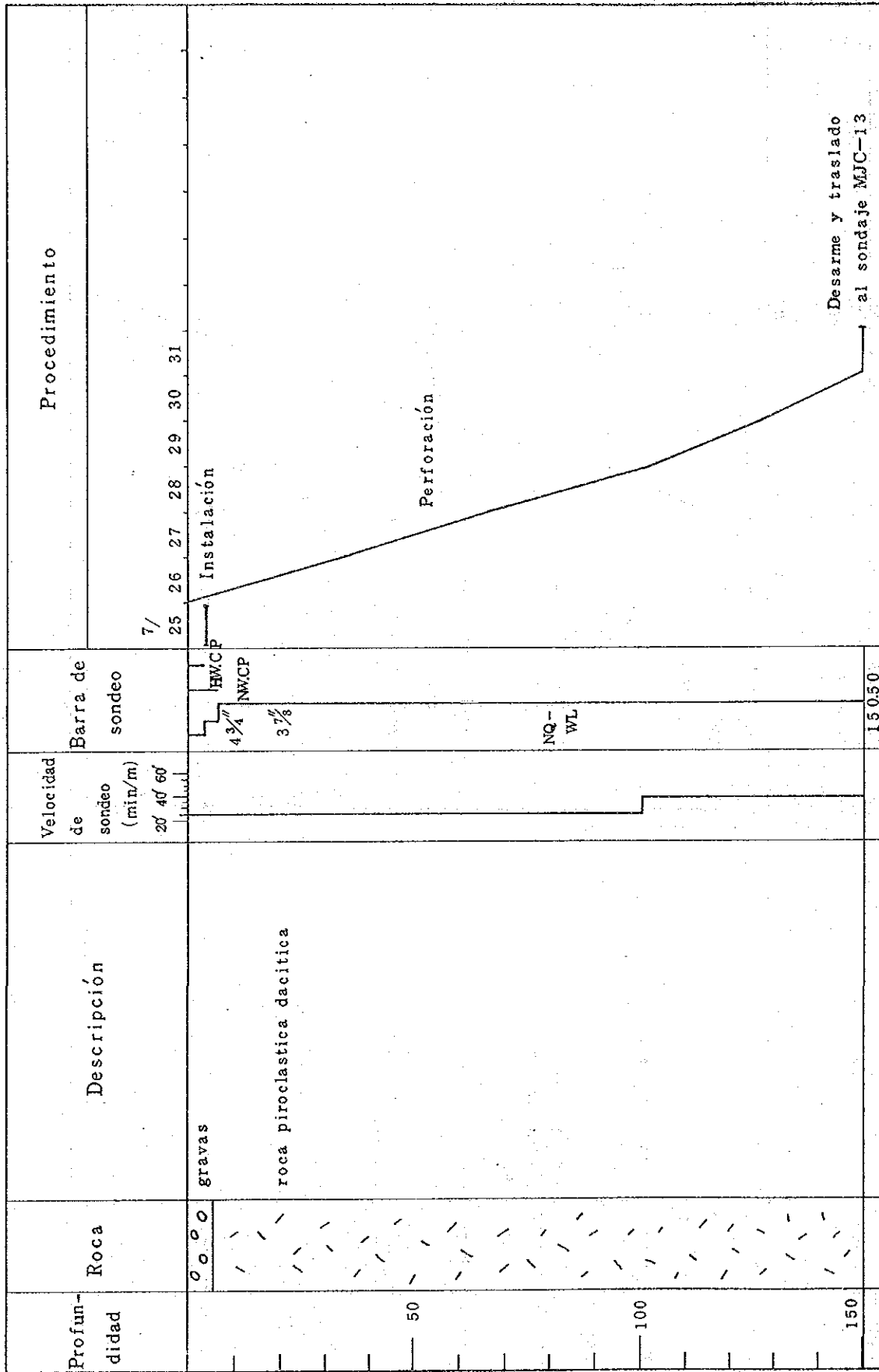


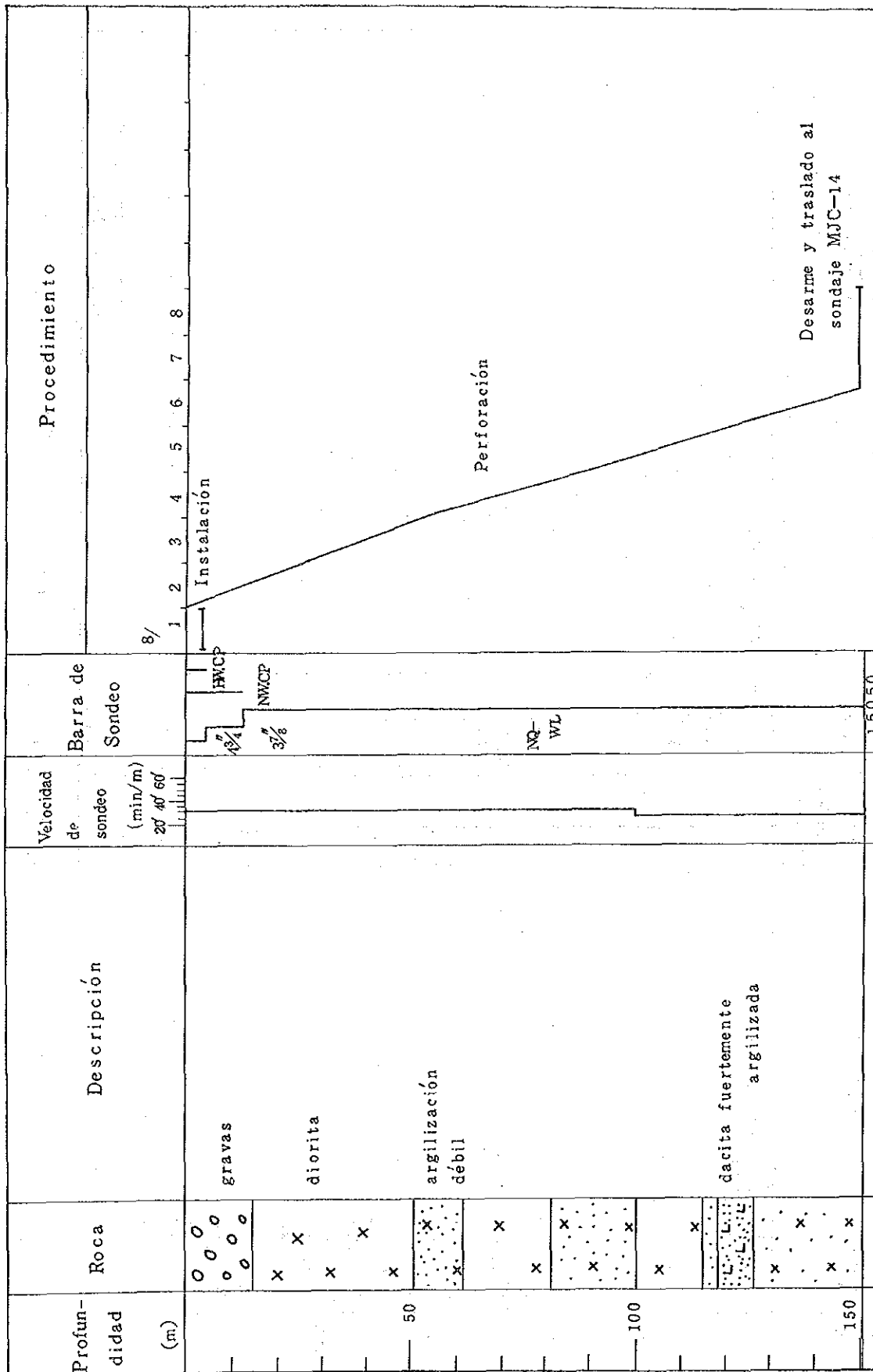
Diagrama Cole-Cole



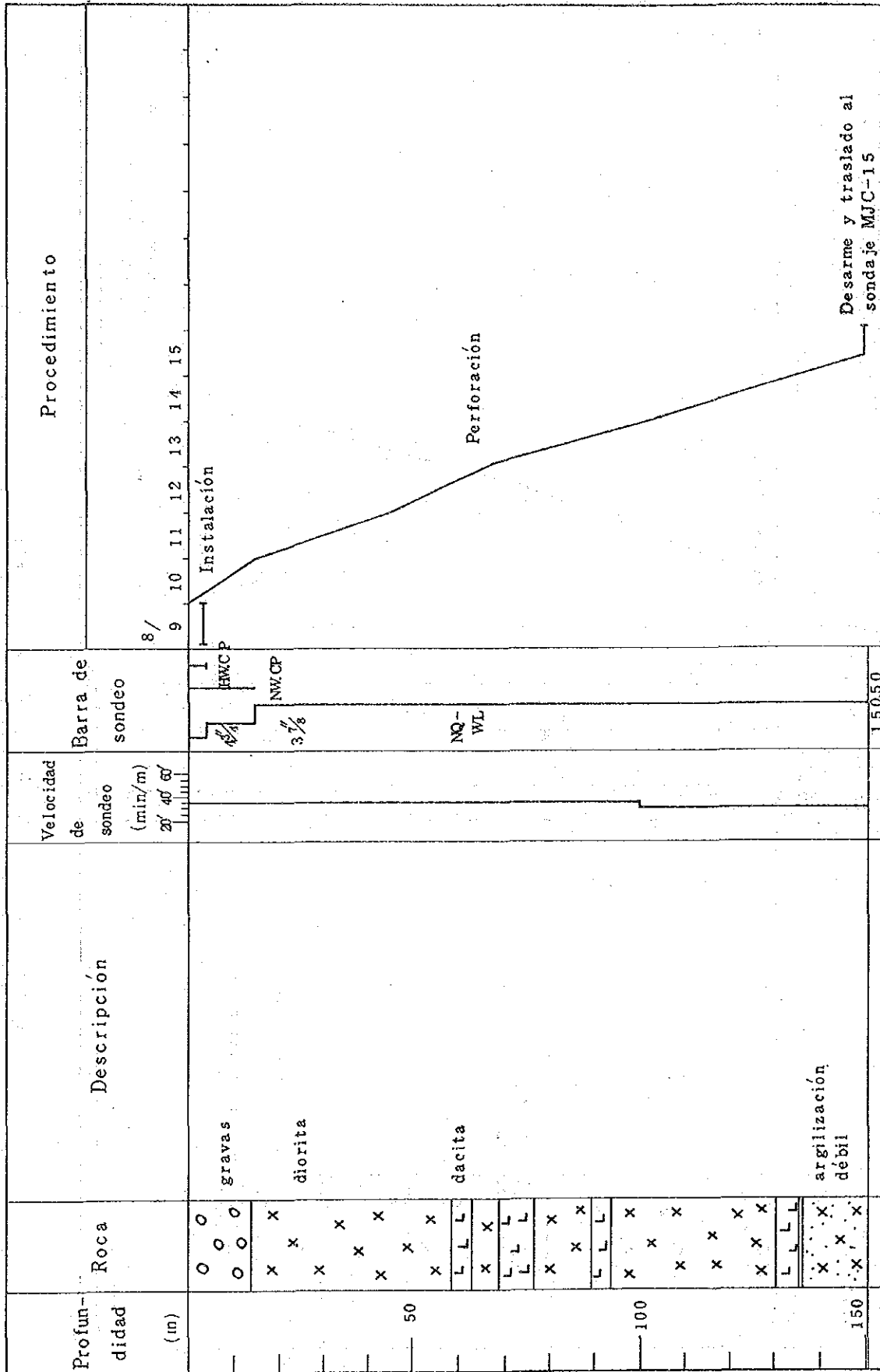
添付図 2 掘進工程図 (MJC-11)



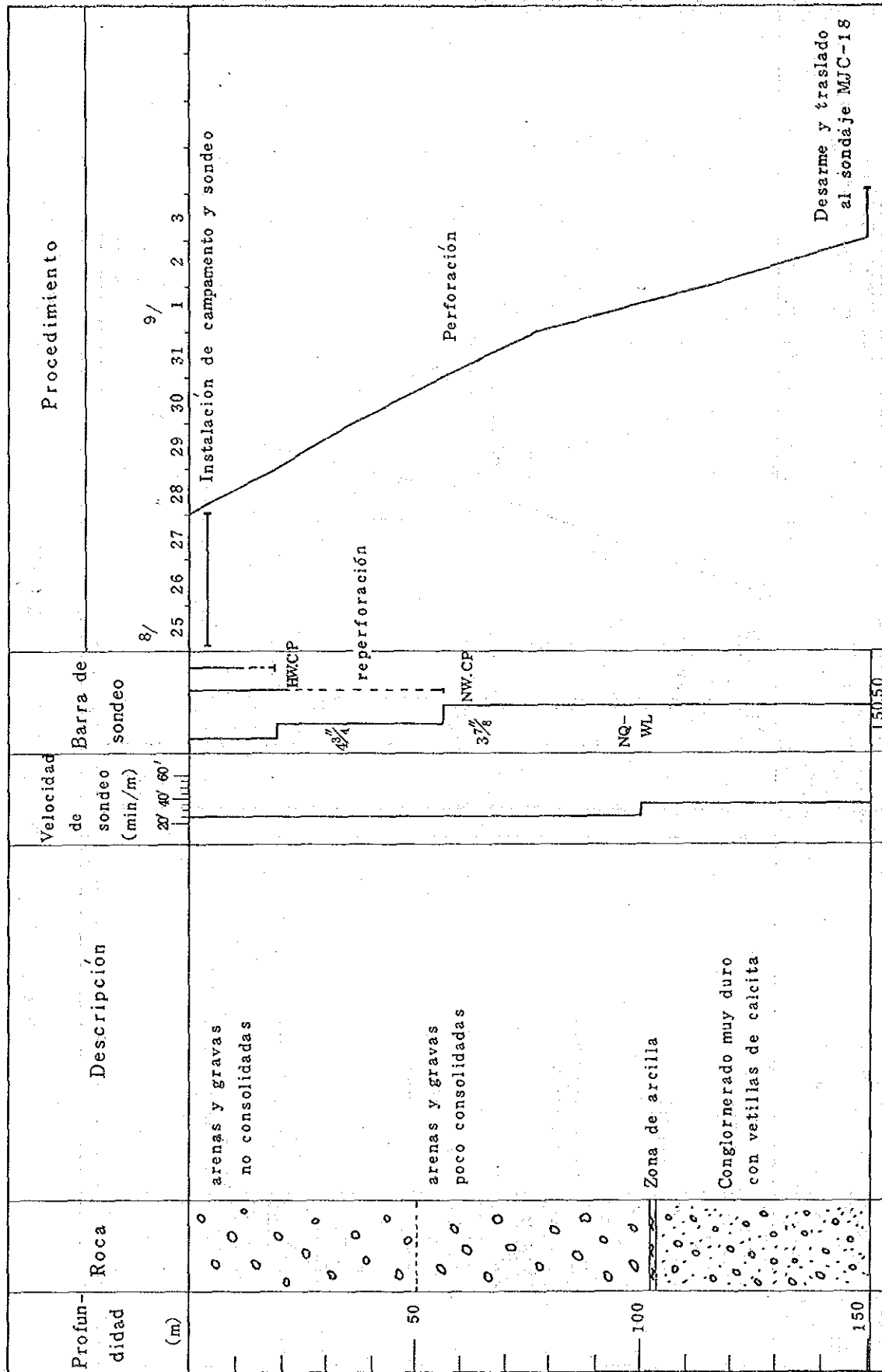
添付図 3 掘進工程図 (MJC-12)

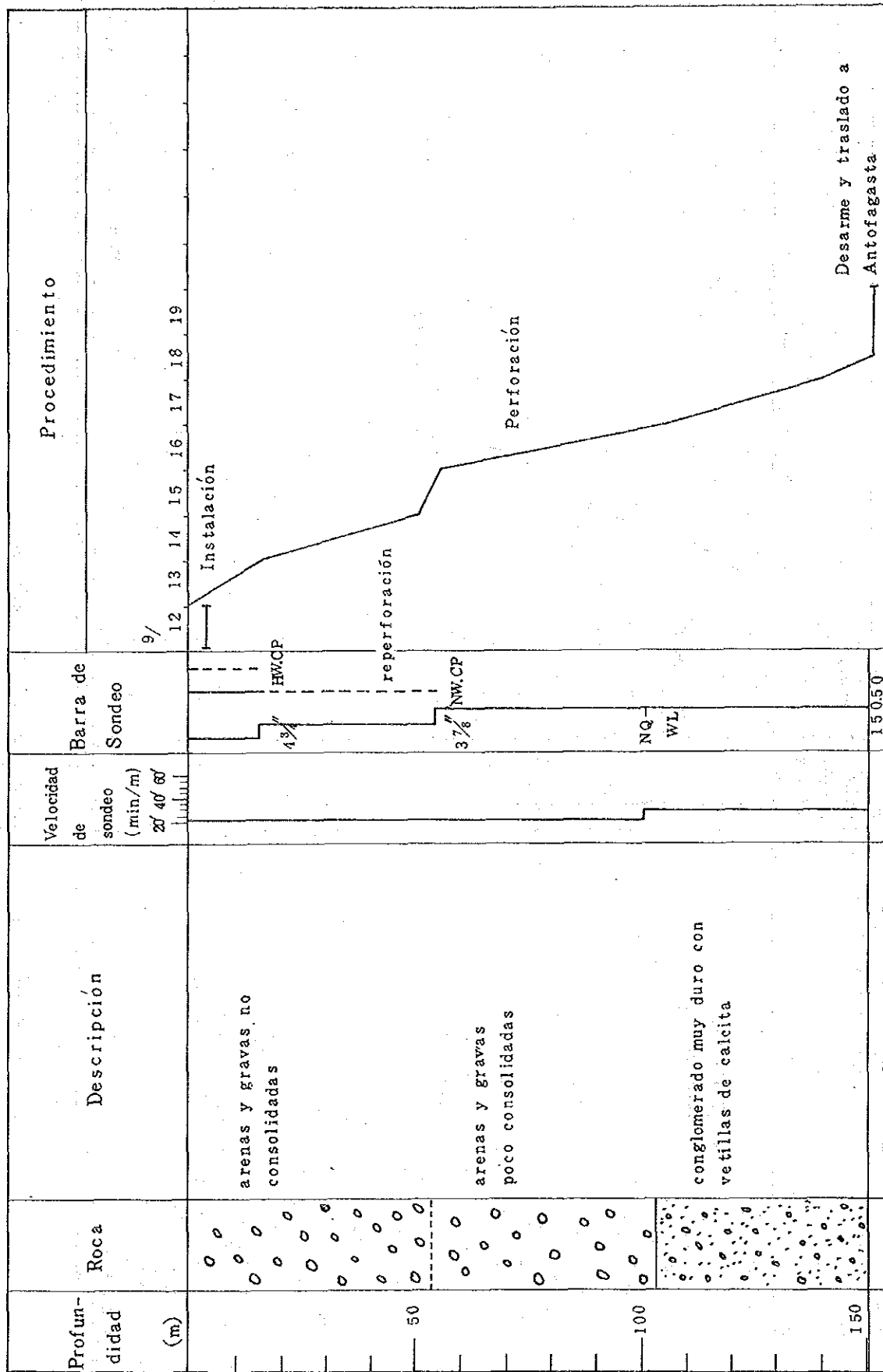


添付図 4 掘進工程図 (MJC-13)

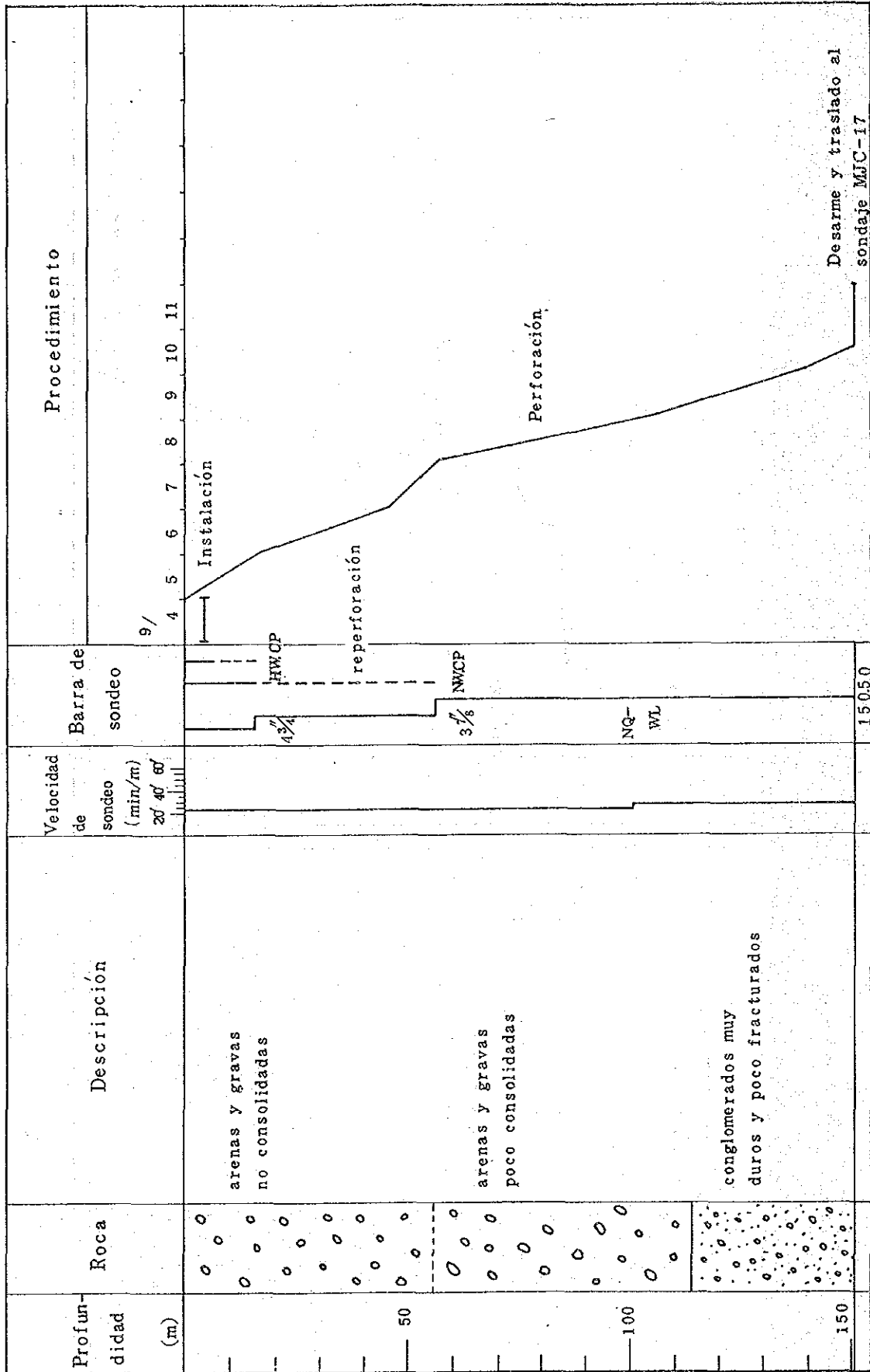


添付図 5 掘進工程図 (MJC-14)

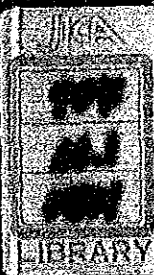




添付図 8 掘進工程図 (MJC-17)



添付図 9 掘進工程図 (MJC-18)



704
661
MPN

チリ共和国アントファガスタ南部地域
資源開発協力基礎調査報告書

(総括報告書)

昭和63年1月

国際協力事業団
金属鉱業事業団

は し が き

日本国政府はチリ共和国政府の要請に応え、同国アントファガスタ南部地域の鉱物資源賦存の可能性を確認するため、地質調査等の鉱床探査に関する諸調査を実施することとし、その実施を国際協力事業団に委託した。国際協力事業団は本調査の内容が地質および鉱物資源の調査という専門分野に属することから、この調査の実施を金属鉱業事業団に委託することとした。

本調査は昭和60年度から昭和62年度にわたって実施され、チリ共和国関係機関の協力を得て予定どおり完了した。本報告書は三ヶ年の調査結果をとりまとめたものである。

おわりに、本調査の実施にあたって御協力頂いたチリ共和国政府関係機関ならびに外務省、通商産業省、在チリ日本国大使館および関係各位の方々に対して衷心より感謝の意を表すものである。

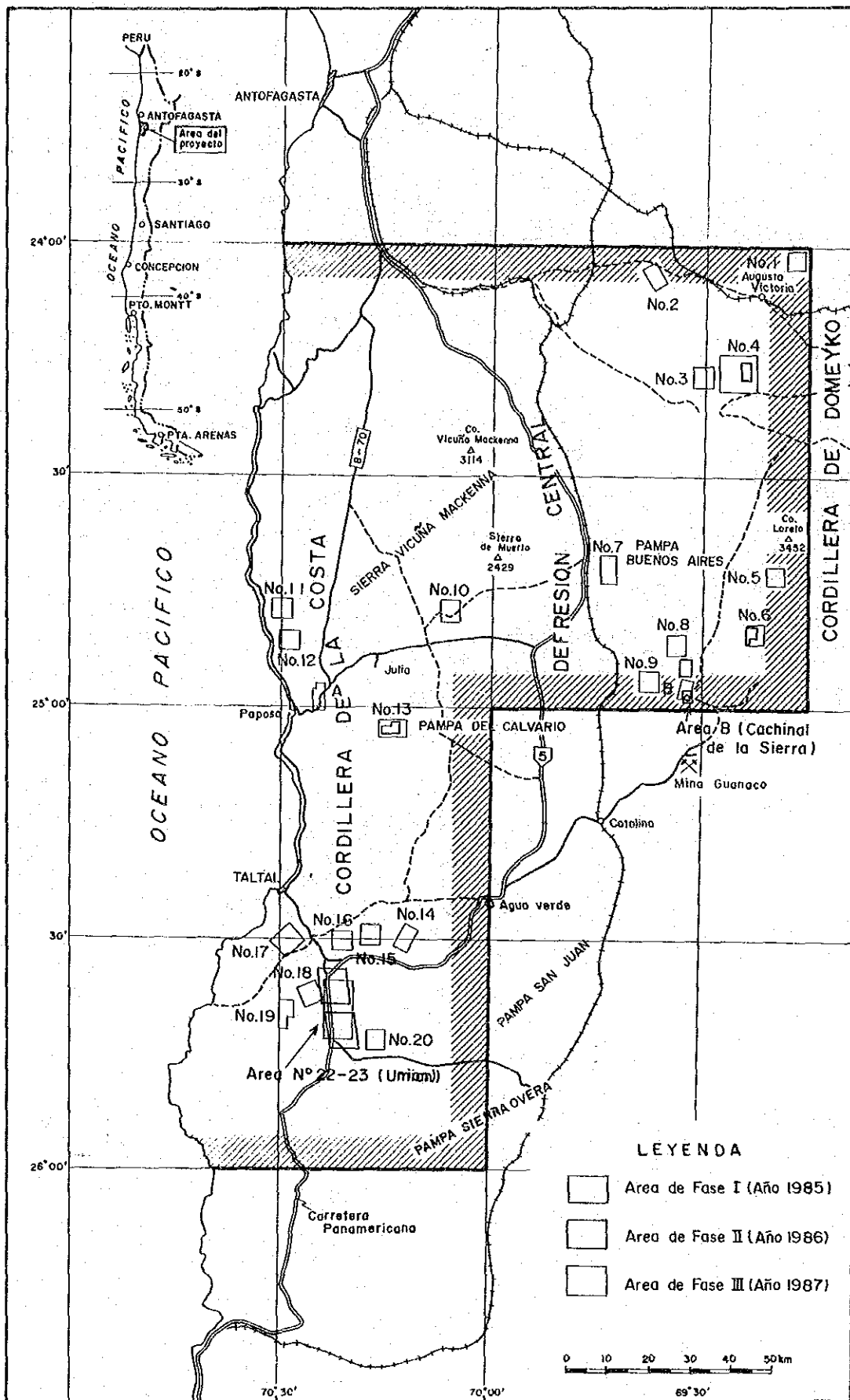
昭和 63 年 1 月

国際協力事業団

総 裁 柳 谷 謙 介

金属鉱業事業団

理事長 佐 藤 淳 一 郎



第 1 图 調査位置图

目 次

はしがき

位置図

要 約

第 I 部 総 論

第 1 章 調査概要	9
1-1 調査地域および調査目的	9
1-2 調査方法および調査量	11
1-3 調査期間および調査員	11
第 2 章 従来の調査	14
第 3 章 アントファガスタ南部地域の地質概要	14
第 4 章 現地状況	15
4-1 交 通	15
4-2 調査環境	15
第 5 章 結論および将来への提言	16
5-1 結 論	16
5-2 将来への提言	17

第 II 部 既存資料のコンパイルおよび調査地区の選定

第 1 章 既存資料のコンパイル	19
1-1 コンパイルの方法	19
1-2 地 質	19
1-3 鉱 床	25
第 2 章 ランドサット・データ解析	28
2-1 使用データおよび解析方法	28
2-2 解析結果	28
第 3 章 調査地区の選定	28

第 III 部 調 査 結 果

第 1 章 No. 22-23 地区	33
1-1 地質鉱床	33

1-2	物理探査	38
1-3	ボーリング調査	53
1-4	総合検討	61
第2章	B地区	65
2-1	地質鉍床	65
2-2	地化学探査	71
2-3	ボーリング調査	75
2-4	総合検討	89
第3章	その他の地区	90
3-1	地質鉍床	90
3-2	地化学探査	90
3-3	地区別評価	90

第IV部 アントファガスタ南部地域総合考察

第1章	鉍床特性	103
1-1	鉍脈型鉍床	103
1-2	マント型(層状)鉍床	104
1-3	網状-鉍染型鉍床(大規模熱水変質帯を含む)	105
第2章	鉍化作用と地質構造の関係	105
第3章	鉍床の垂直的位置	106
3-1	関係火成岩の侵食レベル	106
3-2	主要構成鉍物および変質鉍物組合せによる鉍床の垂直的位置	107

第V部 結論および将来への提言

第1章	結論	109
第2章	将来への提言	110
参考文献		111

付 表

第 1 表	アントファガスタ南部地域調査フロー・チャート
第 1-1 表	調査位置座標
第 1-2 表	調査方法および調査量
第 1-3 表	調査期間
第 1-4 表	調査員一覧表
第 II-1 表	物性測定結果一覧表
第 II-2 表	ボーリング調査使用機材一覧表
第 II-3 表	No. 22-23地区 ボーリング孔の位置、方位および傾斜
第 II-4 表	No. 22-23地区 ボーリング調査実績表
第 II-5 表	Cachinal de la Sierra 鉱床特性一覧表
第 II-6 表	流体包有物の均質化温度および塩濃度
第 II-7 表	B 地区 ボーリング孔の位置、方位および傾斜
第 II-8 表	B 地区 ボーリング調査実績表
第 II-9 表	地区別地質鉱床一覧表
第 II-10 表	地化学探査データ処理結果一覧表
第 II-11 表	地化学探査異常地点の分布状況一覧表
第 II-12 表	No. 4、13 および21地区 地化学探査データ処理結果一覧表
第 II-13 表	地区別評価一覧表

付 図

- 第 1 図 調査位置図
- 第 II-1 図 既存資料のデータ・コンパイル図
- 第 II-2 図 アントファガスタ南部地域模式柱状図
- 第 II-3 図 Chañaral 地方横断火成岩帯磁率変化
- 第 II-4 図 チリ産花崗岩類の Cu-Pb-Zn ダイアグラム
- 第 II-5 図 チリ共和国第2州における金属鉱床の分布
- 第 II-6 図 ランドサット画像解析図
- 第 II-1 図 No. 22-23地区 模式層序図
- 第 II-2 図 No. 22-23地区 地質図
- 第 II-3 図 PFE・見掛比抵抗断面図 (I 地区)
- 第 II-4 図 PFE・見掛比抵抗断面図 (II 地区)
- 第 II-5 図 PFE・見掛比抵抗断面図 (II 地区)
- 第 II-6 図 シミュレーション解析図
- 第 II-7 図 No. 22-23地区 掘削工法
- 第 II-8 図 No. 22-23地区 ボーリング柱状図
- 第 II-9 図 モデル計算によるIP異常源と地質との関係図
- 第 II-10 図 B 地区 模式層序図
- 第 II-11 図 B 地区 地質図
- 第 II-12 図 B 地区 掘削工法
- 第 II-13 図 B 地区 ボーリング柱状図
- 第 II-14 図 B 地区 地質断面図(1)
- 第 II-15 図 B 地区 地質断面図(2)
- 第 IV-1 図 熱水変質鉱物の分類

要 約

日本国政府は、チリ共和国政府の要請に応え昭和60年11月24日から同年12月8日まで事前調査団を現地に派遣し、同年12月4日にS/Wに署名した。

本地域は第1図に示した通り、同国北部の第2州南部の太平洋岸からアンデス前縁山脈にかけての地域で、首都 Santiago(サンチャゴ)市の北約1300kmに位置しており、調査面積は20,000km²に及んでいる。

本地域は世界有数の乾燥地帯(アタカマ砂漠)で地域一帯には岩砂漠が広がっており、年間降水量は10~25mmである。山系は海拔1000~3000mの壮年期地形を示し、地域の中央部には広大な氾濫原と沖積平野が南北に延びている。

本地域は地理的に西より海岸山脈地帯、中央沈降帯およびアンデス前縁山脈地帯に3区分されている。海岸山脈地帯は主としてシルル紀~デボン紀の海成ないし陸成の堆積岩起源の変成岩類、ジュラ紀の安山岩質火山岩類、石炭紀~白亜紀の花崗岩類などからなる。中央沈降帯は主として白亜紀~古第三紀の中性ないし珪長質火山岩類から構成されている。アンデス前縁山脈地帯はジュラ紀の海成層、シルル紀~デボン紀の花崗岩類などから構成されている。地質構造はN-S系が優勢である。

本地域は同国における金属鉱床密集地帯の一つであり、既知鉱床の数だけでも60数箇所に及んでいる。主な鉱種は金、銀および銅であるが、随伴金属として鉛、亜鉛、マンガン、鉄、ニッケル、コバルト、モリブデンなどを産している。鉱床のタイプとしては、鉱脈型が圧倒的に多く、その他マント型、網状-鉱染型などが発達している。

第1年次(昭和60年度)は、① 既存資料のデータ・コンパイル、② ランドサット・データ解析によって22箇所の有望地域を抽出し、地質調査および地化学探査を実施した。なお2箇所については精査を、また20箇所については準精査を行った。この結果、4箇所が第2年次への継続調査地として抽出され、かつ新たに4箇所が追加された。

第2年次(昭和61年度)は、第1年次調査の結果に基づき、次の8箇所に対して地質調査、地化学探査、ボーリング調査を実施した。

B 地区	: ボーリング調査
No. 4 地区	: 地質精査、地化学探査精査
No. 6 地区	: 同上
No. 13 地区	: 地質精査、地化学探査精査、ボーリング調査
No. 21 地区	: 地質調査(準精査)、地化学探査(準精査)
No. 22 地区	: 地質調査(準精査)
No. 23 地区	: 同上
El Guanaco地区	: 同上

第3年次(昭和62年度)は、第2年次の結果に基づき、次の3箇所に対し物理探査あるいはボーリング調査を実施した。

B 地区

No. 22 地区

No. 23 地区

それらの結果は次の通りである。

B 地区には、銀-鉛-亜鉛-石英鉱脈が20数条発達しており、同地区では主要鉱脈の延長確認、平行脈の賦存確認などを主目的として2年間で合計13孔、総延長1569mのボーリング調査を実施したが有望鉱徴の把握には至らなかった。従って同地区については次の通り結論づけられる。

- ① 主要鉱脈群の水平延長の大きな発展は期待薄である。
- ② 主要鉱脈と同程度の規模の新脈の賦存している可能性は少ない。
- ③ 主要鉱脈群の周辺に多数発達している小規模鉱脈群には銀の富鉱部が未だ残されている。

No. 22-23 地区には、銀-銅の鉱脈、一部網状-鉱染状の Union(ユニオン)および Atahualpa(アタウルパ)鉱床が同一断層裂かに沿って発達しており、第四系で覆われた両鉱床間における鉱床賦存を確認する目的で物理探査およびボーリング調査を実施した。

物理探査の結果、2、3箇所において IP異常が捕捉されたので、それらのうち最もPFE値が高く、かつまとまっている異常源に対して3孔、総延長451.5m のボーリング調査を実施したが、方解石細脈の捕捉に止まった。これらのことから同地区については次の通り結論づけられる。

- ① Union、Atahualpa 両鉱床間に既知鉱床と同程度の規模の鉱床が賦存している可能性は少ない。
- ② 仮に賦存しているとしても鉱床上部は侵食作用によって削剥されている可能性が大きい。

その他の地区については次のような地域が今後の探査のターゲットとして挙げられる。

A 地区の調査は鉱業権の問題で第1年次調査だけで中止されたが、高品位銅鉱脈が多数発達しており、規模、鉱況とも安定しており、今後の探鉱によって鉱量増が大いに期待される。

No. 11、12および 14地区に発達している金鉱脈 および No. 21地区に発達している高品位銀鉱脈はいずれも小規模鉱床であるため探査優先順位が低く、本調査の対象から除外されたが、部分的に Au数10g/t、Ag数1000g/t の高品位部も発達しており、かつ脈数が多いので今後のきめこまかい探鉱によっては小規模生産が可能となろう。

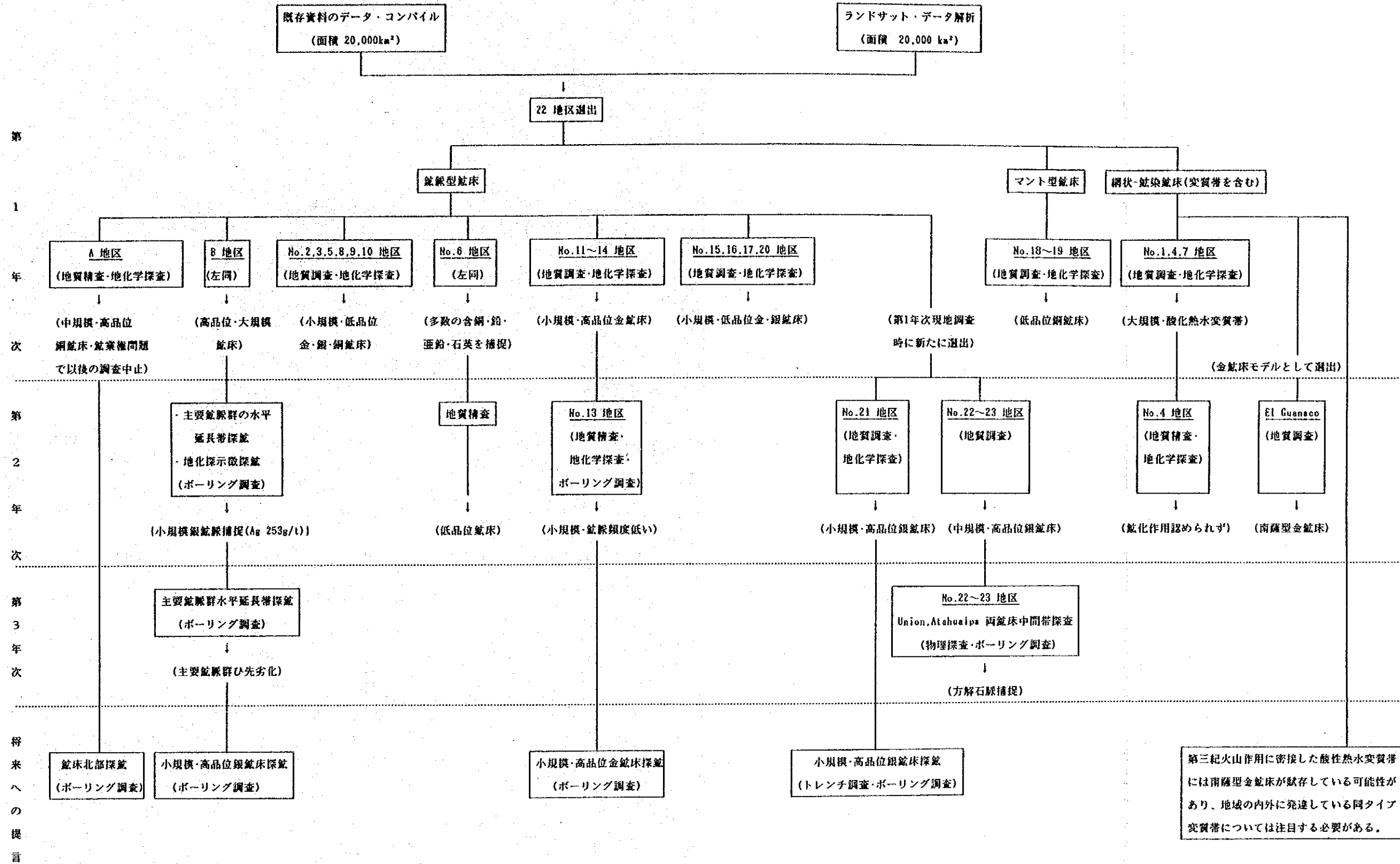
No. 1、4、7 地区 などに発達している大規模な熱水変質帯は、第三紀の中性ないし珪長質火山作用と密接して形成されたと考えられる酸性熱水変質帯であり、地質的あるいは変質のタイプが El Guanaco(グアナコ) 金鉱床(南薩型)に酷似している。今般調査されたこれらの地区では金鉱床賦存の可能性は少ないが、その他の地域(地域の内外)において Guanacoタイプの金鉱化作用を伴った変質帯が賦存している可能性もある。

以上の結論に基づき次の事項を提言する。

- ① A地区北部に発達している塊状銅鉱脈群の延長部および平行脈の賦存確認探鉱。
- ② 第三紀火山活動に密接した酸性熱水変質帯の探査。
- ③ 小規模・高品位な金・銀鉱脈(B、No. 11、12、14、21地区)に対する詳細な調査・探鉱。

3ヶ年の調査・探鉱の経緯をフローチャートにまとめると第 1 表の通りとなる。

第 1 表 アントファガスタ南部地域調査フロー・チャート



第 I 部 総 論

第 1 章 調査概要

1-1 調査地域および調査目的

チリ共和国アントファガスタ南部地域は第 1 図に示した通り、同国北部の第二州南部の海岸山脈からアンデス前縁山脈にかけての地帯に位置しており、首都 Santiago (サンチャゴ)市の北約 1,300km にある。調査対象面積は 20,000km² である。

地区別調査範囲は第 1-1 表の通りである。

本地域は同国、おける鉱床密集地帯の一つであり、その数は大小合わせて 60 数鉱床に及んでいる。主な鉱種は金、銀、銅であるが、随伴金属としてモリブデン、鉛、亜鉛等を産している。

鉱床のタイプとしては、鉱脈型が最も多く、その他、マント型、網状-鉱染型、ポーフイリー・銅型等が発達している。また、石英、赤鉄鉱、褐鉄鉱等を伴った熱水変質帯も賦存している。

また、本地域の周辺部には、最近その発見が世界的に知られ現在開発の途上にあるポーフイリー・銅型の Escondida (エスコンディータ) 鉱床や高品位金鉱床の El Guanaco (エル・グアナコ) 鉱床等がある。

以上のような環境下にある本地域に対し次のような探査方針を確立して三ヶ年の調査を進めた。

- i) 既存資料のコンパイル
- ii) ランドサット・データ解析による裂か特性の解明
- iii) i) と ii) の結果を合わせ有望箇所 22箇所を抽出
- iv) 抽出箇所に対し地質調査および地化学探査を実施
- v) iv) の現地調査によって得られた地質情報に基づき、新たに 4 箇所の有望箇所を抽出
- vi) iv) および v) の結果に基づき物理探査あるいはボーリング調査を実施

以上の探査ステップのフローチャートを第 1 表に表示した。

第 1-1 図 調査位置座標

Area	Coordenadas			
	W	S	E	N
01	69° 19' 11"	69° 16' 13"	69° 16' 12"	69° 19' 11"
	24° 00' 23"	24° 00' 24"	24° 03' 23"	24° 00' 24"
02	69° 38' 13"	69° 36' 08"	69° 34' 08"	69° 36' 13"
	24° 05' 23"	24° 04' 13"	24° 07' 13"	24° 08' 23"
03	69° 31' 19"	69° 28' 22"	69° 28' 23"	69° 31' 20"
	24° 16' 04"	24° 16' 05"	24° 18' 47"	24° 18' 46"
04	69° 27' 44"	69° 21' 52"	69° 21' 52"	69° 27' 47"
	24° 13' 52"	24° 13' 55"	24° 19' 20"	24° 19' 20"
05	69° 20' 04"	69° 17' 52"	69° 17' 10"	69° 20' 10"
	24° 41' 06"	24° 41' 07"	24° 43' 07"	24° 43' 04"

Area	Coordenadas			
06	69° 23' 07"	69° 20' 10"	69° 20' 10"	69° 23' 08"
	24° 49' 07"	24° 49' 10"	24° 51' 52"	24° 51' 50"
07	69° 45' 04"	69° 42' 42"	69° 42' 23"	69° 45' 04"
	24° 40' 23"	24° 40' 24"	24° 43' 47"	24° 43' 47"
08	69° 35' 02"	69° 32' 04"	69° 32' 04"	69° 35' 02"
	24° 50' 11"	24° 50' 12"	24° 52' 55"	24° 52' 55"
09	69° 38' 37"	69° 35' 38"	69° 35' 40"	69° 38' 37"
	24° 54' 09"	24° 54' 30"	24° 57' 13"	24° 57' 13"
10	70° 07' 54"	70° 04' 04"	70° 04' 16"	70° 07' 07"
	24° 46' 11"	24° 46' 13"	24° 48' 58"	24° 48' 55"
11	70° 31' 40"	70° 28' 43"	70° 28' 44"	70° 31' 46"
	24° 46' 00"	24° 46' 01"	24° 48' 43"	24° 48' 43"
12	70° 30' 14"	70° 27' 17"	70° 27' 20"	70° 30' 18"
	24° 50' 19"	24° 50' 15"	24° 52' 49"	24° 52' 66"
13	70° 15' 31"	70° 11' 40"	70° 11' 41"	70° 15' 32"
	25° 01' 52"	25° 01' 53"	25° 04' 01"	25° 04' 01"
14	70° 12' 11"	70° 10' 18"	70° 12' 08"	70° 14' 11"
	25° 28' 05"	25° 29' 13"	25° 32' 17"	25° 31' 07"
15	70° 18' 11"	70° 15' 11"	70° 15' 13"	70° 18' 13"
	25° 28' 23"	25° 28' 25"	25° 31' 07"	25° 31' 07"
16	70° 22' 22"	70° 19' 22"	70° 19' 14"	70° 22' 23"
	25° 29' 25"	25° 29' 26"	25° 32' 10"	25° 32' 08"
17	70° 31' 40"	70° 28' 59"	70° 26' 43"	70° 29' 29"
	25° 31' 00"	25° 28' 49"	25° 31' 20"	25° 33' 29"
18	70° 26' 18"	70° 25' 29"	70° 23' 14"	70° 22' 20"
	25° 36' 41"	25° 36' 47"	25° 38' 23"	25° 39' 17"
	70° 29' 56"	70° 27' 34"	70° 28' 17"	70° 30' 07"
19	25° 38' 17"	25° 38' 19"	25° 42' 25"	25° 42' 25"
	70° 27' 18"	70° 28' 17"		
		25° 40' 28"	25° 40' 24"	
20	70° 17' 43"	70° 14' 43"	70° 14' 44"	70° 17' 46"
	25° 41' 37"	25° 41' 40"	25° 44' 24"	25° 44' 23"
	70° 24' 29"	70° 23' 13"	70° 23' 17"	70° 24' 28"
	24° 57' 37"	24° 57' 34"	25° 00' 43"	25° 00' 47"
21	69° 33' 16"	69° 31' 29"	69° 31' 29"	69° 33' 16"
	24° 52' 55"	24° 52' 55"	24° 55' 37"	24° 55' 37"
22	70° 24' 13"	70° 19' 48"	70° 18' 54"	70° 23' 13"
	25° 33' 44"	25° 33' 46"	25° 38' 39"	25° 38' 37"
23	70° 22' 54"	70° 19' 08"	70° 18' 15"	70° 21' 55"
	25° 40' 15"	25° 40' 17"	25° 45' 00"	25° 45' 00"
El Guana- co	69° 37' 29"	69° 30' 21"	69° 30' 22"	69° 37' 31"
	25° 05' 21"	25° 05' 22"	25° 10' 15"	25° 10' 13"
A	70° 25' 02"	70° 24' 26"	70° 24' 28"	70° 25' 00"
	24° 58' 32"	24° 58' 32"	25° 00' 08"	25° 00' 10"
B	69° 33' 00"	69° 31' 04"	69° 32' 04"	69° 34' 02"
	24° 56' 17"	24° 57' 17"	24° 59' 11"	24° 58' 13"

1-2 調査方法および調査量

調査方法および調査量は第 1-2 表に示した通りである。なお、既存資料のコンパイルおよびランドサット・データ解析については全域 (20,000km²) を対象とした。

第 1-2 表 調査方法および調査量

Area	Levant. geológico		Levant. geoquímico		Exploración geofísica	Sondaje
	detall.	semi-detall.	detall.	semi-detall.		
No. 1		25		111		
No. 2		25		102		
No. 3		25		101		
No. 4	10	100	227	132		
No. 5		25		103		
No. 6	9	25		100		
No. 7		25		102		
No. 8		25		153		
No. 9		25		101		
No. 10		25		100		
No. 11		25		101		
No. 12		25		101		
No. 13	12	26	202	102		203m(101m+102m)
No. 14		26		102		
No. 15		25		102		
No. 16		25		102		
No. 17		36		102		
No. 18		25		102		
No. 19		25		102		
No. 20		25		101		
No. 21		15		131		
No. 22		60			SIP 6 km	451.5m(150.5×3孔)
No. 23		50			I P 6 km	
Guanaco	100					
A	15		201			
B	15		207			816m(102×8孔) 752.5m(150.5×5孔) 計1568.5m(13孔)

1-3 調査期間および調査員

調査期間は第 1-3 表の通りである。

第 1 - 3 表 調 査 期 間

作 業 内 容	昭和60年度(1985)					昭和61年度(1986)					昭和62年度(1987)						
	60/1261/1	2	3	4	5	61/8	9	10	11	12	62/7	8	9	10	11	12	63/1
既存資料のコンパイル																	
ランドサット・データ解析					2,5												
地質調査・地化学探査				1,2					3,1								
物 理 探 査													5				
ボ ー リ ン グ 調 査									1,5				5				
解 析 ・ 報 告 書					2,4									1,2			3,0

本調査に従事した人員は第 1-4 表の通りである。

第 1-4 表 調査員一覧表

日本国側

作業内容	昭和 60 年度 (1985)	昭和 61 年度 (1986)	昭和 62 年度 (1987)
事前調査 協定折衝	石田 真 (MMAJ) 折田 憲一 (MITI) 上木 隆司 (MMAJ) 林 歳彦 (JICA)		
調査計画および折衝	上木 隆司 (MMAJ)	上田 英之 (MMAJ)	馬場 洋三 (MMAJ) 安達 直隆 (MMAJ) 萩尾 憲三 (MMAJ)
地質調査・地化学探査	古川 雄也 (NED) 北見 尹 (NED) 粥川 富喜雄 (NED) 宮崎 敏男 (NED) 小山田 昌幸 (NED) 武田 進 (NED) 神原 洋 (NED)	古川 雄也 (NED) 俣野 米治 (NED)	
物理探査			野村 拳一 (NED) 立川 三郎 (NED) 杉浦 則清 (NED)
ボーリング調査		古川 雄也 (NED) 加賀 藤次郎 (NED) 畠沢 繁四郎 (NED) 芳賀 政蔵 (NED)	古川 雄也 (NED) 加賀 藤次郎 (NED) 畠沢 繁四郎 (NED) 石川 宏 (NED)

チリ共和国側

作業内容	昭和 60 年度 (1985)	昭和 61 年度 (1986)	昭和 62 年度 (1987)
事前調査 協定折衝	Maria Teresa CANAS Jorge SKARMETA Carlos PORTIGLIATI		
調査計画および折衝	Jorge SKARMETA	Jorge SKARMETA	Jorge SKARMETA
地質調査 地化学探査	Carlos PORTIGLIATI Sergio DIAZ Alvaro PUIG Lucia CUITINO	Carlos PORTIGLIATI Sergio DIAZ Alvaro PUIG Lucia CUITINO	
物理探査			Juan Carlos PARRA Manuel ARANCIBIA
ボーリング調査		Carlos PORTIGLIATI	Carlos PORTIGLIATI

第 2 章 従来の調査

調査地域全域をカバーしている地質は、チリ共和国鉱山省鉱業地質局により縮尺 1,000,000 分の 1 および 250,000 分の 1 でまとめられており、公表されているものとしては次のようなものがある。

縮尺 1,000,000 分の 1 : Servicio Nacional de Geología y Minería, 1982 :
Mapa Geológico de Chile, Hoja N°.2 (24° 00' - 30° 30')

縮尺 250,000 分の 1 : CORFO-SERNSGEOGIN, 1983 : Mapa Geológico de la
II Región

また、本地域をふくめた第 II 州の大部分の鉱床については次の資料にまとめられている。

縮尺 250,000 分の 1 : CORFO-SERNAGEOMIN, 1983 : Mapa de Yacimientos
Metalicos de la II Región, Proyecto Complemento Mapa
Metalogénico II Región

CORFO, 1984 : Complemento Mapa Metalogénico II Región, Texto Resumido.

CORFO, 1984 : Complemento Mapa Metalogénico II Región, Tomo II, I.

Servicio Nacional de Geología y Minería : Geología y Metalogénesis de
la II Región de Antofagasta, Norte de Chile.

Secretaria Regional de Planificación y Coordinación Segunda Región, 1979
: Proyecto Oro Sur Antofagasta.

これらの資料は、その後逐次同局で修正されつつあり、現在、調査地域の南半分をカバーした次の改定版が公刊されている。

縮尺 250,000 分の 1 : Servicio Nacional de Geología y Minería, 1984
: Carta Geológica de Chile, Hojas Taltal y Chañaral

これらの他に一部の鉱床、鉱化帯あるいは変質帯に対しては地質調査、地化学探査、物理探査、ボーリング調査などがなされているが、それらの資料の殆どは公表されていない。入手された主な資料として次のようなものがある。

A 地区 : Nibalco Rojas Soto, 1972 : Informe Geológico, Minas Montecristo,
Abundancia y Santa Rosa, Distrito Minero de Paposo,
Provincia de Antofagasta.

B 地区 : Empresa Nacional de Minería, Chile, 1980 : Estudio geológico,
geoquímico, geofísico y evaluación de recurso del distrito
argentífero Cachinal, II Región.

第 3 章 アントファガスタ南部地域の地質概要

本地域の地質は先シルル紀の変成岩類を最古岩類として古生代から第四紀までの各時代の地層が発達している。

古生界はシルル紀-デボン紀の海成ないし陸成の堆積岩起源の変成岩類と石炭紀~三畳紀の花崗岩類からなり、海岸山脈および アンデス前縁山脈地帯に主として分布している。中生界は

海成あるいは陸成の堆積岩類、玄武岩～安山岩質火山岩類および花崗岩類等からなり、主として上記山脈地帯に分布している。

新生界は暁新世～始新世の活動とされている火山岩類と第四系から主として構成されており、平原地帯に広く発達している。尚、第三紀に入ると珪長質な火山活動が優勢になってくる。第四系は主に扇状地堆積物、現河川堆積物あるいはチリ硝石の原料となった塩湖堆積物等からなる。

本地域もチリの主要構造の影響を強く受け褶曲構造、断層構造、あるいは地層の分布共N-S系が卓越している。褶曲運動を受けている地層は先第三系で、第三紀以降の地層は殆ど同運動を受けていない。

断層は古生界および中生界に頻度多く発達している。連続性に富んだ規模の大きいものはN-S系が多い。このうち海岸山脈を縦断している Atacama(アタカマ)断層が特に著名で、同断層に規制されている鉱床も数多い。

本地域は金属鉱床密集地帯の一つに挙げられており、鉱脈型、マント型(層状)、網状-鉱染型およびポーフィリー・銅型等の鉱床が発達している。このうち前二者が圧倒的に多い。

この他、酸化鉄鉱や石英を伴った熱水変質帯も発達している。主要鉱種は金、銀、銅であるが、希少鉱種として鉛、亜鉛、マンガン、鉄、モリブデン、ニッケル、コバルト等も産する。

鉱床の分布は西部と東部の二鉱化系列に大別され、それらはほぼ南北に平行して配列している。西部系列は海岸山脈に沿って分布しており、主として金、銅、(銀)の鉱脈型と銅のマント型(層状)鉱床からなり、主にジュラ紀の花崗岩類と成因的に密接して形成されている。

東部系列は主として金、銀、(鉛)の鉱脈型鉱床からなり、白亜紀末～第三紀初期の火山活動と密接して形成されている。なお、熱水変質帯は東部系列に属している。鉱床分布密度は西部系列が圧倒的に大きい。

本地域に存する鉱床は 60数ヶ所に及んでおり、現在稼行中の鉱床は数ヶ所の金・銀・銅鉱床に止どまっている。

第 4 章 現地状況

4-1 交通

本地域は第二州の中心都市 Antofagasta (アントファガスタ)市の南 50km(北端)～300km(南端)に位置しており、地域のほぼ中央を主要幹線道路パンアメリカン国道(Carretera Panamericana)が縦走しており、これに平行あるいは直交した支線道路が数本発達している程度で道路網は粗である。ただし、地域内は岩砂漠であるため、平坦地および緩傾斜斜面では四輪駆動車だと縦横無人に走行できる。

所要時間は主要幹線道路を利用して Antofagasta市より地域の南端まで約4時間である。

地域内に存在する交通機関は鉄道とバスであるが、鉄道は国有鉄道で貨物の運搬しか行っていない。また、バスは Antofagasta市と Taltal(タルタル)市を結んだ1路線があり、日に2便運行されている。

4-2 調査環境

4-2-1 地形

本地域の地形はチリの地理区分による海岸山脈、中央沈降地帯およびアンデス前縁山脈に大別され、それらは西から東に配列し各々南北に伸長している。

海岸山脈は最高海拔 3,114mの急峻な露岩地帯で東に向かって漸次標高を減じ平原に移行している。中央沈降地帯は上記の両山脈に挟まれた低地帯で、広大な氾濫原と沖積平野からなる。標高は平均海拔 1,000mで西に緩やかに傾斜している。

アンデス前縁山脈はアンデス山脈の縁辺部に当たり海拔3,400m程度の壮年期地形を示している。

4-2-2 気候・植生

本地域は、世界でも有数の乾燥地帯の一つに挙げられているアタカマ砂漠の一面をなしており、太平洋沿岸地帯では年間降雨量 25mm 程度を示すが地域の大半は 10mm 以下である。

年間の日中平均気温は地域北部の盆地で最も高く、18℃以上を示し、地域東部で 10~16℃、海岸地帯で 16~17℃を示している。ただ、地域東部では冬季夜間の気温が-5~-10℃に下がる。尚、地域西部では冬季夜間でも 0℃以下になることは稀である。

本地域は上述の通り厳しい自然条件下にあるため、狭い海岸地帯を除き殆ど植生を欠いているが稀に発達しているオアシスではわい生低木などのまばらな植生がみられる。海岸地帯は朝晩霧が発生するためサボテン類や剛毛草本がまばらに生えている。

4-2-3 集落・産業

本地域で最も大きい集落は地域南西部の Taltal市で、漁港と ENAMI (Empresa Nacional de Minería 鉱業公社)の選鉱場があり人口約 10,000の町である。その他は人口数十人の鉱山町が散在している程度である。

産業としては鉱業と漁業があるがいずれも小規模である。尚、パンアメリカン国道沿いを中心にチリ硝石、燐鉱石、硼砂の採掘跡が延々と広がっており、同硝石最盛時にはかなり栄えたものと思われる。

本地域は極端な過疎地帯であるため調査用具、幕営用具あるいは人夫等の調達はAntofagasta市以外にない。また、ガソリン・スタンドおよび飲料水は Taltal市および Agua Verde(アグア・ベルデ)にあるだけである。

第 5 章 結論および将来への提言

5-1 結論

アントファガスタ南部地域の鉱物資源賦存の可能性を確認するために 3ヶ年にわたって行われた本調査は次の通り結論づけられる。

1) データのコンパイルから始まって最終的には 26地区に対し現地調査が行われ、そのうち 3地区においてボーリング調査が行われ、最終年度まで残ったのは B地区とNo. 22-23地区であった。この 2地区の結論は次の通りである。

B地区

- ① 主要鉱脈群の水平延長の大きな発展は期待薄である。
- ② 大規模な新鉱脈の賦存可能性は少ない。
- ③ 小規模鉱脈群に対する探鉱余地は未だ残されている。

No. 22-23地区

① Union鉱床と Atahualpa鉱床の間に既知鉱床と同程度の規模の鉱床が賦存している可能性は少ない。

② 仮に賦存しているとしても鉱床上部は侵食作用によって削剥されている可能性が大きい。

2) その他の地区については次のような地域が今後の探査のターゲットとして挙げられる。

A 地区の調査は鉱業権の問題で第1年次だけで中止されたが、高品位銅鉱脈が多数発達しており、かつ規模、鉱況とも安定しており、今後の探鉱によって鉱量増が大いに期待される。

No. 11、12および14地区に発達している金鉱脈およびNo. 21地区の高品位銀鉱脈は、いずれも小規模鉱床であるため探査優先順位が低く本調査の対象から除外されたが、部分的にAu数10g/t、Ag数1000g/tの高品位部も賦存しており、かつ脈数が多いので今後のきめ細かい探鉱によっては小規模生産が可能となろう。

No. 1、4および7 地区に発達している大規模な熱水変質帯は、第三紀の中性ないし珪長質火山作用と密接して形成されたと考えられる酸性熱水変質帯であり、地質的あるいは変質のタイプがEl Guanaco 金鉱床(南薩型)に酷似している。今般調査されたこれらの地区では金鉱床賦存の可能性は少ないが、その他の地域(地域の内外)においてEl Guanaco 鉱床タイプの金の鉱化作用を伴った変質帯が賦存している可能性もある。

5-2 将来への提言

前章の結論に基づいて次の事項を提言する。

- ① A 地区北部に発達している塊状銅鉱脈群のひ先 および平行脈の賦存確認探鉱。
- ② 第三紀火山活動に密接した酸性熱水変質帯の探査
- ③ 小規模・高品位金・銀鉱脈 (B、No. 11、12、14、21地区) に対するきめ細かい調査・探鉱。

第 II 部 既存資料のコンパイルおよび
調査地区の選定

第 1 章 既存資料のコンパイル

1-1 コンパイルの方法

コンパイルするにあたって主として使用した国内の既存資料は金属鉱業事業団、工業技術院地質調査所から得られた地質図、鉱床図類、論文、報告書類および鉱山調査資料等であり、このほか現地において チリ共和国鉱山省鉱業地質局より得た地質、鉱床および鉱山に関する報告書、資料類がある。

コンパイル図は 第 II-1 図に示したように Boric, Diaz, Maksav (1984) の地質図 (縮尺 1:250,000) に主要金属鉱床 (銅、金、銀、マンガン、鉄、鉛、ニッケル・コバルトの7種) の分布をプロットして、地質と鉱床の関係が明確になるようコンパイルした。

以上のコンパイルによって本地域の地質および鉱床をまとめると次の通りとなる。

1-2 地 質

本地域の地質は既述の地理区分とよい対応を示している。すなわち、海岸山脈地帯、中央沈降帯および アンデス前縁山脈地帯で各々異なった地質的特徴を示している (第 II-1 図および 第 II-2 図 参照)。

1) 海岸山脈地帯

本地帯は、主として古生界および中生界の花崗岩類から構成されており、堆積岩類の分布は少なく、かつ新生界は、第三紀漸新世~中新世の多起源砂礫および第四紀の未固結堆積物に限られる。

堆積岩類および火山岩類は古いものから、先シルル紀の低度変成岩類、シルル紀~デボン紀の海成ないし陸成の堆積岩起源の低度変成岩類、三疊紀後期の陸成堆積岩類(一部火山岩)、ジュラ紀の海成ないし陸成堆積岩類および火山岩類 (主として安山岩)、白亜紀の火山岩類(主として安山岩)および海成ないし陸成の堆積岩類等からなる。

本地帯を構成している花崗岩類の形成は古生代後期に始まりジュラ紀~白亜紀に最盛期を向かえ第三紀初期まで続いている。いずれもカルク・アルカリ岩系に属し、閃緑岩から花崗岩までの多様な岩相を示す。

石原ほか(1984)の研究によるとこれらの花崗岩類は次のような化学的特徴を持っている。すなわち、古生代末の同岩類は帯磁率の低いイルメナイト系を示し、中生代以降の岩類は西から東に向かって帯磁率を増したマグネタイト系を示している (第 II-3 図 参照)。

また、微量成分でみると、古生代末のものは Pb、Znに富み Cuに乏しく、中生代~新生代のものは Cu、Znに富み Pbに乏しい (第 II-4 図 参照)。

2) 中央沈降帯

本地帯には古生代の花崗岩類あるいはジュラ紀の海成堆積岩類を基盤として第三系および第四系が広く発達している。白亜紀の火山岩類も発達しているがその分布は小さい。

第三系は主として古第三紀の活動とされている火山噴出岩類からなるが局部的に陸成堆積岩を挟在している。古第三紀の火山活動は前半、安山岩質であるが後半、石英安山岩質に移化している。

Período	Columna	Litología	Actividad ígnea				Mineralización
			Rh-Dc	And	Bas	Gra	
Cuaternario		Aluvio y coluvio					
Terciario		Riolita (lava, roca piroclástica) Dacita (" ") Andesita (" ") Arenisca tobacea Rocas intrusivas (Diorita, Granodiorita, Andesita, Dacita, pórfido dacítico y cuarcífero)					① ④ ⑦ ⑧ ⑨ ⑫
		Dacite ~ Riolita (lava, roca piroclástica, toba soldada) Andesite (lava, roca piroclástica, arenisca tobacea) Rocas intrusivas (Granodiorita, Diorita, Pórfido cuarcífero y andesítico, Aplita, dique basáltico)					③ ⑫ ⑬ ② ③ ⑪ ⑭ ⑮ ⑯ ⑰
Jurásico		Andesita básica (lava, roca piroclástica) Lavas andesítico y basáltico Roca sedimentaria marina (lutita, chert arenisca, toba, caliza) Rocas intrusivas (Granodiorita, Diorita, Aplita, Dique) Basáltico					⑬ ⑭ ? ⑩ ⑫ ⑬ ① ⑤ ⑦
Triásico		Andesita (lava, roca piroclástica)					
Triásico Permico		Lava riolítica y dacítica Andesita (lava, toba brechosa) Arenisca tobacea, chert Rocas intrusivas (Granodiorita, Diorita, Pórfido riolítico) Granito					⑥
Carbonífero Silu-Ordovícico		Meta-sedimentos filita pelítica y/o psammitica filita (verdosa, córnea, cuarcita, lutita, arenisca) Meta-volcanitas (lava basáltica, toba básica) Roca intrusiva (Granodiorita, Aplita, Dique, Basáltico)					

LEYENDA

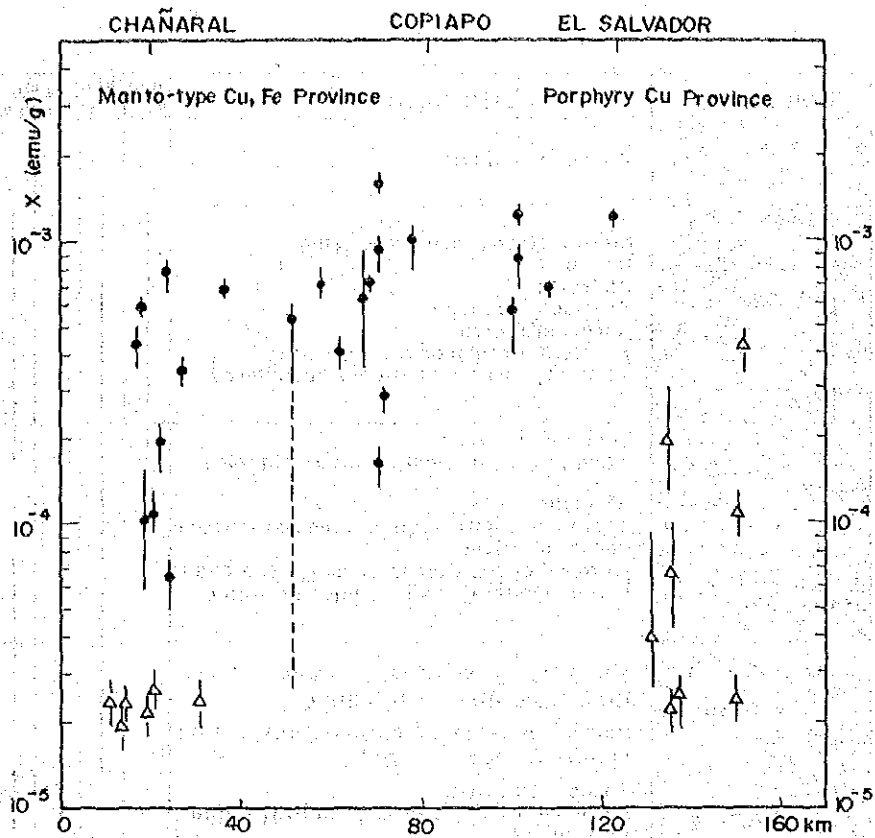
	Dique dacítico		Roca basáltica		Toba y/o toba de lapilli
	" andesítico		" andesítica		Toba brechosa
	" basáltico		" dacítica		Lutita
	" aplítico		" riolítica		Arenisca
	pórfido cuarcífero				Caliza

Tg : Granitoides terciarios, KTg : Granitoides terciarios o cretácicos, JKg : Granitoides cretácicos o jurásicos, Jg : Granitoides jurásicos, Pg : Granitoides paleozoicos

① : Numero de área

Ⓞ : El Guanaco

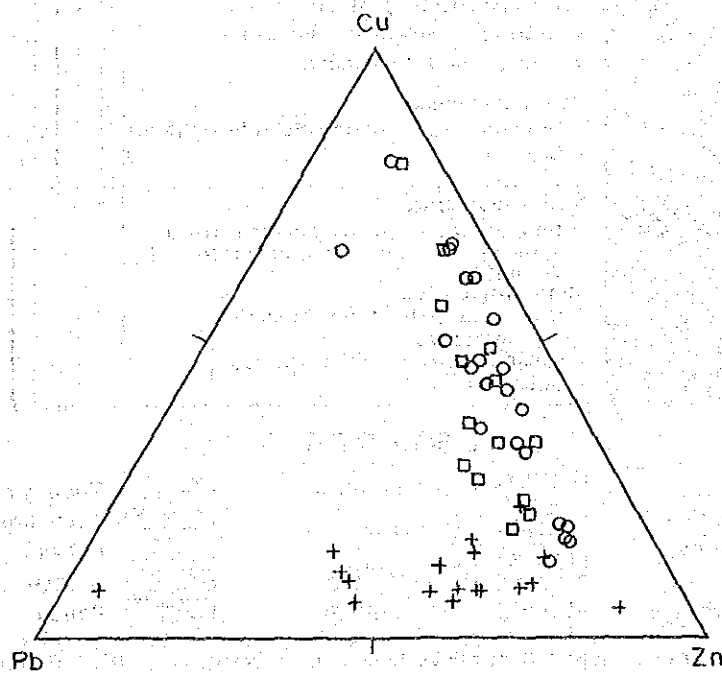
第 I-2 図 アントファガスタ南部地域模式柱状図



第 I-3 図 Chañaral地方(26° 20' S)横断火成岩帯磁率変化

(黒丸：中生界-新生界，三角：古生界，棒：露出延長，破線：変質作用による値の低下)

出典：石原ほか(1984)



第 I-4 図 チリ産花崗岩類のCu-Pb-Znダイヤグラム

(十字：上部古生界，白抜丸：中生界，白抜四角：第三紀花崗岩)

出典：石原ほか(1984)

第四系は主に扇状地堆積物、現河川堆積物あるいは塩湖堆積物(蒸発岩)等からなる。

貫入岩類には古生代あるいは白亜紀の花崗岩類も分布しているが第三紀の花崗岩類および火山岩が卓越している。

3) アンデス前縁山脈地帯

本地帯は古生代の火山岩類並びに花崗岩類、ジュラ紀の海成堆積岩類(石灰岩、黒色頁岩が卓越)、白亜紀の火山岩類並びに陸成堆積岩類 および白亜紀末～第三紀初期の花崗岩類等から構成されており、前二者が主部をなしている。

全地域にわたって褶曲、断層あるいは地層の走向共N-S方向が卓越している。褶曲構造は先第三系に主として発達しており、古生代の変成岩にはアコーディオン構造がみられ、ジュラ系ないし白亜系には波長の長い波状褶曲がみられる。

断層は古生界および中生界に顕著であり、このうち海岸山脈地帯を縦断している Atacama断層は最も規模が大きく、最大幅 5.5km、延長 800kmに及んでいるといわれている。

1-3 鉱床

本地域には鉱脈型、マント(層状)型、網状-鉱染型等の金属鉱床が発達しているが、このうち鉱脈型が圧倒的に多い。これらの他に酸化鉄鉱や石英を伴った熱水変質帯も発達している。

主要鉱種は金、銀、銅であるが随伴鉱種として鉛、亜鉛、マンガン、鉄、ニッケル、コバルト等を産する(第 II-5 図 参照)。

鉱床の分布は西部と東部の二鉱化系列に大別される。西部系列は海岸山脈地帯に分布しており、主として金、銅、(銀)の鉱脈型と銅のマント(層状)型からなる。東部系列は中央沈降帯からアンデス前縁山脈地帯にかけて分布しており、主として金、銀、(鉛)の鉱脈型鉱床および熱水変質帯からなる。地域外ではあるが東部系列(アンデス前縁山脈地帯)にはポーフィリー・カッパー型鉱床(Escondida)も発達している。

1) 西部系列

金 鉱 床

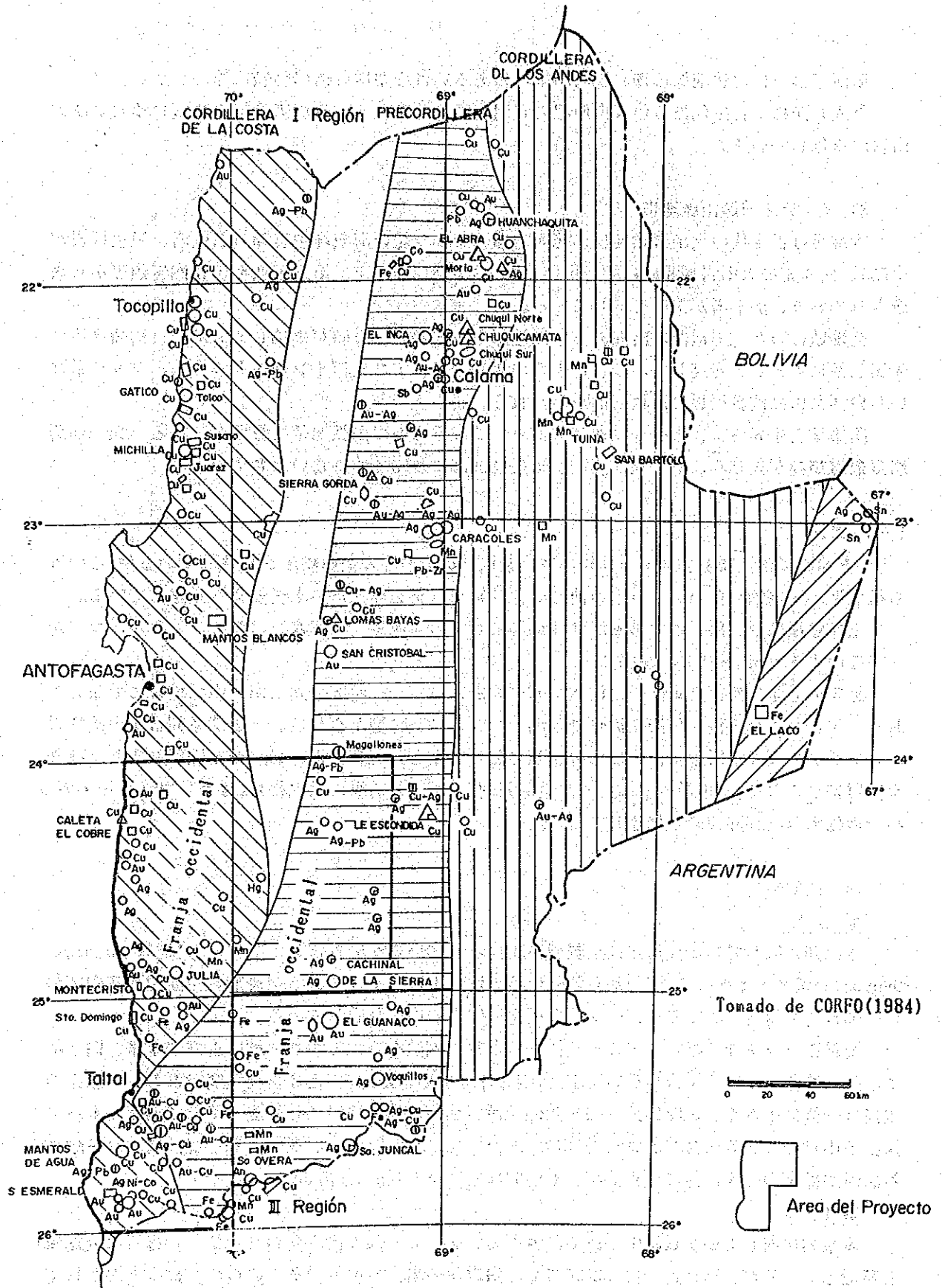
本系列に属している金鉱床は鉱脈型を主体としているが例外として層状型も1鉱床(Mantos Ojeros 層状ス・オベロス鉱床)知られている。鉱脈型の多くはジュラ紀後期～白亜紀の花崗閃緑岩～閃緑岩を母岩としており、一部は白亜紀の安山岩中に胚胎している。

金鉱床は金単独で存在することは稀で殆ど常に銅を伴っており、鉱床上部で金帯、同下部で銅帯に移化している場合が多い。また、銀を伴っているがAg/Au比は1~5程度である。鉱床の規模は一般に小さく、走向延長 100~300m、傾斜延長はせいぜい 50m程度(下部で銅帯に入って採掘を中止している場合が多い)、脈巾は 0.2~1.0mで 0.5m前後が多い。Au 品位は50g/tを越える箇所が鉱床の一部に稀に存するが、平均的な値は 8~10g/tである。

銀 鉱 床

本系列に属している銀鉱床は総て鉱脈型で、Au-Ag-Cuの組み合わせが多い。母岩は金鉱床と類似しているが、稀に古生代の変成岩や花崗岩類の場合もある。多くの場合、鉱床上部が銀帯で同下部が銅帯になっている。

鉱床の規模は金鉱床の場合と大差ないが稀に走向延長 1,500~2,000m、傾斜延長 100mを越え



第 I-5 図 チリ共和国第 2 州における金属鉱床の分布

る鉱床もある。脈巾は平均0.5mである。品位はAu 1g/t、Ag 200~500g/t、Cu 0.3~4.0%程度である。

銅 鉱 床

本系列に属する銅鉱床には鉱脈型、層状型、網状-鉱染型等があり、鉱種は鉱脈型の場合Cu、Cu-Au、Ag-Au-Cu等の組み合わせがあるが、その他の型の場合Cu単体が多い。これらの鉱床はジュラ系から白亜系を母岩としているが、層状型は主としてジュラ紀の安山岩質火山噴出岩類を母岩としている。

いずれのタイプの鉱床も上部から下部に向かって酸化帯、酸化帯+硫化帯、硫化帯の分帯がみられる。

鉱床規模はタイプおよび鉱床によって異なっており一概には述べられないが概略次の通りである。

- 鉱脈型 : 走向延長 100~300m、傾斜延長 50~150m、脈巾 1m±
- 層状型 : 走向延長 100~500m、傾斜延長 10~120m、脈巾 0.1~5m
- 網状-鉱染型 : 走向延長 100~300m、傾斜延長 100m±、脈巾 20~100m

鉱床のタイプ別品位の概略は次の通りである。

鉱脈型 : Au-Cu あるいは Ag-Cu組み合わせの場合、既述の通り鉱床上部でAu、Ag品位が高く同下部でCuが高くなっているが、鉱脈型のCu品位は2%前後で一般に低い。

層状型 : 特定層準に網状ないし鉱染状に発達している層状型の場合、Cu品位は一般に2%以下である。また、このタイプの鉱床はCu以外に有用金属元素は殆ど含まれていない。

網状-鉱染型 : このタイプの鉱床は数が少なく、かつデータ不足で品位の特徴を把握しがたいが、1例 (Poderoso鉱床)では Cu2.8% 前後を示している。この品位は二次富化帯の値と推察される。

2) 東部系列

金 鉱 床

本系列に属している金鉱床は総て鉱脈型である。分布は中央沈降帯に集中しており、現在のところ アンデス前縁山脈地帯には確認されていない。鉱床は殆どが銅鉱物を伴っており西部系列と同様鉱床上部が金帯で下部が銅帯となっている。母岩は主として白亜紀後期から第三紀初期の安山岩質火山噴出岩類である。

鉱床規模は一部の鉱床 (El Guanaco)を除き小さく、走向延長 100m±、傾斜延長 50m±、脈巾 0.5m程度である。Au 品位は El Guanaco鉱床の一部に見られるように数 100g/tを示す場合も稀にあるが、一般的には 5~10g/tである。尚、金鉱床におけるAg品位はせいぜい数 10g/tである。

銀 鉱 床

本系列の銀鉱床も総て鉱脈型である。同鉱床は主として中央沈降帯に分布しているが、アンデス前縁山脈にも数鉱床知られている。本系列の銀鉱床が西部系列の同鉱床と異なる点は本系列の場合殆ど常に少量の鉛および亜鉛鉱物を随伴していることである。このAg-Pb-Zn帯は本地域の南北に各々数 100km連続している。

また、西部系列の銀鉛床の場合下部で銅帯に移化しているが、本系列では銅の随伴は非常に少ない。鉛床規模は西部系列のそれより概して大きく、走向延長平均 500m±、中には 2,000m を越えるもの(Cachinal de la Sierraカチナル・デ・ラ・シエラ鉛床)もある。傾斜延長は 100m±が多い。脈巾は 0.5~2mである。

品位は概略 Au 1g/t>、Ag 200~500g/t、Pb+Zn 5~7%、Cu 1%である。

熱水変質帯

本系列には白亜紀後期~第三紀初期の安山岩質あるいは石英安山岩質火山噴出岩類を母岩とした熱水変質帯が特徴的に発達している。かつ、その分布は中央沈降帯に集中している。この変質帯は網状の酸化鉄鉛および石英を伴った酸性変質であるが有用ベースメタルの濃集は極く一部の變質帯(El Guanaco、Inesperadaイネスペラダ)を除き未だ知られていない。同變質帯の規模は平均的なもので 3×3kmである。

第 2 章 ランドサット・データ解析

2-1 使用データおよび解析方法

本解析に使用したデータはランドサット1号の2シーンの MSS (Multi Spectal Scanner) データである。使用画像はフォールス・カラー画像および白黒画像(7バンド)で、縮尺はいずれも 1/250,000である。

解析には主にフォールス・カラー画像を使用し、白黒画像は補助的に使用した。解析方法は通常の写真地質解析方法により、主にリニアメントの抽出を行った。

2-2 解析結果

本解析によって抽出されたリニアメントは第 II-6 図に示されている通り、本地域には 600 数十本に及ぶリニアメントが発達しているが地質の地域性を反映して地域西部の花崗岩地帯に集中的に分布しており、地域東部における発達頻度は全体の 10%に満たない。

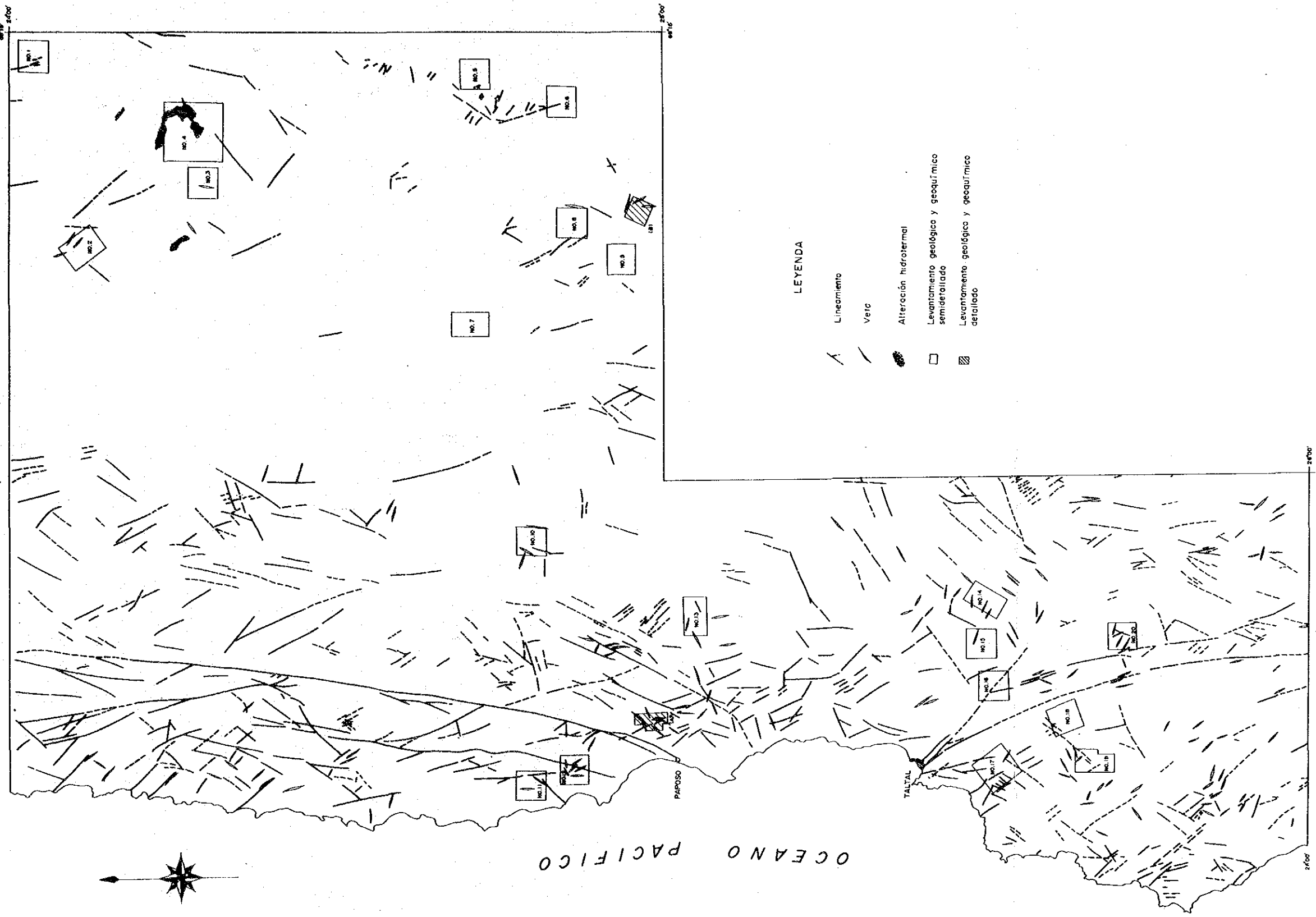
リニアメントの方向は N 15° W ~ N 35° W系が最も卓越しており全体の 20%を占めている。次いで N 5° E ~ N 15° W系および N 5° E ~ N 15° E系が多く、各々 9%を占めている。従って、鉛脈鉛床のポテンシャルは西部地域が高い。リニアメントの規模は東部が大きい。従って鉛床を胚胎させる裂かの規模は比較的新しい火山岩類からなる東部地域の方が大きいものと推察される。

大局的には鉛脈鉛床とリニアメントの分布の間には密接な関係が見られ、従ってリニアメントの解析は今後の鉛脈鉛床探査にとって有効であると判断される。

第 3 章 調査地区の選定

第一年次に既存資料のコンパイルとランドサット・データ解析に基づいて 33地区を抽出し、更に第一年次の野外調査によって 4地区を追加抽出し、チリ側と鉛業権等の問題を協議して最終的に26地区を選定して現地調査を行った。尚、これらの地区の選定に当たっては次の諸点に留意した。

- 1) 外国企業およびチリの大企業が関与している鉛区設定区域は調査の対象から除いた。



第 I-6 図 ランドサット画像解析図

- 2) 金、銀および銅を主要対象鉱種とした。 但し、鉱床の経済性を考慮して銅単体の鉱脈鉱床はできるだけ避けた。
- 3) 裂か密度の高い地域は優先順位を高くした。
- 4) 熱水変質帯には潜頭性の大型金鉱床が期待されるとして優先順位を高くした。
抽出された地区の位置は第 1 図の通りである。

第 Ⅲ 部 調 査 結 果

1-1 地質鉱床

1-1-1 地 質

本地区は海岸山脈に位置しており、地域の中央部を NNW-SSE に延びた幅 5.5km の Atacama 断層帯が縦断している。この断層の東側には古生界、西側にはジュラ系、そして同断層帯内側には白亜系が各々分布している。これらの地層を被って第四紀の未固結堆積物が広く分布している。

貫入岩類は断層の東限付近に偏在しており、岩相は苦鉄質から珪長質なものまで多種にわたっている。

古生界は、Las Tortolas層(Ulriksen, 1979)に相当する赤褐色の珪岩からなり、原岩はオルドビス紀~デボン紀の堆積と考えられている(Naranjo and Puig, 1984)。層厚は 500m (+) を有している。ジュラ系は主として La Negra層 (Garcia, 1967) に相当する安山岩熔岩からなり、局部的に同質の火砕岩を挟在している。層厚は 2,000m に及んでいる。

白亜系は、下部の海成堆積岩類(赤色礫岩、赤色砂岩、石灰質頁岩 および含貝化石石灰岩)と上部の安山岩質噴出岩類(熔岩、火砕岩)に大別され、両者とも Ulriksen(1979)の Aeropuerto 層に相当する。なお、同層は白亜紀前期とされている(Naranjo and Puig, 1984)。

層厚は上下部層合わせて1400m (+) を有する。

上下部層両者は一部で指交しており、かつ漸移帯に発達している石灰岩、安山岩質火山礫凝灰岩、砂質凝灰岩には沿岸棲息のカキ類化石を多含していることから、これらは沿岸域堆積したものと推察される。

白亜系と下位の La Negra 層とは、本地区では断層で接しているため両者の関係は不明であるが、Naranjo and Puig, (1984)によると整合とされている。第四系には扇状地堆積物、現河川堆積物、崖錐堆積物などがあり、いずれも未固結の砂礫からなり、本地区でもっとも広く分布している。

主な礫およびマトリックスとも花崗岩質であり、後背地は本地区の東部10km以内と思われる。層厚は Pingo (ピング) 沢下流域で 80~100m である。

貫入岩類には、閃緑岩、花崗閃緑岩、石英安山岩質斑岩、石英安山岩、玄武岩などがあり、いずれも白亜紀前期以降に貫入しており、このうち閃緑岩が最も古く、玄武岩が最も新しく、その他はほぼ同時期と考えられる(第 III-1 図および第 III-2 図 参照)。

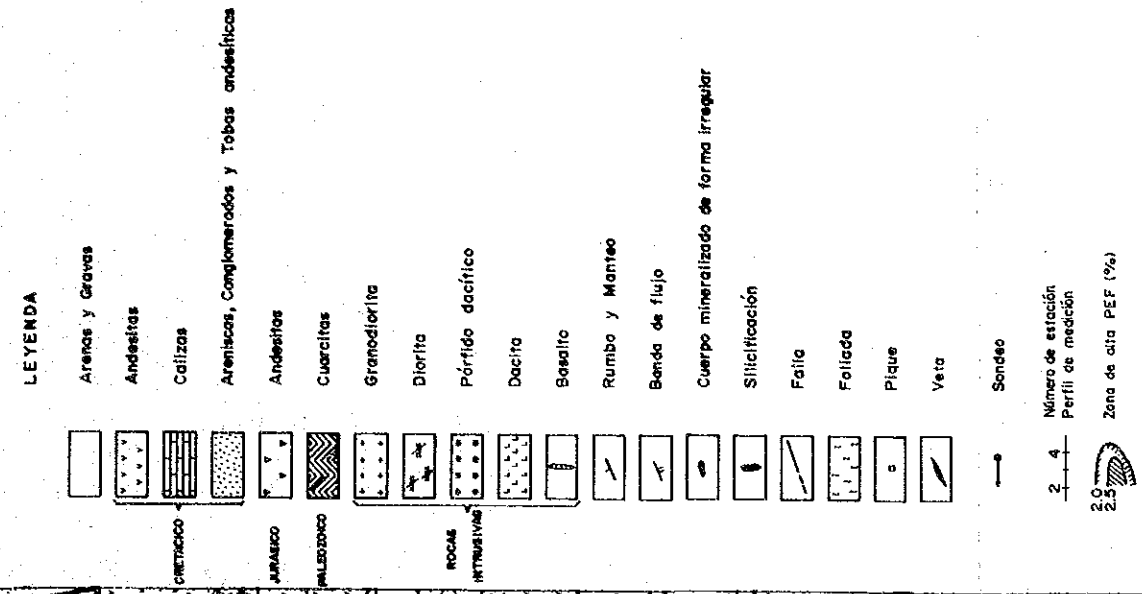
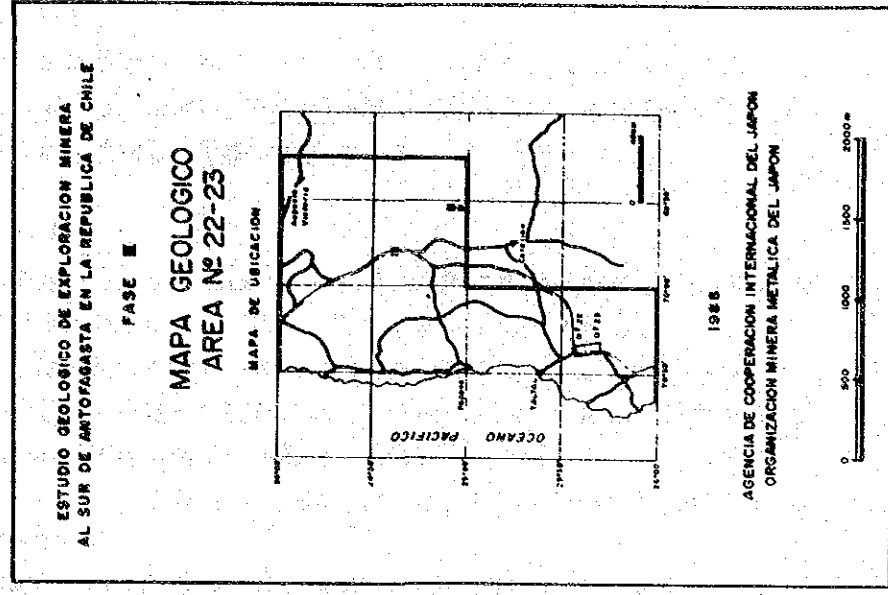
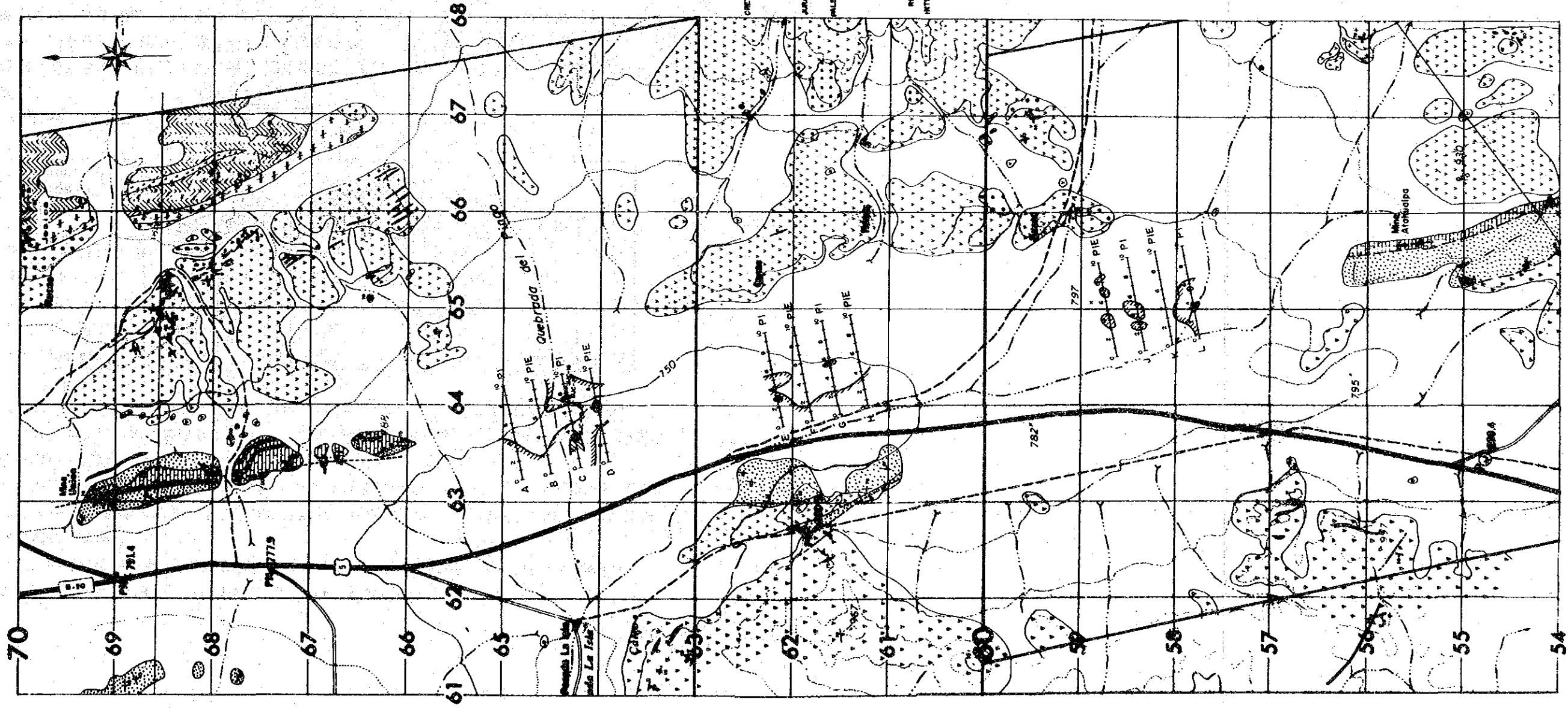
1-1-2 地質構造

本地区の地質構造、貫入活動あるいは鉱床形成の場に大きな影響を及ぼしている Atacama 断層はチリ北部の海岸山脈地帯を延々 800km にわたって縦断している N-S 性の大断層で、本地区付近では幅約 5.5km の断層帯を形成しており、その運動は白亜紀後期に始まり現世に至っているとされている。

同断層帯は相対的に内側が沈降し外側が隆起した地溝的性格を有しており、両側の沈降に伴ってその中央部では圧縮応力が働き、逆断層や局部的なドーム構造が形成されている。

同断層帯の外側に分布している古生界は、大局的に走向 E-W、傾斜 30~40° S を示しているが局部的に緩やかなしゅう曲構造を呈している。

ジュラ系は走向 N50~70° E、傾斜 0~30° S を示し、北部(下位層)程緩く、南部程急傾斜



第 II-2 图 No. 22-23地区地质图

となっている。

白亜系は断層の近傍ではかなり乱れているが、大局的には NNW-SSE に延びており、東に緩く傾斜している。また、石灰岩分布域では上述のドーム構造が形成されており、Pingo 沢下流域では緩やかな波状しゅう曲が想定される。

1-1-3 鉱床

本地区の主として Atacama断層帯の内側に脈状一部鉱染状の鉱床が多数発達しており、主要鉱物の組み合わせによって次の二つのタイプに区分される。

一つは含銀銅鉱物-方解石の組み合わせよりなり、Union、Atahualpa両鉱床で代表され、他は含金銅鉱物-赤鉄鉱の組み合わせよりなり、Isleña鉱床で代表される。

Union 鉱床は白亜紀の下部層を母岩とし、地域の中央を走向 N15° W、傾斜 70~80° に走る逆断層に平行してその東約 20mに発達した裂か帯に形成された裂か充填鉱床であるが一部に鉱染帯を伴っている。

規模は確認走向延長 440m、同傾斜延長 130mであり、脈幅は平均 1~2mであるが、石灰岩層では鉱染帯が広がり脈幅が 15~40mに肥大している。

鉱石鉱物は酸化銅鉱、黄銅鉱、輝銅鉱、赤銅鉱(?)、自然銅(?)、銀硫化物、自然銀などであり、脈石鉱物は方解石、赤鉄鉱および褐鉄鉱と少量の石英からなる。

鉱床には垂直的に上部より酸化帯、二次富化帯、初生帯の累帯配列がみられ、銀品位は前二者で高い。

参考品位は次表の通りである。

Ubicación de muestras	Leyes						
	Au(ppb)	Ag(ppm)	Cu(%)	CuS(%)	Pb(ppm)	Zn(ppm)	S(%)
Niv. -100m, piq. 3. 5	<20	150	2, 80	0, 36	154	52	0, 80
Niv. -70m, piq. 3	<20	120	3, 00	0, 13	1, 40%	0, 15%	1, 85
Niv. -70m, piq. 3	<20	110	2, 80	0, 43	0, 33%	98	0, 67
Niv. -50m, piq. 3	<20	0, 21%	8, 00	6, 52	580	0, 22%	0, 04
Niv. -50m, piq. 3	<20	0, 31%	7, 22	6, 58	560	300	0, 03

Atahualpa鉱床は Union鉱床の南約 12kmに位置しており、その間は第四系に広く覆われているが、両者は地質鉱床的に類似しており、かつ同一延長線上に位置しているところから、両者は同一断層裂かに胚胎しているものと推定される。

含金銅鉱物-赤鉄鉱脈型鉱床は白亜紀の上部層を母岩としており、走向延長数10m、平均脈幅 0.2mの小規模鉱床である。構成鉱物は赤鉄鉱、石英、方解石を主体とし、少量の酸化銅鉱および黄銅鉱を随伴している。

品位は局部的に Au:30g/t程度を示す箇所もあるが、平均粗鉱品位は Au:5~8g/tである。

このタイプの鉱床には Isleñaの他に Jessica、Jackyなどがある。

1-2 物理探査

1-2-1 調査目的

記述の通り Union、Atahualpa両鉱床は約 12km離れておりその間は第四系で広く覆われているが、同一断層裂かきに胚胎している可能性があり、従ってその中間地帯に同タイプの鉱床の賦存が考えられる。

その可能性の精度を高め、かつ探鉱の焦点を絞るため物理探査(SIP法およびIP法)を実施した。

1-2-2 調査範囲

測線配置は第 III-1 図に示した通りである。

1-2-3 調査仕様

調査に関する測定諸元は次の通りである。

測線長 : 12測線、12.0km

SIP法 6測線、6.0km、180点

IP法 6測線、6.0km、180点

測線間隔 : 300 m

電極配置 : ダイポール・ダイポール 配置

電極間隔 : 水平距離 a=100m

電極隔離係数 : n=1~5

測定方式 : 周波数領域

測定周波数: SIP法 0.125Hz~88Hz (18周波数)

IP法 0.3/3.0Hz

1-2-4 解析結果

(1) 周波数効果および見掛比抵抗

PFEは、0.5%から 2.7%の範囲にあり、平均値(M)は 1.58%、標準偏差(δ)は 0.42%である。これから求まる $M + \delta = 2.0\%$ を調査地域の PFE 異常域を抽出する基準値とした。

ARは 10 ohm-mから 159 ohm-mの範囲にあり、これを対数値で統計処理して求めた平均値は 29.5 ohm-mである。また、標準偏差 0.2 (対数値)から求めた $M + \delta$ および $M - \delta$ の値は 46.8 ohm-mおよび 18.6 ohm-mである。この結果から、今回の調査で得た ARの高、低を区別するに際しては、40~50 ohm-mおよび 15~20 ohm-mをそれぞれの基準値とした。

擬似断面図

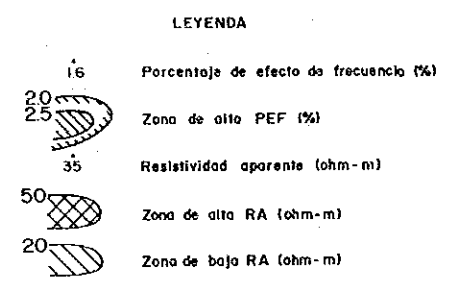
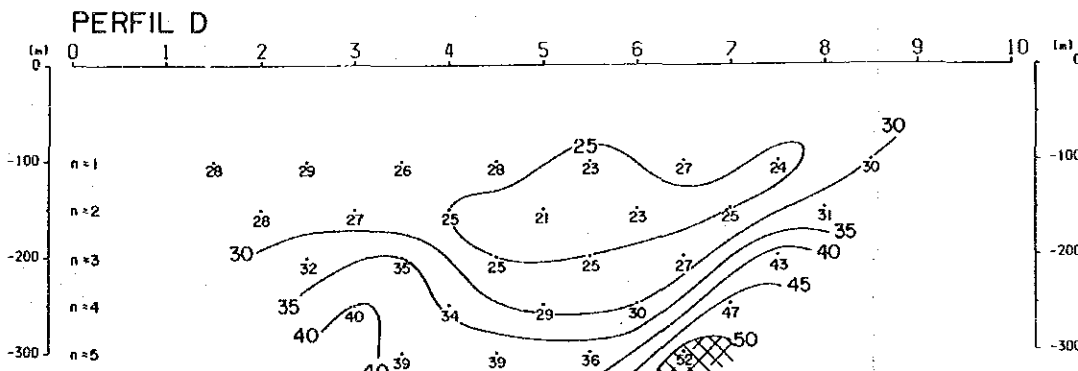
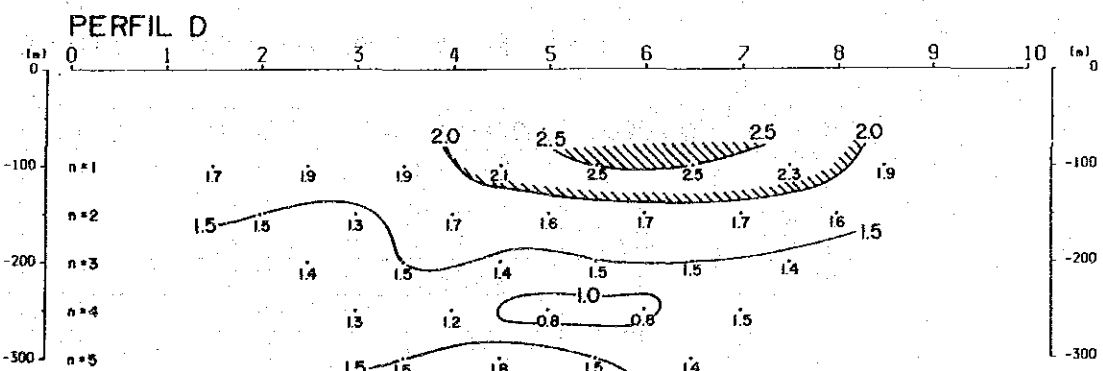
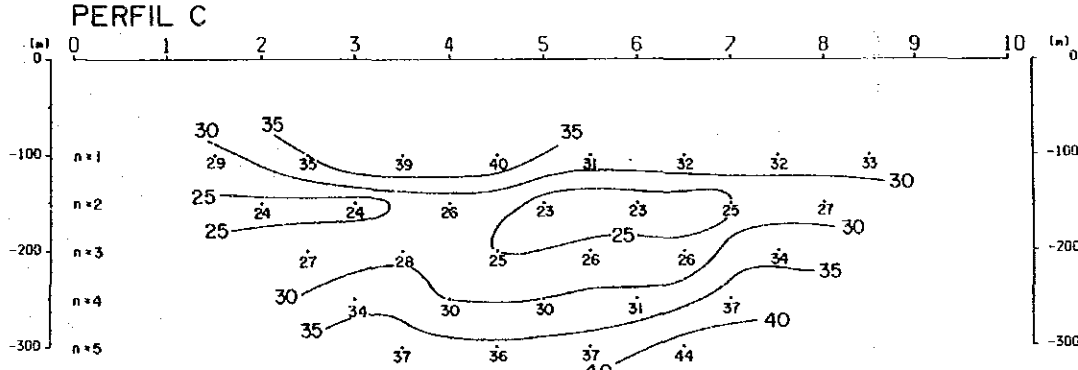
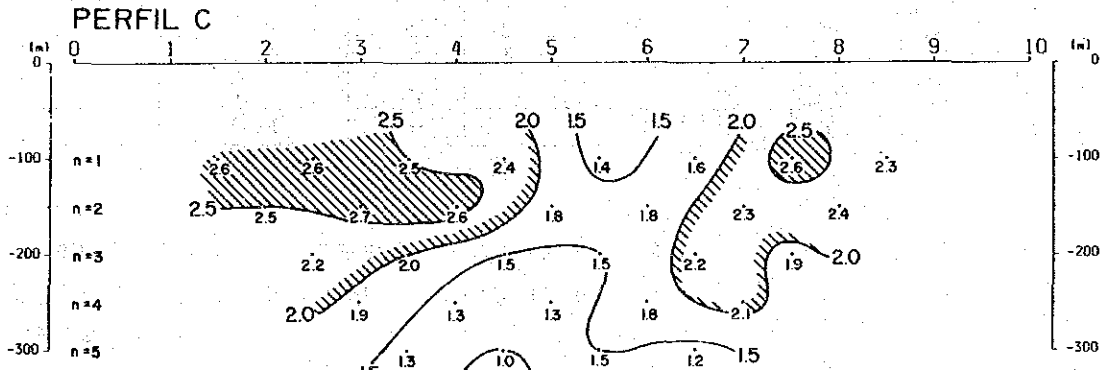
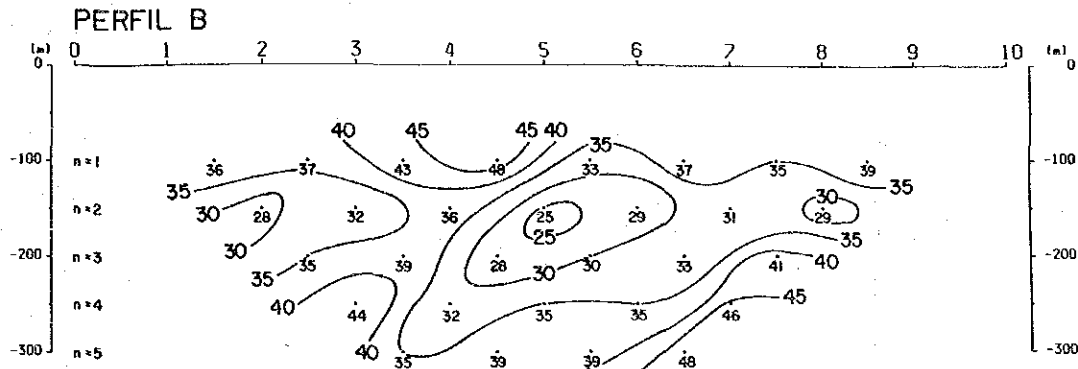
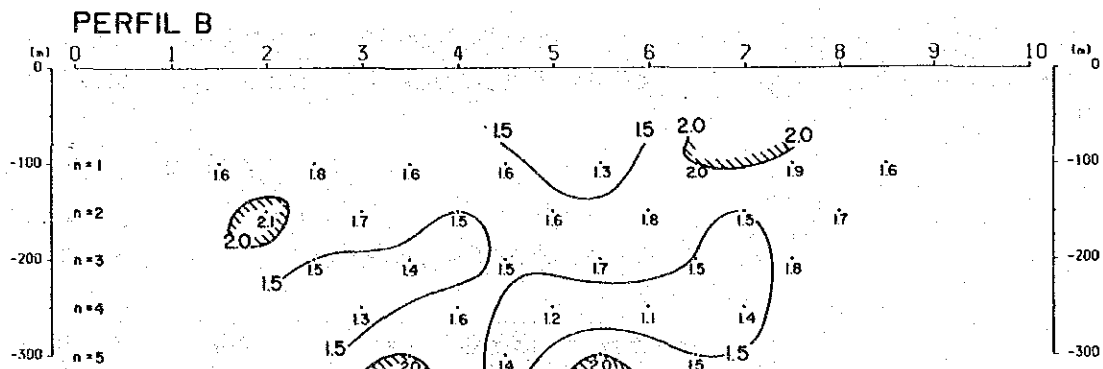
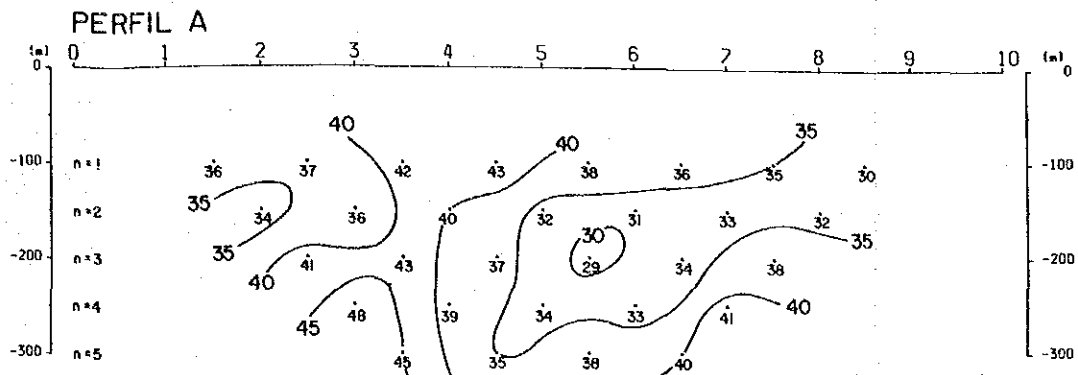
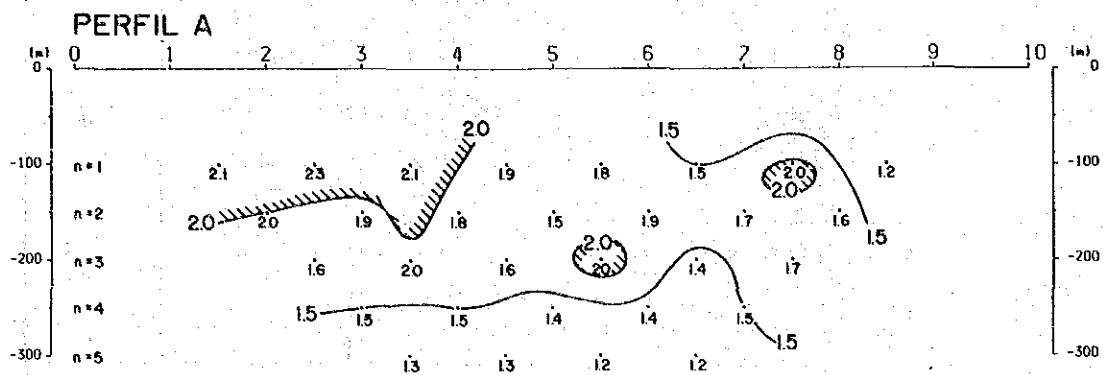
I 地区 (第 III-3 図)

a. PFE

2.0 %以上の PFEが得られた測点をまとめると下表の通りである。

EFECTO DE FRECUENCIA (%)

RESISTIVIDAD APARENTE ($\Omega\text{-m}$)



第 II-3 图 PFE・見掛比抵抗断面图(I 地区)

測線名	測点番号	電極隔離係数	測定点数	PEF最大値
A	1~4	n = 1~2	4	2.3%
	5~6	n = 3	1	2.0%
	7~8	n = 1	1	2.0%
B	2	n = 2	1	2.1%
	3~4	n = 5	1	2.0%
	5~6	n = 5	1	2.0%
	6~7	n = 1	1	2.0%
C	1~5	n = 1~3	9	2.7%
	6~9	n = 1~4	6	2.6%
D	4~8	n = 1	4	2.5%

b. A R

A 測線から D 測線にわたって測線中央部にやや低い AR (21~29 ohm-m) を把握した。40 ohm-m以上の高い ARは A測線および B測線の測点 2~5間と、A~D測線の東端深部に認められる。

II 地区 (第 III-4 図)

a. PFE

2.0%以上の PFE が得られた測点は次の通りである。

測線名	測点番号	電極隔離係数	測定点数	PFE最大値
E	1~4	n = 1~2	4	2.6%
	5~6	n = 1	2	2.4%
F	1~2	n = 1	1	2.0%
G	1~3	n = 1~3	3	2.4%
	5~6	n = 1	1	2.1%
H	1~4	n = 1	3	2.4%

b. A R

E 測線からH測線にわたり全域が 40 ohm-m以下である。

各測線を通じて、西部に 20 ohm-m以下の AR低異常域が分布し、東部では ARが深部へ向けて高くなる傾向を示す。

III 地区 (第 III-5 図)

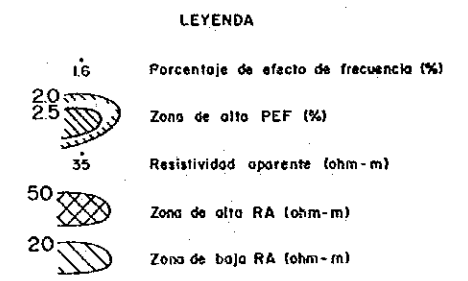
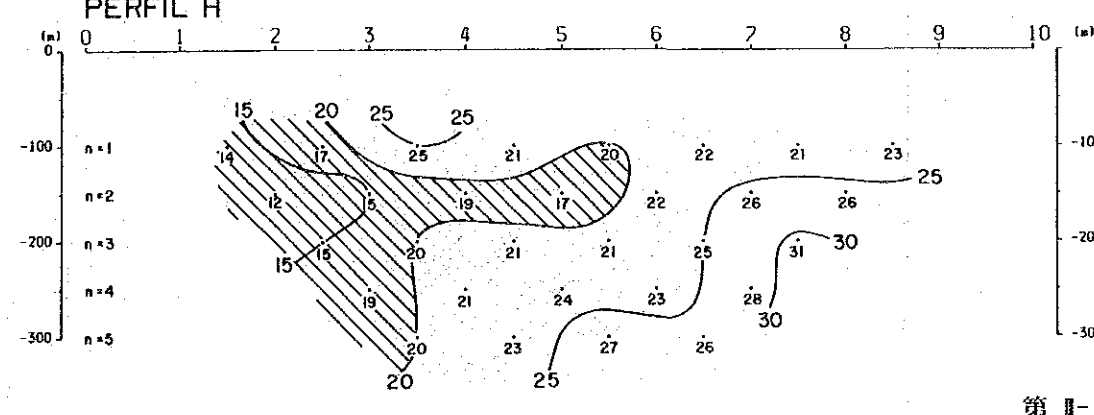
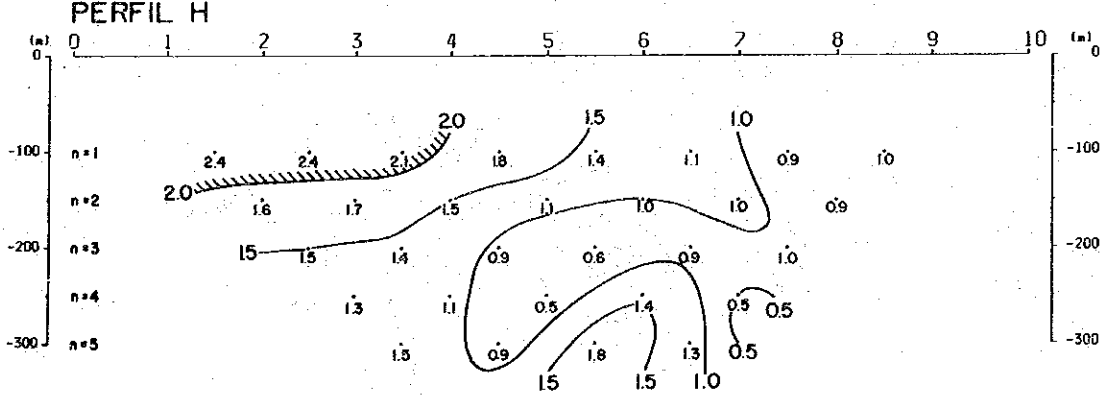
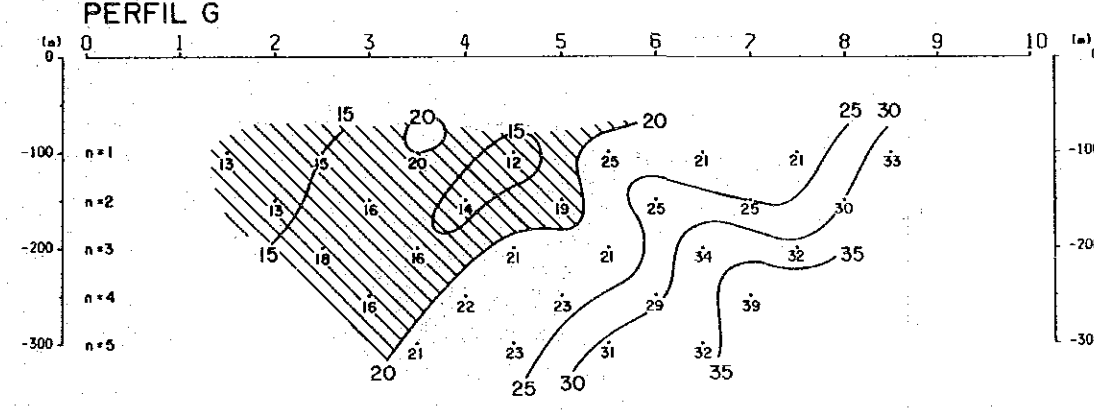
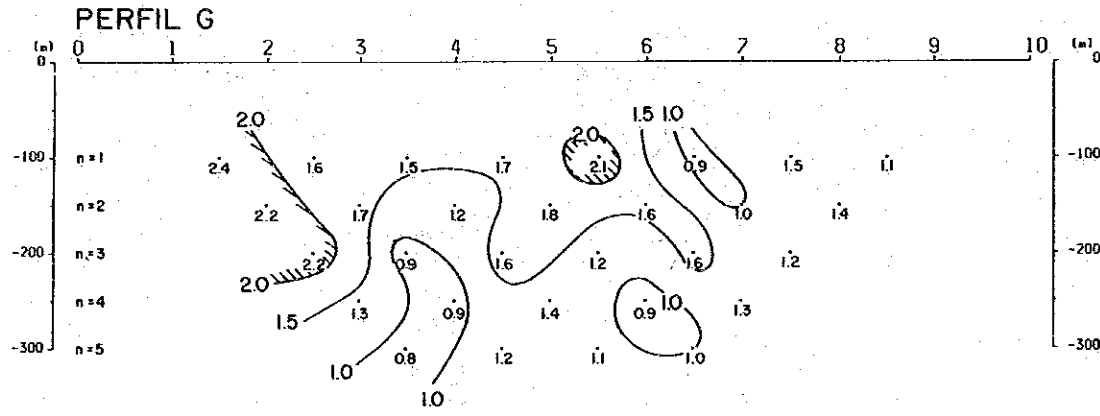
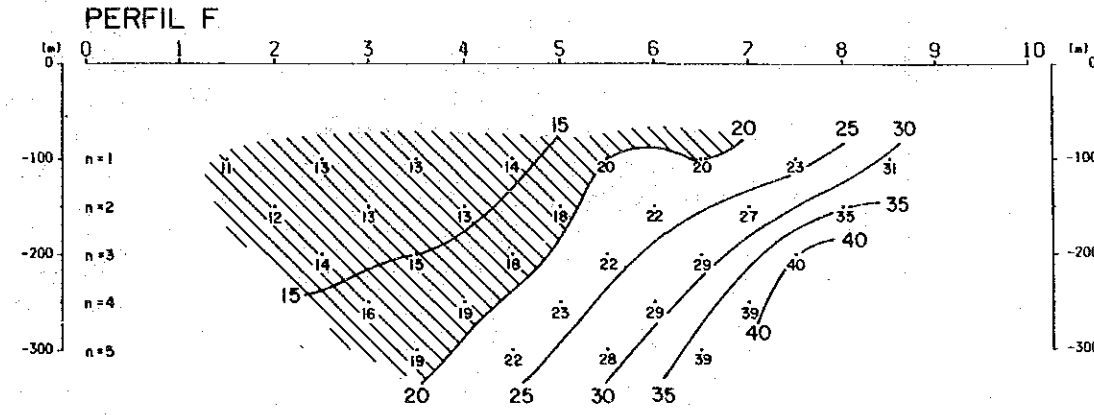
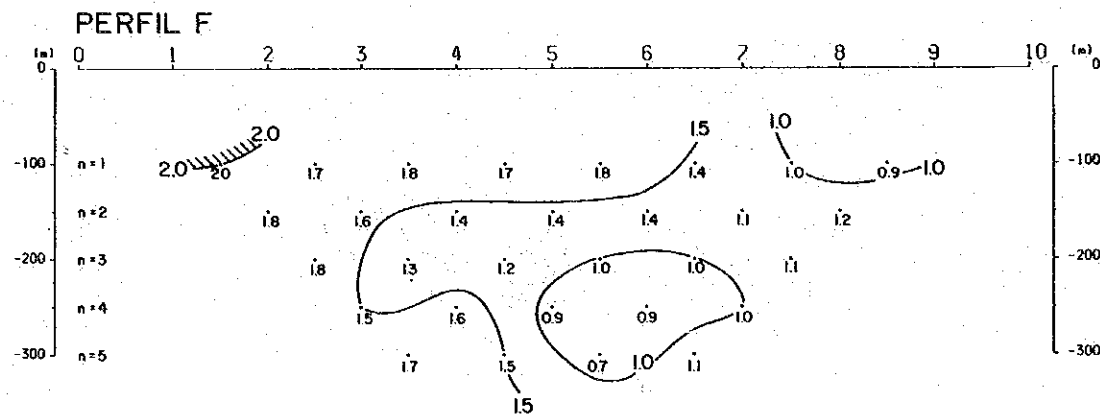
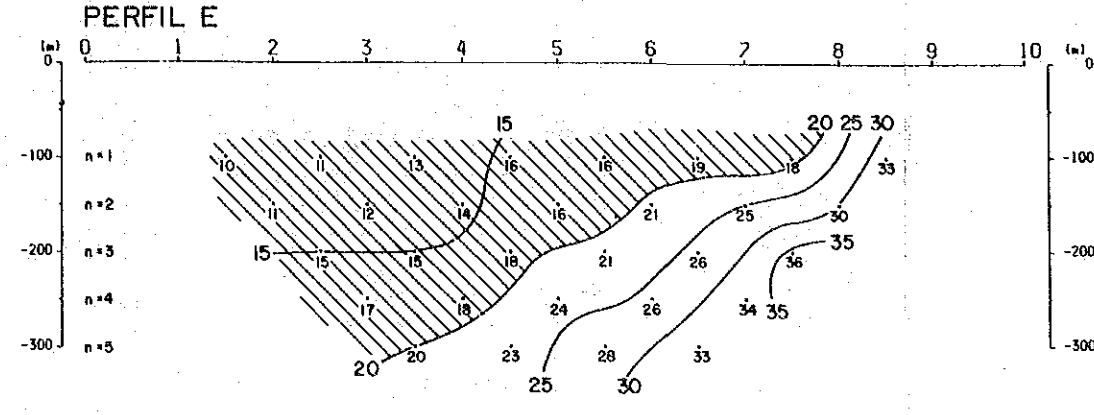
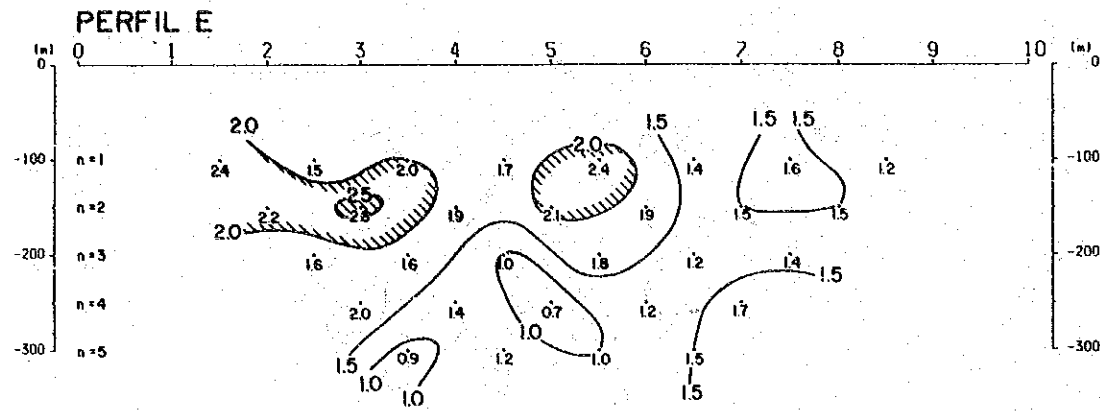
a. PFE

2.0%以上の PFEが得られた測点は次の通りである。

測線名	測点番号	電極隔離係数	測定点数	PFE最大値
I	3~5	n = 1~2	3	2.0%
	6~7	n = 2~4	3	2.1%
	8~9	n = 1	1	2.0%
J	3~5	n = 2~4	4	2.4%
K	-	-	0	-
L	2~6	n = 1~3	7	2.6%
	5~6	n = 3~4	3	2.5%

EFFECTO DE FRECUENCIA (%)

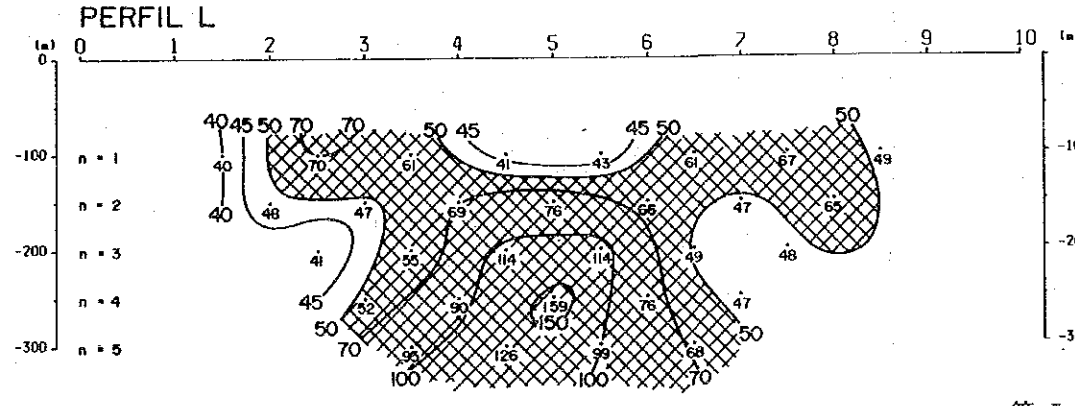
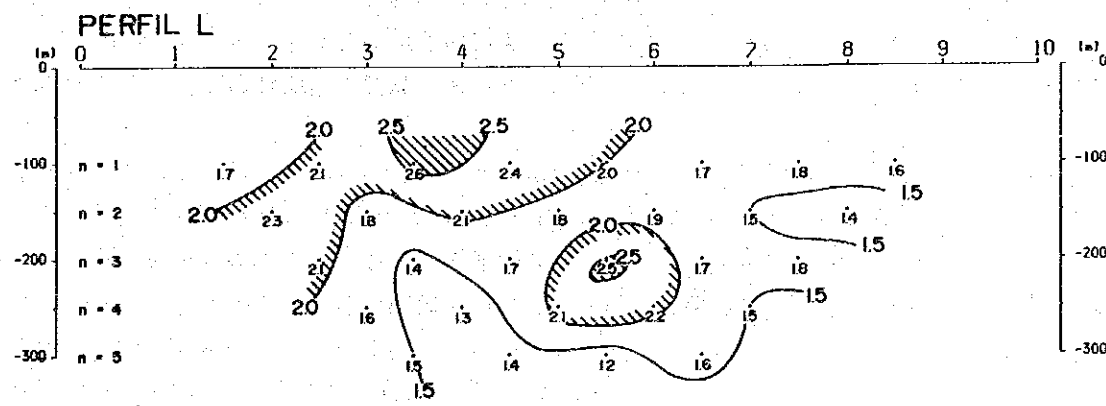
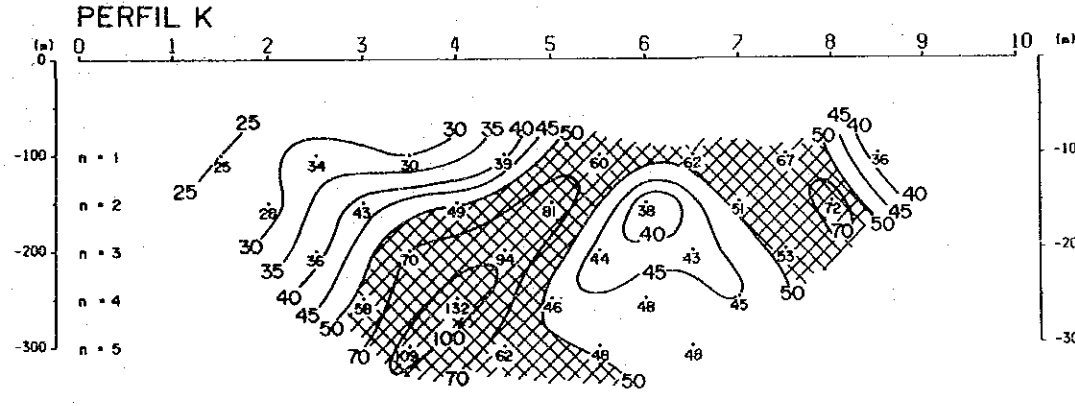
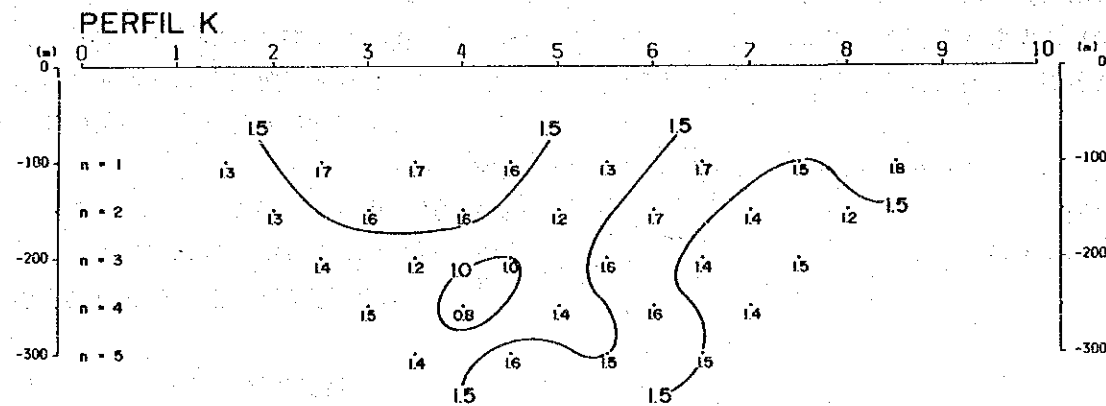
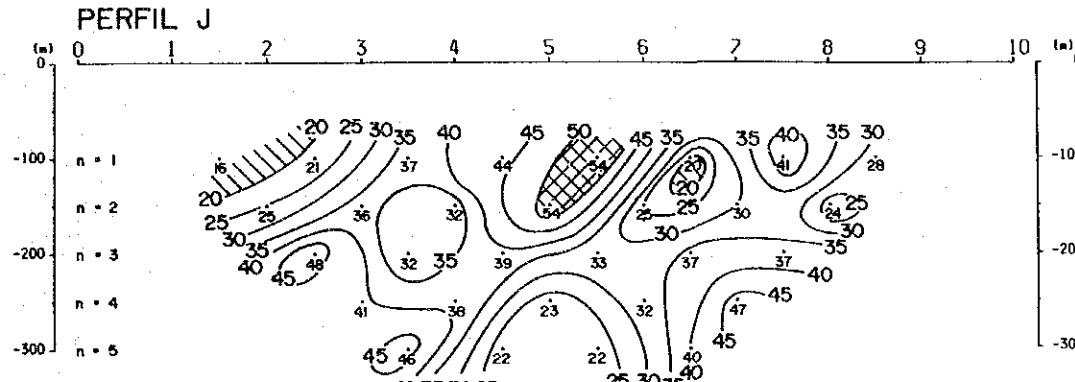
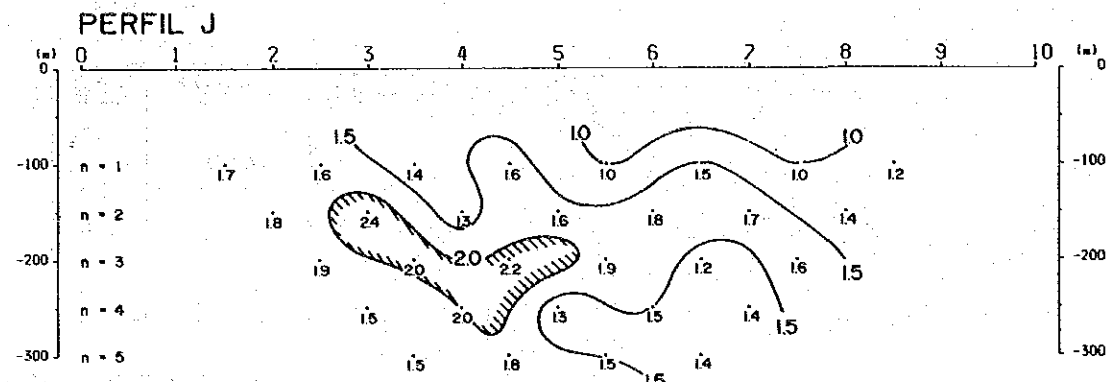
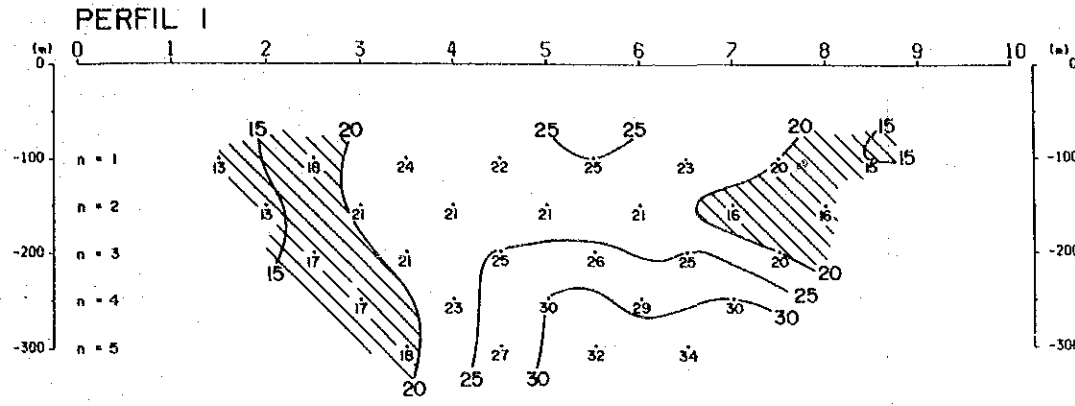
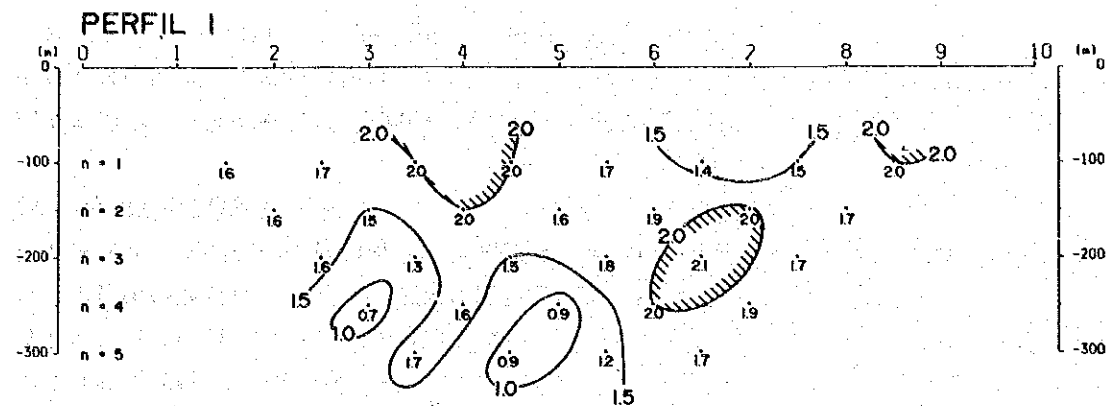
RESISTIVIDAD APARENTE (Ω -m)



第 II-4 图 PFE・見掛比抵抗断面图(II 地区)

EFFECTO DE FRECUENCIA (%)

RESISTIVIDAD APARENTE (Ω -m)



- LEYENDA
- 1.6 Porcentaje de efecto de frecuencia (%)
 - 20 Zona de alta PEF (%)
 - 35 Resistividad aparente (ohm-m)
 - 50 Zona de alta RA (ohm-m)
 - 20 Zona de baja RA (ohm-m)

第 5 图 PFE・見掛比抵抗断面图(II 地区)

b. AR

J、KおよびL測線で 50 ohm-m以上の AR高異常域を把握した。

それぞれの測線でのAR最大値は 54 ohm-m、132 ohm-mおよび 159 ohm-mである。なお、L測線で把握した 159ohm-mは、今回の調査で得た最大値である。

(2) 位相差擬似断面

デカップリング処理前の位相差は、全測線の全測点において位相の遅れを示す負の値が得られた。この位相の遅れは、周波数の増大に伴って大きくなる傾向を示す。0.125Hzの位相差について見ると、-15mrad以下の値が位相差擬似断面の下記の位置で把握された。これは前述 PFE擬似断面図で PFE 2.0%以上の値が得られた位置にはほぼ一致している。

以上の結果を次表にまとめた。

測線	測点番号	電極隔離係数	測定点数	位相差 (mrad)
B	-	-	0	-
D	4~8	n = 1	4	-15.5~-17.6
F	1~2	n = 1~2	2	-15.1~-16.2
H	1~4	n = 1	3	-15.1~-17.8
I	7~8	n = 2~4	3	-15.2~-16.1
K	-	-	0	-

(3) 各種スペクトル

位相差は全測線において、負の値である。位相差スペクトルは、1~3Hz以下の低周波数領域では周波数の増大に伴って緩やかに変化し、高周波数領域になるに従って急勾配で変化する（位相の遅れが大きくなる）傾向が認められる。また、電極隔離係数 nが大きくなるに従って高周波数領域での位相の遅れは大きくなる。

マグニチュードスペクトルは全測線において、n = 1 では周波数の増大に伴うわずかの減少が見られる。また、nの増大につれて高周波数領域では急勾配で減少する。コール・コール図は全測線において虚数成分が負の値であり、周波数の減少に伴い、右下がりの特徴（実数成分の増大に伴う虚数成分の減少）が認められる。

(4) デカップリング処理結果

デカップリング処理後の5周波数の各擬似断面の位相差は、全測線とも基本波 (0.125Hz) のパターンと類似している。また、位相差の値も基本波のそれと同様である。従って、デカップリング処理前の位相差擬似断面図の特徴であった、位相差が周波数の増大に伴って大きくなる傾向は消滅している。

位相差スペクトルは全般に、n=1の深度では位相差がほとんど変化せず一定であるもの、または 10Hz付近から高周波領域にかけてわずかに減少する右下がりのタイプが多い。n = 2以深のスペクトルは、周波数の増大とともに位相差が大きくなる右上がりのタイプが卓越している。

マグニチュードスペクトルは全測線において、ほぼ同じ傾きで周波数の増大とともにわずかに減少するスペクトルを示している。

n=1~5の深度別についても顕著な違いは認められない。

コール・コール図は全般に水平なスペクトルが多い。

1-2-5 シミュレーション解析結果

シミュレーション解析は、2.5%以上の PFE が把握された測線 C, D, E, Lのうち、2%以上の値が n=1~3にわたって広く分布する測線 Cについて実施した。この結果を第 III-6 図に示す。

C測線：本測線に対するシミュレーション解析結果は、測線の東部域および西部域の地表下浅部（地表下 30~70m）にシート状の高 PFEの異常源（code 4）を得ている。

ARは、測線全域にわたる地表下浅部（地表下 100m 以浅）に低比抵抗層（code 2, 3および4）の分布を、また、深部（地表下 100m以深）には高比抵抗層（code 1）の存在を示す結果が得られている。

1-2-6 岩石試料室内試験結果の検討

(1) 岩石試料の室内試験結果

調査地域に分布する岩石・鉱石試料 41個の試料について SIP測定を行い、位相差スペクトル、マグニチュード・スペクトル、コール・コール特性、PFE、比抵抗（ ρ ）を求めた。試料の内訳は、Union 鉱床帯：26個（このうち肉眼観察で鉱化作用が認められるもの15個）、Atahualpa鉱床帯：11個（同8個）およびその他の箇所：4個（同1個）、である。

これらを総括して第 III-1 表に示す。これらの結果をまとめると次の通りである。

1) PFE

鉱化試料（24個） 平均 2.5% (0.5~11.6%)

二次富化帯（10個）（銅硫化物、赤銅鉱（?）、自然銅（?）など）：平均 4.4%
(1.1~11.6%)

酸化帯（14個）（酸化銅鉱、褐鉄鉱、方解石）：平均 1.2%
(0.5~2.4%)

無鉱化試料（17個） 平均 1.3% (0.3~3.9%)

2) 比抵抗（対数平均）

鉱化試料	:	354 ohm-m
二次富化帯	:	207 ohm-m
酸化帯	:	520 ohm-m
無鉱化帯	:	196 ohm-m
安山岩	:	780 ohm-m (9個)
石灰岩	:	720 ohm-m (5個)
砂岩	:	270 ohm-m (7個)
礫岩	:	50 ohm-m (4個)
泥岩	:	1,040 ohm-m (7個)
シルト岩	:	120 ohm-m (8個)
石英安山岩	:	3,370 ohm-m (1個)

3) PFEと化学分析値の関係

化学分析をした 24試料について、PFEおよび分析値の統計処理を行って相関係数を求めた結果は次表の通りである。なお、表に示した相関係数で、対角線よりも右上の値は PFE、Ag、Cu、

第 II-1 表 物性測定結果一覽表

№ M.	Ubicación	Roca	Fase (mrad)	P E F (%)	ρ (ohm-m)	Espectro		Análisis químicos							Observaciones	
						fase	Cole	Au(ppm)	Ag(ppm)	Pb(ppm)	Zn(ppm)	Fe(%)	S(%)	CuS(%)		
1	niv. -100m. piq. 3.5. mina U.	Lutita	-23.8	3.2	2303	B	B	<20	150	2.80%	154	52	1.20	0.80	0.36	dis.cp
2	niv. -70m. piq. 3. mina U.	Lutita	-25.0	4.6	185	A	C	<20	120	3.00%	1.40%	0.15%	3.80	1.85	0.13	dis.cp con vil.cal.
3	id	Lutita	-22.2	3.6	339	A	C	<20	110	2.80%	0.88%	98	2.90	0.67	0.43	id
4	niv. -50m. piq. 3. mina U.	Limolita	-4.2	1.1	47	C	A	<20	0.21%	8.00%	580	0.22%	3.00	0.04	6.52	dis.cox. con Ag mineral(?)
5	id	Limolita	-25.3	4.9	54	D	A	<20	0.31%	7.22%	560	300	1.50	0.03	6.58	id
6	id	Limolita	-12.0	2.2	60	C	B	<20	90	6.70%	460	0.13%	0.90	0.02	6.54	dis.cup(?)
7	niv. -75m. piq. 3. mina U.	Limolita	-79.1	9.8	401	B	A	<20	3.3	0.21%	17	43	0.22	0.02		dis.y vil.cp
8	id	Limolita	-76.0	11.6	415	C	A	<20	8.3	1.23%	0.13%	380	3.20	1.19		id
9	niv. -100m. piq. 2. mina U.	Arenisca	-18.4	3.0	1853	A	C	<20	58	1.86%	10	240	2.90	0.36		zona mineralizada débil
10	niv. -65m. piq. 8. mina U.	Limolita	-6.3	1.2	95	C	A	<20	66	5.07%	0.17%	0.29%	1.20	0.01	4.46	vil.cox
11	id	Limolita	-9.9	2.4	52	C	A	<20	50	4.29%	0.25%	0.23%	1.80	0.02	4.04	id
12	superficie. mina U.	Arenisca	-23.0	3.0	240	D	A	<20	10	100	15	840	4.60	0.01		sin.min.
13	id	Caliza	-7.7	1.0	1143	B	B	<20	1.5	44	79	120	0.22	0.03		id
14	id	Caliza	-3.0	0.4	243	B	B	<20	0.3	13	15	123	0.14	0.03		id
15	id	Caliza	-6.3	0.9	845	B	B	<20	0.5	34	24	148	0.80	0.05		id
16	id	Conglomerado	-4.6	0.8	48	C	A	<20	1.8	760	15	0.10%	2.20	0.01		id
17	id	Caliza	-2.9	0.5	483	B	B	<20								id
18	id	Andesita	-1.9	0.3	359	A	B	<20								id
19	id	Conglomerado	-3.0	0.9	76	C	B	<20								id
20	id	Arenisca	-2.4	0.6	64	C	B	<20								id
21	id	Conglomerado	-4.6	1.1	71	C	B	<20								id
22	aflor. de mina U.	Arenisca	-6.0	0.8	372	A	B	<20								vil.cox
23	id	Arenisca	-5.4	0.8	612	A	B	<20								id
39	id	Caliza	-6.4	1.0	2181	B	B	<20								stw.cox
40	superficie. mina U.	Arenisca	-22.7	3.9	195	B	B	<20	18	800	27	360	3.80	0.03		sin.min.
41	desmonte. mina U.	Lutita	-6.5	1.2	1058	B	B	<20								dis.cox

N°	Roca	Fase (mrad)	P.E.F. (%)	ρ (ohm-m)	Espectro		Análisis químicos										Observaciones
					fase	Colecta	Au (ppm)	Ag (ppm)	Cu (ppm)	Pb (ppm)	Zn (ppm)	Fe (%)	S (%)	CuS (%)			
24	superficie, mina A.	-8.9	2.0	31	C	A	<20	2.5	58	3	151	5.70	0.02		sin. min.		
25	aflor. de mina A.	-4.8	0.7	657	A	C	<20	57	3.30%	3	113	<0.01	5.80	2.26	vll. cox en falla		
26	superficie, mina A.	-5.3	0.9	1155	A	C									sin. min.		
28	desmonte del piq., mina A.	-5.2	2.2	134	A	C	<20	0.1	26	6	66	3.60	<0.01		dis. lisonita		
29	id	-4.1	0.6	1318	A	B									stw. cox		
30	id	-10.9	1.7	151	A	B	<20	2.8	0.17%	520	560	4.30	1.10		dis. cp		
31	id	-7.4	1.2	256	B	B	<20	0.5	260	78	920	5.70	0.22		dis. pi		
32	id	-1.9	0.5	3004	A	B									stw. cox y vll. cal.		
33	superficie, mina A.	-6.2	0.8	1714	A	B									sin. min.		
34	aflor. de un picado al este de mina A.	-6.6	0.9	741	B	B									stw. cox		
35	desmonte del piq. al este de mina A.	-5.1	0.7	2242	A	B									vll. cox y vll. cal.		
36	fuera de zona de min.	-11.4	1.7	3474	A	C									epidotización débil		
37	id	-8.4	1.1	377	A	C											
43	id	-16.5	2.5	737	A	B	<20	0.2	240	2	47	7.60	0.02				
45	id	-4.7	0.9	3372	A	B	<20	0.1	158	13	14	3.10	0.02		vll. cal.		

Abreviatura

A. : Atahualpa
aflor. : afloramiento
cal. : calcita
cox : cobre oxidado
cp : calcopirita
cup : cuprita
CuS : cobre soluble
dis. : disseminación
min. : mineralización
M. : muestra
niv. : nivel
pi : pirita
piq. : pique
stw. : stockwork
U. : Ufón
vll. : vetilla

Pb、Zn、Fe、および S の各成分の値を対数変換したものに対して求めた結果である。また、対角線より左下の相関係数については、PFE、Feおよび S を除いた成分のみを対数変換して求めた値である。

	PFE	Ag	Cu	Pb	Zn	Fe	S
PFE		0.332	0.380	0.322	-0.014	0.347	0.171
Ag	0.187		0.870	0.593	0.489	-0.076	0.307
Cu	0.280	0.870		0.647	0.441	-0.075	0.425
Pb	0.258	0.593	0.647		0.578	0.204	0.308
Zn	-0.091	0.489	0.441	0.578		0.217	-0.025
Fe	0.002	-0.264	-0.233	-0.159	0.037		-0.235
S	-0.000	0.213	0.323	-0.033	-0.068	-0.204	

以上の結果から次のようなことが指摘できる。

- ① AgとCuに高い正の相関がみられる。これは本地区の鉱化作用の特徴を良く表現している。
- ② Ag、Cu、Pbおよび Feと PFEの間に弱い正の相関がみられるが、総じて各成分と PFEの相関性は低い。しかし上述の通り、漸移帯の試料は高 PFEを示している。このことは、鉱物組合わせやそれらの産状が IP効果に影響を及ぼしているものと推察される。
- ③ 鉱化試料と無鉱化試料とでは上記の通り、PFEにおいて明瞭な差がみられる。
- ④ 鉱化試料のうち、Union鉱床の酸化帯と初生帯の漸移帯(二次富化帯)(地表下 50~100m)から採取されたものは上記の通り高い PFEを示している。この漸移帯に生成している主な鉱物は酸化銅鉱、褐鉄鉱、輝銅鉱、黄銅鉱などであり、少量の赤銅鉱、自然銅、銀鉱物、黄鉄鉱などを随伴している。なお、上表でS品位が Cuや Fe品位に対して低いのは銅の硫化物や黄鉄鉱が少なく、銅の酸化物あるいは自然銅などが比較的多いことによる。これらの鉱物が細脈集合体、網状あるいは鉱染状をなして産出している。これらの鉱物のある組み合わせおよび産状が高い IP現象を生んだものと考えられる。
- ⑤ 鉱化試料でも酸化銅鉱、褐鉄鉱などからなっている酸化帯の PFEは無鉱化帯と変わらない。
- ⑥ Atahualpa 鉱床帯の PFEは総じて低い。これは、あまり強い IP現象を起こさない地表近くの酸化帯(酸化銅鉱、褐鉄鉱など)からの試料が多かったためであろう。

1-2-7 総括

野外測定値、シミュレーション解析結果および岩石試料の室内測定結果を総括し、当地域の鉱床賦存の可能性を検討すると次の事項が指摘される。

- ① C測線のシミュレーション解析の結果、PFE 3.5 % 程度の IP異常源が想定されたが、この値は室内測定で得られた Union鉱床の二次富化帯の平均 PFEに近いものである。
- ② この IP異常源の賦存深度が既知鉱床の場合よりもやや浅く、かつその形状が水平に近い層状をなしている点からすると、この付近では鉱染帯が水平方向に異常に広がっているか、あるいは金属鉱床とは異なった異常源の存在も考えられないことはない。