

ガリヤンガイン 豊田回北留部 行 銀 閣 録 功 果 察 別 道 報 告 書

(結 算 表)

昭和二十九年

豊田回北留部
行 銀 閣 録 功 果 察 別 道 報 告 書

701
661
MPN

1954

アルゼンティン共和国北部地区
資源開発協力基礎調査報告書

(第2年次)

昭和54年7月

国際協力事業団
金属鉱業事業団

JICA LIBRARY



1053822[1]

國際協力事業団	
84.8 29	701
登録No. 14335	66.1
	MPN

は し が き

日本政府はアルゼンティン共和国の要請に応え、同国北部の（Catamarca 州）の Cerro Atajo 地区， Mina Capititas 地区， および Filo Colorado 地区の鉱物資源賦存の可能性を確認するため、地質・鉱床・物理探査等の調査を実施することとし、この調査を国際協力事業団に委託した。事業団は、本調査の内容が地質鉱床および鉱物資源調査という専門的な分野に属することから、調査の実施を金属鉱業事業団に依頼することとした。

本調査は、3ヶ年にわたって行われるものであるが、本年はその第2年次にあたり、上記調査の一環として、日鉱探開株式会社大丸広一郎氏を団長とし、7名からなる調査団を編成して、昭和53年9月13日から昭和54年2月17日まで現地に派遣し、現地調査は、アルゼンティン共和国政府関係機関の協力を得て予定通り完了した。

本報告書は第2年次に実施した地質・鉱床調査・地化学探査、物理探査の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を頂いたアルゼンティン共和国政府・関係機関ならびに通商産業省・外務省および関係各社の方々に衷心より感謝の意を表するものである。

昭和54年7月

国際協力事業団

総 裁 法 眼 晋 作

金属鉱業事業団

理事長 西 家 正 起



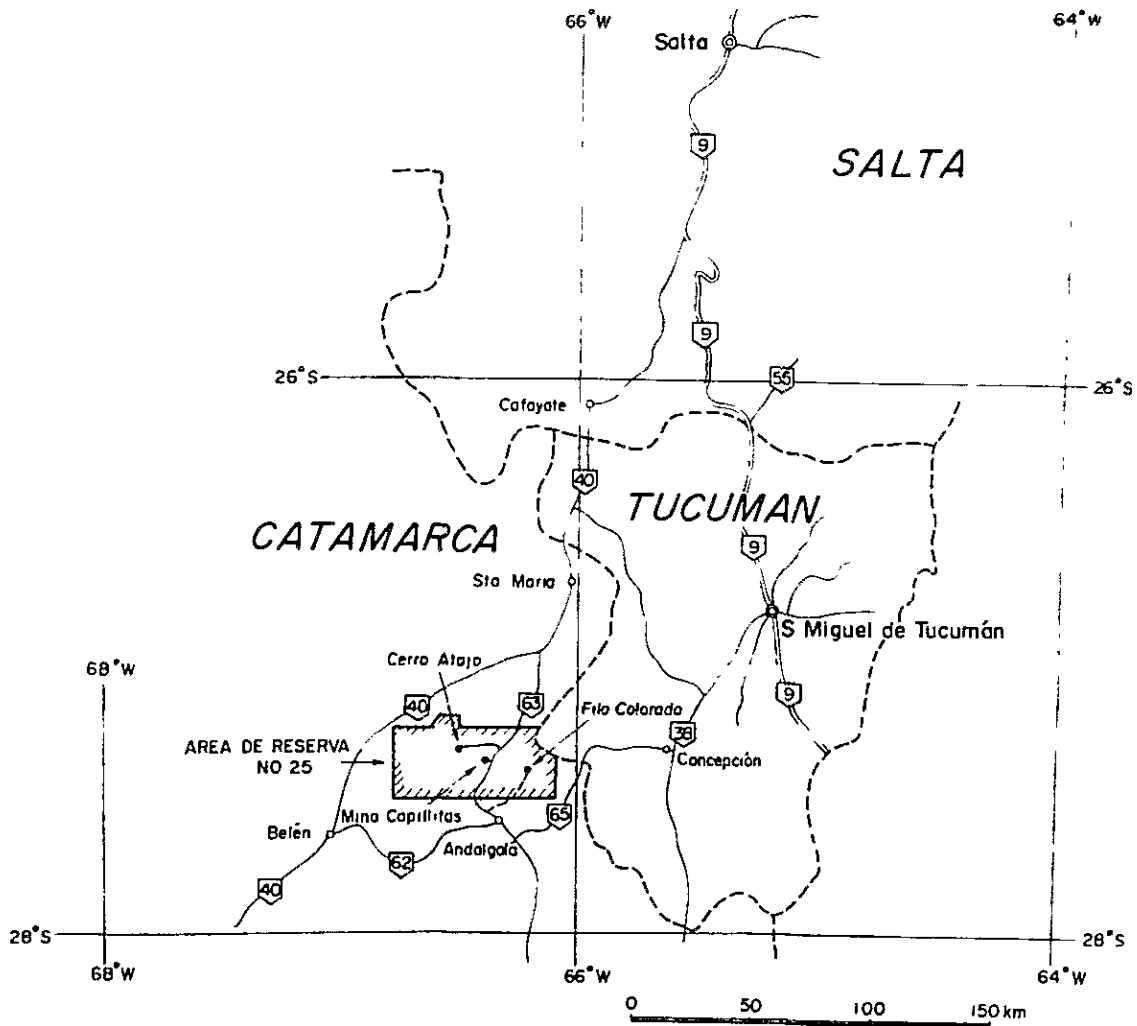


FIG. 1 UBICACION DE LAS AREAS ESTUDIADAS

要 約

アルゼンティン共和国北部地区における第2年次の鉱物資源開発基礎調査は、Fig.1の通り Area de Reserva No.25内の Cerro Atajo 地区(鉱山庁管轄)、Filo Colorado 地区(鉱山庁管轄)、および Mina Capillitas 地区(陸軍工廠管轄)の3地区の調査を実施した。アルゼンティン国滞在は、1978年9月13日から1979年2月17日までで、この間に地質・鉱床精査・地化探試料の採取・物理探査、および既存資料の収集等を行った。また帰国後は、資料のコンピューター解析、採取試料の分析、X線、顕微鏡観察等の室内解析を経て調査結果の検討を行った。

この結果、上記3地区について以下のことが明らかになった。

Cerro Atajo 地区

- (1) 地質・鉱床調査の結果からは、主要鉱化帯は Carmen, Maria Eugenia, Triunfo の3鉱化帯で、いずれも第三紀中新世の安山岩質砕屑岩類を母岩とした熱水性鉱脈型鉱床である。上記の3鉱化帯は地質構造上、走向NW-S E系の背斜軸にほぼ平行した変質帯(粘土化および珪化)の内側に賦存する。
- (2) 物理探査の結果では、主要鉱化帯や、鉱化変質帯の水平的分布および下部での賦存状況が把握された。
- (3) (1)(2)の結果から最も有望と考えられる鉱化帯は Maria Eugenia 鉱化帯と Triunfo 鉱化帯とである。両鉱化帯については、試錐探鉱を実施し、鉱化帯下部の賦存状況を把握した後、総合考察を行うことが望ましい。

Filo Colorado 地区

- (1) 地質・鉱床調査の結果では、ポーフリーカッパー型(Cu, Mo) 鉱床で、地質的には斑岩質石英安山岩が花崗石中に岩頸状に貫入し、著しく断層破砕帯が発達した周辺に賦存する。ポタッシュ変質帯には細脈網状の鉱化作用(主に黄銅鉱、輝水鉛鉱、黄鉄鉱)が顕著であり、フィリック変質帯には細脈と鉱染状(主に黄鉄鉱)の鉱化作用が認められる。変質帯・鉱化作用の形態・硫化鉱物の産状等は典型的なポーフリーカッパー型の累帯分布を示している。
- (2) 物理探査の結果では、ポーフリーカッパー型鉱床に特有の鉱化変質累帯分布がIP異常として明瞭に把握された。これらの累帯分布は地質・鉱床調査、地化学探査により把握された分布域とも良く一致している。
- (3) (1)(2)の結果から最も有望と考えられる鉱化帯はポタッシュ変質帯に属する。この鉱化帯については、試錐探鉱を実施し、下部の賦存状況を把握した後、総合考察を行うことが望ま

しい。

Mina Capillitas 地区

- (1) 地質・鉱床調査の結果では古生代の花崗岩を基盤とし、酸性火山砕屑岩および溶岩がチムニー内に分布する。主要地質構造（断層・破碎帯）はチムニーの長軸方向とほぼ一致する方向を示し、E-W系か、NE-SW系である。主要鉱脈は既存鉱脈がCapillitas脈、9脈、25 de Mayo脈であり、旧坑群がSanta Luisa脈、La Grande脈、Luisita脈、Argentina脈等で主要地質構造沿いに賦存している。既存鉱脈の確定、および推定粗鉱量の合計は約387,000Tonであり、粗鉱の平均品位はAu 2.6‰、Ag 108‰、Cu 2.32‰、Pb 1.62‰、Zn 3.10‰である。鉱床は熱水性鉱脈型鉱床である。なお、Bajo el Estanque地区は、鉱化・変質が弱く、探鉱上は興味のない地区である。
- (2) 物理探査の結果では、主要鉱化帯であるLa Grande、Grande Norte、Santa Luisa、Restauradora、Morro Ortig、Capillitas、Argentina、Nueva Esperanza脈等に対応するIP異常域が把握された。これらのIP異常域はE-W方向に延びる分布を示している。
- (3) (1)(2)の結果から鉱山開発を検討するには現在の埋蔵鉱量だけでは少なく、新規開発鉱量の獲得が必要である。このためには、旧坑群の中で最も有望と考えられるSanta Luisa脈、La Grande脈、Argentina脈等の試錐による鉱床下部の探鉱が必要である。また、鉱石は各種金属を含有した複雑鉱であり、有用金属の回収を検討するために選鉱試験が必要である。

アルゼンティン共和国北部地区
資源開発協力基礎調査報告書

第 2 卷

目 次

要 約

序 論

第1章	調 査 概 要	1
1-1	調 査 目 的	1
1-2	調 査 内 容	1
1-3	調 査 団 の 編 成	1
第2章	一 般 概 要	3
2-1	位 置 お よ び 交 通	3
2-2	地 形 お よ び 気 候	4
第3章	一 般 地 質 と 地 質 構 造	5
第4章	物 理 探 査 概 要	6
4-1	測 定 法	6
4-1-1	測 定 領 域	6
4-1-2	電 極 配 置	6
4-1-3	測 定 周 波 数	6
4-2	測 定 結 果 の 処 理 法	6
4-2-1	表 示 式 お よ び 表 示 法	6
4-2-2	地 形 補 正	9
4-2-3	電 算 機 に よ る デ ー タ 処 理	10
4-3	物 性 測 定	10
4-4	使 用 機 器	10
4-4-1	現 場 測 定 装 置	10
4-4-2	物 性 測 定 装 置	12
4-4-3	地 形 補 正 測 定 装 置	13
4-4-4	電 算 機 お よ び 周 辺 装 置	13
4-5	解 析 法	14
4-5-1	定 性 解 析	14
4-5-2	定 量 解 析	14

4-5-3	総合解析	14
-------	------	----

各 論

第 1 部 Cerro Atajo 地区

第 1 章	地質および地質構造	15
1-1	地 質	15
1-1-1	基盤岩類	15
1-1-2	Farallón Negro 層	15
1-1-3	第四紀層	17
1-1-4	貫入岩類	18
1-2	地質構造	19
第 2 章	変質帯および鉍化帯	20
2-1	変 質 帯	20
2-2	鉍 化 帯	20
2-2-1	Carmen 鉍化帯	20
2-2-2	Grande 鉍化帯および Maria Eugenia 鉍化帯	22
2-2-3	Triunfo 鉍化帯	24
第 3 章	物 理 探 査	26
3-1	調 査 測 線	26
3-2	物性測定結果	26
3-3	I P 測定結果	27
3-3-1	周波数効果 F E	28
3-3-2	見掛比抵抗 A R	29
3-3-3	金属伝導係数 M F	30
3-4	断面解析結果	31
3-4-1	測 線 C	32
3-4-2	測 線 G	33
3-4-3	測 線 O	35
3-5	考 察	37
第 4 章	結 論	39
4-1	第 2 年次調査結果	39
4-2	今後の調査および探鉍	40

第2部 Filo Colorado 地区

第1章	地質および地質構造	41
1-1	地質	41
1-1-1	変成岩類	41
1-1-2	花崗岩類	43
1-1-3	貫入岩類	44
1-1-4	第四紀層	47
1-2	地質構造	48
第2章	地化学探査	49
第3章	変質帯および鉍化帯	51
3-1	変質帯	51
3-2	鉍化帯	52
第4章	物理探査	54
4-1	調査測線	54
4-2	物性測定結果	54
4-3	IP測定結果	55
4-3-1	周波数効果FE	55
4-3-2	見掛比抵抗AR	56
4-3-3	金属伝導係数MF	58
4-4	断面解析結果	58
4-4-1	測線A	59
4-4-2	測線B	61
4-5	考察	63
第5章	結論	64
5-1	第2年次調査結果	64
5-2	今後の調査および探鉍	65

第3部 Mina Capillitas 地区

第1章	地質・鉍床および地質構造	66
1-1	地質・鉍床調査概要	66
1-2	Capillitas 地区の地質	66
1-2-1	基盤岩類	66
1-2-2	酸性火山碎屑岩および溶岩	67
1-2-3	貫入岩類	68

1-3	鉍床	68
1-3-1	Capillitas 地区, 坑内調査	68
1-3-2	Capillitas 地区, 旧坑調査	71
1-3-3	Bajo el Estanque 地区の地質・鉍床	75
1-4	地質構造	75
第2章	主要鉍脈の鉍量計算と探鉍 (Capillitas 地区)	77
2-1	鉍量計算	77
2-1-1	Capillitas 脈	79
2-1-2	9 脈	79
2-1-3	25 de Mayo 脈	80
2-2	探鉍	80
2-2-1	既存鉍床内の探鉍	81
2-2-2	旧坑群の探鉍	83
第3章	地化学探査 (Bajo el Estanque 地区)	85
第4章	物理探査	87
4-1	調査測線	87
4-2	物性測定結果	88
4-3	I P 測定結果	89
4-3-1	周波数効果 F E	89
4-3-2	見掛比抵抗 A R	91
4-3-3	金属伝導係数 M F	93
4-4	断面解析結果	95
4-4-1	測線 E	96
4-4-2	測線 J	98
4-4-3	測線 U	100
4-4-4	傾向面解析結果	101
4-5	考察	102
第5章	結論	104
5-1	第2年次調査結果	104
5-2	今後の調査および探鉍	105

付 図 (本文繰込み)

序 論

- Fig. 1 調査地域位置図
- Fig. 2 Cerro Atajo 地区調査範囲図
- Fig. 3 Filo Colorado 地区調査範囲図
- Fig. 4-1 Mina Capillitas 地区調査範囲図
- Fig. 4-2 Bajo el Estanque 地区調査範囲図
- Fig. 5 調査地域地形図
- Fig. 6 調査地域地質構造図
- Fig. 7 Dipole - Dipole 電極配置
- Fig. 8 周波数効果 (FE) の定義
- Fig. 9 I P データの断面図表示法
- Fig. 10 見掛比抵抗への地形の影響および地形補正例
- Fig. 11 電算機による I P データ処理および解析フローチャート
- Fig. 12 I P 試料物性測定装置の概要
- Fig. 13 地形補正測定装置の概要

各 論

第 1 部 Cerro Atajo 地区

- Fig. 1-1 模式柱状図
- Fig. 1-2 T_{vi} の堆積構造図
- Fig. 3-1 岩石試料の比抵抗-周波数効果関係図
- Fig. 3-2 I P 断面図 (測線 C)
- Fig. 3-3 I P モデルのシミュレーション 結果 (モデル C-C-0)
- Fig. 3-4 I P モデルのシミュレーション 結果 (モデル C-C-1)
- Fig. 3-5 I P モデルのシミュレーション 結果 (モデル C-C-4)
- Fig. 3-6 I P 断面図 (測線 G)
- Fig. 3-7 I P モデルのシミュレーション 結果 (モデル C-G-1)
- Fig. 3-8 I P モデルのシミュレーション 結果 (モデル C-G-3)
- Fig. 3-9 I P モデルのシミュレーション 結果 (モデル C-G-5)
- Fig. 3-10 I P 断面図 (測線 O)
- Fig. 3-11 I P モデルのシミュレーション 結果 (モデル C-O-2)
- Fig. 3-12 I P モデルのシミュレーション 結果 (モデル C-O-4)
- Fig. 3-13 I P モデルのシミュレーション 結果 (モデル C-O-5)

第2部 Filo Colorado 地区

- Fig. 1 模式柱状図
- Fig. 2-1 地化探試料度数分布および累積度数分布図
- Fig. 2-2 地化探示微図 (Cu)
- Fig. 2-3 地化探示微図 (Mo)
- Fig. 2-4 地化探示微図 (Au - Cu - Mo)
- Fig. 3 変質および鉍化果帯構造図 (Lowell & Guilbert 1970)
- Fig. 4-1 岩石試料の比抵抗-周波数効果関係図
- Fig. 4-2 I P 断面図 (測線 A)
- Fig. 4-3 I P モデルのシミュレーション 結果 (モデル F-A-1)
- Fig. 4-4 I P モデルのシミュレーション 結果 (モデル F-A-2)
- Fig. 4-5 I P 断面図 (測線 B)
- Fig. 4-6 I P モデルのシミュレーション 結果 (モデル F-B-1)
- Fig. 4-7 I P モデルのシミュレーション 結果 (モデル F-B-3)

第3部 Mina Capillitas 地区

- Fig. 1-1 模式柱状図 (Mina Capillitas)
- Fig. 1-2 模式柱状図 (Bajo el Estanque)
- Fig. 2-1 鉍量計算図 (Veta " Capillitas ")
- Fig. 2-2 鉍量計算図 (Veta " 9 ")
- Fig. 2-3 鉍量計算図 (Veta " 25 de Mayo ")
- Fig. 3-1 地化探試料度数分布および累積度数分布図 (Bajo el Estanque)
- Fig. 3-2 地化探示微図 (Bajo el Estanque)
- Fig. 4-1 岩石試料の比抵抗-周波数効果関係図
- Fig. 4-2 I P 断面図 (測線 E)
- Fig. 4-3 I P モデルのシミュレーション 結果 (モデル M-E-1)
- Fig. 4-4 I P モデルのシミュレーション 結果 (モデル M-E-2)
- Fig. 4-5 I P モデルのシミュレーション 結果 (モデル M-E-5)
- Fig. 4-6 I P 断面図 (測線 J)
- Fig. 4-7 I P モデルのシミュレーション 結果 (モデル M-J-1)
- Fig. 4-8 I P モデルのシミュレーション 結果 (モデル M-J-2)
- Fig. 4-9 I P モデルのシミュレーション 結果 (モデル M-J-3)
- Fig. 4-10 I P 断面図 (測線 U)
- Fig. 4-11 I P モデルのシミュレーション 結果 (モデル M-U-1)

- Fig. 4-12 IPモデルのシミュレーション 結果 (モデル M-U-3)
- Fig. 4-13 FE (n=1) 三次傾向面
- Fig. 4-14 FE (n=1) 残 差
- Fig. 4-15 AR (n=1) 三次傾向面
- Fig. 4-16 AR (n=1) 残 差

付 表 (本文綴込み)

序 論

- Tabla 1 主要調査内容一覧表

各 論

第1部 Cerro Atajo 地区

- Tabla 3-1 岩石試料物性測定結果
- Tabla 3-2 岩石試料物性測定結果岩石別平均値

第2部 Filo Colorado 地区

- Tabla 1 Filo Colorado 地区絶対年代測定表 (K-Ar 法)
- Tabla 2 Filo Colorado 地区地化探試料区分表 (Au, Cu, Mo)
- Tabla 3 変質帯と鉍化帯との関連表
- Tabla 4-1 岩石試料物性測定結果
- Tabla 4-2 岩石試料物性測定結果岩石別平均値

第3部 Mina Capillitas 地区

- Tabla 1-1 Mina Capillitas 坑道調査一覧表
- Tabla 1-2 平均品位一覧表 (坑内調査)
- Tabla 1-3 平均品位一覧表 (旧坑調査)
- Tabla 2-1 Dr. Navarro と Mission Japonesa の分析比較表
- Tabla 2-2 精鉍量, 計算総括表
- Tabla 2-3 精鉍量, 粗鉍量, 計算総括表
- Tabla 2-4 旧坑下部期待粗鉍量総括表
- Tabla 3-1 Bajo el Estanque 地区地化探試料区分表 (Au, Ag, Cu)
- Tabla 4-1 岩石試料物性測定結果
- Tabla 4-2 岩石試料物性測定結果岩石別平均値

付 録 (卷末)

Cerro Atajo 地区

- Apéndice 1 岩石試料一覧表
- Apéndice 2 - 1 顕微鏡観察結果一覧表 (薄片)
- Apéndice 2 - 2 薄片顕微鏡写真
- Apéndice 3 金属分析結果一覧表

Filo Colorado 地区

- Apéndice 1 岩石試料一覧表
- Apéndice 2 - 1 顕微鏡観察結果一覧表 (薄片)
- Apéndice 2 - 2 薄片顕微鏡写真
- Apéndice 2 - 3 顕微鏡観察結果一覧表 (研磨片)
- Apéndice 2 - 4 研磨片顕微鏡写真
- Apéndice 3 - 1 X線回折(粉末法)結果一覧表
- ▶ Apéndice 3 - 2 X線回折チャート
- Apéndice 4 地化探分析結果一覧表 (Au, Cu, Mo)
- Apéndice 5 金属分析結果一覧表

Mina Capillitas 地区

- Apéndice 1 岩石試料一覧表
- Apéndice 2 - 1 顕微鏡観察結果一覧表 (薄片)
- Apéndice 2 - 2 薄片顕微鏡写真
- Apéndice 2 - 3 顕微鏡観察結果一覧表 (研磨片)
- Apéndice 2 - 4 研磨片顕微鏡写真
- Apéndice 3 地化探分析結果一覧表 (Bajo el Estanque 地区, Au, Ag, Cu)
- Apéndice 4 金属分析結果一覧表
- Apéndice 5 鉍量計算一覧表 ("Capillitas", "9", "25 de Mayo" 脈)

別 添 付 図

Cerro Atajo 地区

Pl. 1	地 質 図	(1 : 2,500)
Pl. 2	地質断面図 (断面線 C, D, E, G, K 測線)	(1 : 2,500)
Pl. 3	試料採取位置図	(1 : 2,500)
Pl. 4	Carmen Norte 坑道地質鉍床図	(1 : 200)
Pl. 5	Carmen Sur 坑道地質鉍床図	(1 : 200)
Pl. 6 ~ 18	IP断面図 (測線 B, C, D, E, F, G, H, I, K, M, O, Q, W)	(1 : 2,500)
Pl. 19 ~ 21	周波数効果平面図 ($n = 1, 3, 5$)	(1 : 2,500)
Pl. 22 ~ 24	見掛比抵抗平面図 ($n = 1, 3, 5$)	(1 : 2,500)
Pl. 25 ~ 27	金属伝導係数平面図 ($n = 1, 3, 5$)	(1 : 2,500)
Pl. 28	測線 C, G, O 定量解析図	(1 : 2,500)
Pl. 29	総合解析図	(1 : 2,500)

Filo Colorado 地区

Pl. 1	地 質 図	(1 : 5,000)
Pl. 2	地質断面図 (断面線 A, B 測線)	(1 : 5,000)
Pl. 3 - 1	試料採取位置図	(1 : 5,000)
Pl. 3 - 2	地化探試料位置図	(1 : 5,000)
Pl. 4	地化探示微図 (Au - Cu - Mo)	(1 : 5,000)
Pl. 5	変質・鉍化累帯図	(1 : 5,000)
Pl. 6	地 質 鉍 床 図	(1 : 1,000)
Pl. 7 - 1	変質・鉍化累帯図	(1 : 1,000)
Pl. 7 - 2	坑道地質鉍床図	(1 : 100)
Pl. 8 ~ 15	IP断面図 (測線 A, B, C, D, E, F, G, H)	(1 : 5,000)
Pl. 16 ~ 18	周波数効果平面図 ($n = 1, 3, 5$)	(1 : 5,000)
Pl. 19 ~ 21	見掛比抵抗平面図 ($n = 1, 3, 5$)	(1 : 5,000)
Pl. 22 ~ 24	金属伝導係数平面図 ($n = 1, 3, 5$)	(1 : 5,000)
Pl. 25	測線 A, B 定量解析図	(1 : 5,000)
Pl. 26	総合解析図	(1 : 5,000)

Mina Capillitas 地区

Pl. 1	地 質 図	(1 : 2,500)
Pl. 2	地質断面図 (断面線 E, F, J, U 測線)	(1 : 2,500)
Pl. 3	試料採取位置図	(1 : 2,500)
Pl. 4	主要抗道地質鉞床図 ("Capillitas" 脈 $\pm 0^M$, $+30^M$)	(1 : 200)
Pl. 5	" ("Capillitas" 脈 $\pm 0^M$, $+30^M$)	(1 : 200)
Pl. 6 - 1	" (" 9 " 脈 $\pm 0^M$, $+30^M$, -30^M)	(1 : 200)
Pl. 6 - 2	" (" A " 脈 $+40^M$)	(1 : 200)
Pl. 7	" (" 9 " 脈, " 25 de Mayo " 脈 $\pm 0^M$)	(1 : 200)
Pl. 8	" (" 25 de Mayo " 脈 $\pm 0^M$)	(1 : 200)
Pl. 9	旧坑道地質鉞床図 (Mina Ortiz)	(1 : 200)
Pl. 10	" (St. Luisa, La Grande Norte, Morro Ortiz)	(1 : 200)
Pl. 11	" (La Grande, Resaurador)	(1 : 200)
Pl. 12	" (Lusita, San Salvador, La Rosario)	(1 : 200)
Pl. 13	" (Argentina)	(1 : 200)
Pl. 14	" (Nueva Esperanza)	(1 : 200)
Pl. 15	分析品位検討図 (" 25 de Mayo ", " 9 " 脈)	(1 : 200)
Pl. 16	Bajo el Estanque 地区 (地質図, 断面図, 試料採取位置図)	(1 : 2,500)
Pl. 17 ~ 28	I P 断面図 (測線 A, B, C, D, E, F, G, H, I, J, K, U)	(1 : 2,500)
Pl. 29 ~ 31	周波数効果平面図 ($n = 1, 3, 5$)	(1 : 2,500)
Pl. 32 ~ 34	見掛比抵抗平面図 ($n = 1, 3, 5$)	(1 : 2,500)
Pl. 35 ~ 37	金属伝導係数平面図 ($n = 1, 3, 5$)	(1 : 2,500)
Pl. 38 ~ 39	I P 断面図 (Bajo el Estanque 地区, 測線 V, W)	(1 : 2,500)
Pl. 40 ~ 42	周波数効果平面図 (Bajo el Estanque 地区, $n = 1, 3, 5$)	(1 : 2,500)
Pl. 43 ~ 45	見掛比抵抗平面図 (Bajo el Estanque 地区, $n = 1, 3, 5$)	(1 : 2,500)
Pl. 46 ~ 48	金属伝導係数平面図 (Bajo el Estanque 地区, $n = 1, 3, 5$)	(1 : 2,500)
Pl. 49	測線 E, J, U 定量解析図	(1 : 2,500)
Pl. 50	総合解析図	(1 : 2,500)

主 要 な 参 考 資 料

<アルゼンティン側参考資料>

- ANGEL V. BORRELLO (1978) MAPA GEOTECTONICO DE LA ARGENTINA, S.E.M.
- ICHAZO, G.J. (1976) AREA DE RESERVA Nº 25, NORTE DE ANDALGALA SECTOR FILO COLORADO, INFORME PRELIMINAR DE LA GEOLOGIA DE LA ZONA CENTRAL.
- ICHAZO, G.J. (1976) AREA DE RESERVA Nº 25, NORTE DE ANDALGALA SECTOR FILO COLORADO, INFORME PRELIMINAR DE LOS RESULTADOS DEL MUESTREO GEOQUIMICO EN CUADRICULA.
- INSTITUTO NACIONAL DE GEOLOGIA Y MINERIA, DEPARTAMENTO DE GEORGRAFIA (1970 etc.) ATLAS TOPOGRAFIA, CAPILLITAS HOJA 12d, ANCONQUIJA HOJA 12e, ANDALGALA HOJA 13d, VILLA ALBERDI HOJA 13e, ESCALA 1:100,000
- JICA, MMAJ-REPUBLICA ARGENTINA (1978) INFORME DE ESTUDIOS BASICOS SOBRE LA EXPLORACION DE RECURSOS MINERALES EN LA ZONA NORTE DE LA REPUBLICA ARGENTINA.
- LOWELL, J.D. & J.M. GUILBERT (1970) LATERAL AND VERTICAL ALTERACION ZONING IN PORPHYRY ORE DEPOSITE, ECON. GEOL. VOL. 65, Nº 4.
- ICHAZO, G.J. Y M. VIRUEL DE RAMIREZ (1976) AREA DE RESERVA Nº 25 "NORTE DE ANDALGALA" SECTOR FILO COLORADO, S.E.M.
- TEZON, V. (1964) EXPLICACION DEL MAPA GEOLOGICO DE LA REPUBLICA ARGENTINA, ESCALA 1:5,000,000 Y 1:2,500,000, MINISTERIO DE ECONOMIA DE LA NACION.
- TURNER, JUAN CARLOS (1972) DICCIONARIO GEOLOGICO INGLES-ESPAÑOL, ESPAÑOL-INGLES, ASOCIACION GEOLOGICA ARGENTINA.
- VARESE, F.J. & H.B. NAVARRO (1949) INFORME GEOLOGICO MINERO "CAPILLITAS".
- ANZELIUS, K. (1973) REPORT ON GEOPHYSICAL SURVEY(IP) IN THE CERRO ATAJO AREA.
- SUMNER, J.S. (1976) PRINCIPLES OF INDUCED POLARIZATION OF GEOPHYSICAL EXPLORATION, ELSEVIER SCIENTIFIC PUBL. CO. N.Y.

<日本側参考資料>

地質関係

海外技術協力事業団 (1965)

アルゼンティン共和国鉱物資源調査報告書

海外技術協力事業団 (1969)

アルゼンティンの地下資源関係技術協力に関する報告書

シルビア渡辺 (1971)

アルゼンティンの地質

J.I.C.A・M.M.A.J (1978)

アルゼンティン共和国北部地区資源開発協力基礎調査報告書 (第1年次)

物探関係

日本鉱業株式会社中央研究所 (1968)

水槽実験によるIPデータの解析 (第1版)

日本鉱業株式会社中央研究所 (1969)

水槽実験によるIPデータの解析 (第2版)

林 考治 他 (1974)

IPモデル計算プログラムの改良

岩石・鉱物の物性と物理探査データ処理 (物探データ処理研究委員会報告)

鉱物資源探査技術開発資料 (IP法) (1978)

Induced Polarization for Exploration Geologists and Geophysicists

序 論

第1章 調査概要

1-1 調査目的

調査の3地区は、アルゼンティン北西部（Noroeste Argentina -略称NOA）で陸軍工廠（F. M.）と鉱山庁（S. E. M.）が行っている鉱物資源に関する開発計画（NOA-1）のなかのArea de Reserva No 25内であり、Cerro Atajo地区とFilo Colorado地区とはS. E. M.に属し、Mina Capillitas地区はF. M.に属している。また第1年次調査では、この中2地区のCerro Atajo地区とMina Capillitas地区の地質精査と地化学探査を実施した。今回の第2年次調査では、新たにFilo Colorado地区を加え、3地区に対して地質鉱床精査、地化学精査、および物理探査を実施した。

各地区毎の調査範囲は、Fig. 2（Cerro Atajo地区）、Fig. 3（Filo Colorado地区）Fig. 4-1（Mina Capillitas地区）、Fig. 4-2（Bajo el Estanque地区）に示した。

1-2 調査内容

今次調査団は昭和53年9月13日より昭和54年2月17日までアルゼンティン共和国に滞在し、Tabla 1の通りの調査を実施した。また既存資料については、極力広範囲にわたり収集を行った。

今年度実施の多岐にわたる調査内容の総合解析には、既存資料の検討も含め報告書を作成した。

1-3 調査団の編成

日本側調査計画および折衝

田村 稔	国際協力事業団
浅倉 邦夫	金属鉱業事業団
狩野 一憲	”
中村 研治	”

アルゼンティン側調査計画および折衝

Victor Costanzo	陸軍工廠
Vicente Mendez	”
Ernesto Jimeno	”
Oscar Reverberi	鉱山庁
Abraham Jutoran	”

日本側調査団員

大 丸 広一郎	団 長	日 鉦 探 開 株 式 会 社
掛 川 周 男	副 団 長	" (地 質)
野 村 拳 一	団 員	" (物 探)
中 野 啓 二	団 員	" (地 質)
松 田 陽 一	団 員	" (物 探)
田 中 富 雄	団 員	" (物 探)
杉 山 伸 一	団 員	" (物 探)

アルゼンティン側調査団員

Carlos Lurgo	陸 軍 工 廠	(総 括)
Humberto Cécere	"	(Mina Capillitas 担当)
Raul Garavilla	"	(")
Mario Alderete	鉦 山 庁	(総 括)
Eduardo Peralta	"	(Cerro Atajo 担当)
Jorge Guillou	"	(")
Rafael Gonzalez	"	(Cerro Atajo, Filo Colorado 担当)

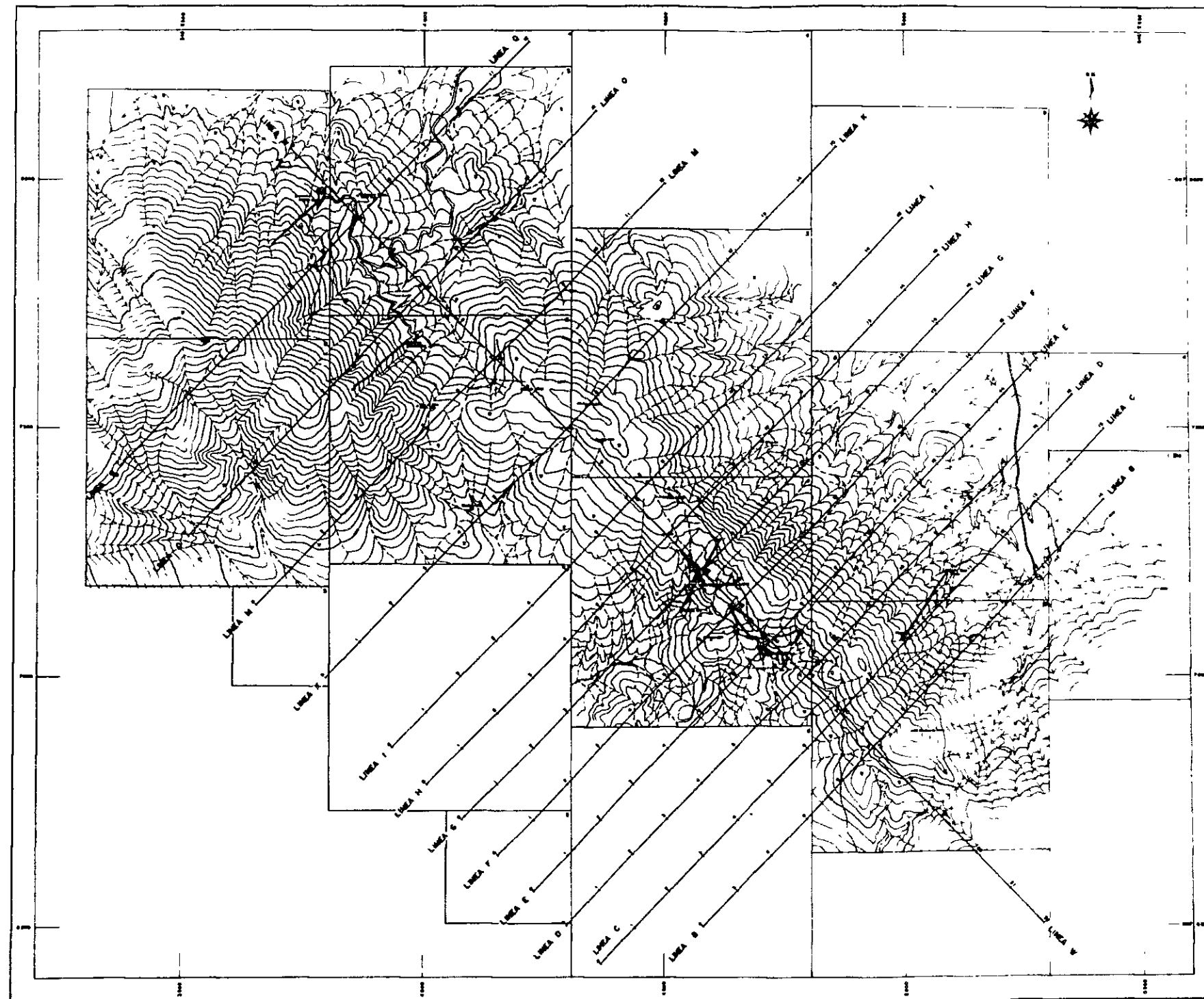


FIG. 2 MAPA RESUMEN DE TAREAS REALIZADAS EN EL SECTOR "CERRO ATAJO"

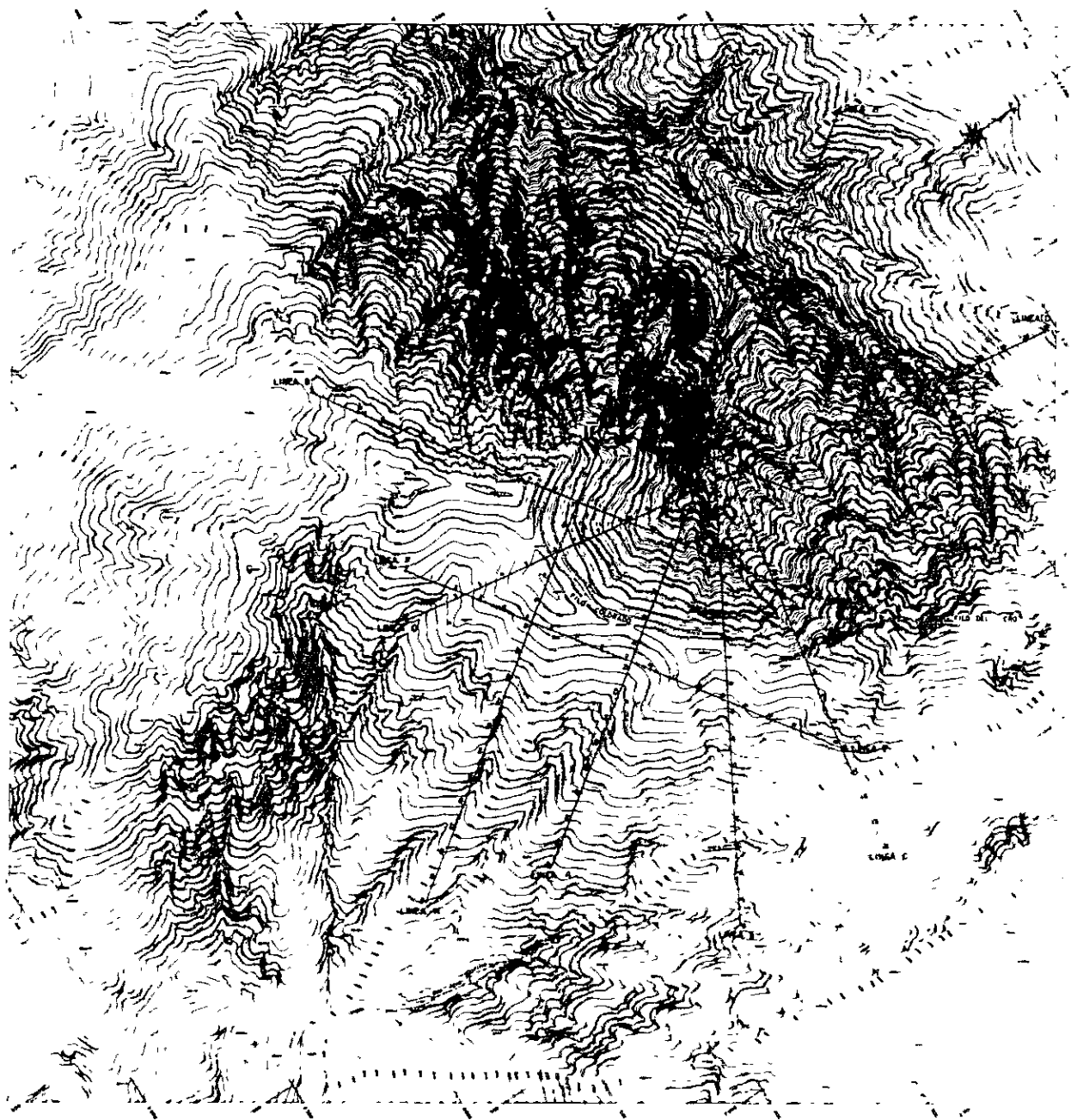


FIG. 3 MAPA RESUMEN DE TAREAS REALIZADAS EN EL SECTOR "FILO COLORADO"

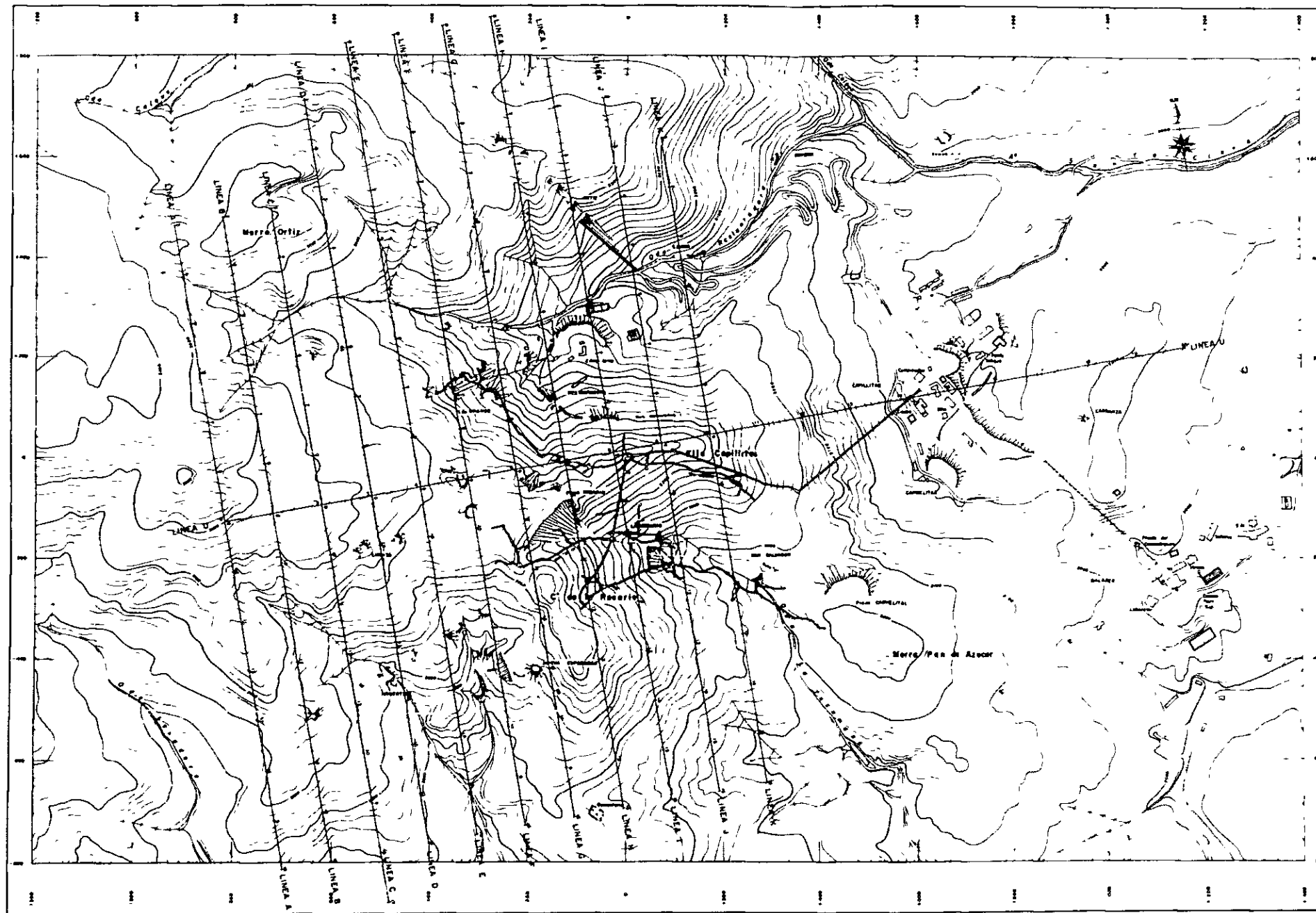


FIG. 4-1 MAPA RESUMEN DE TAREAS REALIZADAS EN EL SECTOR "MINA CAPILLITAS"

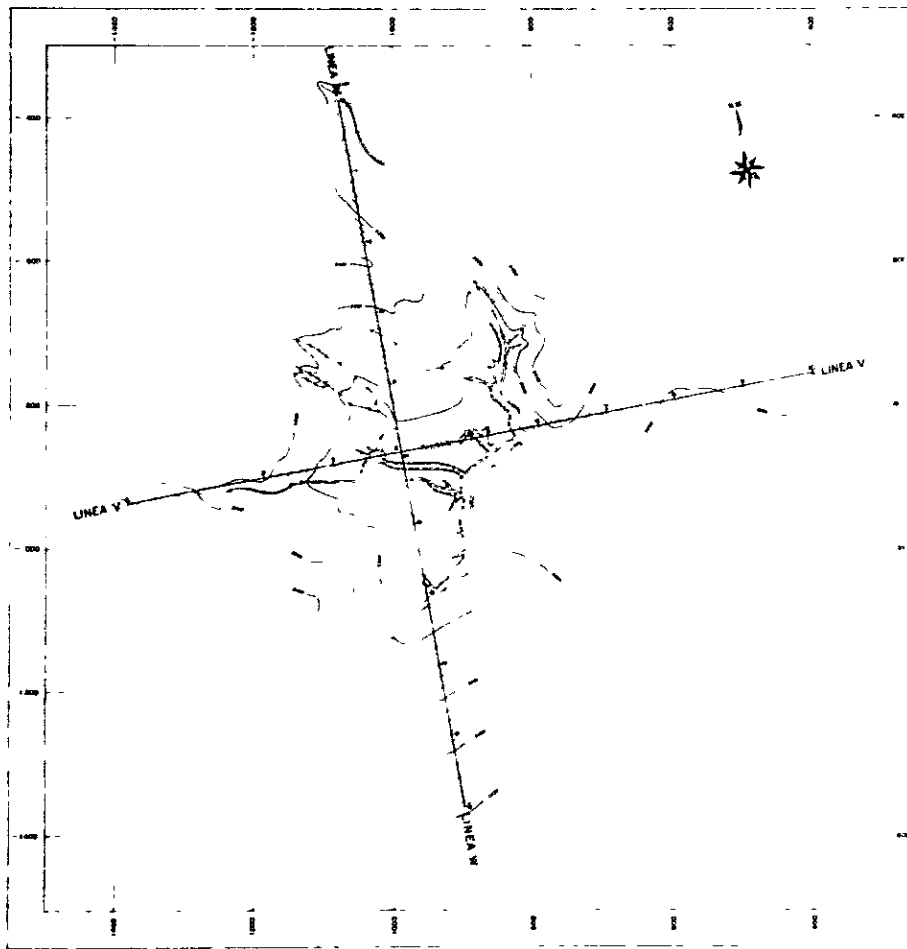


FIG. 4-2 MAPA RESUMEN DE TAREAS REALIZADAS EN EL AREA DE "BAJO EL ESTANQUE"

第2章 一般概要

2-1 位置および交通

当調査地区は、アルゼンティン共和国 Catamarca 州、Andalgalá 市（人口 約10,000人）北部の Area de Reserva No 25 に属し、Cerro Atajo 地区は南緯 27 度 20 分、西経 66 度 28 分、Mina Capillitas 地区は南緯 27 度 21 分、西経 66 度 24 分、Filo Colorado 地区は南緯 27 度 22 分、西経 66 度 13 分に位置する。

Cerro Atajo 地区および Filo Colorado 地区の探鉱を担当する鉱山庁（S. E. M.）の出先機関は、Tucuman 州の州都（Tucuman 市 600,000 人）にあり、Mina Capillitas 地区の探鉱を担当する陸軍工廠（F. M.）の出先機関は Salta 州の州都（Salta 市 200,000 人）にある。

各地区の交通機関および所要時間は、下記の通りである。

[Mina Capillitas 地区と Cerro Atajo 地区]

(海 抜) (1,060 m) (3,000 m)

Andalgalá — 61 km —> Mina Capillitas 地区 (Casino) — 23 km —

(人 口) (約 10,000 人)

(所要時間) 2 時間 (トラック等入山可能) 40 分

(3,200 m)

—> Cerro Atajo 地区 (Carmen Sur)

(四輪駆動のトラック又はジープ)

[Filo Colorado 地区]

(海 抜) (1,060 m) (1,420 m) (2,740 m)

Andalgalá — 16 km —> El Potrero — 22 km —> El Candado

(人 口) (約 5,000 人)

(所要時間) 20 分 (トラック可能) 7 時間 (馬・ラバ)

(4,000 m)

(仮小屋のみ) — 10 km —> Filo Colorado (Campamento)

4 時間 (ラバ)

Andalgalá — 38 km —> El Candado

(所要時間) 15 分 (ヘリコプター)

2-2 地形および気候

Fig. 5 は, 12d (Capillitas), 12e (Aconquija), 13d (Andalgalá), 13e (Villa Alberdi), の縮尺 1 : 100,000 地形図から作成した Cerro Atajo, Mina Capillitas, および Filo Colorado 地区周辺の地形図である。

Cerro Atajo 地区は, Sierras Pampeanas の山岳地帯 (文献 S. WATANABE 1971) に属する Sierras Aconquija の南端部の Serra de Capillitas の西側になり, Mina Capillitas 地区は東側に位置する。標高は, 両地区ともに大凡 3,000 m ~ 3,540 m 間にあり, アンデス山岳部が隆起するいわゆるアンデス山岳前縁部に該当する。

気候は, 内陸性乾燥気候帯に属し, 降雨量は, 年間 200 % 程度であり夏期 (12月 ~ 2月) に集中し, 気温は夏期最高 30°C, 最低 5°C, 冬期 (7月 ~ 9月) 最高 15°C, 最低 -5°C 程度である。

Filo Colorado 地区は, Sierras Aconquija の南端部の支山脈 Filo Colorado の小山脈の山頂部に位置し標高は大凡 4,000 m ~ 4,600 m 間にあり, 付近での最高峰は, Nev. del Candado の標高 5,450 m である。

気候は, アンデス山岳高地気候帯に属し, 降雨量は年間 700 % 程度であり, 夏期 (12月 ~ 2月) が比較的多雨であり, 冬期 (7月 ~ 9月) には積雪があり, 南斜面では積雪 1.0 m 以上となる。また標高 4,600 m 以上の高山地帯は万年冬冠を呈している。気温は夏期最高 20°C, 最低 -6°C, 冬期最高 15°C, 最低 -25°C 程度である。

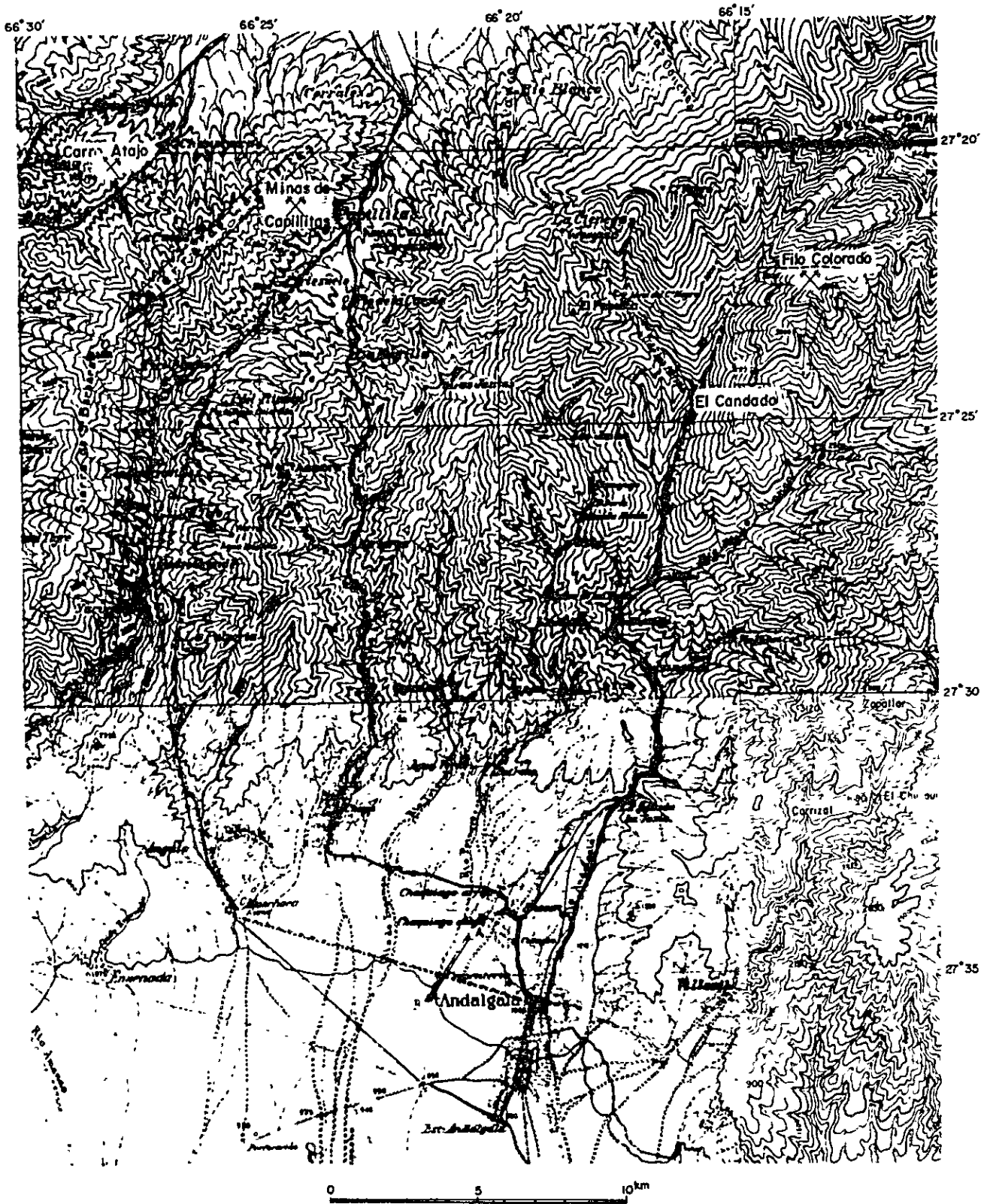
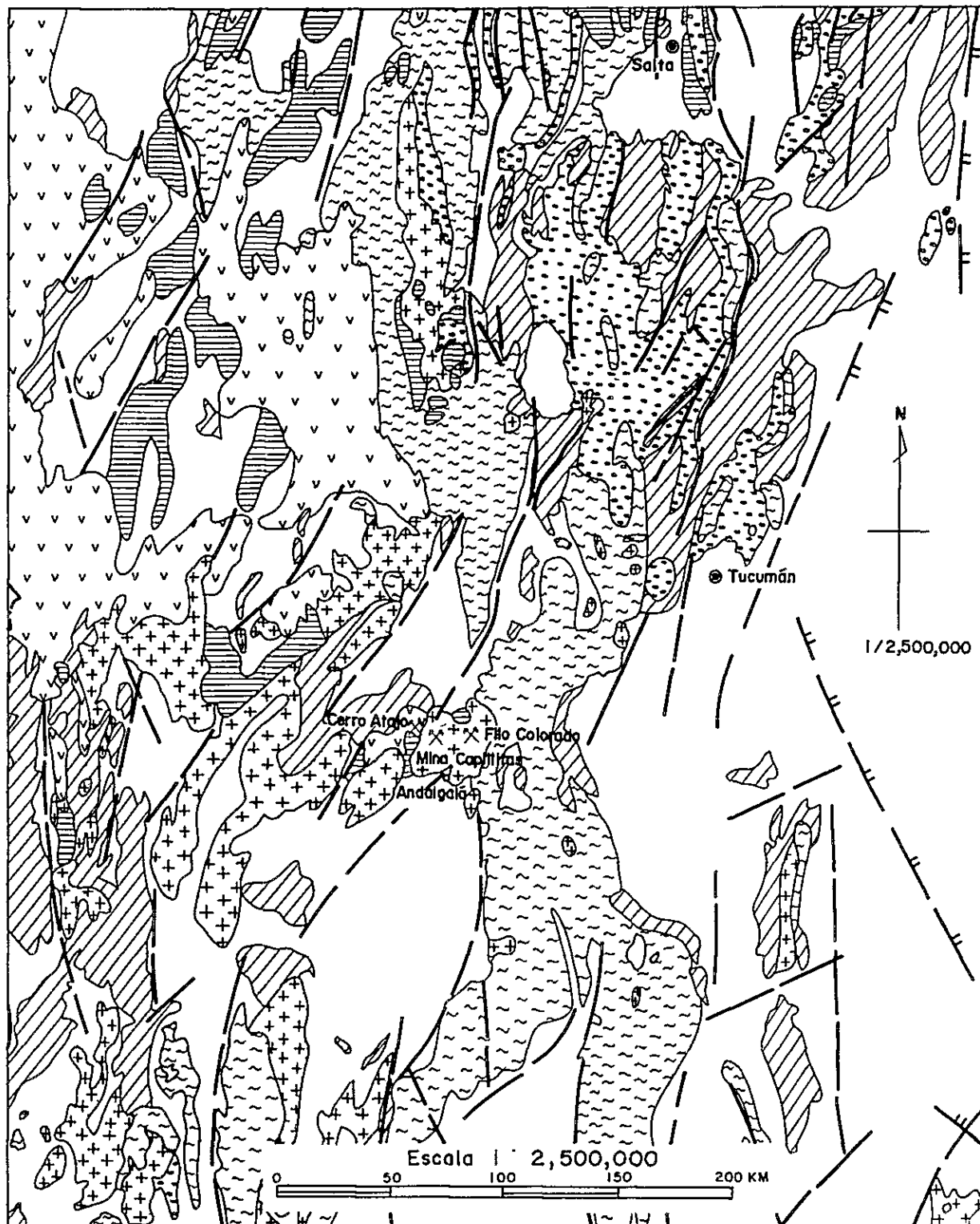








FIG. 5 MAPA TOPOGRAFICO DE LAS AREAS ESTUDIADAS



REFERENCIAS

<p>Neodica</p> <p>  Finrubanitas basco mesosilico </p> <p>  Molosas </p>	<p>Paleoica</p> <p>  Molosas (Gondwana) </p> <p>  Vacuidad moeosncinal, Flysch y Rocas metamorfico-migmaticas </p>	<p>Protoidica</p> <p>  Granitos, Granodioritas y Anatesitas </p> <p>  Vacuidad moeosncinal, Flysch, Posofiolitas y Rocas metamorficas </p>
---	---	---

[Borrillo, Angel V et.al (1978) Mapa geotectónico de la República Argentina (Secretaría de Estado de Minería, Ministerio de Economía)]

FIG. 6 ESTRUCTURA GEOLOGICA DE LAS AREAS ESTUDIADAS

第3章 一般地質と地質構造

アルゼンティン共和国の地質ならびに鉱床については、第1年次の報告書で述べた。

今回調査の3地区を包含した周辺地域の地質および地質構造は新しい資料 (Borrello, Angel, 1978) をもとに以下第1年次と重複のないように略述する。(Fig. 6)

アルゼンティン北西部は、Protoidica時階 (1,100 ~ 600 m. y.), Paleoidica時階 (600 ~ 170 m. y.) と Neoidica時階 (170 m. y. ~ 現世) の構造運動が重複して行われた場所である。

このProtoidica時階では、南北からNNE - SSE方向に分布する劣地向地堆積岩相やフリッシュ相とオフィオライト、花崗岩、花崗閃緑岩や再生花崗岩などの活動によって特徴づけられる。この構造時階は、複数の副構造時階から構成されるが、これらが盾状地化作用でクライマックスを迎え、同時に優地向斜帯を形成してゆき、次の構造運動に引きつがれていった。

次のPaleoidica時階は、NNE - SSW方向に分布する堆積岩類・変成岩類を主体とし、深成岩が極くわずか伴う岩相で特徴づけられる。この構造時階は、4つの副構造時階から構成され、最初のカンブリア-オールドビス系の劣地向斜の時代、2番目のオールドビス-デボン系の砂岩・頁岩を主体とするフリッシュ相と浅海性塩基性火山岩類とオフィオライトなどからなる優地向斜の時代、3番目の石炭-二畳系のいわゆる Gondwana 系の大陸起源の赤色砂岩・頁岩・礫岩からなるモラッセ堆積物相の時代、そして最後の三畳系の堆積岩相の時代から構成される。このように本地域ではPaleoidica時階は地向斜・造山運動により特徴づけられる。

最後のNeoidica時階では、3つの副時階から構成される。初期の2つの副時階は、ともに本地域東部に南北に分布する白垂系の赤色砂岩、石灰岩、頁岩などからなる堆積岩相と第三系のモラッセ相により特徴づけられる。最後の副時階では、本地域西部に見られる第三系および第四系の中性から塩基性の火山岩相により特徴づけられる。そして、Cerro Majo, Mina Capillitas, Filo Colorado 各地区の火山活動および鉱化作用もこの最後の副時階に位置する。

第4章 物理探査概要

本調査で実施した物理探査はIP法電気探査である。

4-1 測定法

4-1-1 測定領域

岩石または鉱石に電流を流すと、岩石、鉱石中に電気分極現象（IP現象）が生じる。この現象を利用した鉱床探査法がIP法物理探査である。

IP現象を測定する方法には、(1)パルス波による過渡現象を観測する時間領域法（Time Domain法）と、(2)2種の異なる周波数の電流によって測定される比抵抗値の変化を観測する周波数領域法（Frequency Domain法）とがある。IP効果を示す量は、時間領域法ではchargeability M (milli seconds), 周波数領域では周波数効果 FE (%)である。本調査では後者の周波数領域法を用いた。

4-1-2 電極配置

電気探査法では種々の電極配置が用いられるが、本調査では、電磁カップリング等の影響の少ないDipole-Dipole（双極子）配置が用いられた。（Fig. 7）

周波数領域のDipole-Dipole電極配置では、電極間隔 a の電流電極 A, B に、異なる2種の周波数の電流を流し、これらの電極の midpoint から na だけ離れた点を中心とする、間隔 a の電位電極 M, N 間の電位差を測定し、 FE 値が観測される。そして n （電極隔離係数）の値を大きくしつつ、各双極子を測線沿いに移動させ、測定が繰返される。（Fig. 7）

本調査では電極間隔 $a = 100\text{ m}$ 、電極隔離係数 $n = 1, 2, 3, 4, 5$ 、が用いられた。

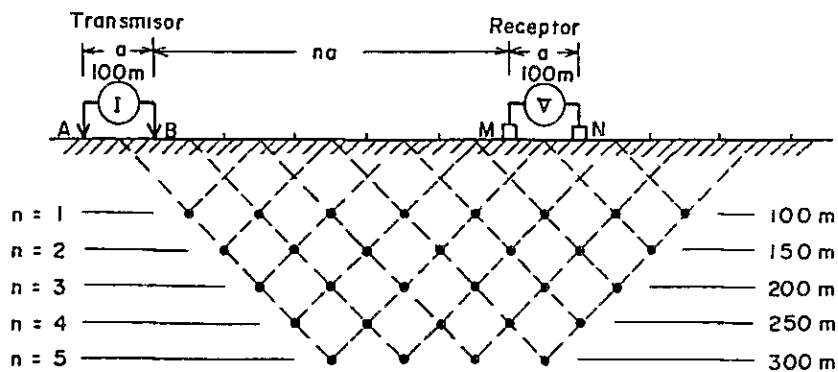


Fig. 7 Dipole-Dipole 電極配置

4-1-3 測定周波数

送信電流の周波数は、0.3 Hz および 30 Hz を使用した。

4-2 測定結果の処理法

4-2-1 表示式および表示法

フィールドで得られる測定値は、送信電流 (I)、受信電位差 (V)、周波数効果 (F) の

3種である。測定値 I, V より見掛比抵抗 (ρ_a) が得られる。

(1) 周波数効果 (FE)

周波数効果は次式で定義される。 (Fig. 8)

$$FE = \frac{V_{dc} - V_{ac}}{V_{ac}} \times 100 (\%)$$

$$= \frac{\rho_{dc} - \rho_{ac}}{\rho_{ac}} \times 100 (\%)$$

ここで

V_{ac} : 3.0 Hz に対する電位電極間の電位差 (V)

V_{dc} : 0.3 Hz に対する電位電極間の電位差 (V)

ρ_{ac} : 3.0 Hz による見掛比抵抗 (ohm - m)

ρ_{dc} : 0.3 Hz による見掛比抵抗 (ohm - m)

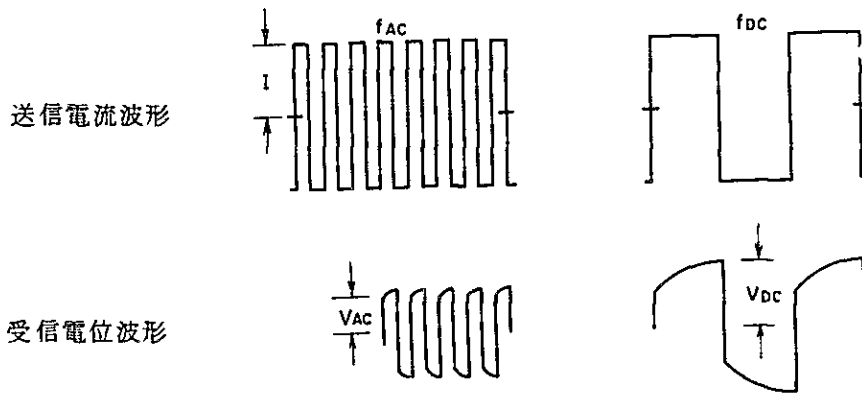


Fig. 8 周波数効果 (FE) の定義

(2) 見掛比抵抗 (ρ_a)

見掛比抵抗値は次式で定義される。

$$\rho_a = K \frac{V}{I} \quad (\text{ohm} - \text{m})$$

ここで

K : 電極配置係数

V_{ac} : 3.0 Hz に対する電位電極間の電位差 (V)

I : 送信電流 (A)

である。

なお、本調査では、すべての測線が直線であるので、電極配置係数 K の値は次式を用いて求めた。

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

ここで

n : 電極隔離数係数 (1~5)

a : 電極間隔 (100 m)

である。

(3) 金属伝導係数 (MF)

金属伝導係数は次式で定義される。

$$MF = \frac{FE}{\rho a} \times 1,000$$

ここで

ρa : 30 Hz による見掛け抵抗

である。

一般に金属の硫化物は低比抵抗で、高い FE 値を示すことが多く、したがって高い MF 値を持つので、 MF はこれら金属鉱物探査の示標として用いられることが多い。

以上の計算によって求められた FE , ρa , MF の3種の値は、一般に用いられている Dipole-Dipole 配置のプロット法 (双極子の中点を結ぶ線を底辺とする二等辺三角形の頂点にプロットする) により、断面図に表示される (Fig. 9)。ただし、これらの値が、そのプロットされた地点における物理量を表わすものではないことに注意しなければならない。

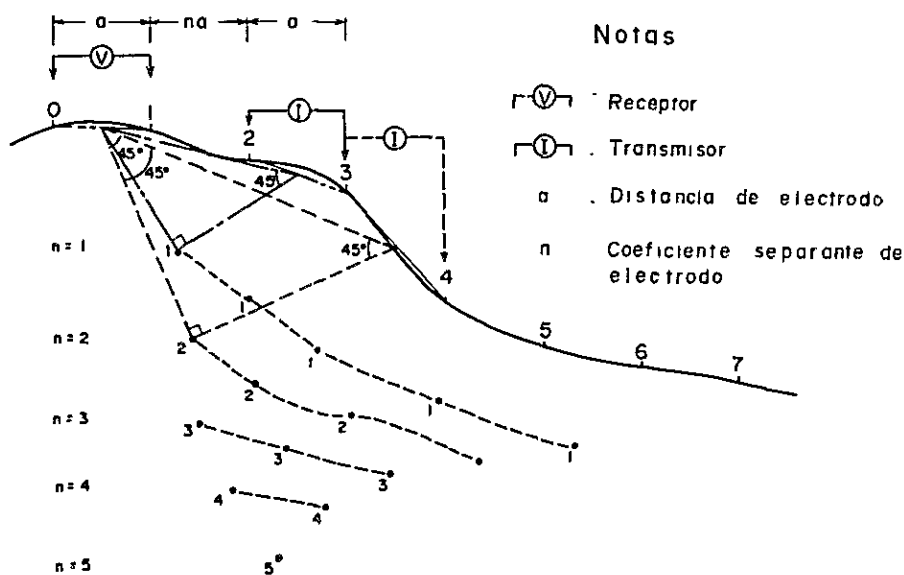


Fig. 9 IPデータの断面図表示法

4-2-2 地形補正

Dipole - Dipole 配置から得られる見掛比抵抗値は、たとえ均一の比抵抗を持った地層でも Fig. 10 の a. に示すように山地形の下では高く、谷地形の下では低い値となり、複雑な地形の地域では地形の影響を強く受ける。したがって、見掛比抵抗値に関しては、この影響を除くために地形補正を行う必要がある。

地形の影響を求める方法には、電算機を用いる方法、導電紙あるいは水槽などを用い実験的に求める方法等がある。ここでは、現場と類似した複雑な地形が容易に作成できる導電紙を用いる方法によって、全調査測線に対して、地形補正を行った。

導電紙を用いる方法では、アナライザペーパーと称する一定の抵抗値を有する導電紙で地形断面を作り、二次元的模型実験によって見掛比抵抗値を求める。Dipole - Dipole 配置による二次元的見掛比抵抗値は次の式によって算出される。

$$\rho = \frac{V}{I} \times \frac{\pi}{\ln \frac{(n+1)^2}{n(n+2)}}$$

ここで

- ρ : 見掛比抵抗 (ohm - m)
- I : 電流電極間に流れた電流 (A)
- V : 電位電極間の電位 (V)

である。

導電紙の比抵抗値に対する見掛比抵抗値の比 C は、地形の影響を示す量で地形補正值と呼ばれる。

$$C = \frac{\rho}{\rho_r}$$

ここで

- C : 地形補正值
- ρ : 地形断面による見掛比抵抗値 (ohm - m)
- ρ_r : 導電紙の比抵抗値 (ohm - m)

である。

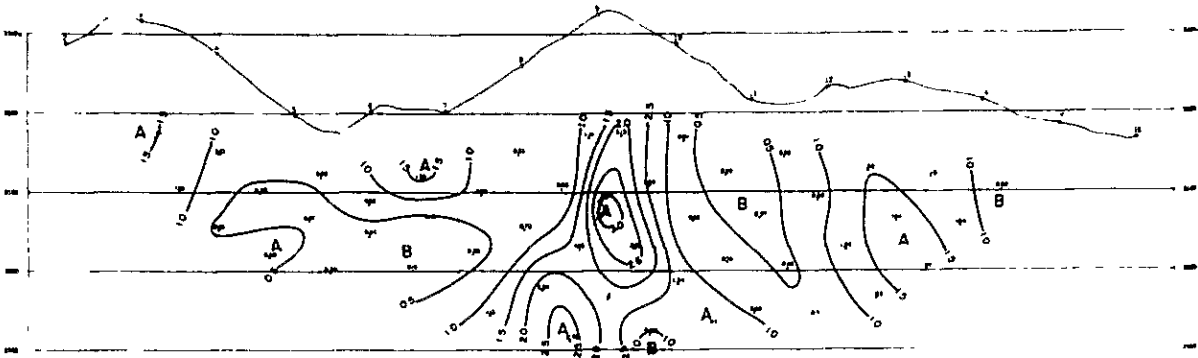
こうして求められた地形補正值 C で、現場測定から得られた見掛比抵抗値 ρ_a を割れば、地形補正をした見掛比抵抗値 ρ_{ac} が算出される。

$$\rho_{ac} = \frac{\rho_a}{C}$$

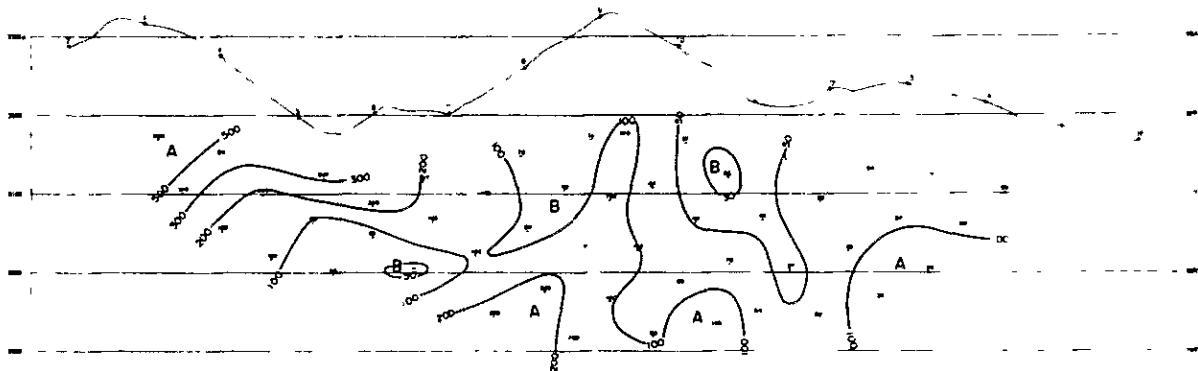
ここで

- ρ_{ac} : 地形補正後の見掛比抵抗値 (ohm - m)

a. Influencia causada por la topografía (c)



b. Datos obtenidos de la medición efectuada (ρ_a)



c. Resultado de la corrección topográfica (ρ_{ac})

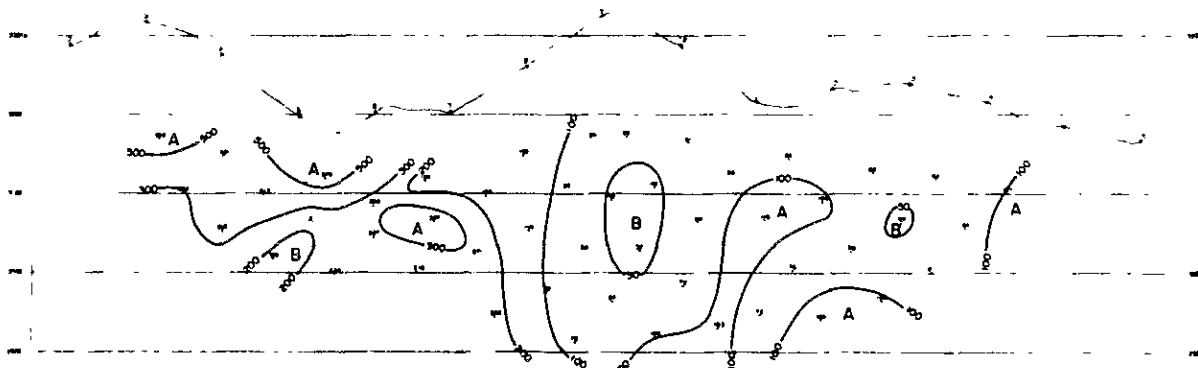


FIG. 10 INFLUENCIA TOPOGRAFICA EN EL VALOR DE RESISTIVIDAD APARENTE Y EJEMPLO DE LA CORRECCION TOPOGRAFICA

ρ_a : 現場の測定によって得られた見掛比抵抗値 (ohm - m)

である。

地形補正例を Fig. 10 に示す (Mina Capillitas 地区 J 測線)。

金属伝導係数の計算には、この地形補正後の見掛比抵抗値 ρ_{ac} を用いた。

4-2-3 電算機によるデータ処理

現場の測定で得られた大量のデータを処理し、解析に供する成果として表現するためには、多くの時間と人手を要する。

このような現場における生のデータを迅速かつ正確に処理し、図面として表現するために、データ処理段階の主要な部分で電算機システムを用いた。

データ処理の第一段階は、現場データより電算機へ入力するための入力データの作成である。

現場の測定で得られた見掛比抵抗、周波数効果および実験室での測定により得られた地形補正量はカードにパンチして入力データとする。測線測量データに関しては平・断面図上での測点の X-Y 座標をディンタイザを用いて数値化してカードにパンチして入力データとした。

以上の入力データから電算機によって見掛比抵抗地形補正計算、金属伝導係数の計算、 $n = 1 \sim 5$ に対応する計算データの断面図および平面図上での表示点の位置計算が行われた。

次いで XY プロットにより各測線断面毎に測点、表示点がプロットされ、各表示点に対応する周波数効果、見掛比抵抗、金属伝導係数の値が表示されて断面図が作成された。断面図と同様に、平面図についても、周波数効果、見掛比抵抗、金属伝導係数のそれぞれに対し、深度別に表示点がプロットされ、上記の各物理量の値が表示される。

データ処理の概要を Fig. 11 に示した。

4-3 物性測定

地下の物理的な性質を測定する物理探査法では、調査結果を解釈する場合、調査地域内に分布する物質の特性を知ることは極めて重要である。物性を測定する方法としては、調査現場に露出する岩石等をその場の状態で測定する方法 (In-situ Method) と、試料として採取し、実験室にて測定する方法 (Laboratory Method) とがある。本調査では、Cerro Atajo 地区および Filo Colorado 地区の地表および坑道より、各地区それぞれ 92 ヶおよび 58 ヶ、ならびに Mina Capillitas 地区 (Bajo el Estanque 地区も含む) で 47 ヶの岩石試料を採取して、後者の方法による周波数効果および比抵抗の測定を行った。

4-4 使用機器

4-4-1 現場測定装置

(1) 送信機

名称・型名 IP 送信機 MODEL CH505A, 505B

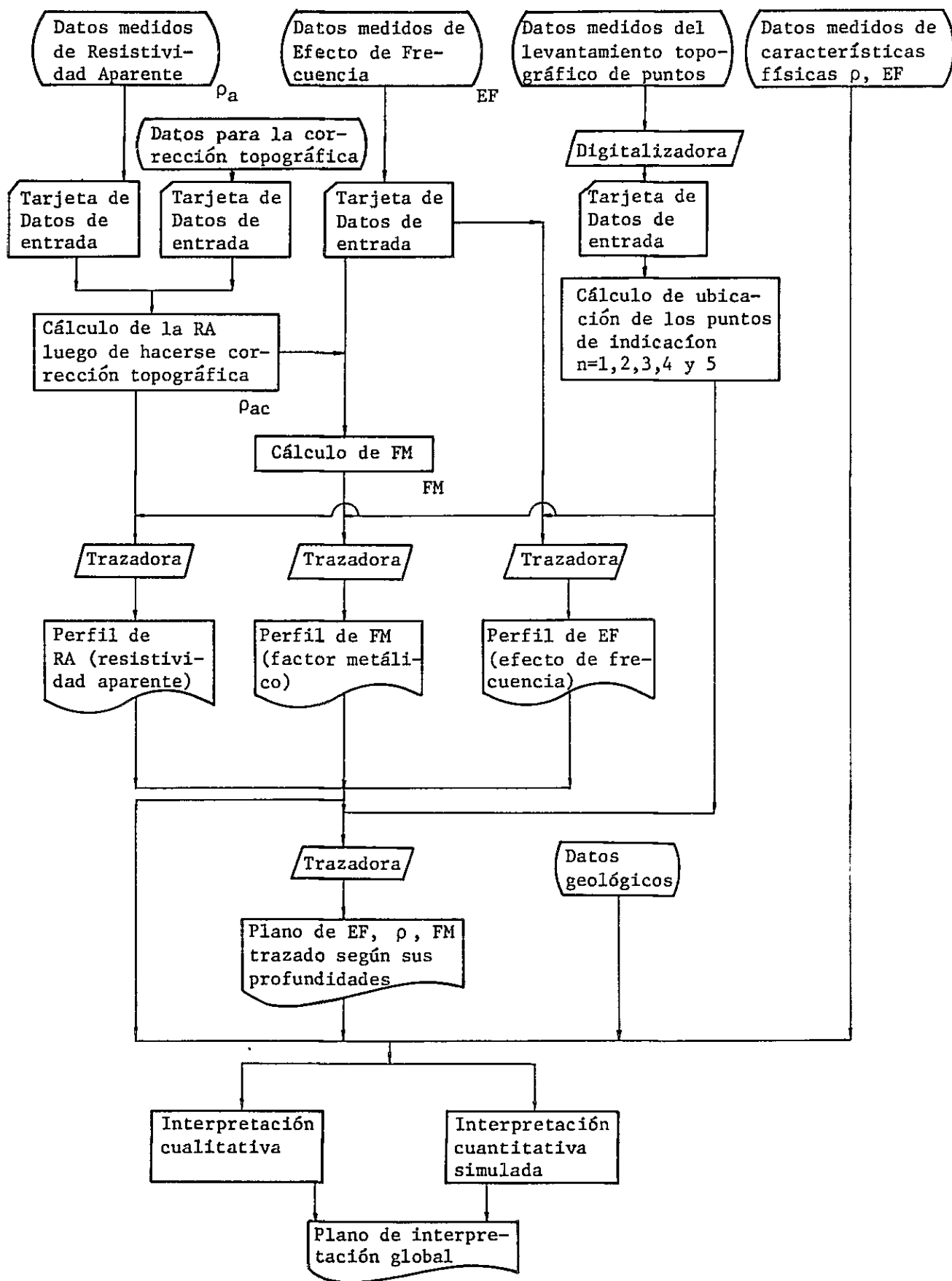


FIG. 11 PROCESAMIENTO DE DATOS "PI" POR COMPUTADORA Y CUADRO DE "FLOW CHART" DE LA INTERPRETACION

製 作 所 千 葉 電 子 研 究 所

定 格

1次入力電圧周波数 AC 115V ±15V, 400Hz

出力電圧 100 ~ 800V

出力電流 0.1 ~ 3A

周波数 0.1, 0.3, 1.0, 3.0, 100Hz

(2) 受 信 機

名称・型名 IP受信機 MODEL 7505

製 作 所 横 浜 電 子 研 究 所

定 格

入力電圧 1, 10, 100, 1000mV, 10V(100μV ~ 9.99V
5レンジ微調整付)

周波数 0.1, 0.3, 1.0, 30Hz

時定数 2, 6, 20, 60, 150 sec

入力抵抗 10 M ohm

電 源 006P型乾電池4個

(3) ガソリンエンジン発電機

名称・型名 IP発電機 MODEL MK-II

製 作 所 McCULLOCH MITE-E-LITE INC., U. S. A.

定 格

出力・出力電圧・周波数 2KW, 115V, 400Hz

(4) 電 流 電 極

鉄製丸型棒

(5) 電 位 電 極

塩ビポット (CuSO₄ 溶液)

(6) 送・受信機較正器

名称・型名 IPチェッカー MODEL YN502

製 作 所 横 浜 電 子 研 究 所

定 格

発振周波数 0.1, 0.3, 1.0, 3.0, 10.0 Hz

発振周波数精度 各周波数に対し± 1/1000

出力電圧 0.3, 1, 3, 10, 30, 100, 300, 1000 mV

出力電圧精度 ± 5%

(7) 測 量 コ ン パ ス

名称・型名 トラコン MODEL S-25
 製作所 牛方商会
 定 格 水平角分度径90%, 分角1°, 遊標読み5°, 高低角分度全円,
 仰府角52°, 分角1°

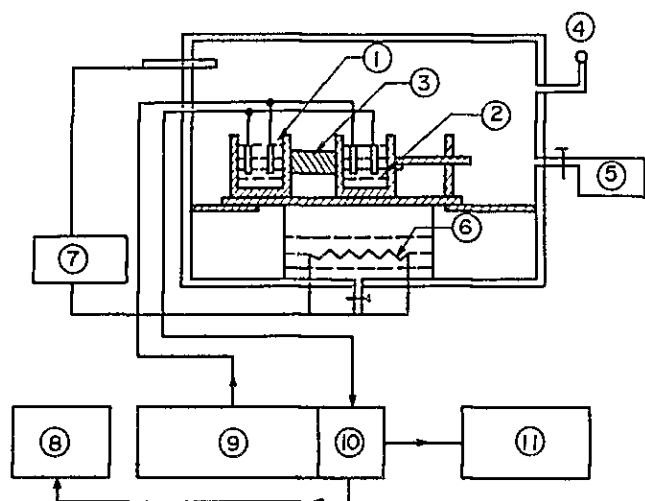
4-4-2 物性測定装置

(1) 送 信 機

名称・型名 室内IP測定送信機 MODEL 801
 製作所 BURR-BROWN RESERCH CORPORATION
 定 格
 1次入力電圧・周波数 115±10V, 50~420Hz
 出力周波数 0.01~1,100Hz 5レンジ微調整付
 出力電流 1μA~11mA 4レンジ微調整付
 入力抵抗 10.5MΩ~10.5KΩ

(2) 受 信 機

名称・型名 室内IP測定受信機 MODEL YDC-434
 製作所 横浜電子研究所
 定 格
 入力電圧 0.3, 1, 3, 10, 30, 100, 300, 1,000mV
 8レンジ微調整付
 周波数 0.1, 0.3, 1, 3Hz
 時定数 2, 6, 15, 60, 150sec
 入力抵抗 10MΩ
 電 源 ±15.6V水銀電池 2個



(1) EF (Efecto de Frecuencia)

$$: \rho (0.3\text{Hz}) - \rho (30\text{Hz}) \times 100$$

$$(30\text{Hz})$$

(2) Resistividad: (Ω-m) 3Hz

(3) Corriente de transmisión: 20μA

(4) Solución: NaCl $\frac{1}{200}$ N

① Electrodo PI ② Solución de NaCl

③ Muestra a ser medida

④ Indicador de presión ⑤ Bomba al vacío

⑥ Calentador ⑦ Regulador térmico

⑧ Receptor PI ⑨ BURR-BROWN Modelo 801 Generador de ondas de pulsación de corriente constante

⑩ Pre-amplificador ⑪ Esfera de almacenamiento y cámara fotográfica

Fig. 12 IP試料物性測定装置の概要

4-4-3 地形補正測定装置

(1) 送信機

物性測定送信機に同じ

(2) 受信機

物性測定受信機に同じ

(3) 導電紙

名称 アナライザペーパー
 製作所 株式会社巴川製紙所
 規格 巾 1,000 mm, 長さ 50 m ロール

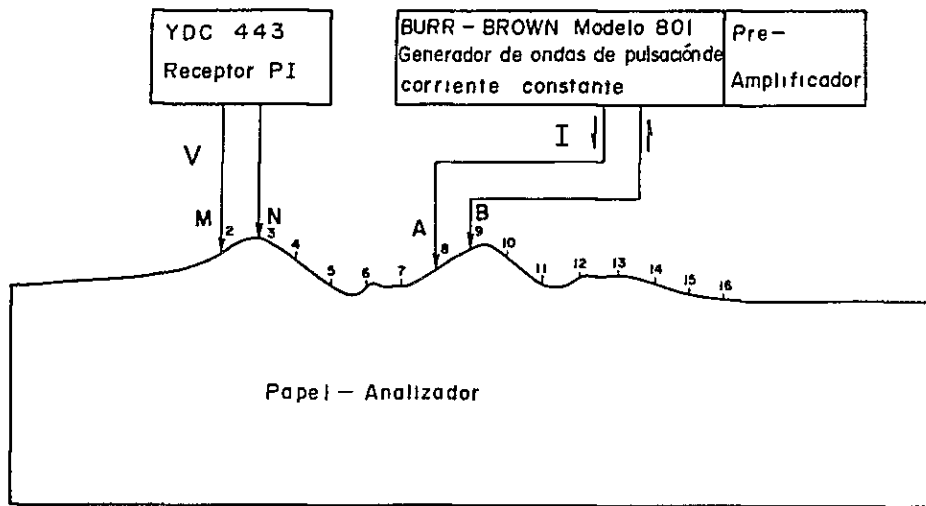


Fig. 13 地形補正測定装置の概要

4-4-4 電算機および周辺装置

(1) ディジタイザ

名称・型名 BENDIX データグリッドディジタイザ
 製作所 BENDIX
 定 格
 基準分解能力 0.001 インチ
 総合精度 0.005 インチ

(2) プロッタ

名称・型名 CALCOMP 1136 高速プロッタ ドラムタイプ
 製作所 CALIFORNIA COMPUTER PRODUCTS

定 格

精度その他 精度 0.05 mm, 1,800～2,600 ステップ/秒, 3 ペン選択,
36 インチ幅, ドラムタイプ

(3) 電 算 機

名称・型名 CDC 6,600
製 作 所 CONTROL DATA CORPORATION

定 格

記憶容量 131 K 語 (60 ビット)

演算処理速度 毎秒 300 万命令

4-5 解析法

I P 法物理探査結果の解析の方法は (1) 定性解析, (2) 定量解析, (3) 総合解析に大別される。

4-5-1 定性解析

平面図における異常の分布パターンから, その異常源となっている物質の水平的分布および連続性または断続性 (例えば脈の延びる方向, 断層, 地質の境界など) を把握することができる。また各測線断面図の異常分布パターンを検討することにより, 垂直方向の分布も推定でき, 水平的分布と併せて考えると異常源の立体的な分布状況を定性的に把握することができる。

4-5-2 定量解析

定性解析から推定される地質構造に対し, さらにより詳しい鉍化変質の状況を定量的に把握するために, 主要な異常についてはモデルシミュレーションによる断面定量解析を行った。

モデルシミュレーションによる解析は物理探査でよく使われる手法である。I P 法の場合には, まず地質構造を物性的立場からモデル化する。この際, モデル化された地層, 鉍化変質帯等の物性パラメータ (周波数効果, 見掛比抵抗) の値は, 岩石物性測定の結果を地質的に検討して決定する。このようにして決定された物性パラメータを用い, 地質モデルを組み立て, シミュレーション, 実測データとの比較, モデル修正, シミュレーションの作業を繰返し実施して最良モデルの選択を行った。

4-5-3 総合解析

I P 異常の分布を与える地下構造はパラメータの組合せによって多数のモデルが考えられる。したがって, 上記のシミュレーションで得られた地質モデルは地質データとともに考察・検討され最適なモデルが選択される。

こうして得られた断面解析結果と定性解析結果および地質データとを最終的に総合検討し, 総合解析図が作成された。

第 1 部 Cerro Atajo 地区

第 1 章 地質および地質構造

1-1 地 質

第 2 年次の坑外地質調査は、下部探査のための物理探鉱調査 (IP 測線延長 1.9 km) と関連させ、第 1 年次坑外地質調査範囲 9 km² (簡易コンパスと間縄による地形図作成縮尺 1 : 2,500) の内で特に鉱化帯の発達した Carmen 鉱化帯, Grande 鉱化帯, Maria Eugenia 鉱化帯, Triunfo 鉱化帯を中心に範囲 5 km² (東西約 2.5 km, 南北約 2 km) の地質精査を実施した。精査は第 2 年次 S.E.M. の Tucuman 支所の作成した地形図 (縮尺 1 : 1,000) を基に調査を行い、地質図のまとめは、縮尺 1 : 2,500 で行った (PL. 1)。

付近の地質 (第 1 年次調査範囲) は卜位から古生代の基盤岩類、これに不整合に累層する第三紀中新世と推定される Calchaqui 層 (主に砂岩、礫岩)、Farallón Negro 層 (主に安山岩質火山砕屑岩類) で本岩層は下位より第 1 部層 (Tv1) ~ 第 6 部層 (Tv6) の 6 部層に分帯される。この上位に第四紀の崖錐堆積物が分布している。

調査地区の地質 (第 2 年次調査範囲) は PL. 1, PL. 2 の地質平面図および地質断面図に示したように南東部に基盤岩類が分布し、北東部から南西部にかけて Farallón Negro 層の第 3 部層 (Tv3), 第 4 部層 (Tv4), 第 5 部層 (Tv5), 第 6 部層 (Tv6) が累層分布している。北西部から南東部にかけては第 5 部層 (Tv5) がゆるやかな向斜構造を呈している。また貫入岩類は、流紋岩、石英安山岩、安山岩で主に西部に広範囲に分布している。Fig. 1-1 は、調査地区の模式柱状図である。

1-1-1 基盤岩類

基盤の花崗岩は、Aconquija 底盤とよばれ、岩質は Adamellite で長石の斑晶が一般に 5 cm 大で大きく、石英、黒雲母が多く角閃石は少ない。第三紀の Farallón Negro 層とは、走向 NE ~ SW 性の Levedera 逆断層で接する。

1-1-2 Farallón Negro 層

第 1 部層 (Tv1) は、安山岩質凝灰角礫岩で変朽安山岩化作用をうけており、第 2 部層 (Tv2) は玄武岩の溶岩流であるが、今回の調査地区では第 1 部層 (Tv1), 第 2 部層 (Tv2) とともに欠如している。

第 3 部層 (Tv3)

層 厚 : 70 m +

分布地域 : 南西部 (PL. 1 および ルートマップ Plancha, d, f, g)

岩 質 :

下位より安山岩質火山礫凝灰岩・凝灰岩互層，同火山礫凝灰岩，同凝灰角礫岩より構成される。調査地区で見られる下位の互層は野外観察では紫色を示し，明瞭な層理，級化構造が見られる。下限は不明であるが30 m以上の層厚がある。中位の火山礫凝灰岩もまた紫色を示すが層理は認められない。この層厚は20 m程度である。上位の凝灰角礫岩は淡緑色を示し，弱い層理が認められ，その層厚は20 m程度である。

この部層は，調査地区南西部に見られるNW-SE系の断層によって，Tv5およびTv6と接し，本部層の上限および下限は観察出来ない。堆積環境は比較的層理が明瞭であり，一部級化構造が認められることから水成と考えられる。

第4部層(Tv4)

層 厚：150 m+

分布地域：北部(PL.1およびルートマップPlancha a, 1, 3, 5, b, e)

岩 質：

下限は不明であるが下位より玄武岩質火山角礫岩，安山岩質凝灰角礫岩・同火山礫凝灰岩互層と玄武岩質凝灰岩・石英安山岩質凝灰岩・泥岩互層より構成される。玄武岩質火山角礫岩は測点G-14, H-14, I-14, K-15付近に見られ，野外観察では暗灰色を呈し，最大15 mの巨大なblockも含み，淘汰が悪く，輝石の斑晶をもつ玄武岩質岩片と同質の基質からなる。この岩相のなかには，粗粒玄武岩の岩脈が測点H-14, K-15で観察される。第1年次の調査結果と合せて考えれば，この火山角礫岩はCerro Atajo地区で上記の測点付近にのみ認められる特殊なものであり，層厚は約20 m+と考えられる。これから上位に漸移的に異質礫を含む安山岩質凝灰角礫岩へと移化し，この層厚は約10 mである。この上に整合で火山礫凝灰岩が覆い，測点H-13付近では火山礫凝灰岩の岩相を示している。この岩相と漸移して，赤紫色泥質細粒凝灰岩・灰白色酸性粗粒凝灰岩・紫色泥岩互層が覆い，この中に淡緑色軽石片(8m/m以下)を特徴的に含んでいる。層厚は約25 mである。この互層の下位15 m程は数10 cmから100 cmの単層より構成され，上位にかけて，数cmオーダーの薄い互層となる。この薄い互層中にはFig. 1-2に示すように平行ラミナーや火焔状構造や荷重痕などが観察される。この互層中の泥岩は淘汰の悪い凝灰質なものである。

本部層の上部は，内湾や湖沼のような静かな堆積環境に比較的短い期間に堆積したと考えられる。

顕鏡下の特徴：

玄武岩質火山角礫岩中の角礫はオフテック組織を示し，斑晶は斜長石>単斜輝石>不透明鉱物>カンラン石より構成され，一部緑泥石により置換されている。石基部はほぼ完全に粘土化し微細な緑泥岩・粘土鉱物より構成される。(Appendice 2-1, 2-2, 試料AK7)

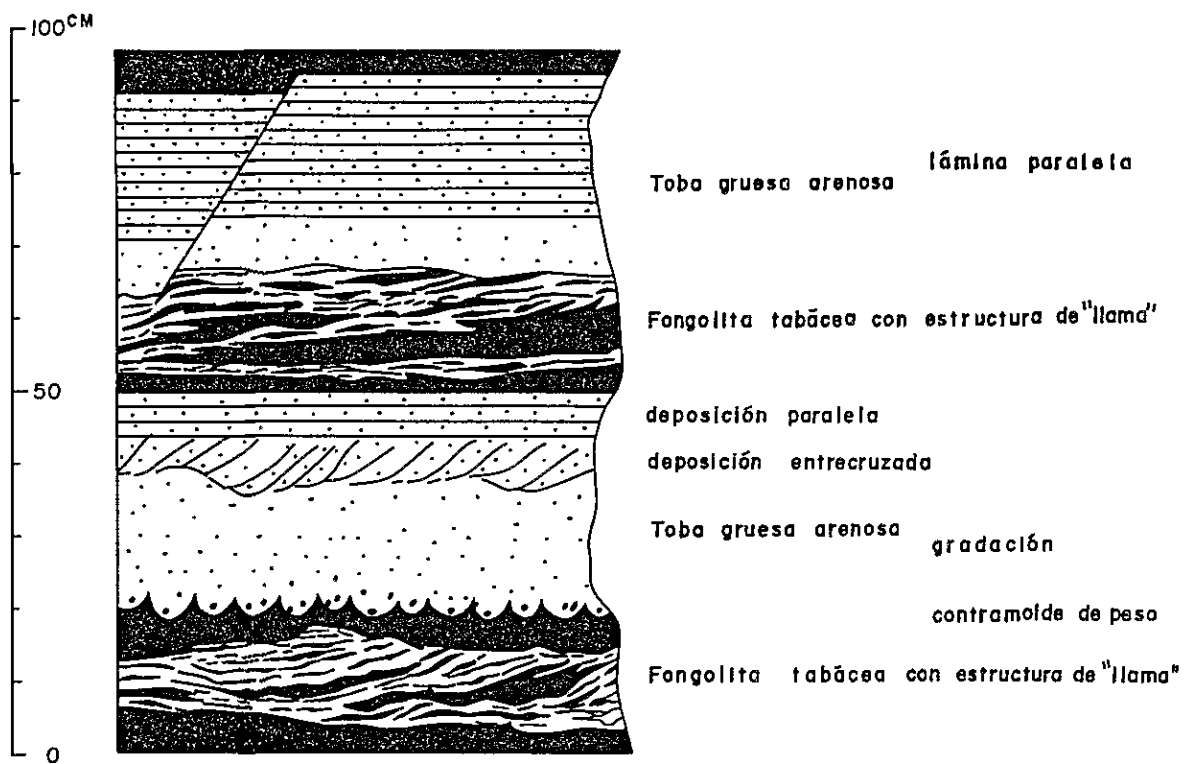


FIG. 1-2 ESTRUCTURA SEDIMENTARIA EN Tv₄

第5部層 (Tv5)

層 厚：180 m～240 m

分布地域：中央部および南西部 (PL.1 およびルートマップ Plancha 1, 2, 3, 4, 5, f)

岩 質：

本部層は異質凝灰角礫岩，火山礫凝灰岩，火山角礫岩，凝灰岩，泥岩の互層から構成され，第4部層に整合している。この火山礫凝灰岩中には，測点C-10付近で見られるように垂円礫を含むものが多く見られる。また凝灰岩も平行ラミナを示す所が多く観察される。

本部層中の数層準に見られる火山角礫岩は，北西部でその枚数が多く厚さも増し，南東に向かって，薄化・尖滅する。本部層の層厚は北西部の測線O沿いで240 m，南東部の測線B沿いで180 mと見掛け上南東に向かって薄化している。

本部層は，上述したような現象から，水成と考えられる。

顕鏡下の特徴：

本部層中の火山礫凝灰岩中の岩片は，垂角礫の安山岩を主体とし，場所により石英安山岩片を含み，基質は斜長石，石英，ガラス，粘土鉱物よりなる。泥岩は碎屑組織を示し，0.1 m/m以下の斜長石片，不透明鉱物，赤鉄鉱，粘土鉱物や炭酸塩鉱物によりなる。(Appendice 2-1, 2-2, 試料AD41)

第6部層 (Tv6)

層 厚：100 m+

分布地域：中央部 (PL.1 およびルートマップ Plancha 2, 4, 6)

岩 相：

本部層は最下位が石英安山岩質軽石凝灰岩の単層からなり，上位にいくに従って数層準の火山礫凝灰岩のはさみをもつ安山岩質凝灰角礫岩を主体としている。石英安山岩質軽石凝灰岩は，野外観察では，淡緑色～灰白色を呈し，測点H-6では一部軽石が偏平化した産状を示す，厚さ数mの岩相である。この上を覆う安山岩質凝灰角礫岩は無層理，塊状で角礫の淘汰が悪い。また火山礫凝灰岩も一般的には無層理であるが，一部発達の良い層理が認められる所もある。

顕鏡下の特徴：

石英安山岩質軽石凝灰岩 (試料AD23, AD27, AN6) は火山碎屑組織を示し，石英，斜長石，緑色普通角閃石，正長石，軽石などの最大2 m/mの破片と粘土化した基質から構成される。(Appendice 2-1, 2-2, 試料AD27)

1-1-3 第四紀層

本地域には，崖錐堆積物と河川堆積物とが見られ，特に測線G, H, Iの各々測点14.5付近には段丘堆積物が観察される。

1-1-4 貫入岩類

本地域には第三紀の活動と考えられる、粗粒玄武岩、石英安山岩質斑岩、流紋岩とが分布する。

粗粒玄武岩：

本岩は、既述のようにTv4の下部層分布地区の測点H-14、K-15付近の2個所のみで観察される。貫入方向はNW-SE系とE-W系とであり、幅数mである。野外では暗灰色で硬堅、緻密な岩石で、斑晶としてNW-SE系は輝石・角閃石、斜長石、E-W系は輝石、斜長石が肉眼的に観察される。

顕鏡下の特徴：

本岩はオフィク組織を示し、斜長石、普通輝石、かんらん石、角閃石(±)、不透明鉱物からなる。斜長石は曹灰長石成分を示し、変質鉱物は緑泥石、炭酸塩鉱物、粘土鉱物等が生成している。(Apéndice 2-1, 2-2, 試料AN1)

石英安山岩質斑岩：

本岩は、Cerro Atajo山の岩体とその南東部の小岩脈として見られる。この岩質は、完晶質のものから火山岩質のものまで見られ、特にCerro Atajo山の岩体では岩質変化のあるものが一種の複合岩体を形成している。これらを一括して石英安山岩質斑岩とした。本岩は調査地区のFarallón Negro層のTv3, Tv4, Tv5, Tv6の各部層を貫き、貫入方向はNW-SE系を示している。

顕鏡下の特徴：

本岩は全て斑状組織をもち、一部には流理組織をもつものもある。鉱物組成は、大別して二種類に分類され、石英、カリ長石、斜長石、角閃石、黒雲母(±)、不透明鉱物からなるもの(Apéndice 2-1, 2-2, 試料AD5)と、カリ長石を欠くものが認められる。(Apéndice 2-1, 2-2, 試料AK87)

しかし、野外でこの二つの岩相を分類するのは、強い変質を伴っていることなどから非常に困難である。変質鉱物としては、石英、緑泥石、絹雲母などが一般的である。

流紋岩：

本岩は測点M-3,2やI-2,5で見られるように石英安山岩質斑岩中の岩脈やその岩体の南東部に貫入方向NW-SE系の小岩脈として観察される。岩質的には、石英安山岩質斑岩と酷似している。

顕鏡下の特徴：

本岩は石英、カリ長石、斜長石、黒雲母、角閃石、不透明鉱物の斑晶とそれらの微細な結晶からなる石基とから構成される。(Apéndice 2-1, 2-2, 試料AN9)

1-2 地質構造

調査地区に広く分布する第三紀の Farallón Negro 層は第3部層 (Tv3) ~ 第6部層 (Tv6) で、一般的に走向NW-SE系をとり、傾斜は緩傾斜で 5° ~ 15° SW落としが多い。

地質構造はPL.1, PL.2の地質平, 断面図(G-G'断面図)に示したように調査地区のほぼ中央部(Maria Eugenia 鉍化帯付近)の第5部層(Tv5)に背斜構造があり、この背斜軸は方向NW~SE系でSEに緩傾斜で落としているのが特徴である。この背斜構造には当地区最大と考えられるMaria Eugenia 鉍化帯が賦存している。背斜構造はSE方向の延長部(PL.2, C-C', D-D'断面図)にあたるTriunfo 鉍化帯付近で消滅する。向斜構造は2地区で認められ、いずれも向斜軸が方向NW~SE系で緩傾斜である。1地区は背斜構造の北側にあたる物理探査の測線Eから測線Gにかけての第6部層(Tv6)に見られる。(PL.2, E-E', G-G'断面図)他の地区としては、Cerro Atajo 山の主岩体をなしている石英安山岩質斑岩の南東延長上の舌状部にあたる物理探査の測線Gから測線Kにかけての第5, 第6部層(Tv5, Tv6)内である。

また西部に広範囲に分布する貫入岩類(主に石英安山岩質斑岩)は、付近地区の西南部に分布するFarallón Negro 層の下位層(Tv1~Tv3)の安山岩質火山砕屑岩類から上位層(Tv5, Tv6)の安山岩質火山砕屑岩類(一部流紋岩質の礫を持つ)に移行する過程の砂質から泥質堆積岩(Tv4)の周辺に舌状を呈して貫入している。主な地質構造線はNW-SE系であり、上記の向背斜構造および石英安山岩質斑岩の貫入方向に規制されたと考えられる。

この他の二次的地質構造線は、N-S系のものがあり、ほとんどがNW-SE系の構造線から派生したものである。

NW-SE系とN-S系との前後関係は、ほとんどが同生的なものであるが、物理探査の測点F-4.5および測点D-12で観察されるように、後者が前者を切る後生の場合も認められる。

東部に分布する基盤岩は、Farallón Negro 層とNE-SW系のLevedera 断層で接し、上記の各構造線は断層周辺で消滅する。また断層周辺でのFarallón Negro 層は一般的に走向が乱れ急傾斜(45° ~ 80°)を呈する。

主要断層は、主要構造線とはほぼ一致しNW-SE系を示している。このほかの断層には、N-S系とE-W系が認められる。

第2章 変質帯および鉱化帯

2-1 変質帯

Farallón Negro層の安山岩質火山砕屑岩類で占められる調査地区の変質帯および鉱化帯は、貫入岩類の活動に引き続いて行われた熱水性の鉱化作用の所産であり、大凡前項の構造（主にNW-SE系）沿いに賦存している。

変質作用は、変朽安山岩化作用、珪化作用、粘土化作用が主でその他炭酸塩化作用、緑泥石化作用、緑簾石化作用も顕鏡下で確認されている。

変朽安山岩化作用は、付近地区の西部（第1年次調査範囲）のFarallón Negro層の第1（Tv₁）、第2（Tv₂）、第3（Tv₃）部層が比較的顕著である。

珪化作用は、貫入岩類の周辺部および向斜軸周辺部のFarallón Negro層の第5部層（Tv₅）、第6部層（Tv₆）に発達し、広範囲にわたる珪化変質帯を形成している。この珪化変質帯には茶褐色の褐鉄鉱の焼け、微量の黄鉄鉱の鉱染や石英脈が認められる。

粘土化作用は、主に珪化帯の内側で比較的強い黄鉄鉱鉱化作用をうけた周辺部と断層ぎわで認められる。粘土鉱物としては、主に結晶度の良い2M1の絹雲母からなり、その他に明礬石、カオリン、パイロフィライト等がX線回折により確認されている。

注目すべき珪化および粘土化帯は、伸長方向がNW-SEで、NWからSEにかけて、それぞれCarmen変質帯、Maria Eugenia変質帯、Triunfo変質帯と呼ばれている。

これらのFarallón Negro層中の変質帯の特徴は、まわりの無変質の安山岩質砕屑岩類との境が変質帯で脱色し、白色、灰白色、茶褐色化し明瞭に区別される。

2-2 鉱化帯

鉱化帯は前述の変質帯の主に内側に賦存し、いずれも絹雲母、石英の発達する粘土・珪化帯中ないし、断層または石英安山岩の貫入による珪化帯の角礫化した箇所発達する鉱脈型の鉱化作用である。

主な鉱化帯はFarallón Negro層の第5部層（Tv₅）、第6部層（Tv₆）に発達し、NW~SE系の構造方向に分布し、NWからSEにかけてCarmen鉱化帯（主に金、タングステン鉱化）、Grande鉱化帯（主に銅鉱化）Maria Eugenia鉱化帯（主に銅鉱化）Triunfo鉱化帯（主に銅鉱化）と呼ばれている。

2-2-1 Carmen 鉱化帯

Carmen鉱化帯は、石英安山岩とFarallón Negro層の第5部層との接触部付近に発達し、一般走向N30°W、傾斜85°SWで延長約300mである。母岩は珪化をうけた安山岩質凝灰角礫岩や安山岩質凝灰岩からなり、時に珪化部に10cm以下の石英脈が見られる。

鉱石鉱物は、肉眼的に観察される初生鉱物として黄銅鉱、黄鉄鉱、鉄マンガン重石と二次鉱物の輝銅鉱、銅藍等である。

鉱化帯の露頭部では主に含金・石英脈に随伴した鉄マンガン重石を対象に昔時ソリケンケー

法での探鉱が実施されたが、富鉱部を補足するに到らなかった。最近の探鉱としては、鉱化帯下部の探鉱目的で Carmen Norte および Carmen Sur の 2 坑道をそれぞれ鉱化帯の南北鍾先に向け掘進した。

Carmen Norte (坑道延長 12770m) (PL.4)

この下部立入探鉱坑道は、第1年次調査時点で坑道延長71mで Carmen 下盤鉱化帯まで達したものを更に上盤鉱化帯まで延長掘進したものである。母岩は主に Farallón Negro 層の第5部層 (Tvs) で安山岩質凝灰岩 (細粒質, 火山礫質, 角礫質) であり, 引立付近に石英安山岩質～流紋岩質の貫入岩が認められる。金属分析用の試料 (試料 AK 64～AK 84 および Dr. Peralta) は坑口より 70m～12770m 間で連続的に採取し, Au, Ag, Cu, Pb, Zn, W, Mn の 7 成分について分析を実施した。この結果, 分析品位は, Au 0.1～10 g/t, AgNR, Cu 40～2000 ppm, Pb 40～600 ppm, Zn 20～2100 ppm, WNR～200 ppm, MnNR～25% で, 下部での鉱況は劣勢化している。なお試料 AK 64～AK 84 (試料数 23 本) の平均品位は, 700m～12770m 間で Au 0.69 g/t, AgNR, Cu 512 ppm, Pb 280 ppm, Zn 649 ppm, W 142 ppm, Mn 3458 ppm である。

なお Carmen 鉱化帯主要脈の北延長部の下部の鉱況は, 坑口より約 80m 掘進して, 脈巾 170m 品位 Au 9 g/t, Ag 50 g/t, Cu 200 ppm, Pb 730 ppm, Zn 50 ppm, Mn 60 ppm, (Dr. Peralta 試料) で露頭約 30m 下部で着脈した。この他, 主要脈の下盤側では, 石英細脈が発達し, 最下盤側で脈巾 0.30m W 0.02% (試料 AK 64), 坑口より約 113m 掘進した石英脈で脈巾 0.70m, Au 10 g/t, (試料 AK 82) であった。

Carmen Sur (坑道延長 15088m) (PL.5)

この下部立入探鉱坑道は, 第2年次実施の新規のもので母岩は, 主に Carmen Norte 坑同様の安山岩質凝灰岩 (細粒質, 火山礫質, 角礫質) であり, 引立付近に石英安山岩質～流紋岩質の貫入岩が認められる。

金属分析用の試料 (試料 AK 39～AK 58) は坑口より 15088m まで連続的に採取し Au, Ag, Cu, Pb, Zn, W, Mn の 7 成分について分析を実施した。

この結果, 分析品位は Au 0.4～3.6 g/t, AgNR, Cu 5～640 ppm, Pb 40～880 ppm, Zn 20～6800 ppm, WNR～400 ppm, MnNR～125% で Carmen Norte 坑同様下部での鉱況は劣勢化している。試料 AK 39～AK 58 (試料数 20 本) の平均品位は 0～15088m 間で Au 0.68 g/t, AgNR, Cu 117 ppm, Pb 247 ppm, Zn 364 ppm, W 75 ppm, Mn 1.607 ppm である。

なお Carmen 鉱化帯主要脈の南延長部の下部の鉱況は, 下盤側で若干 W 品位が高く (試料 AK 29 採取幅 27.70m W 0.04%), 坑口より 78m の主要脈下部周辺では若干 Au 品位が高く (試料 AK 48, 49, 50, 脈巾 1.62m, Au 2.5 g/t) 坑口より 113m の上盤側では若干 Mn 品位が高い (試料 AK 54, 脈巾 0.09m, Mn 125%) が, いずれも

鉍況としては劣勢である。

Carmen 鉍化帯の鉍況は、Carmen Norte 坑や Carmen Sur 坑の下部探鉍の結果から、鉍脈の連続性および下部についての鉍況好転の期待が薄い。

2-2-2 Grande 鉍化帯および Maria Eugenia 鉍化帯

Grande 鉍化帯および Maria Eugenia 鉍化帯は、調査地区の中心部から東南部にかけての Farallón Negro 層の第 5 部層 (Tv5) および第 6 部層 (Tv6) に発達し、両鉍化帯とも一般走向 N45°W、傾斜 75°NE で延長約 500m である。鉍化帯は、北側より Grande 鉍化帯、Maria Eugenia 鉍化帯、Largo 鉍化帯がほぼ平行して発達しており、これら 3 つの鉍化帯を総称して Maria Eugenia 鉍化帯と呼んでいる。

母岩は、安山岩質凝灰角礫岩や安山岩質凝灰岩からなり、鉍化帯付近は一般的に珪化をうけ、鉍脈ぎわでは粘土化をうけている。

鉍石鉍物は、肉眼的に観察される初生鉍物として四面銅鉍、黄銅鉍、黄鉄鉍と二次鉍物の輝銅鉍、銅藍等である。

両鉍化帯に対する既存の探鉍は試錐 No. 42 (延長 87m)、Cortaveta Sur 立入坑道 (延長 181m)、Maria Eugenia 2 号坑道 (延長 106m)、錘押坑道、試錐 No. 41 (延長 156m)、Maria Eugenia 1 号坑道 (延長 118m) 錘押坑道等である。これらの探鉍結果については、第 1 年次報告書で述べられているが、以下第 2 年次の調査も含め総合的検討を略述する。

Maria Eugenia 鉍化帯の北東部探鉍は、Grande 鉍化帯の位置より試錐 No. 42 を実施した。第 1 年次調査結果では着鉍深度 165~36m 間で、試料採取幅 19.5m、Cu 201% であり、母岩は安山岩質凝灰岩である。

この着鉍帯については、第 2 年次詳細な調査を行った結果、着脈深度 165~190m 間は、輝銅鉍の弱い鉍染帯、21.2~27.9m 間は輝銅鉍、藍銅鉍、孔雀石が縞状に細脈網状に認められ、27.9~305m 間は輝銅鉍細脈 (6~7m/m) に入りこんでおり、305m~31.2m 間は赤鉄鉍化され、31.7m~32.4m 間は四面銅鉍鉍脈 (真幅 0.25m)、32.4~3265m 間は絹雲母-珪化帯内に四面銅鉍細脈があり、3265m~3320m 間は母岩が赤鉄鉍化され、3320m~372m 間は輝銅鉍の弱い鉍染があり、37.2m 以下ではほとんど鉍化は認められない。

Grande 鉍化帯の主要鉍脈は、着脈深度 31.7m~32.4m 間が四面銅鉍を主体とした塊状鉍である。主要鉍脈の上盤側 (浅い深度) では、酸化銅鉍の鉍染が認められているが、下盤側は全般的に硫化銅鉍である。また主要鉍脈付近では、強い絹雲母-珪化変質が認められるほか、上下盤に赤鉄鉍脈が認められる。なお試錐 No. 42 では、Grande 鉍化帯の下盤側 (南側) に分布する Maria Eugenia 鉍化帯の北東部は捕足されていない。

両鉍化帯の中央部の探鉍は、Cortaveta Sur 坑道、Maria Eugenia 2 号坑道、および試錐 No. 41 を実施している。

Cortaveta Sur 坑道では、Maria Eugenia 脈の下部（露頭下約 50 m）で試料採取幅 100 m, Au 33 g/t, Ag 1220 g/t, Cu 11.55%, Pb 0.27%, Zn 0.43%, Grande 脈の下部（露頭下約 70 m）で試料採取幅 0.60 m, Cu 130% と試料採取幅 1.80 m, Cu 260% を捕捉しているが、いずれも酸化銅鉱と硫化銅鉱とからなる鉱石であり、初生鉱物は四面銅鉱と黄鉄鉱、二次鉱物は主に輝銅鉱である。

Maria Eugenia 2 号坑道は、Maria Eugenia 上盤側の露頭約 30 m 下を鑿押している。母岩は風化をうけた安山岩質凝灰岩で強い珪化変質をうけている。珪化帯中の鉱化の形態は一般的に縞状で局部的に塊状や鉱染状を呈する部分もある。鉱石鉱物は、全般的に地表に近いため褐鉄鉱化され、肉眼的に不明確であるが、顕鏡下では初生鉱物の黄銅鉱、四面銅鉱、黄鉄鉱のほか少量の閃亜鉛鉱等がみられ、二次鉱物は輝銅鉱、銅藍からなる。

坑道での鉱況は、鑿押 60 m, 平均脈幅 0.68 m, 平均品位 Au 2.85 g/t, Ag 18802 g/t, Cu 356%, Pb 0.23%, Zn 0.16% である。（試料 HAO 59, 60, 61, 62, 64, 65, 67, 69, 71, 74, 75, 76, ……第 1 年次分析資料より計算）

第 1 年次調査結果の試錐 No 41 では、深度 3600 m ~ 8700 m 間で試料採取幅 5100 m Cu 4.22%, Pb + Zn 0.04% (Grande 脈の下部), 深度 10050 m ~ 11700 m 間で試料採取幅 1650 m, Cu 226%, Pb + Zn 0.05% (Maria Eugenia 脈の下部) に着鉱している。

この着鉱帯については、第 2 年次物理探鉱の測線 E, F, G 沿いの地質および鉱化帯の精査（ルートマップ Plancha 4）と試錐 No 41 の精査を行い、既存探鉱坑道との関係を明確にした。Grande 鉱化帯は測線 E, F, G 上の測点 7 ~ 8 間に安山岩質凝灰岩を母岩とし、露頭付近は一般に珪化をうけ脈幅 0.10 ~ 0.20 m で酸化銅鉱（孔雀石 > 藍銅鉱 > 緑塩銅鉱）を網状またはスポット状に含んだ褐鉄鉱石英脈が数脈認められる。

Maria Eugenia 鉱化帯は、測線 E, F, G 上の測点 6 ~ 7 間に胚胎し、母岩は上盤側が塊状の安山岩質凝灰岩（Grande 鉱化帯の下盤）で、下盤側は角礫質凝灰岩および火山礫凝灰岩である。

主な露頭は、2 脈（上盤鑿、下盤鑿）で、いずれも脈幅 0.20 ~ 0.40 m で酸化銅鉱を網状細脈状に含んだ褐鉄鉱石英脈であり、露頭付近は著しく変質（珪化、粘土化）している。

また測線 E, 測点 65 の Maria Eugenia 下盤鑿の露頭では、主脈系統の傾斜 80° NE のものと、この主脈から派生したほぼ母岩の層理に平行に胚胎した走向 E - W, 傾斜 5° ~ 10° S の支脈とが認められる。

試錐 No 41 調査での Grande 鉱化帯は、深度 430 m ~ 450 m, 647 m ~ 649 m, 653 m ~ 660 m, 685 m ~ 692 m, 705 m ~ 715 m 間でそれぞれ強い珪化、または強い絹雲母化をうけた凝灰岩中の破碎帯に角礫状、網状、鉱染状、時に塊状の鉱脈がある。Maria Eugenia 上盤鑿は、深度 87.5 m ~ 916.5 m 間で原岩が不明瞭なほど強い変質（絹雲母化・

珪化)をうけた母岩の内に、石英脈に随伴し黄錫鉍、黄鉄鉍の塊状ないし鉍染状の鉍脈がある。Maria Eugenia下盤鍾は、深度10040m~10600m間の安山岩質凝灰岩の内に石英脈に随伴し、黄錫鉍、黄鉄鉍の細脈状、塊状ないし鉍染状の鉍脈が賦存している。

全般的に鉍脈付近は強い変質をうけ絹雲母化または珪化されている。深度10600m~12660m間は弱い黄錫鉍の鉍染帯があり、深度12660m~12910m間は、褐鉄鉍化が認められ、深度12910m以下ではほとんど鉍化のみられないラミナー(傾斜約10°±)の発達した火山礫凝灰岩となっている。

以上Grande鉍化帯およびMaria Eugenia鉍化帯は既存探鉍より見て露頭から数十米下部までの連続性が確認され、また鉍質として露頭部の褐鉄鉍、酸化銅鉍を随伴した石英脈がNo2坑道、Cortaveta Sur坑道、試錐No41では漸次硫化銅鉍、酸化銅鉍、褐鉄鉍を随伴した石英脈に移行してくる。脈勢としては、No2坑道の鍾押のように平面的に脈幅の膨張が散見する。しかし上部から下部にかけて脈勢は一般的に連続性があり、更に下部には硫化銅鉍を主体とした鉍脈の賦存の可能性があり、探鉍が必要と考える。

Maria Eugenia鉍化帯の東南部にはMaria Eugenia上盤鍾を鍾押したMaria Eugenia No1坑道がある。この鉍況は鍾押延長30m平均脈幅037m、Au1.32g/t、Ag436g/t、Cu485%、Pb027%、Zn102%である。(試料MAO49, 51, 52, ……第1年次分析資料より計算)

更にMaria Eugenia鉍化帯の東南部は露頭部が物理探査の測線E、測点7~8間に連続している。しかしこの露頭部下部については未探鉍である。

全般的にMaria Eugenia鉍化帯はAu、Agについては北西部が南東部より高品位で、Cu、Pb、Znについては、東南部が西北部より高品位である。また上部より下部にかけては、Au、Ag、CuがCu、Pb、Znへと移行する傾向が推定される。

2-2-3 Triunfo 鉍化帯

Triunfo鉍化帯は、調査地区の南東部にかけてFarallón Negro層の第5部層(Tv5)および第6部層(Tv6)に発達し、一般走向N70°W傾斜80°NE~80°SWで、延長約500mでGrande鉍化帯およびMaria Eugenia鉍化帯の上盤側(北東部)に賦存している。鉍化帯は物理探査の測線E(測点8付近)、測線D(測点85付近)、測線C(測点9付近)、測線B(測点9.5付近)に一般的に褐鉄鉍化した石英脈の露頭として観察される。母岩は、安山岩質凝灰岩で鉍化帯付近では一般的に珪化をうけ、鉍脈ぎわでは粘土化をうけている。

鉍石鉍物は肉眼的に観察される初生鉍物として黄銅鉍、四面銅鉍、閃亜鉛鉍、方鉛鉍、黄鉄鉍と二次鉍物の銅藍、輝銅鉍、菱マンガン鉍等である。

鉍化帯に対する既存の探鉍は、ほぼC測線沿いでTriunfo No.1坑道、Triunfo No.2坑道、(No.1、No.2とも、鍾押掘り坑道)とConsuelo坑(Cortaveta Triunfo)の立入坑道

がある。

Triunfo No.1坑道は、Triunfo 鉍化帯南側の露頭下約13m(引立面)と31m(引立面)地並で、錘押堀下りを実施したもので、錘押延長 $30m+\alpha$ 、平均脈幅0.74m、平均品位Au 159 g/t、Ag 5220 g/t、Cu 363%、Pb 0.12%、Zn 0.49%である。

(註:-132mL, 平均脈幅0.68m, Au 221 g/t, Ag 3185 g/t, Cu 474%, Pb 0.15%, Zn 0.58%, 試料MAO 55, 56, 57, 58……………第1年次分析資料より計算。

-31.5mL, 平均脈幅0.80m, Au 1.07 g/t, Ag 69.38g/t, Cu 269%, Pb 0.10%, Zn 0.41%, 試料MAO 60, 61, 62, 63……………第1年次分析資料より計算。)

Triunfo No.2坑道はTriunfo 鉍化帯の北側の露頭から約28m下部にかけての、錘押堀下りを実施したもので、錘押延長 $50m+\alpha$ 、平均脈幅0.25m、平均品位Au 306 g/t、Ag 52.33 g/t、Cu 677%、Pb 0.17%、Zn 0.65%である。

(註:試料IAO 77, 86, 87, 89, 90, 91……………第1年次分析資料より計算)

Consuelo 坑は、立入坑道で第5部層の安山岩質凝灰岩中を掘進しTriunfo 鉍化帯露頭下約100m下部で脈幅7.70m、Au 1.7 g/t、Ag 20 g/t、Cu 0.50%、Zn 120%

(註:試料HAO 13……………第1年次分析)である。

鉍化帯は、珪化帯中に網状脈ないし鉍染状をなし、初生鉍物は黄銅鉍、閃亜鉛鉍、方鉛鉍、黄鉄鉍、四面銅鉍等である。

Triunfo 鉍化帯の鉍況は、No.1坑道、No.2坑道およびConsuelo坑道から見て、上部ではAu、Ag、Cu鉍化が強く、下部ではCu、Zn、Pbの鉍化が強くなる傾向であり、Consuelo坑道より更に下部での採鉍が望まれる。

第3章 物理探査

本調査は、第1年次本地区で実施された地質調査の結果をふまえて、熱水性鉍脈型鉍床賦存の可能性についての深部情報を得るために実施されたIP法物理探査である。

3-1 調査測線

調査測線は、第1年次の地質調査結果を検討し、Carmen, Grande, Maria Eugenia, Triunfo等の主要鉍化変質帯にはほぼ直交するN45°E方向に12本の主測線、測線延長168 kmを、また交叉測線として、上記各主測線の測点No.7を通りこれに直交する2.2 kmの測線を配置した(序論Fig.2)。主測線の間隔は、B~Iについては100 m、K~Qについては200 mである。

調査測線の内訳は次の通りである。

	測線名	測線長	測線方向 (磁北に対し)
主 測 線	B	1.2 km	N 45°E
	C	1.5 km	N 45°E
	D	1.5 km	N 45°E
	E	1.5 km	N 45°E
	F	1.5 km	N 45°E
	G	1.5 km	N 45°E
	H	1.5 km	N 45°E
	I	1.5 km	N 45°E
	K	1.5 km	N 45°E
	M	1.2 km	N 45°E
	O	1.2 km	N 45°E
	Q	1.2 km	N 45°E
交叉測線	W	2.2 km	N 45°W
総測線延長		19.0 km	

3-2 物性測定結果

本調査で物性測定に供された岩石試料は92ヶであり、このうち10ヶは測定に際し崩壊したため、測定値の得られた試料数は合計82ヶである。岩石試料採取位置はPL.3に示した。なお、測定は比抵抗およびFEについて行い、この結果をTable 3-1に示す。

また、得られた測定値から、比抵抗とFEの関係図を作成した(Fig.3-1)。

さらに測定結果を、岩石別に整理して、Table 3-2にまとめた。

岩石試料物性測定の結果から本調査地区の岩石に対し指摘される事項は次の通りである(Table 3-2参照)。

TABLA 3-1 RESULTADO DE MEDICION DE CARACTERISTICAS FISICAS DE ROCAS MUESTRAS

(SECTOR CERRO ATAJO)

No. de Muestra	Roca	Resistividad (ohmios-m)	Efecto de Frec. (%)	Nota
AD 1	Riolita Porfídica	46	1,3	
AD 2	Riolita Porfídica	608	-0,3	
AD 3	Dacita	1.630	5,5	
AD 4	Dacita	17.065	1,2	
AD 5	Dacita	5.810	2,6	
AD 6	Toba Andesítica (Tv ₅)	949	4,7	
AD 7	Pórfido Dacítico	74	0,7	
AD 8	Toba Andesítica (Tv ₅)	264	0,7	
AD 9	Toba Andesítica (Tv ₄)	-	-	Rotura
AD 10	Toba Brechada (Tv ₆)	174	0,7	
AD 11	Toba Andesítica (Tv ₆)	784	1,7	
AD 12	Riolita Brechada	48	0,7	
AD 13	Afloramiento de Veta de Cuarzo con Limonita	-	-	Rotura
AD 14	Riolita Porfídica	1.131	0,1	
AD 15	Toba Lapillítica-Brechosa (Tv ₆)	71	0,2	
AD 16	Toba Andesítica (Tv ₅)	193	2,5	
AD 17	Toba Andesítica (Tv ₅)	84	-0,2	
AD 20	Toba Andesítica (Tv ₃)	74	1,0	
AD 21	Toba Andesítica (Tv ₆)	-	-	Rotura
AD 22	Toba Andesítica (Tv ₆)	171	0,6	
AD 25	Toba Lapillítica (Tv ₅)	-	-	Rotura
AD 26	Toba Andesítica (Tv ₆)	124	0,6	
AD 27	Riolita Silicificada	574	1,1	
AD 28	Riolita Silicificada	1.378	2,8	
AD 30	Toba Brechosa (Tv ₆)	50	0,1	
AD 31	Toba Basáltica Brechosa (Tv ₆)	1.584	2,5	

No. de Muestra	Roca	Resistividad (ohmios-m)	Efecto de Frec. (%)	Nota
AD 33	Toba Areniscosa (Tv ₅)	59	0,7	
AD 35	Toba Fina Argilitizada (Tv ₅)	67	-0,4	
AD 36	Veta de Cuarzo	-	-	Rotura
AD 37	Toba Gruesa Andesítica (Tv ₅)	111	0,5	
AD 40	Toba Fangolítica (Tv ₅)	166	0,1	
AD 41	Fangolita Basáltica (Tv ₅)	173	0,2	
AD 42	Toba Gruesa- Lapillítica (Tv ₅)	70	0,2	
AD 43	Toba Fangolítica (Tv ₄)	48	0,1	
AD 44	Conglomerado Volcánico Basáltico	77	0,2	
AD 45	Riolita Dacítica	207	1,3	
AD 46	Riolita Dacítica	211	1,6	
AK 1	Toba Andesítica (Tv ₅)	84	0,7	
AK 2	Toba Andesítica Brechosa (Tv ₅)	297	1,9	
AK 3	Toba Andesítica (Tv ₅)	-	-	Rotura
AK 4	Toba Dacítica (Tv ₅)	118	1,2	
AK 5	Toba Andesítica- Dacítica (Tv ₅)	146	1,5	
AK 6	Toba Andesítica- Dacítica (Tv ₄)	90	0,1	
AK 7	Bloque de Basalto	23.489	15,0	
AK 8	Dacita Porfídica	264	0,7	
AK 9	Dacita Porfídica	1.144	3,5	
AK 10	Dique de Andesita	693	2,4	
AK 11	Dacita Porfídica	343	1,7	
AK 12	Dique de Andesita	1.788	5,3	

No. de Muestra	Roca	Resistividad (ohmios-m)	Efecto de Frec. (%)	Nota
AK 13	Dique de Andesita	105	1,6	
AK 14	Toba Andesítica (Tv ₅)	36	0,2	
AK 16	Brecha de Andesita (Tv ₅)	137	2,1	
AK 18	Brecha de Andesita (Tv ₅)	184	0,7	
AK 19	Toba Andesítica (Tv ₅)	102	0,2	
AK 21	Toba Fina-Fangolítica Basáltica (Tv ₄)	292	0,4	
AK 22	Toba Brechosa (Tv ₃)	71	0,5	
AK 23	Toba Brechosa (Tv ₃)	3.198	1,5	
AK 24	Toba Andesítica (Tv ₃)	70	-0,2	
AK 25	Toba Andesítica (Tv ₅)	97	-0,4	
AK 26	Riolita Dacítica	177	1,3	
AK 27	Toba Andesítica (Tv ₅)	-	-	Rotura
AK 28	Toba Andesítica- Dacítica (Tv ₅)	-	-	Rotura
AK 29	Toba Andesítica (Tv ₅)	86	0,1	
AK 30	Toba Andesítica (Tv ₆)	2.054	1,3	
AK 31	Toba Andesítica (Tv ₅)	146	-	
AK 32	Toba Dacítica- Andesítica (Tv ₅)	159	1,1	
AK 33	Toba Fina Fangolítica (Tv ₅)	106	0,1	
AK 34	Brecha Andesítica (Tv ₅)	362	1,5	
AK 35	Matriz de Toba Brechosa (Tv ₅)	-	-	Rotura
AK 36	Toba Andesítica (Tv ₅)	217	1,5	
AK 37	Toba Basáltica Brechosa (Tv ₄)	106	-0,2	

No. de Muestra	Roca	Resistividad (ohmios-m)	Efecto de Frec. (%)	Nota
AK 38	Brecha de Basalto	5.111	8,6	
AK 59	Toba Andesítica Brechosa (Tv ₅)	294	1,2	
AK 60	Toba Andesítica Brechosa (Tv ₅)	324	1,8	
AK 61	Toba Andesítica (Tv ₅)	889	0,1	
AK 62	Toba Andesítica (Tv ₅)	113	0,3	
AK 63	Toba Andesítica (Tv ₅)	102	1,7	
AK-87	Riolita Dacítica	89	0,1	
AK 88	Toba Andesítica (Tv ₅)	112	0,7	
AK 89	Riolita Dacítica	90	0	
AK 90	Toba Andesítica (Tv ₅)	63	0,8	
AK 91	Toba Andesítica (Tv ₅)	125	0	
AK 92		498	3,2	
AN 2	Brecha de Dacita (Tv ₅)	1.540	8,8	
AN 3	Toba Gruesa-Fina Lítica (Tv ₅)	-	-	Rotura
AN 4	Toba Fina-Fangolítica (Tv ₅)	106	-0,2	
AN 5	Toba Dacítica (Tv ₆)	103	0,1	
AN 6	Toba Pumícea Dacítica (Tv ₆)	106	0,1	
AN 7	Riolita Silicificada	450	1,4	
AN 8	Toba Pumícea Lapillítica (Tv ₆)	129	0,9	
AN 9	Dacita Porfídica	127	0,1	
AN 10	Dacita Porfídica	3.918	2,1	

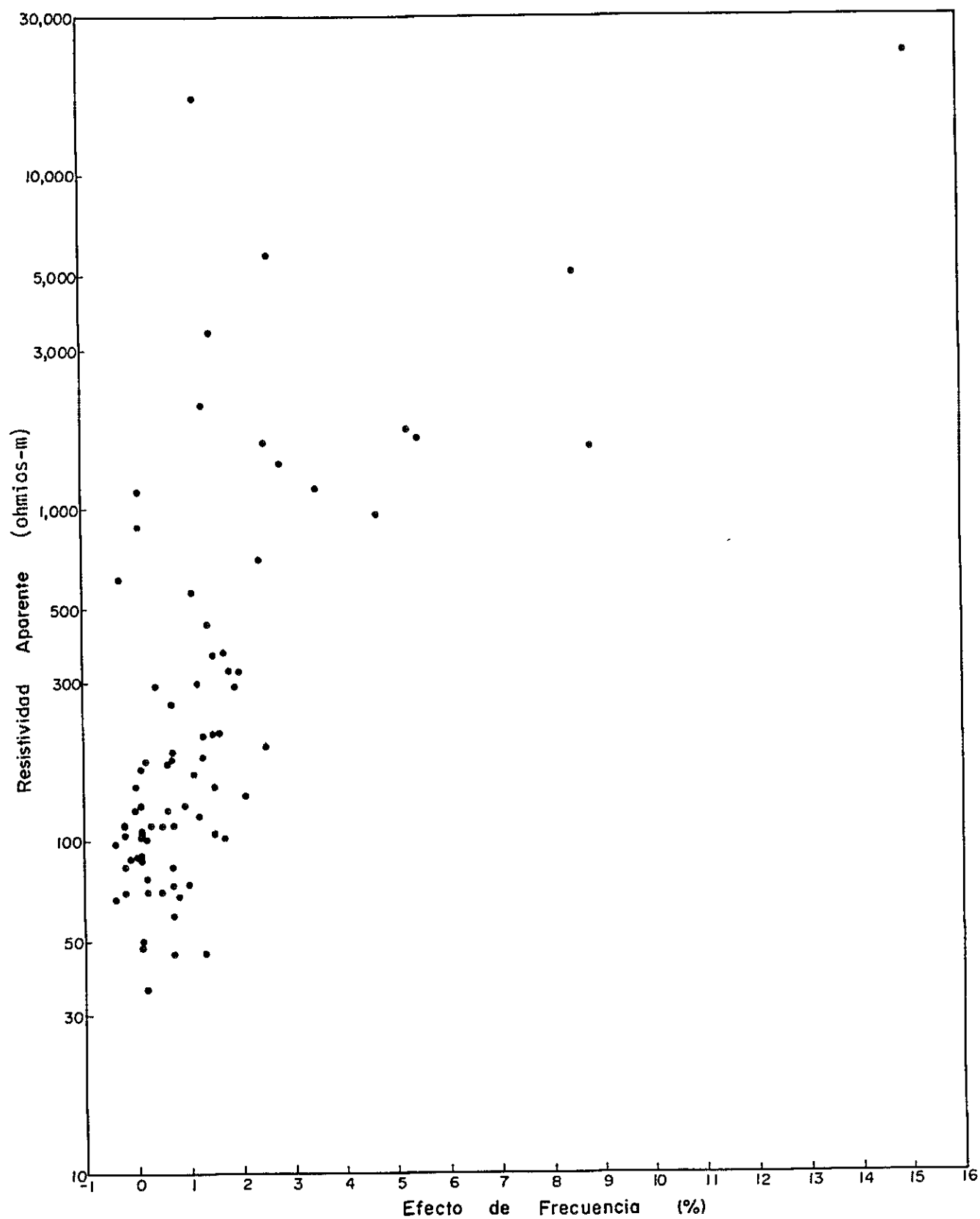


FIG. 3-1 RELACION "RESISTIVIDAD-EFECTO DE FRECUENCIA" DE ROCAS MUESTRAS (SECTOR CERRO ATAJO)

TABLA 3-2 PROMEDIO DE MEDICION DE CARACTERISTICAS FISICAS DE
ROCAS MUESTRAS

(SECTOR CERRO ATAJO)

Roca		Número de Muestra	Resistividad (ohmios-m)	Efecto de Frec. (%)	Nota
Toba	Tv ₃	AD 20	74	1,0	Valor promedio, exceptuando la señalada con *. Resistividad: 72 ohmios-m
	Promedio	AK 22	71	0,5	
		AK 23	* 3.198	1,5	
		AK 24	70	-0,2	
		4 piezas	853	0,7	
	Tv ₄	AD 43	48	0,1	
	Promedio	AK 6	90	0,1	
		AK 21	292	0,4	
		AK 36	106	-0,2	
		4 piezas	134	0,1	
	Tv ₅	AD 6	949	4,7	
	AD 8	264	0,7		
	AD 16	193	2,5		
	AD 17	84	-0,2		
	AD 33	59	0,7		
	AD 35	67	-0,4		
	AD 37	111	0,5		
	AD 40	166	0,1		
	AD 42	70	0,2		
	AK 1	84	0,7		
AK 2	297	1,9			
AK 4	118	1,2			
AK 5	146	1,5			
AK 14	36	0,2			
AK 19	102	0,2			
AK 25	97	-0,4			
AK 29	86	0,1			
AK 31	146	0,0			
AK 32	159	1,1			

Roca		Número de Muestra	Resistividad (ohmios-m)	Efecto de Frec. (%)	Nota
	Promedio	AK 33	106	0,1	
		AK 59	294	1,2	
		AK 60	324	1,8	
		AK 61	884	0,1	
		AK 62	113	0,3	
		AK 63	102	1,7	
		AK 88	112	0,7	
		AK 90	63	0,8	
		AK 91	125	0,0	
		AK 2	106	-0,2	
		AK 4	118	1,2	
	Promedio	31 piezas	187	0,8	
	Tv ₆	AD 10	174	0,7	
		AD 11	782	1,7	
		AD 15	71	0,2	
		AD 22	171	0,6	
		AD 26	124	0,6	
		AD 30	50	0,1	
		AD 31	* 1.584	2,5	
		AK 30	* 2.054	1,3	
		AN 5	103	0,1	
AN 6		106	0,1		
AN 8	129	0,9			
Promedio	11 piezas	486	0,8		
Promedio General	49 piezas	302	0,7	Valor promedio general, exceptuando las señaladas con *. Resistividad: 190 ohmios-m	
Riolita	AD 1	46	1,3		
	AD 2	608	-0,3		
	AD 12	48	0,7		
	AD 14	1.131	0,1		
	AD 27	574	1,1		

Roca	Número de Muestra	Resistividad (ohmios-m)	Efecto de Frec. (%)	Nota
Promedio	AD 28	1.378	2,8	
	AD 45	207	1,3	
	AD 46	211	1,6	
	AK 26	177	1,3	
	AK 87	89	0,1	
	AK 89	90	0,0	
	AK 7	450	1,4	
	12 piezas	417	1,0	
Dacita	AD 3	1.630	* 5,5	Valor promedio, exceptuando las señaladas con *. Resistividad: 1.650 ohmios-m Efecto de Frec.: 1,6%
	AD 4	*17.065	1,2	
	AD 5	5.810	2,6	
	AD 7	74	0,7	
	AK 8	264	0,7	
	AK 9	1.144	3,5	
	AK 11	343	1,7	
	AN 2	1.540	* 8,8	
	AN 9	127	0,1	
	AN 10	3.918	2,1	
Promedio	10 piezas	3.192	2,7	
Andesita	AK 10	693	2,4	Valor promedio, exceptuando las señaladas con *. Resistividad: 296 ohmios-m Efecto de Frec.: 1,7%
	AK 12	* 1.788	* 5,3	
	AK 13	105	1,6	
	AK 16	137	2,1	
	AK 18	184	0,7	
	AK 34	362	1,5	
Promedio	6 piezas	545	2,3	
Basalto	AD 41	173	0,2	Valor promedio, exceptuando las señaladas con *. Resistividad: 1.787 ohmios-m Efecto de Frec.: 3,0%
	AD 44	77	0,2	
	AK 7	*23.489	*15,2	
	AK 38	5.111	8,6	
Promedio	4 piezas	7.213	6,0	

(1) 凝灰石 (Toba: Tv₃, Tv₄, Tv₅, Tv₆)

岩石試料物性測定を実施した凝灰岩は、地質層序で Tv₃, Tv₄, Tv₅, Tv₆ に分類される。

Tv では、比抵抗全平均値は 853 ohm-m、試料 AK 2 3 (3.198 ohm-m) を除く平均では 72 ohm-m であり、FE 全平均値は 0.7% である。Tv₄ では、比抵抗平均値は 134 ohm-m、FE 平均値は 0.1% である。凝灰岩で最も試料数の多かった Tv₅ では、比抵抗平均値は 187 ohm-m、FE 平均値は 0.8% である。また Tv₆ では、比抵抗全平均値は 486 ohm-m、試料 AD 3 1 (1.584 ohm-m)、AK 3 0 (2.054 ohm-m) を除く平均では 190 ohm-m、であり、FE 全平均値は 0.8% である。

なお、凝灰岩全平均では、比抵抗平均値は 302 ohm-m、前述の試料を除く平均では 176 ohm-m であり、また FE 全平均値は 0.7% である。

以上の結果から、一部の特異な値を除くと、比抵抗、FE ともに全般的にはばらつきの少ない値が得られている。また、比抵抗、FE とも Tv₃ ~ Tv₅ の間には顕著な有意差は認められず、前者については 100 ~ 200 ohm-m、後者については 0.5 ~ 1.0% 程度の値が本調査地区の凝灰岩の物性値を代表するものと考えられる。

(2) 流紋岩 (Riolita)

流紋岩の比抵抗は 46 ~ 1,378 ohm-m と凝灰岩に比較してばらつきの多い値が得られ、この平均値は 417 ohm-m である。また、FE 平均値は 1.0% で大きなばらつきは認められない。

(3) 石英安山岩 (Dacita)

石英安山岩の比抵抗は 74 ~ 17,065 ohm-m の極めて大きいばらつきが認められ、全平均では 3,192 ohm-m、試料 AD 4 (17,065 ohm-m) を除く平均では 1,650 ohm-m である。FE 全平均値は 2.7% であるが、試料 AD 3 (55%) および AN 2 (88%) の高い値を除いた平均では 1.6% が得られている。

(4) 安山岩 (Andesita)

安山岩の比抵抗は試料 AK 1 2 (1,788 ohm-m) を除くと比較的ばらつきは少ない。全平均値は 545 ohm-m、上記試料を除いた平均は 296 ohm-m である。FE にもこの傾向が認められ、全平均で 2.3%、試料 AK 1 2 (53%) を除く平均では 1.7% である。

(5) 玄武岩 (Basalto)

玄武岩は測定試料数も少なく (4ヶ) 比抵抗、FE ともにばらつきは大きい。全平均では比抵抗、FE でそれぞれ 7,213 ohm-m、6.0% であり試料 AK 7 (比抵抗 23,486 ohm-m、FE 15.0%) を除く平均では 1,787 ohm-m、3.0% である。

3-3 IP測定結果

本調査で得られた結果を、各測線毎に断面図として示した (PL. 6 ~ 18)。断面図に表

示したIP結果は、周波数効果(FE)、見掛比抵抗(AR)、金属伝導係数(MF)の3種である。

また、これらのIP断面図に表示されたFE、AR、MFの各値を、レベル毎に平面図上にプロットして示した(PL.19~27)。平面図として選んだレベルは、n=1, 3, 5の3種である。

なお、見掛比抵抗および金属伝導係数に関しては、序論第4章4-2-2で述べた地形補正後の値を採用している。

平面図および断面図のコンター間隔は、FEについては0.5%毎、ARは10, 30, 50, 100, 200, 300, 500 ohm-m, またMFについては10, 30, 50, 100, 200, 300, 500とした。

さらに、FEおよびMFではそれぞれ4.5%以上、100以上の高異常域を、またARでは30 ohm-m以下の低比抵抗域をハッチにて表示した。

3-3-1 周波数効果FE

FE平面図n=1, 3, 5(PL.19~21)から判明したFE異常の分布特性およびこれから指摘される事項は次の通りである。

(1) n=1(PL.19)

① n=1でのFEは0.4~4.9%の値を示している。

② 3%以上の高FE域が調査地区北西部より南東方向に各測線の測点No.5よりNo.7にわたって分布し、この高FE域をはさんで北東部および南西部に低FE域が広く分布する。

③ 上記高FE域の延びの方向は本調査地区の主要鉍化変質帯の分布方向と良好な相関を示す。特に3.5%以上のFE域は地表での鉍化変質帯分布域と良く一致する。すなわち、測線Oの測点No.5付近を中心とする高FE域はCarmen 鉍化帯に、また測線G~Eの測点6付近を中心とする高FE域はMaria Eugenia 鉍化帯に対応する。

④ Maria Eugenia 鉍化帯に対応する高FE域を含み、その北東縁辺部に把握されたFE異常パターン(測線D~G, 測点No.6~9)は、FEが短波長(小規模)で高・低と変化する分布特性を有する。これは、測線Hより南東の地域では鉍化変質帯等のFE異常源が複雑な分布形態を有することを反映したものと推察される。

⑤ FE分布の特性から、FEの後背値は1.5%程度と判断され、このような地域は測線B~Gの測点No.11以降、測線H~Mの測点No.9より北東および測線O~Qの測点No.10より北東に広範に認められる。

⑥ 上記の後背地域は、調査地区北東部に優勢な、鉍化変質作用のあまり認められないTvsの分布域にほぼ対応する。

(2) n=3(PL.20)

① n=3でのFEは1.3~5.1%の値を示している。

② 大局的にはF Eコンターは $n=1$ での分布形態に類似しているが、 $n=1$ で把握された高F E域が全体的に南西に移動していること、高F E域の占める範囲が広がったこと、等が主要な違いとして挙げられる。

(3) $n=5$ (P L . 2 1)

① $n=5$ でのF Eは16～5.2%の値を示している。

② 45%以上の高F E域に着目すると、 $n=1, 3$ では測線Kより北西で優勢であった異常域の広がりには $n=5$ に於いて急激に減衰する傾向が認められる。

③ 一方、測線Kより南東では測線E～I間にわたって測点No 4～8で高F E域の占める割合が大きくなることが指摘される。この高F E域北東縁部地表にはMaria Eugenia 鉍化変質帯が分布しており、本高F E異常は鉍化変質帯が地表より深部へと連続することを予想させる。

3-3-2 見掛比抵抗A R

A R平面図 $n=1, 3, 5$ (P L . 2 2 ~ 2 4)から判明したA R異常の分布特性およびこれから指摘される事項は次の通りである。

(1) $n=1$ (P L . 2 2)

① $n=1$ でのA Rは24～753 ohm-mの値を示している。

② 50 ohm-m以下の顕著な低A R域として、調査地区中央部をほぼ測線Wに沿って測点No 3～18 (測線B～Oの測点No. 7)にわたりNW-S E方向に延びる低A R帯、測線K～Q測点No. 5付近を通り上記の低A R帯に平行して延びる低A R帯、測線B～Dの測点12～13付近に把握された低A R域が挙げられる。

③ 上記の低A R域のうち、前2者については本調査地区の主要鉍化変質帯分布との関係が強く認められる。特に、測線O～Qの測点No 5付近、測線Gの測点No 7付近、測線Eの測点No 9付近で把握された30 ohm-m以下の顕著な低A R域はそれぞれ、Carmen, Maria Eugenia No. 2, Maria Eugenia No 1の各鉍化変質帯に良く対応することが指摘される。

④ 調査地区南部中央部 (測線B～Kの測点No 0～5)および北部中央部 (測線K～Qの測点No. 9～12)には50～100 ohm-mのA R域が広範に分布し、前者についてはTv5およびTv6の分布域が、後者についてはRm (第四紀堆積物)、Tv4, Tv5の分布域が対応している。また、調査地区北東部 (測線B～Kの測点No 8～12)にはTv5が広く分布しており、これに対応する地域では100～200 ohm-mのA Rが把握されている。これらのことから、鉍化変質作用をあまり受けていないTv4, Tv5, Tv6の見掛比抵抗の値は100～200 ohm-m程度であると判断される。

⑤ 300 ohm-m以上の高A R域が測線Qの測点No. 2～3, 測線F～Gの測点No 9付近で把握された。前者については付近に流紋岩の露頭が認められ、これを反映したものと考えら

れる。また、後者については、高AR域は本調査地区で最も急峻な崖を形成する地点にあたり、地形補正によってもこの影響を十分に除去することができなかったこと、あるいは岩質の違い等が原因として挙げられる。

(2) $n = 3$ (PL . 23)

① $n = 3$ でのARは17~131 ohm-mの値を示している。

② 30 ohm-m以下の低AR域は、測線Qの測点No 3~4, 測線Oの測点No 5~6, 測線Mの測点No 2~3, 測線E~Hの測点No 6~7および測線Gの測点No. 8~9で把握されている。

③ 上記の低AR域のうち、測線E~Hにわたる異常帯については $n = 1$ でも把握され、Maria Eugenia No. 1およびNo. 2の鉍化変質帯に対応された。このことから、上記鉍化変質帯の深部への延びが推定される。

④ 測線D~Iにかけての測点No. 4~9間では上記鉍化変質帯に対応する低AR域を含めて顕著な短波長(小規模)のAR異常が把握された。これらの異常はいずれも系統的にNW-S E方向への延びが認められる。このAR異常帯の延びの方向は鉍化変質帯分布の方向を明瞭に反映したものと推察される。

(3) $n = 5$ (PL . 24)

① $n = 5$ でのARは10~238 ohm-mの値を示している。

② 測線Kを境としてARコンターの分布特性が著しく変化している。

③ 測線Kより北西では、測線K~Qの測点No. 5より北東部に50~100 ohm-mの変化に乏しいAR域が広く分布し、マクロにみた地層、岩体等の比抵抗は比較的均質であることが推定される。また、上記各測線の測点No 4付近より南西部では30~50 ohm-mの低AR域がNW-S Eの方向に分布する。

④ 一方、測線Kより南東では、測線B~Iの測点No. 4~11でARコンターは複雑な分布形態を示し、これは地層、岩体等の鉍化変質の度合いの違いを反映するものと考えられる。本調査地区の $n = 1 \sim 5$ で把握されたAR分布特性と主要鉍化変質帯分布との相関が強く認められることから推察して、 $n = 5$ に於ける上記の分布特性からは、測線Kより南東では地層、岩石の鉍化変質が深部にまで及んでいることが推察される。

3-3-3 金属伝導係数MF

MF平面図 $n = 1, 3, 5$ (PL . 25~27)から判明したMF異常の分布特性およびこれから指摘される事項は次の通りである。

(1) $n = 1$ (PL . 25)

① $n = 1$ でのMFは6~314の値を示している。

② 100以上の高MF異常域は、ほぼ調査地区中央部をNW-S Eの方向に点在して認められる。測線O~Qの測点No. 5付近, 測線Oの測点No. 7付近, 測線Mの測点No 7付近, 測

線Kの測点No 4～5付近、測線Gの測点No 6～7付近、および測線D～Eの測点No 6～7付近の高MF異常域がこれらに対応する。

③ 上記の高MF異常域は、地表で把握されている鉍化変質帯と良く一致している。

④ 特に、測線O～Qの測点No 5付近で把握されたNW-S E系の伸びを示す高MF異常帯はCarmen鉍化変質帯に一致している。

⑤ また、測線Gおよび測線D～Eで把握された高MF異常域はMaria Eugenia No 2およびMaria Eugenia No 1にそれぞれ対応し、前者についてはMFは314の最高値が得られている。

② n = 3 (P L . 2 6)

① n = 3でのMFは9～289の値を示している。

② 100以上の高MF異常域は、ほぼNW-S Eの方向性を有して測線K～Q南西部および測線E～Hの中央部に把握された。

③ 前者については、n = 1でCarmen鉍化変質帯に対応された高MF異常帯をはさんでその北東部および南西部に分布する。

④ 後者については、n = 1でMaria Eugenia No.1およびNo 2に対応された2つの高MF異常域が深部で広がったものと解釈される。

③ n = 5 (P L . 2 7)

① n = 5でのMFは9～427の値を示している。

② 100以上の高MF異常域は、測線M～Qの測点No 3～4付近、測線Oの測点No 6付近および測線C～Iの中央部で把握された。

③ 測線C～Iで把握されたMF異常のパターンには分布の規則性が顕著に認められる。すなわち、Maria Eugenia No.2およびNo.1の鉍化変質帯の伸びの方向を対称軸とし、測線Iの測点No 6～7付近より南東部に向けて開く分布パターンを示している。このことから、Maria Eugenia No 2については鉍化変質の度合は比較的深部に及ぶが、Maria Eugenia No 1から南東方域では鉍化変質の度合は深部に向けて衰えていくことが予想される。

3-4 断面解析結果

本調査地区のIP測定結果について本章3-3では、周波数効果(FE)、見掛比抵抗(AR)、金属伝導係数(MF)のそれぞれに対し、分布の特性、地質分布との関係および、異常域と主要鉍化変質帯との相関について述べた。これらの定性解析の結果を総括すると、本調査地区において鉍化変質に強く関係すると推察される異常域としては、測線M～Qの測点No.3～7にわたる範囲および、測線C～Iの測点No.4～9にわたる範囲が指摘される。上記2つの範囲に対して、前者については測線Oを、また後者に対しては測線CおよびGを選定して電算機によるシミュレーション解析を実施し、地下構造、鉍化変質帯の分布形態に関する定量的解明を計った。

各モデルに関しては比抵抗・FEの入力モデルコード(Code), 見掛比抵抗計算結果, FE計算結果の順序で出力して表示した。なお, この出力表示と測定結果との対比を容易にする目的で, 測定結果についても同じ形式で見掛比抵抗・FEを断面表示した(Fig. 3-2, 3-6, 3-10)。

3-4-1 測線C

測線Cは凝灰岩(Tv5, Tv6)分布域にN45°E方向に配置された測線であり, 地表地質で把握された主要鉍化変質帯は, 測点No.7~8, No.9~10(Triunfo)に位置する。後者のTriunfo鉍化変質についてはTriunfo No.2, Cortaveta Triunfo等の試錐および抗道探鉍により深部への伸びが把握されている。

測線CのIP断面図(Fig. 3-2, PL.7)から指摘される顕著なIP異常パターンは次の通りである。

FE異常パターンに関しては, 35%以上のFEが測点No.5~10の比較的深部(n=3~5)に優勢な傾向で把握されている。このうち特に顕著な高FEパターンとしては, 測点5~7およびNo.9~10に関する異常パターンが挙げられる。

AR異常パターンに関しては, 全体に100ohm-m以下の値が卓越している。このうち顕著な低ARパターンとしては, 測点No.4~5, No.6~7, No.9~10に関係してn=1~5にわたって把握された50ohm-m以下の低AR域が挙げられる。

以上の結果をもとに, 測線Cに対しては, C-C-0~C-C-4の5種類のモデルについてシミュレーションを実施した。このうち代表的モデル3種類について結果を以下に述べる。

(1) モデルC-C-0

モデルC-C-0では, 地表地質で把握された鉍化変質帯に対応させて, 測点No.7~8, No.9~10に高FE, 低比抵抗ゾーン(5%, 20ohm-m, コード2)を, その他については1%, 100ohm-m(コード1)を入力してシミュレーションを行った。この結果をFig. 3-3に示す。

C-C-0では測点No.7~8, No.9~10に入力した高FEゾーンの影響によって, 測点No.8~9の浅部で7%におよぶ高FEパターンが現われ, 測定結果にみられる比較的深部に広範な分布をする高FEパターンと異なる。一方, ARについては測点No.8~10で低ARパターンが認められるが, 測定結果に比べ位置的なずれが顕著である。

(2) モデルC-C-1

モデルC-C-1では, C-C-0で得られたFE, ARパターンを考察し, 鉍化変質帯モデルのうち測点No.7~8のモデルを測点No.6~7に移動し, 地表部のFEを2%とした(コード5)。また, 地表地質で把握されている測点No.7~8間の変質域については, 3%, 100ohm-m(コード3)を地表部に設定した。測点No.9~10の鉍化変質帯モデルについては

C-LINEA C

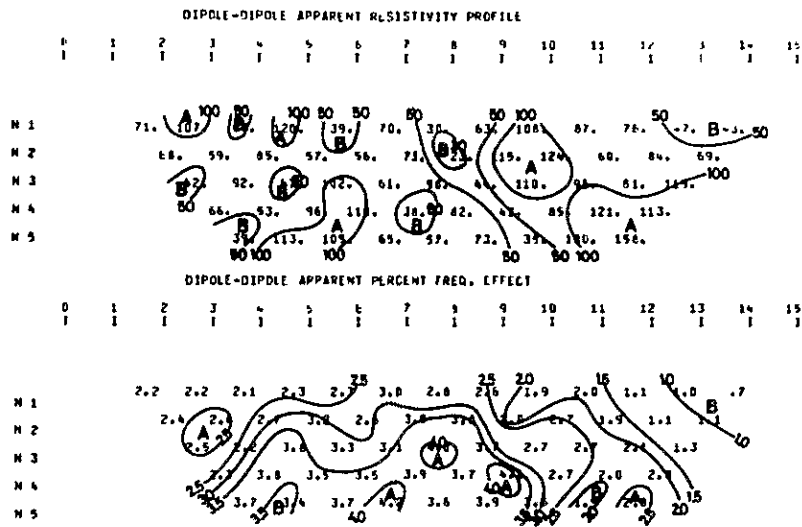


FIG.3-2 PERFILES DE PI LINEA C

C-LINEA G

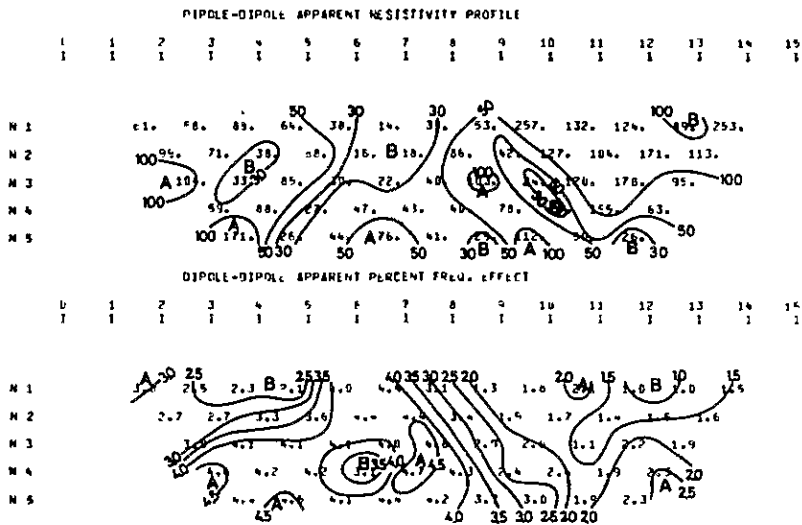


FIG.3-6 PERFILES DE PI LINEA G

C-LINEA O

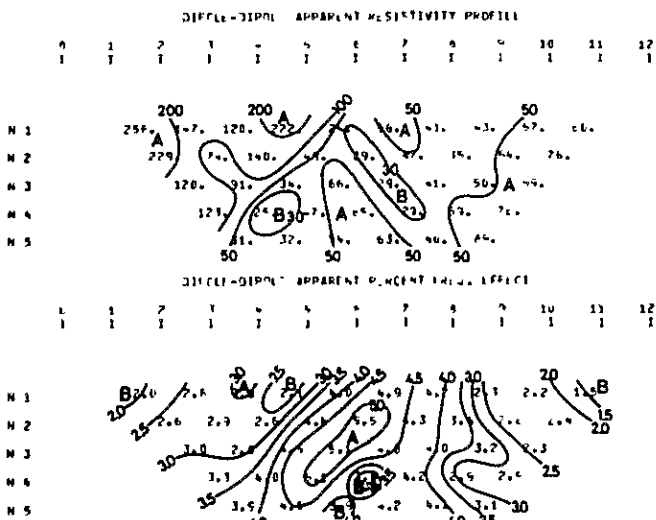
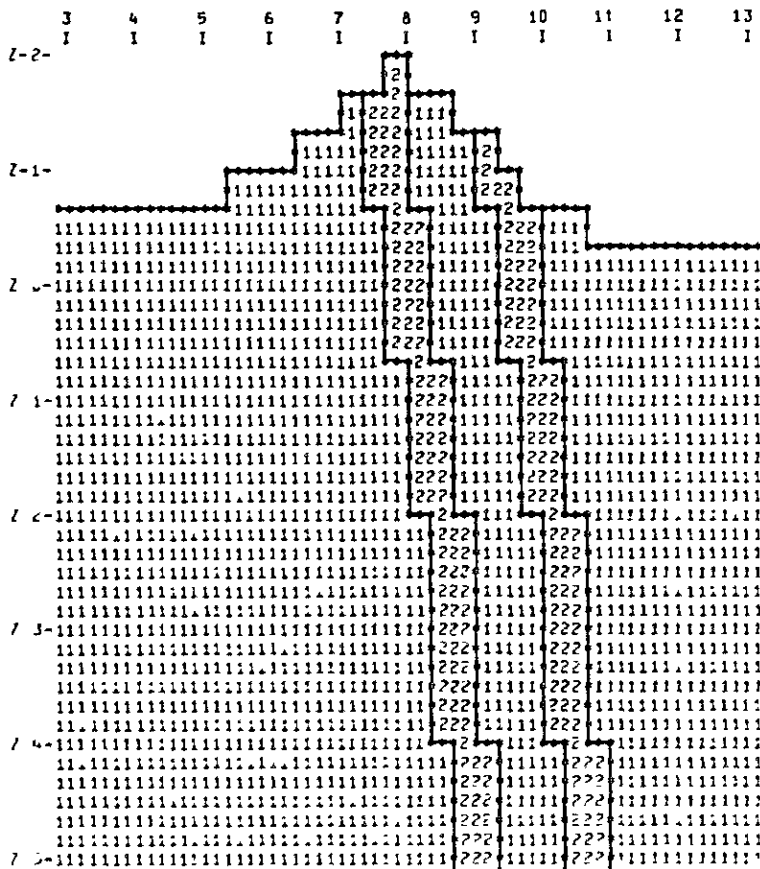


FIG.3-10 PERFILES DE PI LINEA O

INDUCED POLARIZATION

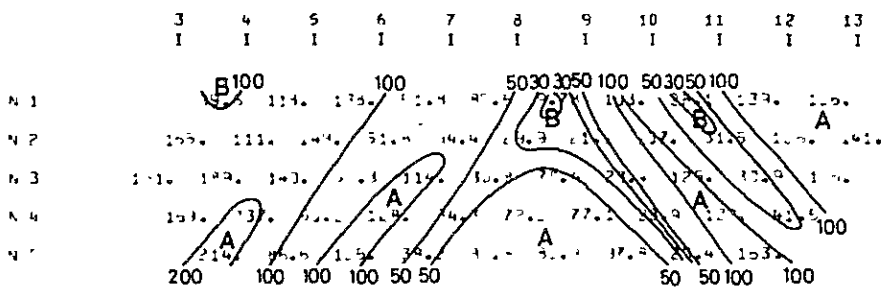
MODEL NO. C-C-0

PE RESISTIVITY CROSS SECTION



RESISTIVITY 100 1 2 3
 PERCENTAGE 100 200 300
 FREQUENCY IN CYCLES PER SECOND 1 2 3

APPARENT RESISTIVITY



APPARENT RESISTIVITY

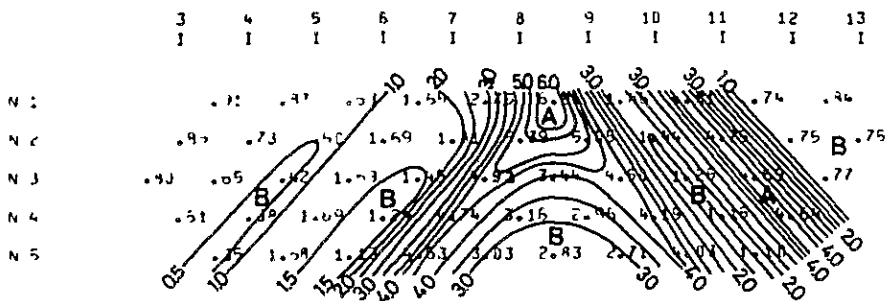


FIG.3-3 RESULTADO DE SIMULACION DE PI(MODELO C-C-0)

INDUCED POLARIZATION

MODEL NO. C-C-4

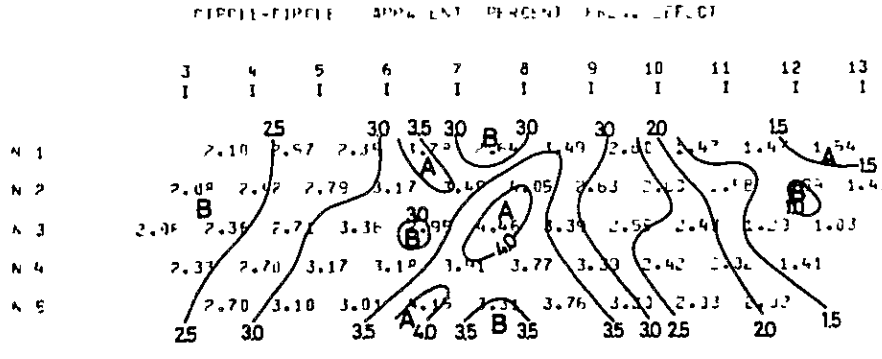
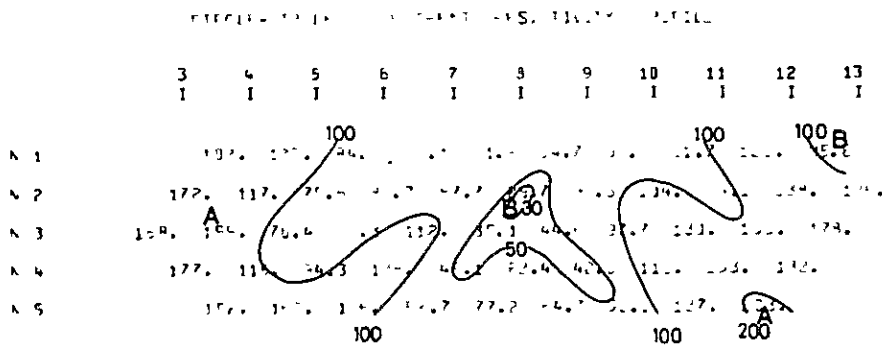
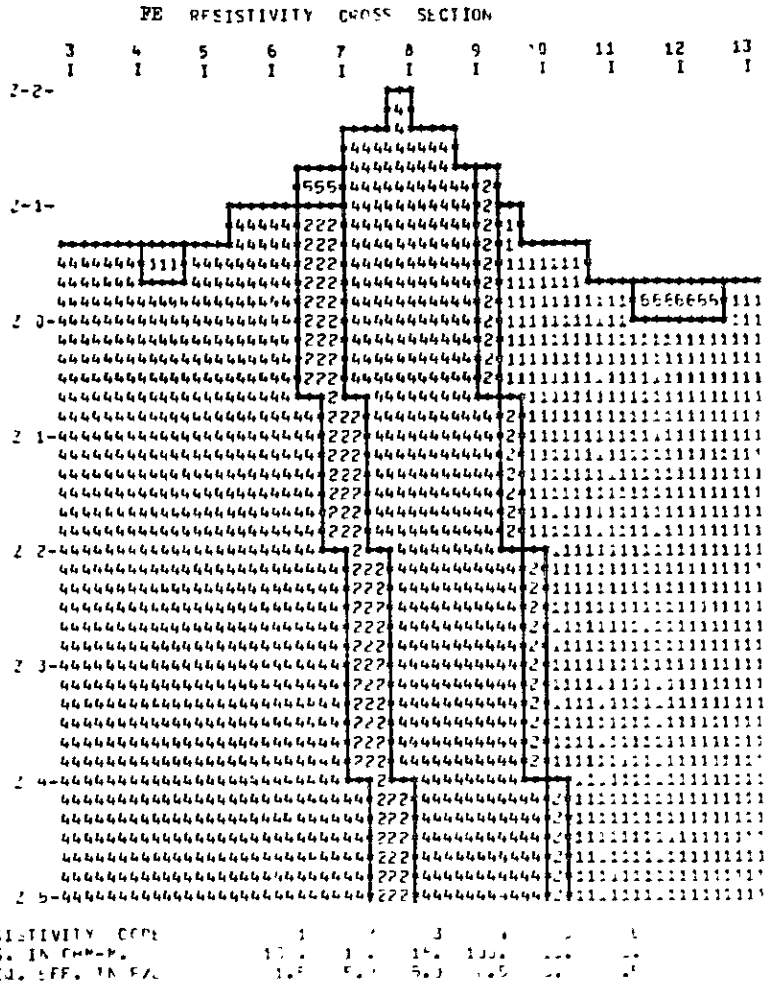


FIG.3-5 RESULTADO DE SIMULACION DE PI(MODELO C-C-4)

分布の幅を小さくした。その他の領域については比抵抗は 100 ohm-m とし、測点 No. 9 より南西部での FE の後背値を 2% とし (コード 4)、北東部では 1% (コード 1) とした。シミュレーションの結果を Fig. 3-4 に示す。

C-C-1 では、FE パターンは測点 No. 6~7 に鉍化変質帯モデルを入力したことにより C-C-0 で現われた測点 No. 8~9 の低 FE 域が消え、30~35% の FE が得られた。また、測点 No. 9~10 の鉍化変質帯モデルの幅を小さくし測点 No. 9 に寄せたことにより、測点 No. 9~10 の顕著な高 FE パターンが消えて比較的測定結果のパターンに近づいてはいるが全体的に低 FE であることが指摘される。一方 AR に関しては、測定結果に比較して全般に高い傾向が認められる。

(3) モデル C-C-4

モデル C-C-4 では、C-C-1 で得られた FE、AR パターンを考察し、鉍化変質帯モデルの比抵抗を 10 ohm-m (コード 2) とし、測点 No. 6~7 のモデルについては地表部を 3.5%、 10 ohm-m (コード 5) とし、傾斜モデルとした。測点 No. 9 より南西部の FE の後背値は 25% (コード 4) とし、測点 No. 9 より北東部の FE については 1.5% (コード 1) とした。また、測定結果で測点 No. 4~5 の浅部 ($n=1$) で低 FE パターンが、また測点 No. 13~15 の浅部 ($n=1$) で低 AR パターンが把握されていることを考慮し、それぞれ測点 No. 4 付近の地表部には 1.5%、 100 ohm-m (コード 1)、測点 No. 11~13 付近の地表部には 2.5%、 60 ohm-m (コード 6) の領域を設定した。シミュレーションの結果を Fig. 3-5 に示す。

C-C-4 では、FE に関しては、パターンは C-C-1 に類似するが、FE は全体に高くなり、測定結果に近いパターンが得られた。AR についても、C-C-1 に比べ測点 No. 7~9 付近で低 AR 域が広がり測定結果に近いパターンを示している。

3-4-2 測線 G

測線 G は測線 C と同じく凝灰岩 (Tv_5 , Tv_6) の分布域に $N 45^\circ E$ 方向に配置された測線であり、地表地質で把握された主要鉍化変質帯は測点 No. 4~8 間に分布する。なお、Maria Eugenia 鉍化変質帯は測点 No. 7 付近に位置しており、この鉍化変質帯は、Cortaveita Sur, Maria Eugenia No. 2 の坑道および No. 41 試錐探鉍によって深部への伸びが把握されている。

測線 G の IP 断面図 (Fig. 3-6, PL. 11) から指摘される顕著な IP 異常パターンは次の通りである。

FE 異常パターンに関しては、4% 以上の高 FE が測点 No. 4~8 間で $n=1\sim 5$ にわたって把握されている。

AR 異常パターンに関しては、測点 No. 1~9 では 100 ohm-m 以下の低 AR が卓越することに対し、測点 No. 9 より北東では $100\sim 250 \text{ ohm-m}$ の値が卓越する傾向が認められる。顕著な低 AR パターンとしては、測点 No. 7~9 に関係して $n=1\sim 5$ にわたって把握された

低AR域が挙げられる。

以上の結果をもとに、測線Gに対しては、C-G-1～C-G-5の5種類のモデルについてシミュレーションを実施した。このうち代表的モデル3種類について結果を以下に述べる。

(1) モデルC-G-1

モデルC-G-1では、地表地質で把握された主要鉱化帯に対応させて、測点No 5～6、No 7～8間に高FE，低比抵抗ゾーン（5%，200ohm-m，コード2）を、また測定結果から低FE，低ARパターンの得られた測点No 5～6の地表部には1%，200ohm-mのゾーン（コード3）を、さらに、高FE，高ARパターンの得られた測点No 6～7には5%，200ohm-mのゾーン（コード4）を、その他の領域については、測点No 3～7では1%，100ohm-m（コード1），測点No 8～13では1%，150ohm-m（コード5）を入力してシミュレーションを行った。この結果をFig. 3-7に示す。

C-G-1では、測点No. 5～8に入力した高FEゾーン（コード2,4）の影響により、地表部での高いFEを示す顕著なパターンが測点No 6～8に現われた。また、測定結果の異常パターンと比較し、高FE域の位置のずれが認められること、測点No 4～7の深部で低異常が卓越していること等が主な違いとして指摘される。測点No. 10より北東での値はIP測定結果に比べ全体に低い。一方、ARについては、パターンは測定結果に類似しているが、測点No. 5～9にかけてのARが測定結果に比べ高いことが指摘される。

(2) モデルC-G-3

モデルC-G-3ではC-G-1で得られたFE，ARパターンを考察し、鉱化変質帯モデル、および測点No. 5～6の地表部の比抵抗を150ohm-mに下げた（コード5，6）。また、測点No. 6～7間の地表部ではFEを2.5%，比抵抗を200ohm-mとした（コード7）。

その他の領域については、測点No. 3～7では2.5%，600ohm-m（コード1）とし、測点No 8～13ではFEを1.5%とした。また浅部でのFEコンターについて考慮し、測点No 3～4およびNo. 9～10間の地表付近にはそれぞれ周辺部に比べて低FEおよび高FEゾーン（コード4，9）を設定した。このシミュレーションの結果をFig. 3-8に示す。

C-G-3ではFE，比抵抗の後背値を変えた（コード1，2）ためC-G-1に比較して全体的に高FE，低ARとなり、測定結果にやや近い結果が得られているが、測定結果に認められる測点No 3～7間深部での高FEパターンは現われていない。

(3) モデルC-G-5

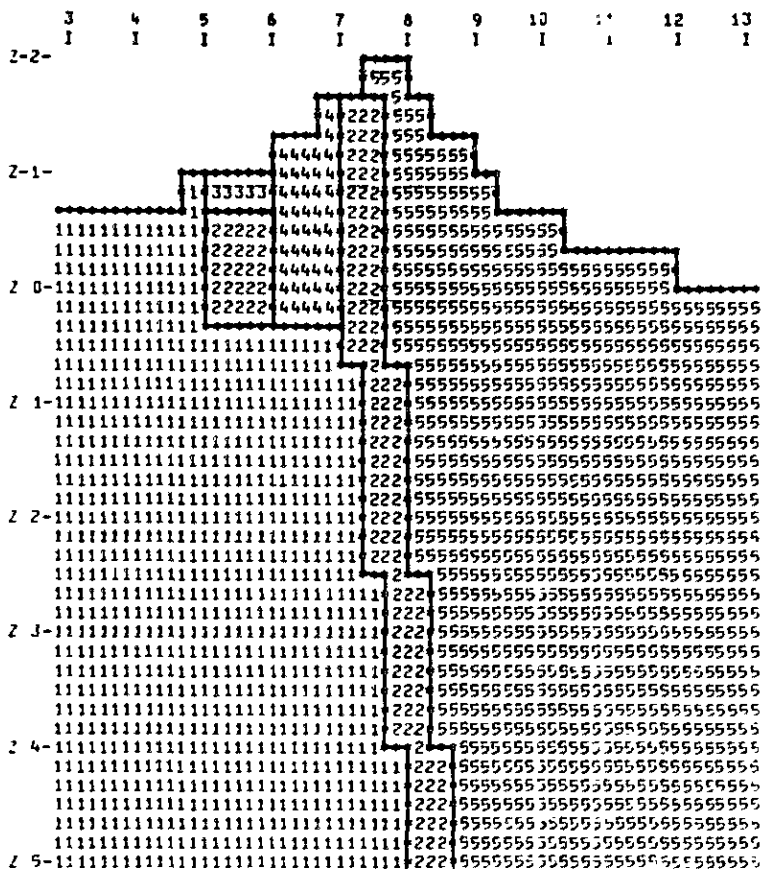
モデルC-G-5ではC-G-3で得られたFE，ARパターンを考察し、次の点に関してモデルの修正を行った。

FEの後背値を高くし（測点No. 7より南西側で3.5%コード1，北東側では2%，コード2），測点No. 8～10間の深部へ3.5%のFE領域（コード1）を広げた。

INDUCED POLARIZATION

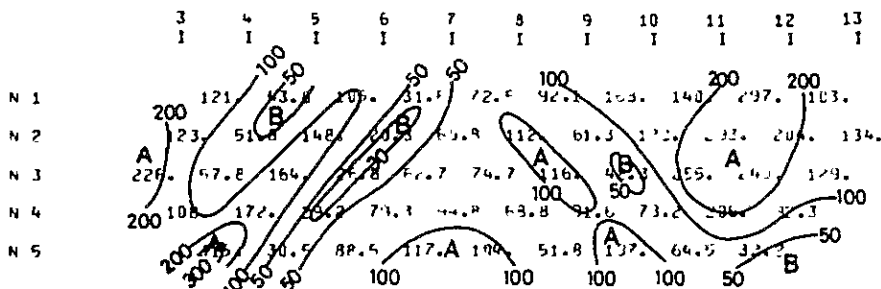
MODEL NO. C-G-1

PE RESISTIVITY CROSS SECTION



RESISTIVITY CODE	1	2	3	4	5
RES. IN OHM-M.	100	200	200	200	1000
FREQU. EFF. IN P/C	1.	5.	1.	5.	1.

DIPOLE-DIPOLE APPARENT RESISTIVITY (P.C.M.)



DIPOLE-DIPOLE APPARENT PERCENT FREQUENCY EFFECT

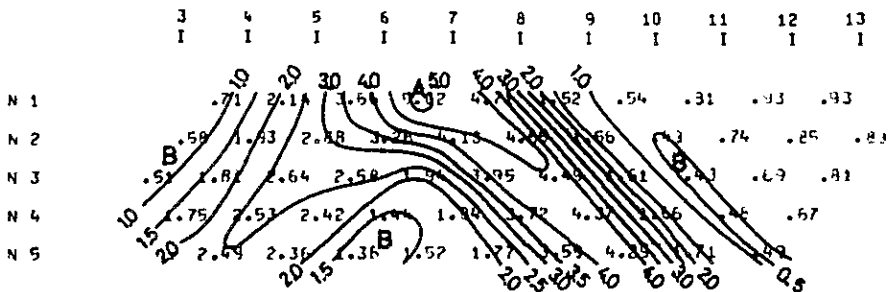
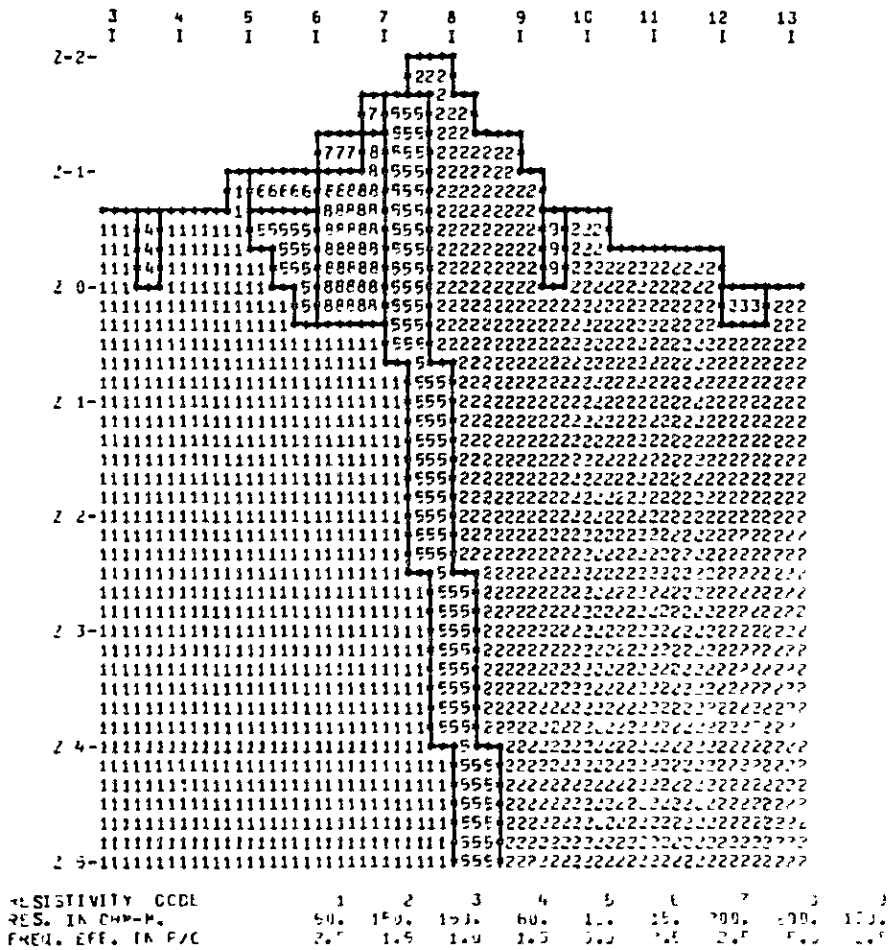


FIG.3-7 RESULTADO DE SIMULACION DE PI(MODELO C-G-1)

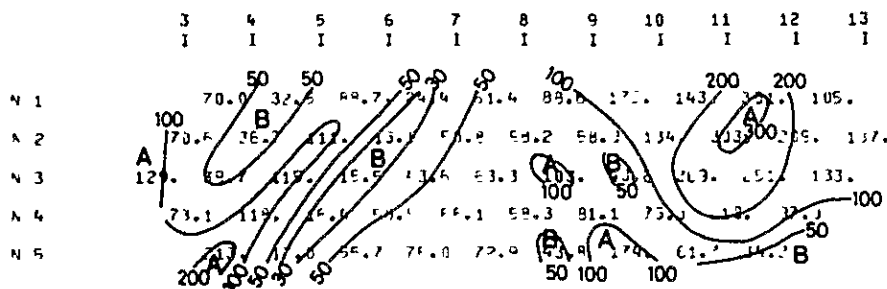
INDUCED POLARIZATION

MODEL NO. C-C-3

FE RESISTIVITY CROSS SECTION



DIPOLE-DIPOLE APPARENT RESISTIVITY PROFILE



DIPOLE-DIPOLE APPARENT PERCENT FREQ. EFFECT

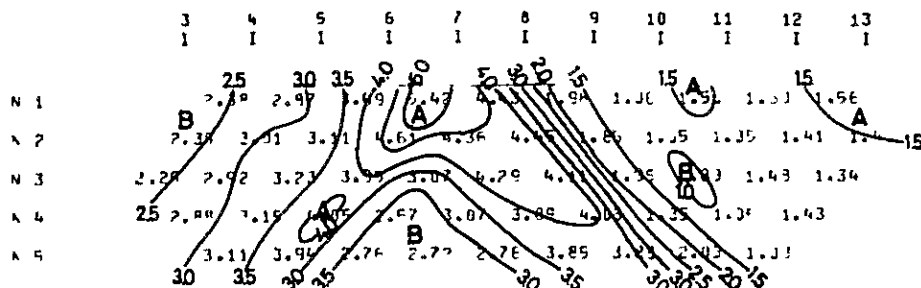
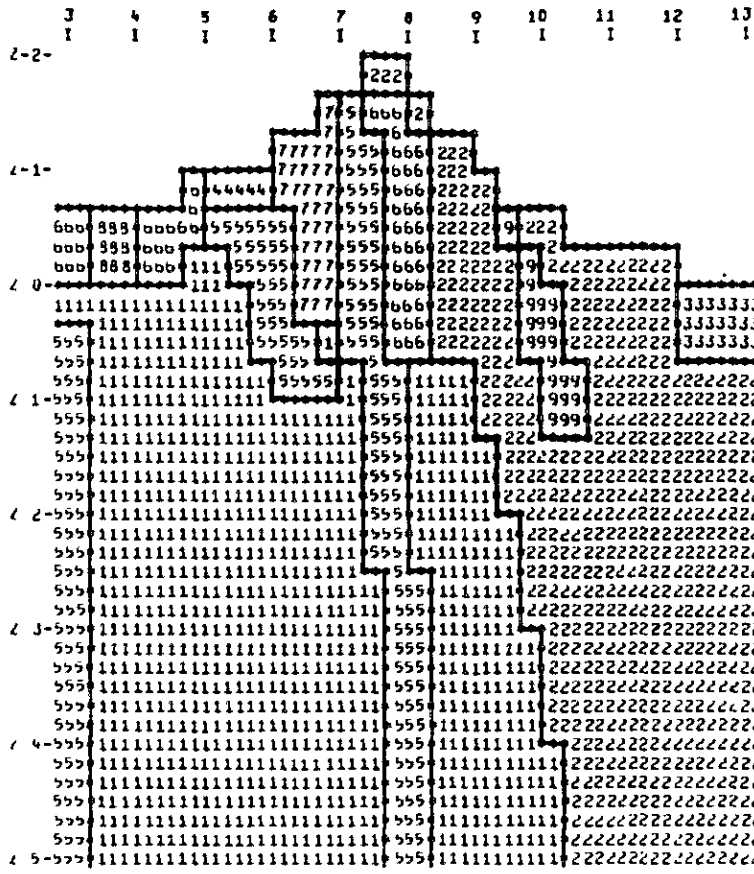


FIG.3-8 RESULTADO DE SIMULACION DE PI(MODELO C-G-3)

INDUCED POLARIZATION

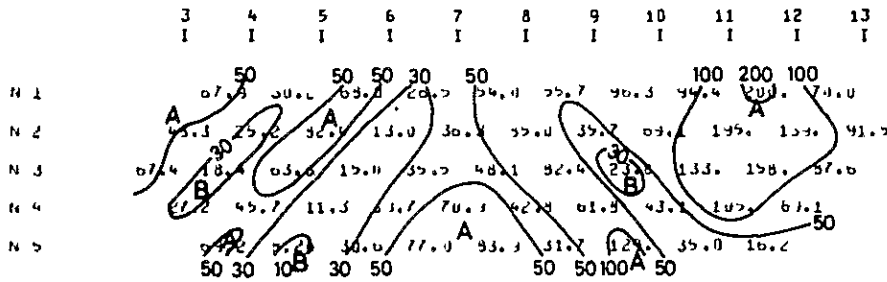
MODEL NO. C-G-5

FE RESISTIVITY CROSS SECTION



RESISTIVITY COE.	1	2	3	4	5	6	7	8	9
RES. IN OHM-M.	0.1	100.	100.	15.	15.	50.	200.	500.	100.
FREQ. EFF. IN P/C	1.5	2.0	1.0	2.0	5.0	2.0	3.5	1.5	3.0

DIPOL-DIPOL APPARENT RESISTIVITY PROFILE



DIPOL-DIPOL APPARENT PERCENT FREQ. EFFECT

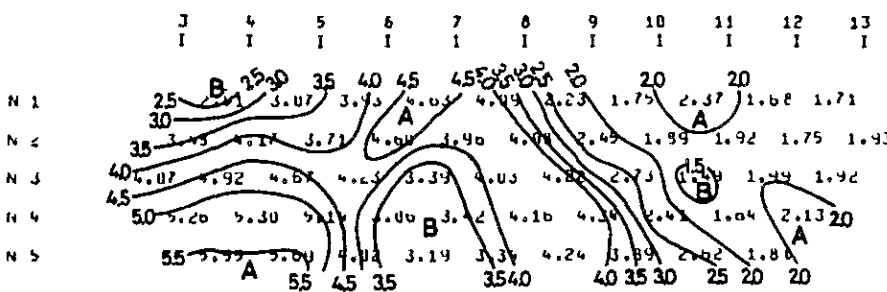


FIG.3-9 RESULTADO DE SIMULACION DE PI(MODELO C-G-5)

鉍化変質帯に関するモデルについては、測点No.5～6間に設定していた高FE・低比抵抗ゾーン（5%、150hm-m、コード5）を測点No.7の深部へと広げた。また、新たに上述のコード5のゾーンを測点No.3の深部に設定した。

測点No.3～6間地表部のFEについては後背値（35%）より低くし、15%（コード8）および2%（コード4、6）のゾーンを設けた。さらに測点No.7～9間の浅部では比抵抗を低くした（600hm-m、コード6）。

測点No.9～10間、No.12～13間地表部の3%および1%の領域については、分布域をさらに下部へ広げた（コード9、3）。シミュレーションの結果をFig.3-9に示す。

C-G-5による異常パターンはFE、ARともに測定結果に類似している。なお、測定結果との相違点としては、測点No.3～5間の深部（ $n=3\sim5$ ）で高いFEが、また測点No.6～8間の深部（ $n=3\sim5$ ）でやや低いFEが得られていることが挙げられる。

3-4-3 測線O

測線Oは、石英安山岩質斑岩、凝灰岩（Tv₄、Tv₅）の分布域にN45°E方向で配置された測線であり、測点No.0～5に石英安山岩質斑岩、測点No.5～9にTv₅、測点No.9～12にTv₄が分布する。地表地質で把握された主要鉍化変質帯は測点No.5～6にかけてのCarmen鉍化変質帯である。

測線OのIP断面図（Fig.3-10、PL.16）から指摘される顕著なIP異常パターンは次の通りである。

FE異常パターンに関しては、4.0%以上の高FEが測点No.4～8間で $n=1$ から $n=5$ にわたって把握されている。特に顕著な高FEパターンとしては測点No.7～8に関係するものが挙げられる。

AR異常パターンに関しては、測点No.1～5間で100～2500hm-mの値が卓越するのに対し、測点No.6以降では1000hm-m以下の値が卓越する傾向が認められる。顕著な低ARパターンとしては、測点No.4～5に関係して $n=1\sim4$ にわたって把握された300hm-m以下の低AR域が挙げられる。

以上の結果をもとに、測線Oに対しては、C-0-1～C-0-5の5種類のモデルについてシミュレーションを実施した。このうち代表的モデル3種類について結果を以下に述べる。

(1) モデルC-0-2

モデルC-0-2では、地表地質で把握された石英安山岩質斑岩に対応するモデルとして測定結果および岩石試料物性測定結果を考察して3.0%、3000hm-mのゾーン（コード3）を測点No.1～5に設定し、凝灰岩との境界は南東方へ45°傾斜とした。鉍化変質帯モデルとしては、地表地質で把握されている鉍化変質帯に対応させ、測点No.5～7にかけて地表より約150mの範囲で高FE、低比抵抗ゾーン（5%、200hm-m、コード2）を設定した。またこの鉍化変質帯モデルの周辺部には変質帯域を想定して、500hm-mゾーン（コード

4) を設けた。凝灰岩分布域に対応する領域に関しては1%, 100 ohm-m (コード1)とした。このシミュレーションの結果をFig. 3-11に示す。

C-0-2では測点No.5~7に入力した鉍化変質帯モデルにより、測点No.6~7を中心として深部に向けて両側に開く顕著なFE異常パターンが現われ、深部には低FE域が分布する。このパターンは測定結果に比較すると、低FEの分布が顕著である点、および高FEパターンに位置的なずれが認められる点で類似性に乏しい。またARに関してはパターンは測定結果に大局的には類似するが、得られた値は全体的に高いことが指摘される。

(2) モデルC-0-4

モデルC-0-4ではC-0-2で得られたFE, ARパターンを考察し、次の点に関してモデルの修正を行った。

石英安山岩質斑岩に対応するモデルについてはFE, 比抵抗を低くした(2%, 150 ohm-m, コード9)。鉍化変質帯モデルは測点No.6~7間中央部のFEを3%に下げ(コード2), 鉍化変質帯モデル周辺部の2%, 50 ohm-mの領域は取り除いた。

また、測点No.7~8に新たに鉍化変質帯モデル(5%, 100 ohm-m, コード8)を設定してC-0-2でみられた高FEパターンの位置的なずれが修正されることを期待した。測点No.4~5, 測点No.8~10の地表部には低比抵抗帯(2%, 30 ohm-m, コード4, 2%, 50 ohm-m, コード5)を設定した。

凝灰岩分布域に関しては測定結果のFEパターンを考察し、測点No.7付近を境として南西部では3%(コード7)を、北東部では2%(コード6)とした。シミュレーションの結果をFig. 3-12に示す。

C-0-4では、測点No.7~8に鉍化変質帯モデルを追加したことにより測点No.7~9間では高FEの分布域が広がったが、深部に向けて連続するパターンが強調され測定結果との類似性に欠ける。また、測点No.7~8に関係して把握された測点No.4方向深部へ向けての顕著な高FEパターンに関してもC-0-4では位置的なずれが認められ、FEも低い。さらに測点No.6~7の深部は依然として低FE域である。ARに関しては、測定結果で把握された測点No.4~5の深部の低ARパターンおよび測点No.4~5に関係して把握された測点No.8方向深部へ向けての顕著な低ARパターンが認められない。

(3) モデルC-0-5

モデルC-0-5ではC-0-4で得られたFE, ARパターンを考察し、次の点に関してモデルの修正を行った。

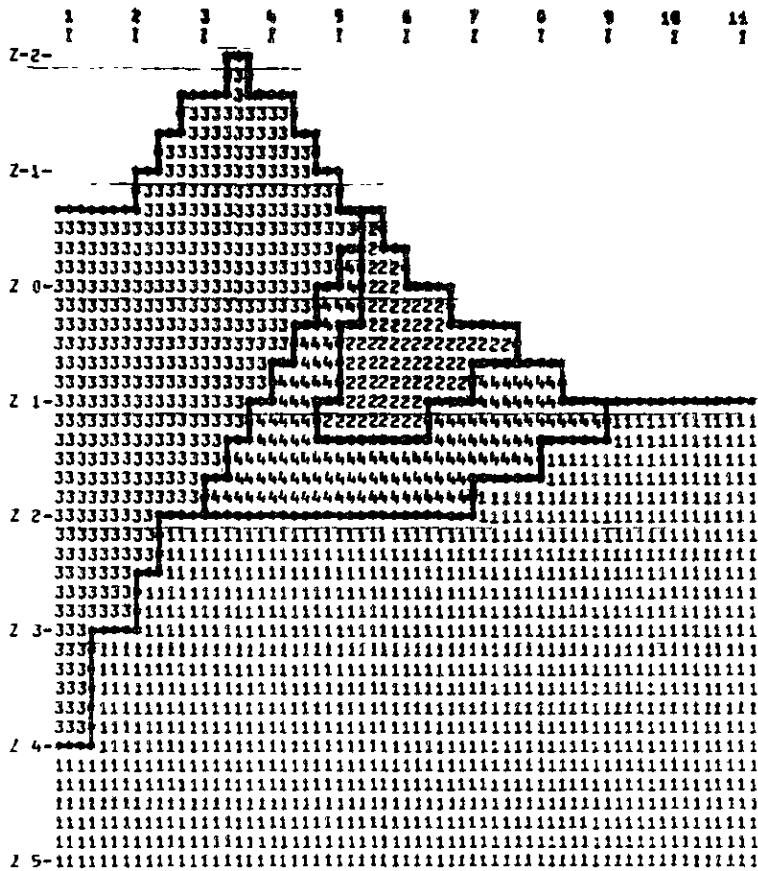
石英安山岩質斑岩に対応するモデルについては、FEを高くし(25%, コード7), 測点No.1~2間, No.4~5間の地表部には低比抵抗ゾーン(50 ohm-m, コード8)を設けた。

鉍化変質帯モデルに関しては、測点No.5~6間地表部付近での分布域を狭くした(コード

INDUCED POLARIZATION

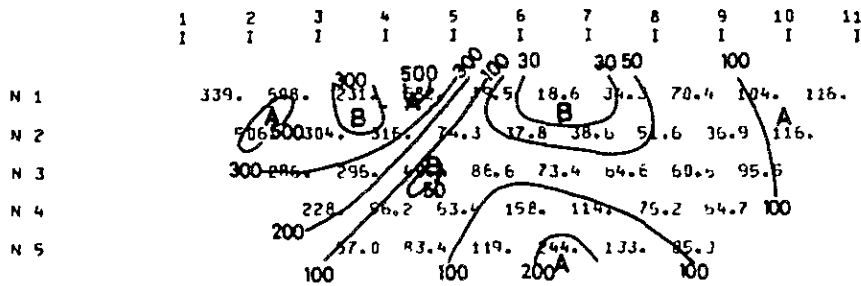
MODEL NO. C-0-2

PI RESISTIVITY CROSS SECTION



RESISTIVITY CODE 1 2 3 4
 RES. IN OHM-M. 100. 70. 300. 50.
 FREQ. EFF. IN P/C 1. 5. 3. 2.

DIPOLE-DIPOLE APPARENT RESISTIVITY PROFILE



DIPOLE-DIPOLE APPARENT PERCENT FREQ. EFFECT

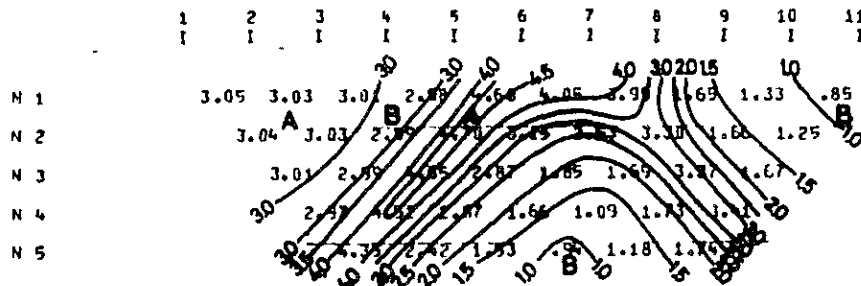
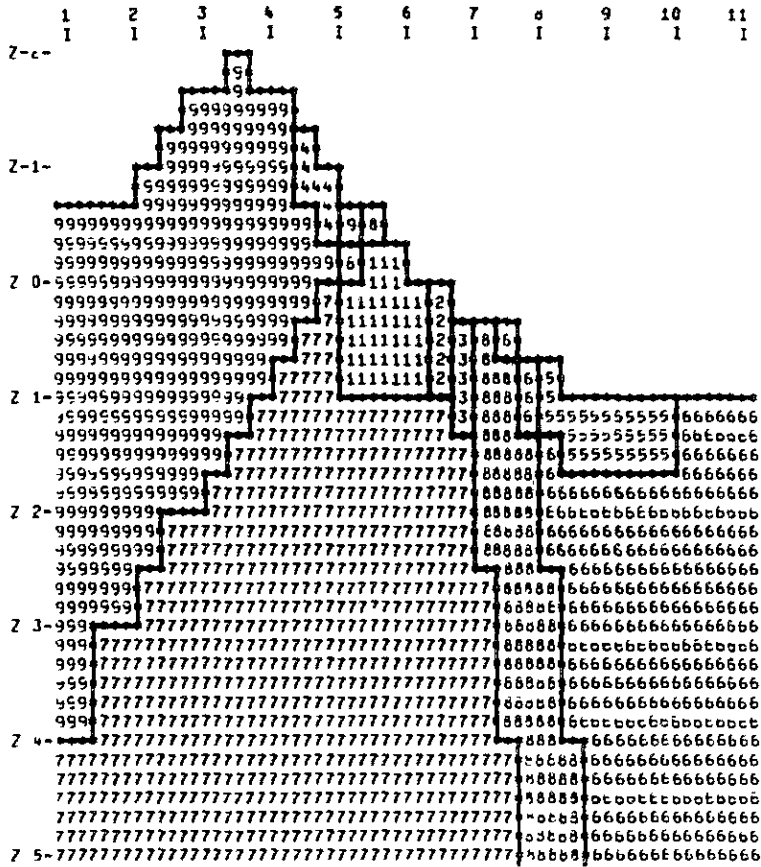


FIG.3-11 RESULTADO DE SIMULACION DE PI(MODELO C-0-2)

INDUCED POLARIZATION

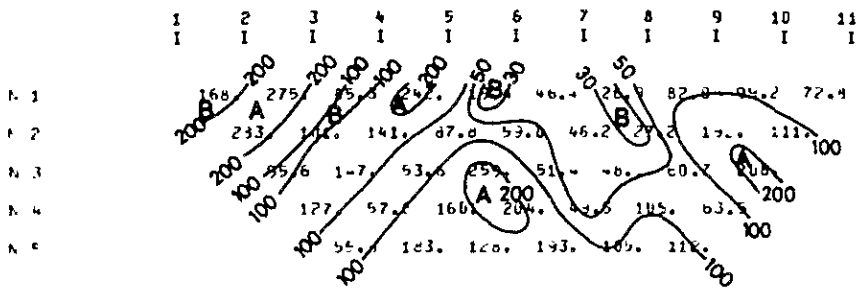
MODEL NO. C-0-4

FE RESISTIVITY CROSS SECTION



RESISTIVITY CODE	1	2	3	4	5	6	7	8	9
R.C. IN OHM-M.	20.	20.	20.	30.	50.	100.	100.	100.	100.
FREQ. EFF. IN P/C	5.0	3.0	5.0	2.0	2.0	2.0	3.0	5.0	2.0

DIPOL-DIPOL: APPARENT RESISTIVITY PROFILE



DIPOL-DIPOL APPARENT RESISTIVITY EFFECT

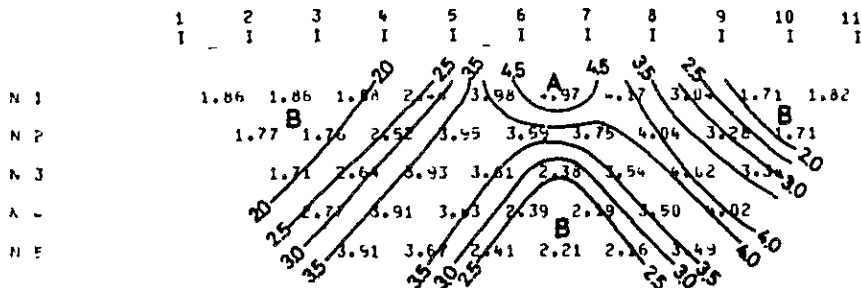
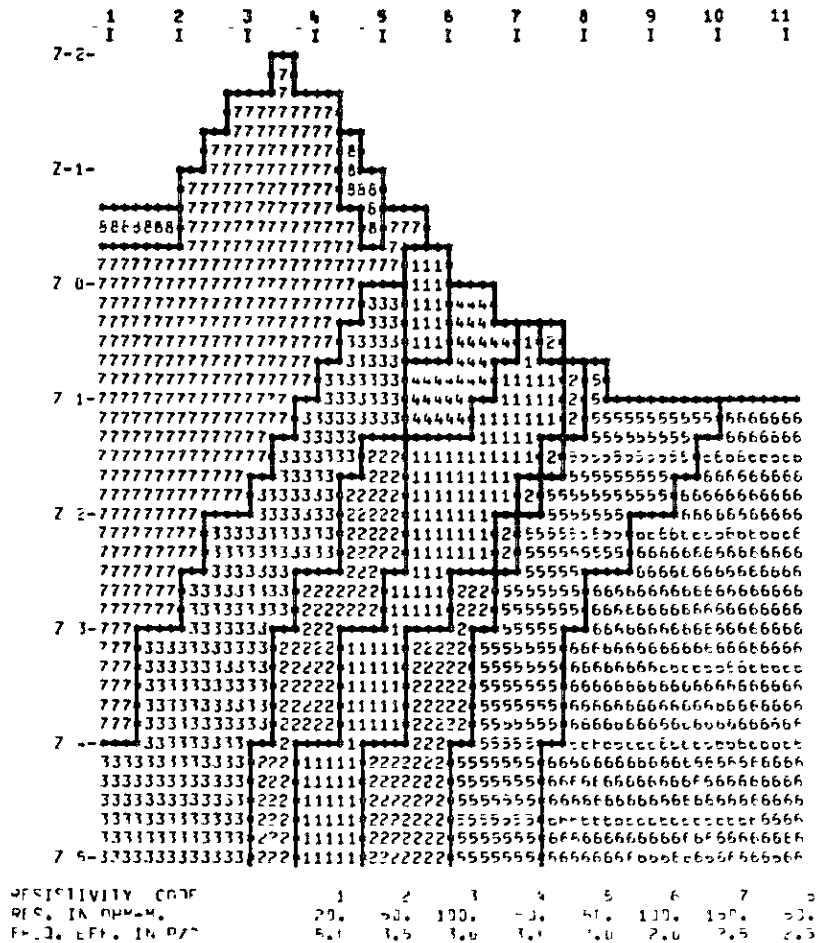


FIG.3-12 RESULTADO DE SIMULACION DE PI(MODELO C-0-4)

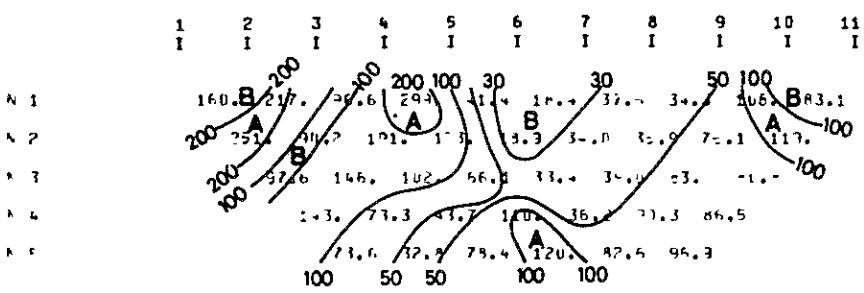
INDUCED POLARIZATION

MODEL NO. C-0-5

PB RESISTIVITY CROSS SECTION



INDUCED POLARIZATION APPARENT RESISTIVITY PROFILE



INDUCED POLARIZATION APPARENT RESISTIVITY PROFILE

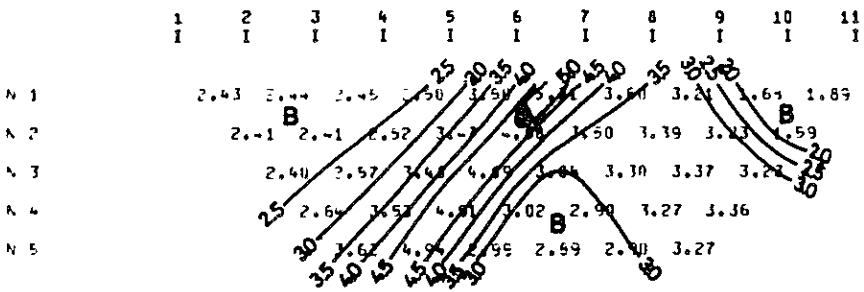


FIG.3-13 RESULTADO DE SIMULACION DE PI(MODELO C-0-5)

1)。また、この北東部には、測点No. 7～8間地表部を頂部として南西側へ傾斜する高FE、低比抵抗ゾーン(5%, 20ohm-m, コード1)を新たに設けた。これらの鉍化変質帯モデルに隣接して低比抵抗ゾーン(50ohm-m, コード2, 4, 5)を設けた。また、FEに関しても上記鉍化変質帯に接するゾーンを中間的なFE域(35%, コード2, および3%, コード4)とした。シミュレーションの結果をFig. 3-13に示す。

C-0-5による異常パターンはFE, ARともに測定結果に類似している。なお、測定結果との相違点としては、測点No. 6～9の地表部より測点No. 4方向深部に延びるFEの値がやや低く、広がりも小さいこと、測点No. 5～6間深部でのARが高いこと等が指摘される。このことから、測点No. 7～8地表部より深部へ続く鉍化変質帯に関しては、本モデルで与えた分布域よりさらに広く分布するものと判断される。

3-5 考察

IP調査結果の定性・定量解析から判明した事項をもとに、推定される地下構造、鉍化変質域の地下深部への連続性についての総合考察を行った結果は次の通りである。

- (1) 本調査地区の鉍化変質域は高FE(3.5%以上)、低AR(50ohm-m以下)のIP特性を有するものと判断される。
- (2) 上記のIP特性を有する地域は測線C～Iの測点No. 4～8間および測線M～Qの測点No. 4～9間の範囲に含まれる。
- (3) 本調査地区の主要鉍化変質帯は、断面定量解析により把握されたFE5%、比抵抗15～20ohm-mの岩石物性を有する領域に対応するものと判断される。このような観点から推定される主要鉍化変質帯の分布形態は次の通りである。

① Carmen Norte およびCarmen Sur 鉍化変質帯は、測線Oの測点No. 5～6付近より測線Mの測点No. 4～5付近に向けて鉍化変質は徐々に弱くなりながら測線Kの測点No. 4～5付近に至るものと考えられる。この鉍化変質域の深部への延びは期待出来ないと判断される。

② 上記鉍化変質帯とはほぼ平行し、この北東部には深部にまで優勢に分布すると判断される鉍化変質域が推定される。測線Oの測点No. 7～8より測線Mの測点No. 7～8にわたって把握され、深部へ向けるとはSW方向に延びる分布形態を有し、深部では測線M, Oの測点No. 5付近にまで至るものと推定される。

③ Maria Eugenia 鉍化変質帯は測線Eの測点No. 7～8より測線Hの測点No. 7～8にかけて、NE-SWの方向性を有する高FE、低AR域として把握された。Maria Eugenia No. 2は地表部より深部へ向けるとはNE方向に優勢に分布するものと判断される。Maria Eugenia No. 1は上記鉍化変質帯と比較すると深部への延びはやや劣るものと考えられる。

④ Maria Eugenia No. 2の南西部には測線Gの測点No. 5～6より測線Fの測点No. 4～5にかけてN-S方向に延びる鉍化変質域が把握された。この鉍化変質域は測線Gの測点

No 5～6間地表部により深部へ向けてNE方向への延びが推定され、深部では測線Gの測点No.7付近に至るものと考えられる。また本鉍化変質域周辺部には35%、60ohm-m程度のFE、比抵抗を有する弱い鉍化変質域が分布すると考えられる。

⑤ Maria Eugenia No1の南西部の測線Eの測点No.6付近よりSE方向へ延び測線Dの測点No.6に至る鉍化変質域の分布が推定される。これは上記④で把握された鉍化変質域に比較して鉍化変質の程度はやや劣ると判断される。

⑥ Triunfo鉍化変質帯は測線Cの測点No.9付近より、W方向には測線Dの測点No.8付近へ向けて、またE方向には測線Bの測点No.10付近へ向けてほぼE-W系で分布すると判断される。断面定量解析結果から、この鉍化変質帯は、地表付近より深部へ向けてNE方向に傾斜して分布すると考えられる。しかし、本鉍化変質帯に接する周辺部には15～25%100ohm-mの低FE、高比抵抗域が優勢に分布している。以上の事実から判断すると、Triunfo鉍化変質帯はMaria Eugenia鉍化変質帯に比較して規模は劣ると考えられる。

⑦ Triunfo鉍化変質帯の南西部、測線B、Cの測点No.6～7間で鉍化変質帯と推定される5%、15ohm-mの高FE、低比抵抗域が把握された。これは、前述③、④の鉍化変質域の南東延長部に位置している。なお、本鉍化変質帯域に接する母岩域では上記⑥のTriunfo鉍化変質帯と同じく、低FE(1.5～2.5%)、高比抵抗(100ohm-m)域が分布している。このことから、Maria Eugenia鉍化変質帯およびその南西部で把握された鉍化変質帯は、SE方向に向けて鉍化変質の度合いを弱めながら測線C～B付近にまで至るものと推察される。

以上の定性・定量解析より考察された結果を断面図(PL.28)および平面図(PL.29)に示した。

第4章 結論

4-1 第2年次調査結果

- (1) 第2年次の地質調査は、第1年次地質調査(範囲9 km²)の中で特に鉍化帯の発達したCarmen鉍化帯, Maria Eugenia鉍化帯, Triunfo鉍化帯を中心に地質精査(範囲5 km²)を実施した。また物理探査は、鉍化変質帯の賦存状況を推定することを目的にIP法電気探査(測線延長19 km)を実施した。
- (2) 調査地区の地質は、古生代の花崗岩を基盤とし、これに不整合に累層する第三紀のFarrillón Negro層の安山岩質火山砕屑岩類の第3部層(Tv3)~第6部層(Tv6)が広く分布する。一般的には走向NW-SE系をとり、傾斜は5°~15°SW落して緩傾斜である。貫入岩類は流紋岩, 石英安山岩, 安山岩が広範囲に分布する。
- (3) 地質構造は、調査地区のほぼ中央部(Maria Eugenia鉍化帯付近)の第5部層(Tv5)に背斜構造があるのが特徴的である。背斜軸は方向NW-SE系をとり緩傾斜のSE落しである。また向斜構造は背斜構造にはほぼ平行して2地区で見られるが小規模である。主な地層構造(断層・破砕帯)は、NW-SE系の走向を示し、向・背斜軸の走向方向および石英安山岩質斑岩の貫入方向と一致している。
- (4) 変質帯および鉍化帯は、第三紀の貫入岩類の活動に引き続いて行われた熱水性の鉍化作用の所産であり、主に地質構造(NW-SE系)沿いに賦存する。変質帯は、主に変朽安山岩化帯, 珪化帯, 粘土化帯である。鉍化帯は、主に粘土化, 珪化帯の内側に賦存する。
- (5) 主な鉍化帯は、Carmen鉍化帯(主に金, タングステン)の外に、四面銅鉍, 黄銅鉍, 黄鉄鉍で代表されるMaria Eugenia鉍化帯(Grande鉍化帯を含む), およびTriunfo鉍化帯である。鉍床は第5部層(Tv5), 第6部層(Tv6)に胚胎した熱水性鉍脈型鉍床である。
- (6) Carmen鉍化帯は既存探鉍Carmen Sur, Carmen Norteの2坑道等の調査結果から下部について鉍況好転の期待が薄い。Maria Eugenia鉍化帯, Triunfo鉍化帯の既存探鉍は、露頭下の浅処のみであり、今後の探鉍が期待される。
- (7) 物理探査の結果からは、Carmen, Maria Eugenia, Triunfo等の鉍化変質帯の水平的分布および下部での賦存状況が把握された。
- (8) このうち、下部への伸びが強く期待される鉍化変質帯としてはMaria Eugenia No.2(Grande鉍化帯を含む)および、Carmen鉍化帯にはほぼ平行してその北東部で把握・推定された鉍化変質域が指摘される。
- (9) 前者は、測線E, F, G, Hの測点No.7~8間で把握され、NE-SW方向に分布し、下部へはNE方向に延びるものと判断される。
- (10) 後者は、測線M, Oの測点No.7~8間で把握され、NE-SW方向に分布する。下部へ向けてはSW方向に優勢な分布を示し、Carmen鉍化帯の下部へと延びる。この鉍化変質帯

は、地質、鉍床上から Maria Eugenia No.2 鉍化変質帯に比較すると有望度が劣るものと推察する。即ち地質的には、第4部層(Tv4)から下位の層序に賦存し、鉍化作用としては、黄鉄鉍鉍化作用が主である。

4-2 今後の調査および探鉍

第1年次、第2年次の地質、鉍床調査および第2年次の物理探査の結果から、鉍化帯の全貌や鉍化帯の下部が推定出来た。鉍化帯が有望かどうかは今後、効果的試錐探鉍を下記のよう
に実施すれば推定可能である。

(1) Maria Eugenia 鉍化帯の下部試錐探鉍

Maria Eugenia No.2 坑道の150 m 程度下部での着脈を期待して試錐探鉍を実施する。
なおMaria Eugenia 周辺の他のIP有望域については、着脈結果から総合考察を行う。

(2) Triunfo 鉍化帯の下部試錐探鉍

本鉍化帯は、Maria Eugenia 鉍化帯に比較して鉍化帯の幅が狭く、小規模である。
しかし鉍化帯としては地質調査および物理探査からみて下部への連続性が期待される。

第 2 部 Fillo Colorado 地区

第 1 章 地質および地質構造

1-1 地 質

Fillo Colorado 地区の地質調査は、相手側提供の航空写真を基に調査地区 周辺の $4 \text{ km} (\text{NW} \sim \text{SE}) \times 5 \text{ km} (\text{NE} \sim \text{SW}) = 20 \text{ km}^2$ の範囲について縮尺 $1 : 5,000$ の地形図を作成し、変質帯を中心にこの内 $4 \text{ km} (\text{NW} \sim \text{SE}) \times 4 \text{ km} (\text{NE} \sim \text{SW}) = 16 \text{ km}^2$ の範囲について実施した。地質図のまとめは広域の 16 km^2 の範囲について縮尺 $1 : 5,000$ (PL. 1, 2), この内鉍化帯中心部の 0.35 km の範囲については特に縮尺 $1 : 1,000$ (PL. 6) で行った。なお試料位置図は、PL. 3-1, 3-2 に示した。

調査地区の地質は、北部に先カンブリア紀と推定されている変成岩（主に緑色片岩、黒雲母・白雲母片岩）が分布し、中央部から南部にかけてオルドビス紀～テボン紀と推定される古生代の花崗岩（主に黒雲母花崗岩、両雲母花崗岩）が底盤状に広範囲に分布している。火成岩は、第三紀と推定される玄武岩～安山岩および石英安山岩～流紋岩等が全地区に小規模に貫入するほか鉍化帯付近では、角礫岩が小分布している。Fig.1 は、調査地区の模式柱状図である。

1-1-1 変成岩類

分布地域：

変成岩は、主に緑色片岩（角閃片岩、緑泥片岩等）および両雲母片岩（黒雲母・白雲母片岩）からなり、一般走向 $\text{NW} - \text{SE}$ ないし $\text{E} - \text{W}$ で、傾斜 $50^\circ \sim 70^\circ \text{N}$ で北部地区に広く分布している。

岩 質：

Qda del Overo 上流にみられる本岩は、花崗岩との接触部がほぼ片理構造と平行して走向 $\text{N}20^\circ\text{W}$ 、傾斜 70°E に分布している。接触部付近では主に緑泥片岩（一部角閃片岩）であり、北に向かうに従って緑色片岩と黒雲母片岩の互層になり、最上流側ではほとんど黒雲母片岩（一部両雲母片岩）である。また接触部付近の緑泥片岩内には、幅 $0.50 \text{ m} \sim 200 \text{ m}$ の半花崗岩脈やミグマタイト岩脈のほか石英脈が片理にはほぼ平行に貫入している。

物理探査の測線 A の測点 O より西側にみられる本岩は、花崗岩との接触部がほぼ片理構造と平行して走向 $\text{E} - \text{W}$ 、傾斜 50°N かまたは片理面が走向 $\text{N}60^\circ\text{W}$ 、傾斜 25°N で斜交して分布している。接触部付近では $50 \text{ m} \sim 120 \text{ m}$ 間が黒雲母片岩であり、これより北側では緑色片岩である。

顕鏡下の特徴：

両雲母片岩は、構成鉍物が細粒の石英、黒雲母、白雲母と微量の斜長石、磁鉄鉍からなり、

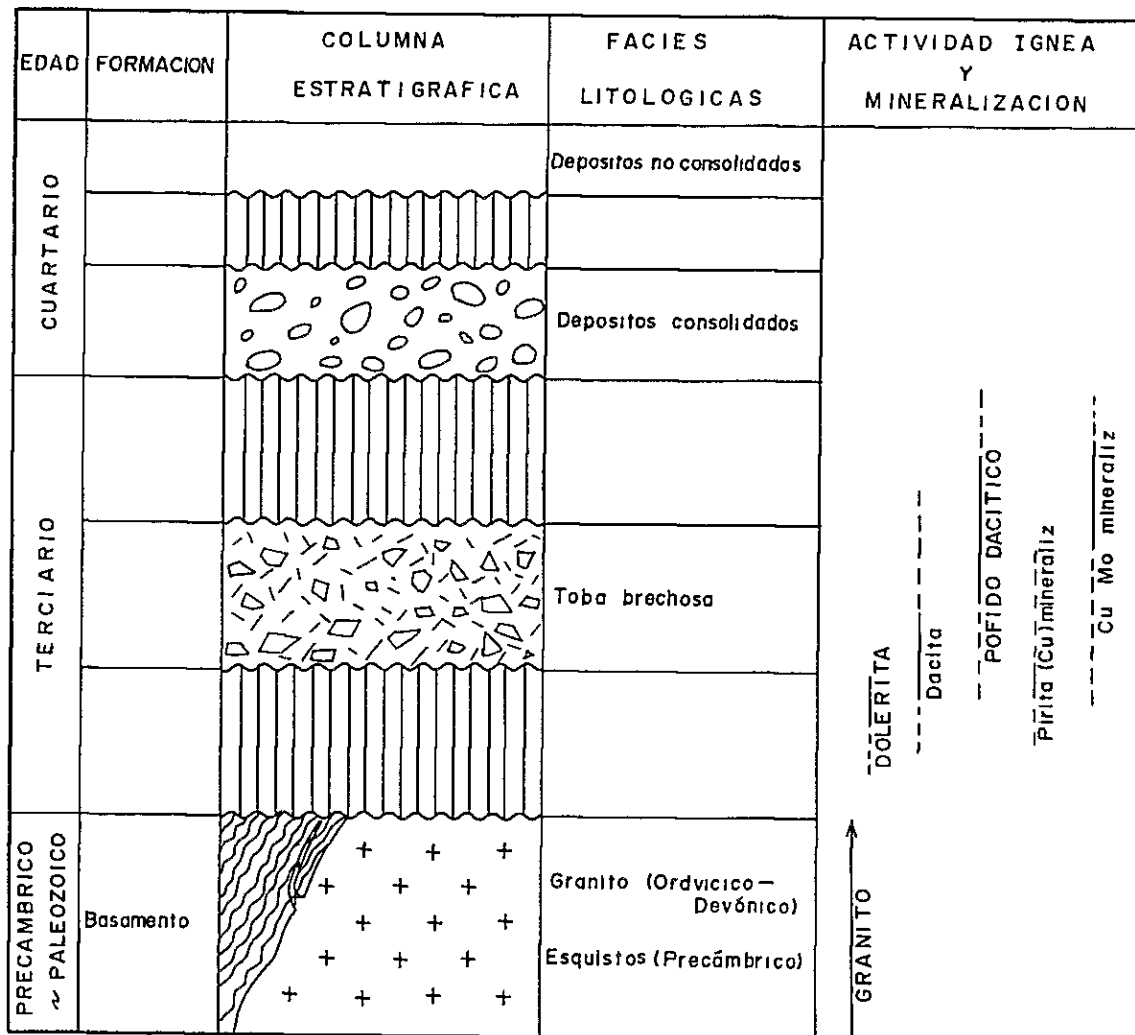


FIG. 1 COLUMNA GEOLOGICA GENERALIZADA DEL SECTOR "FILO COLORADO"

全般的に片状構造が明瞭に認められる。(Apéndice 2-1, 2-2, 試料FK152)

形 態 :

本岩と花崗岩との接触部では、変成岩が野外観察で見掛け上、花崗岩の上位にくる。また接触部付近での変成岩は、急傾斜したり、微褶曲構造を示したりするが一般的に変質作用をほとんどうけていない。

変成岩と花崗岩との関係は、下記の3つの理由による調査地区内での野外観察および検討資料から変成岩を花崗岩より下位と考えた。

(1) 野外観察

Filo del Overo の西部での変成岩と花崗岩の接触部付近の野外観察では、変成岩の片理面沿いに数脈の花崗岩の岩脈が分布している。両岩の接触部付近の褶曲構造や見掛け上の上、下関係は、花崗岩が下位の変成岩に底盤状に貫入したこととその後の構造運動による結果と考えている。

(2) 絶対年代測定

絶対年代測定結果は、Tabla 1 に示した通りである。測定試料の内訳は、変成岩が1ヶ、新鮮な花崗岩1ヶ、黒雲母花崗岩1ヶ、変質花崗岩1ヶの計4ヶである。

採取した資料で黒雲母のK40/Ar40からは変成岩が $382 \pm 15 \times 10^6$ 年であり、黒雲母花崗岩が $380 \pm 15 \times 10^6$ 年であった。絶対年代測定結果では、変成岩と花崗岩との関係がどちらもシルリ紀とテボン紀の界の値であった。この結果からは、両者の新旧の差を推定するのが困難であった。なお、新鮮な花崗岩と変質花崗岩については、明確な結果が得られなかった。

TABLE 1 LISTA DATACIONES RADIOMETRICAS METODO "K-Ar"

NUMERO de Muestras	Ubicación	Roca	Mineral	K%	N K40 Mol/g	N' Ar40 Mol/g rad	Ar ⁴⁰ atm. %	Edad M.A
Datación 1	Filo de Overo	Esquistos	biotita	6.74	20.119×10^{-8}	49.682×10^{-10}	65.6	382 ± 15
" 3	Oeste de Campamento	Granito	biotita	7.14	21.313×10^{-8}	52.465×10^{-10}	8.8	380 ± 15

Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas
Instituto de Geocronología y Geología Isotópica

(3) 既存資料の取扱い

資料 (Dr. ANGEL V. BORRELLO, 1978) では、変成岩、花崗岩ともに原生代としている。

1-1-2 花崗岩類

分布地域：

花崗岩類は、主に黒雲母花崗岩、両雲母花崗岩、含電気石花崗岩、半花崗岩、ペグマタイト、および花崗閃緑岩等からなり、全域にわたり広く分布している。

岩 質：

Qda del Colorado上流域沿いの本岩は、一般的に灰白色～灰茶色を呈した粗粒の黒雲母花崗岩が主である。黒雲母花崗岩はこの流域一帯が、鉍化地帯に属するため、変質をうけ、長石が絹雲母化されたり、表面や割目沿いに褐鉄鉍化がみられたりすることが多い。岩質は全般的に珪化をうけて堅硬であるが、断層付近などでは局部的に粘土化をうけている。粗粒の花崗岩は構成鉍物が主に石英と長石からなり、このうち長石は斑晶が大きく10mm～50mmを示す。

Qda del Overo上流域およびFilo del Overo西側の本岩は、一般的に灰白色で粗粒の両雲母花崗岩、細粒の黒雲母花崗岩や灰緑色の花崗閃緑岩が分布している。これらの岩石は、一般的に新鮮で、野外ではほとんど変質が認められない。

Qda del Overo下流域(Filo de la Cortadera), Cerro Aspero, およびQda Agua Amerillo流域の本岩は一般的に灰白色を呈した両雲母花崗岩(含電気石)で新鮮であり変質が認められない。

顕鏡下の特徴：

Qda del Colorado上流域の変質をうけた粗粒の黒雲母花崗岩は、構成鉍物が石英カリ長石、黒雲母を主とし、少量ないし微量の白雲母、燐灰石、ジルコン、スフェーンや塊状およびCube状の黄鉄鉍や不透明鉍物を伴っている。カリ長石は、変質をうけた強弱により多少の差はあるが全般的に絹雲母化されている。絹雲母化は、モザイク状の石英の粒間を充填していることが多い。また黒雲母は一部緑泥石化している。石英は多少波状消光を呈しその大きさは、0.1～3.5mm、黒雲母は1.3mm以下であり、黄鉄鉍は0.4mm以下である。

Jarositeが粒状ないし不規則塊状を呈して散在していることも多い。また試料FN118では、6～7mmの石膏がみられ、この石膏内には石英の小結晶が散在している。

(Apéndice 2-1, 2-2, 試料FD4, FD20, FD22, FK159, FN8, FN118, FN123)

Qda del Overo上流域およびFilo del Overo西側の新鮮な粗粒の両雲母花崗岩は、構成鉍物が石英、カリ長石、斜長石、黒雲母、白雲母を主とし、このほかに微量のジルコン、鉄鉍物を伴っている。石英は、最大2.5mmであり、カリ長石はしばしばパーサイト構造を示し、ときに微斜長石構造を示すこともある。斜長石は一部が絹雲母化し、黒雲母は一部が緑泥石化している。

(Apéndice 2-1, 2-2, 試料FK139, FK144)

Filo del Overo 西側の細粒の黒雲母花崗岩は、構成鉱物が石英、カリ長石、斜長石、黒雲母、白雲母を主とし、このほかに微量のジルコン、鉄鉱物を伴っている。石英、長石、白雲母は、ほぼ同じ大きさを0.8 mm以下であり、黒雲母は最大3.5 mmの大きさを有する。カリ長石は、微斜長石構造を示すものがかなり認められる。

(Apéndice 2-1, 試料FK161)

Filo del Overo 西側の花崗閃緑岩質岩石は、細粒部分がやや斑状組織を示し、構成鉱物は石英、斜長石、黒雲母、白雲母、カリ長石を主としこのほかに緑簾石、ジルコン、鉄鉱物を少量伴っている。石英は細粒のものが0.1~0.2 mmで、なかに最大径4.5 mmのものもある。斜長石は全般的に絹雲母化し、黒雲母は一部緑泥石化している。

(Apéndice 2-1, 試料FN113)

Cerro Aspero 西南部の新鮮な含電気石両雲母花崗岩は、構成鉱物が石英、カリ長石、斜長石、黒雲母、白雲母を主とし、このほかに燐灰石、鉄鉱物、ジルコン、電気石、チタン石を少量伴っている。石英は波状消光を示し最大径1.7 mmである。カリ長石はパーサイト構造を示している。斜長石はわずかに絹雲母化し長さが1.7 mm以下のものが多い。黒雲母は一部緑泥石化している。電気石は長さが0.7 mmで、緑青色を呈している。

(Apéndice 2-1, 2-2, 試料FP94)

形 態:

本岩は、Cerro Atajo 地区、Mina Capillitas 地区を含め当地域南西部に広範囲に分布し、形態は底盤と推定されている。Campamento 東部のヘリポートの周辺の珪化をうけた花崗岩は著しい自破砕構造を示し、人頭大から1 m前後に角礫化している。自破砕作用は、E-W系の主要断層とN-S系の派生断層との交差付近の粘土化をうけた箇所が顕著であり、特に風化作用をうけやすい。

また下位と推定される変成岩との関係は、前述の通りである。

1-1-3 貫入岩類

(1) 火山角礫岩

分布地域:

火山角礫岩は、安山岩質ないし石英安山岩質であり調査地区の中央(上部ヘリポート)や東部寄りの探鉱坑道の上流側に小分布している。

本岩の分布は下記の3箇所である。

① 上部ヘリポート東側約80 mの石英安山岩の周辺部。

(分布範囲: 50 m (E-W) × 30 m (N-S))

② 上部ヘリポート東側約200 m付近

(分布範囲: 80 m (E-W) × 230 m (N-S))

③ 上部ヘリポート東側約280 m付近

〔分布範囲：50 m (E-W) × 200 m (N-S)〕

岩 質：

野外観察では①が石英安山岩の周辺部で見られる石英安山岩質角礫岩である。角礫の大きさは、拳大で一般的に強い鉍化と粘土化をうけている。

②・③は、花崗岩の内に安山岩質の亜角礫～亜円礫が散在している角礫岩である。②の南側では亜円礫の大きさが1 m × 1 m程度であり、北側では礫の大きさが西から東にかけて（上流に向かうに従って）親指大～拳手大程度に変わってくる。一般的に礫と礫との間は粘土化をうけ、また珪化をうけた礫では褐鉄鉍化されたものが多い。なお南側では、局部的に氷河堆積物で覆われている。③の南側では亜円礫の大きさが拳大でレンズ状を呈し割目沿いには弱い粘土化が認められ、北側では亜円礫の大きさが西から東にかけて親指大～拳手大になっており、一般的に割目沿いには褐鉄鉍化が認められる。

形 態：

①の場合は、形態が一般的に強い粘土化と鉍化とをうけ明確でない。また角礫化されたものが角礫岩によるものかそばの石英安山岩が角礫化したものか不明確である。

②と③の場合は、形態として角礫が一般的に花崗岩内のXenolithのように見られ、花崗岩中に貫入した角礫岩岩脈であるのか火山角礫岩であるのか明瞭でない。角礫岩岩脈とすると貫いてきた花崗岩の礫がなく、接触部周辺での破砕作用や角礫化が認められない。また火山角礫岩とすると角礫の量が少く層厚も明確でない。しかし形態は、礫が不揃いであり、よく淘汰されている点、火山角礫岩と考える方が角礫岩岩脈とするよりも野外観察上から無理がない。

② 粗粒玄武岩，玄武岩質安山岩，玄武岩

分布地域：

本岩には、岩質が中性岩から苦鉄質岩を示すものがある。粗粒玄武岩は、主に Qda de Overo, Qda del colorado, (中央～北部地区) に分布し、玄武岩質安山岩～玄武岩は Filo de la Cortadera (西部地区), Cerro Aspero, Filo Colorado (南部地区) など全地区にわたって岩脈として分布している。

岩 質：

本岩は、比較的新鮮な岩石では濃緑色を呈し、変質および鉍化をうけた岩石では、暗茶褐色ないしは暗黒褐色、時に粘土化されて灰白色を呈している。岩質は非顕晶質～斑状質で、一般的に堅硬質である。またよく黄鉄鉍の鉍染や細脈を随伴してくる。鉍化作用や断層運動をうけた本岩は、局部的に粘土化や角礫化しており、一部露岩部が褐鉄鉍化している。

形 態：

本岩は、岩脈として花崗岩中に貫入したもので、岩脈の幅は0.3～500 mである。また岩脈方向は、さまざまで、E-W, N-S, NE-SW, NW-SE傾斜は垂直から緩傾斜

を示すものまで分布している。Qda de Overo 上流の鉍化帯の中心部では、主に岩脈方向が E-W~NE-SW を示し、岩脈自身強く黄鉄鉍化作用をうけている。

顕鏡下の特徴：

粗粒玄武岩質組織を示す岩石は、ほとんど無斑晶状であるが、斜長石がやや大きな結晶として少量存在する。構成鉍物は、斜長石と変質した苦鉄質鉍物、黒雲母、変質鉍物（緑簾石 etc.）、鉄鉍物などよりなる。斜長石は、長さ 0.7~1.5 mm のものが多く、部分的に緑簾石に変質している。苦鉄質鉍物は黄緑色のやや多色性のある雲母様鉍物（モンモリロン石?）と鉄鉍物の集合に変質している。

（Apéndice 2-1, 2-2, 試料 FP90, FD19）

玄武岩質安山岩は、斑晶が角閃石、斜長石と少量の石英、磁鉄鉍よりなる。石基は、斜長石と角閃石と少量の磁鉄鉍よりなる。変質は斜長石が大部分炭酸塩化し、角閃石は炭酸塩化と一部緑泥石化している。

（Apéndice 2-1, 2-2, 試料 FK145）

玄武岩は全般的に炭酸塩化している。斑晶は斜長石とオリビン、普通輝石よりなる。斜長石は 1.5 mm 以下、オリビンは約 0.5 mm、普通輝石は 0.3~0.7 mm の長さを有している。石基は大部分斜長石、黒雲母よりなり、このほかに磁鉄鉍、普通輝石を含む。変質は斜長石が炭酸塩化、オリビンが滑石化(?)、輝石が方解石や滑石に変わっている。

(3) 石英安山岩、流紋岩質石英安山岩

分布地域：

本岩は、岩質がすべて珪長質である。石英安山岩および流紋岩質石英安山岩は、Qda de l Colorado と Filo de la Cortadera などに岩脈として分布している。Mesada del Medio de Los Morros（北西部地区）の 1 地区に見られる石英安山岩は比較的大きな岩脈として分布している。

岩質：

石英安山岩ないし流紋岩質石英安山岩類は、一般に灰色ないし暗灰色を呈し、全般に絹雲母化および弱い緑泥石化を蒙っている。又全般に弱~中程度の黄鉄鉍の鉍染がみられ、一部には黄鉄鉍を伴った石英の微細脈が認められる。岩体表面は水酸化鉄によって汚染され褐色を呈する。

Mesada del Medio de Los Morros の石英安山岩は優白色で、肉眼的には斑状組織を示し、針状の角閃石が目立つ。石基部にはガラスは見当たらない。

顕鏡下の特徴：

石英安山岩は、斑晶が斜長石、黒雲母と少量の石英よりなる。斜長石は長さが最大 5 mm で周辺部が絹雲母化し、しばしば累帯構造を示す。黒雲母は長さが 1.5 mm 以下で一部緑泥石化している。石英は長さが 1.3 mm 以下で半熔融状のものが多く、石基はほぼ完晶質で、石

英と絹雲母が大部分で、このほかに少量の斜長石、鉄鉍物、Spheneを含む。

(Apéndice 2-1, 試料FK143)

(4) 斑岩質石英安山岩

分布地域：

本岩は、探鉱坑道から東南へ約200m離れて、花崗岩中に岩頸状(neck)に2つの小岩体が分布している。露岩部は、鉍化帯の中心地区でいずれの岩体とも長軸30m、短軸15m程度の楕円形である。

岩質：

本岩は、斑状組織を示し、全般的に強い鉍化作用をうけており、長石の多くが粘土化(主に絹雲母化)され、灰白色を呈する。また周辺部の岩石は、角礫化と強い粘土化をうけている。

形態：

本岩は、花崗岩中に岩頸状に貫入したものと推定する。また岩質としては、前述の石英安山岩と変らないが形態が異り、かつ現在鉍化帯の中心部でだけで認められることは興味深い。

顕鏡下の特徴：

斑晶は、主に斜長石、黒雲母、石英よりなる。斜長石は長さ22mm以下で、しばしば累帯構造を示す。黒雲母は長さ15mm以下である。石英は0.5mm以下と細粒であり、半溶融状を呈するものもある。石基はほとんど完晶質で、石英が大部分のほか、少量の黒雲母、斜長石、黄鉄鉍を含む。黒雲母は一部緑泥石化している。

(Apéndice 2-1, 2-2, 試料FD33)

1-1-4 第四紀層

(1) 固結堆積物

分布地域：

固結堆積物は、主にQda de Overo流域およびQda de Colorado流域の川床沿いに分布している。

形態：

本堆積物は、一般に層厚1~3m程度で砂礫質堆積物(原岩:花崗岩>変成岩>石英安山岩類)であり、砂質および礫質部の間隙は、褐鉄鉍によって固結されている場合が多い。

(2) 未固結堆積物

分布地域：

未固結堆積物は、主にFilo Colorado周辺の緩傾斜のU字谷に分布する。

形態：

本堆積物は、大きな角礫状(2~3m)のものから比較的淘汰された小円礫状(0.05m

程度)までである。野外観察上での最大層厚は、Campamento 上部(ヘリポート東側)の堆積物で約 30 m である。

1-2 地質構造

調査地区の地質構造は、下記の理由によって形成されたものと推定される。

- (1) 初期の地質構造形成は、先カンブリア紀の変成岩を押し上げた古生代の花崗岩の底盤進入と造山運動による時期。
- (2) 中期の地質構造形成は、第三紀火成岩類の貫入と neck 状斑岩質石英安山岩の活動に随伴した断層運動と鉍化作用の時期。
- (3) 後期の地質構造形成は、第四紀から現世にかけての氷河作用、風化作用および自破碎作用などによる小構造形成の時期。主要構造はこの内(1)、(2)の理由で形成されたと判断される。主要断層は一般走向が E-W 系と N-S 系であり、急傾斜(70°~90°)のものが多く、二次的断層は一般走向が NE~SW 系と NW~SE 系であり、緩傾斜(40°~60°)のものが多。主要断層の内では E-W 系が N-S 系よりも一般的に早期である。多くの断層は、(2)の理由により、火成岩類の活動した周辺部および鉍化地帯に集中している。鉍化帯周辺(Campamento 中心に約 700m×700m の範囲)に分布している花崗岩の節理は、鉍化帯を中心におおよそ盆状の形をとり、節理面は全般的に急傾斜である。鉍化帯外縁部に分布している花崗岩の節理は主に NW-SE 方向で急傾斜の節理面をもっている。この節理面は、大局的に変成岩と花崗岩との接触方向に平行し、局部的には火成岩の岩脈の貫入方向に一致している。(PL.5)

第2章 地化学探査

地化学探査(化探)試料は、PL.4のように、S.E.Mで実施した化探資料(試料数805ケ)と関連させて採取した。

今回の資料は、Grid Samplingによらず、比較的鉍化地帯で間隔を密にし、鉍化地帯の外側では粗くし、計405ケを採取し、Au, Cu, Moの3成分について分析(Apendice 4)を実施した。

化探分析の検出限界は、Au 1/10,000.000 (0.01 g/t), Cu 1/200,000 (5 ppm), Mo 1/200,000 (5 ppm)である。検出限界以下の個数は、Au 84ケ, Cu 0ケ, Mo 267ケであった。

なお検出限界以下のものについては、Au 0.01 g/t, CuおよびMo 1 ppmとして、コンピュータにインプットした。(Table 2-1)

試料の統計処理は、Claude Lepeltierの“A simplified Statistical Treatment of Geochemical Data by Graphical Representation” (1969)にもとづく手法によって解析した。

後背値(Background), 標準偏差(Deviation), しきい値(Threshold)

成分	試料数	後背値	標準偏差	しきい値	分 布 パ タ ー ン	
					偏差	パ タ ー ン
Au	405	0236	0615	0522	大	低位置過乗
Cu	405	31697	0334	170480	大	高位置過乗
Mo	405	3356	0822	147535	大	低位置過乗～検出限界以上についてはほぼ対数正規

しきい値 t は Au, Cu については、累積頻度曲線における 25%~50%間の頻度曲線の屈曲点の高い方の点を t とした。Mo については検出限界以下の個数が多いため、累積頻度曲線は 50%に達していないもので $t = M + 2\alpha$ とした (M : Mean)。上記 t 以上のものを異常値とした。Fig. 2-1 は試料度数分布および累積度数分布を図示したものである。

Au-Cu, Cu-Mo, Au-Moの相関係数は次の通りである。

相 関 係 数

	Au	
Cu	01893	Cu
Mo	02251	03414

この結果各成分間における相関関係はいずれも低いものである。

化探結果についての示微図(コンターマップ)は、Cu 示微図(Fig. 2-2), Mo 示微図

(Fig. 2-3), Au, Cu, Mo 示微図 (Fig. 2-4) を作成するとともに, S.E.M 資料の示微図と関連させて検討を行った。

Fig. 2-2 では, Cu の示微がほぼ鉍化変質帯と同地区の Campamento 付近, Qda del Colorado 流域, および Cerro Aspero の北部に分布する。これらの示微は S.E.M 資料の示微とも良く一致する。

Fig. 2-3 では, Mo の示微が Campamento 付近を中心とし NE-SW 方向に小さな示微が散在する。これらの示微の中心部では, S.E.M 資料の示微とも良く一致する。

Fig. 2-4 では Au, Cu, Mo のそれぞれの示微が最も鉍化変質の強い Campamento 付近を中心に三ヶ月状に比較的良くまとまっている。

Au, Cu の示微は主に NW-SE 方向および NE-SW 方向に伸び Mo の示微は主に NE-SW 方向に伸びている。

大局的には Au, Cu, Mo の示微とも類似のパターンを示し, 鉍化変質帯を良く表現しており, この意味では強い関連を有しているものと推定する。

AU	N	CLASS LIMIT	FREQUENCY	CUMULATED FREQUENCY	CUMULATED FREQUENCY IN PER CENT
1	2.2000-	1.5355	1	1	.25
2	1.5355-	1.0718	2	3	.74
3	1.0718-	.7481	2	5	1.23
4	.7481-	.5221	14	19	4.69
5	.5221-	.3644	85	104	25.68
6	.3644-	.2544	75	179	44.20
7	.2544-	.1775	94	273	67.41
8	.1775-	.1239	0	273	67.41
9	.1239-	.0865	48	321	79.26
10	.0865-	.0604	0	321	79.26
11	.0604-	.0421	0	321	79.26
12	.0421-	.0294	0	321	79.26
13	.0294-	.0205	0	321	79.26
14	.0205-	.0143	0	321	79.26
15	.0143-	.0100	84	405	100.00

LOG INTERVAL= .1561615E+00

MEAN= .1336907E+00 STANDARD DEVIATION= .6149395E+00 THRESHOLD= .2269761E+01

CU	N	CLASS LIMIT	FREQUENCY	CUMULATED FREQUENCY	CUMULATED FREQUENCY IN PER CENT
1	12000.0000-	7480.0155	1	1	.25
2	7480.0155-	4662.5526	0	1	.25
3	4662.5526-	2906.3305	0	1	.25
4	2906.3305-	1811.6164	1	2	.49
5	1811.6164-	1129.2432	0	2	.49
6	1129.2432-	703.8964	2	4	.99
7	703.8964-	438.7630	2	6	1.48
8	438.7630-	273.4962	4	10	2.47
9	273.4962-	170.4796	4	14	3.46
10	170.4796-	106.2659	18	32	7.90
11	106.2659-	66.2392	39	71	17.53
12	66.2392-	41.2892	51	122	30.12
13	41.2892-	25.7370	145	267	65.93
14	25.7370-	16.0427	136	403	99.51
15	16.0427-	10.0000	2	405	100.00

LOG INTERVAL= .2052787E+00

MEAN= .4020470E+02 STANDARD DEVIATION= .3336222E+00 THRESHOLD= .1868621E+03

MO	N	CLASS LIMIT	FREQUENCY	CUMULATED FREQUENCY	CUMULATED FREQUENCY IN PER CENT
1	2600.0000-	1539.2475	1	1	.25
2	1539.2475-	911.2626	4	5	1.23
3	911.2626-	539.4841	3	8	1.98
4	539.4841-	319.3845	4	12	2.96
5	319.3845-	189.0814	3	15	3.70
6	189.0814-	111.9397	12	27	6.67
7	111.9397-	66.2703	15	42	10.37
8	66.2703-	39.2332	20	62	15.31
9	39.2332-	23.2268	20	82	20.25
10	23.2268-	13.7507	16	98	24.20
11	13.7507-	8.1407	14	112	27.65
12	8.1407-	4.8194	26	138	34.07
13	4.8194-	2.8532	0	138	34.07
14	2.8532-	1.6891	0	138	34.07
15	1.6891-	1.0000	267	405	100.00

LOG INTERVAL= .2276649E+00

MEAN= .3356529E+01 STANDARD DEVIATION= .8215034E+00 THRESHOLD= .1475357E+03

TABLA 2 DISTRIBUCION DE FRECUENCIAS PARA LOS ANALISIS GEOQUIMICOS DE MUESTRAS DEL SECTOR (Au, Cu y Mo)

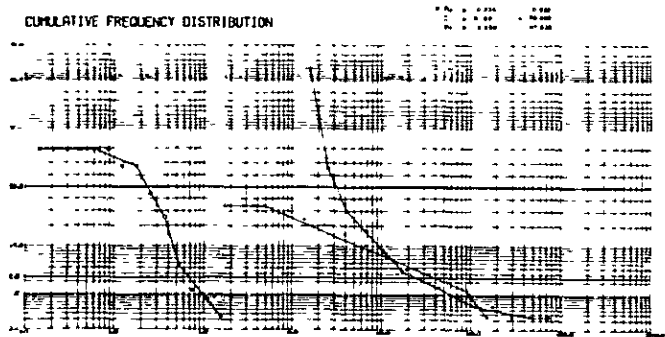
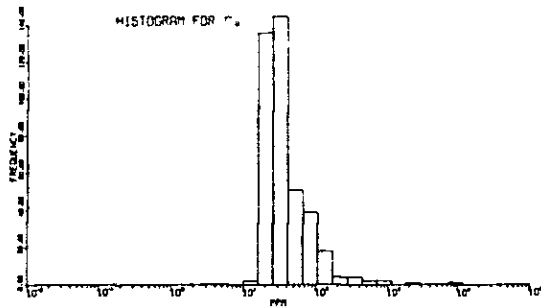
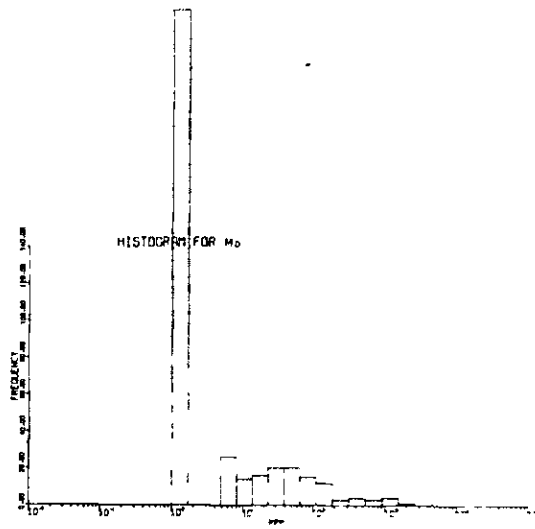
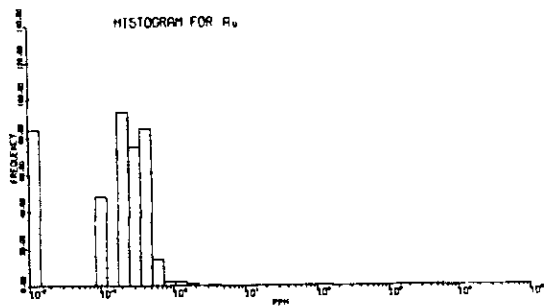
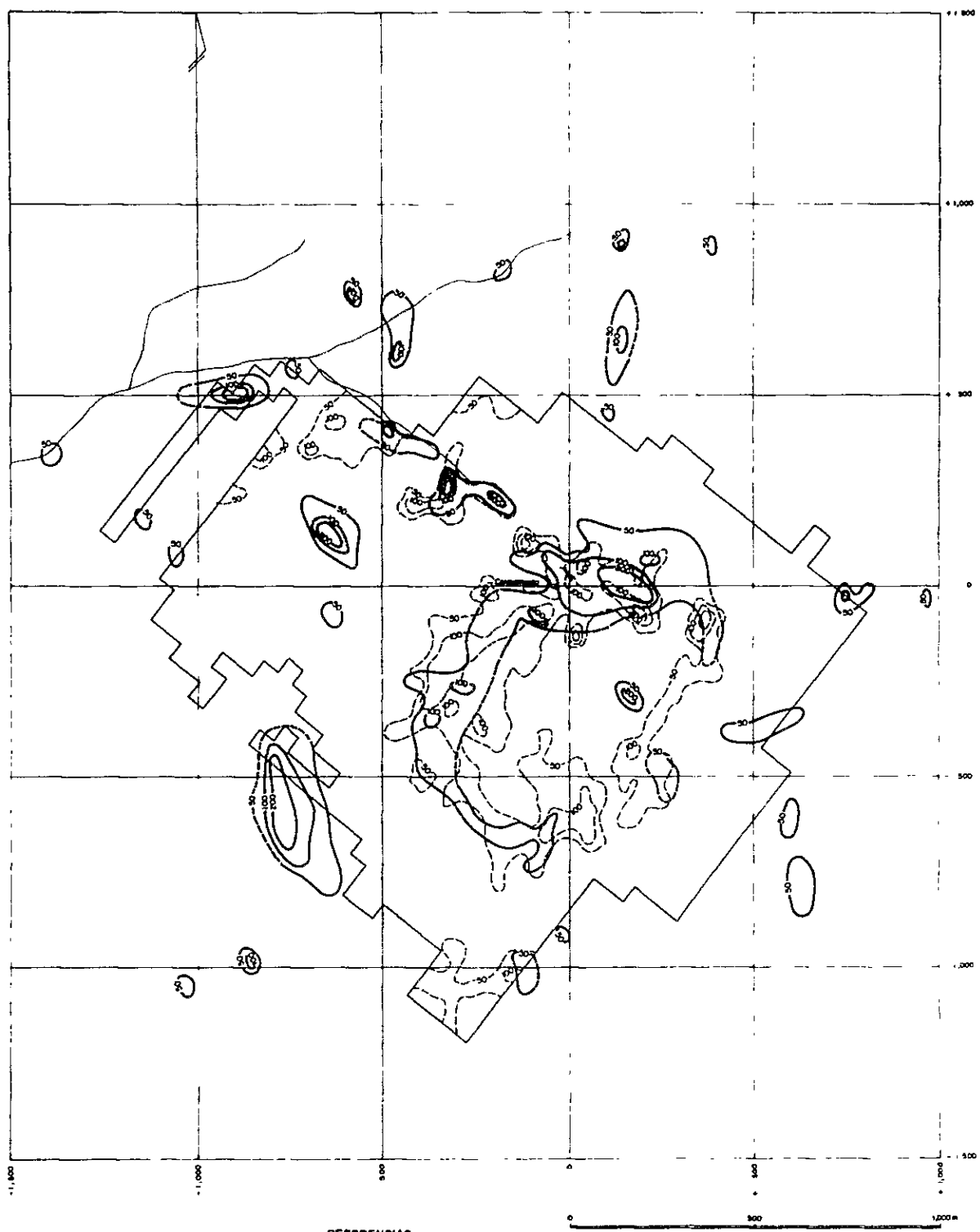


FIG. 2-1 HISTOGRAMA Y DISTRIBUCION DE FRECUENCIAS DE LOS RESULTADOS GEOQUIMICOS



REFERENCIAS





- 
 Curvas de isocentros de Cu (ppm) (Módulo [aproximado])
- 
 Límite del Muestreo sistemático (S.E.M.)
- 
 Curvas de isocentros de Cu (ppm) (S.E.M.)
- 
 Socaven

FIG. 2-2 ANOMALIAS GEOQUIMICAS (Cu)

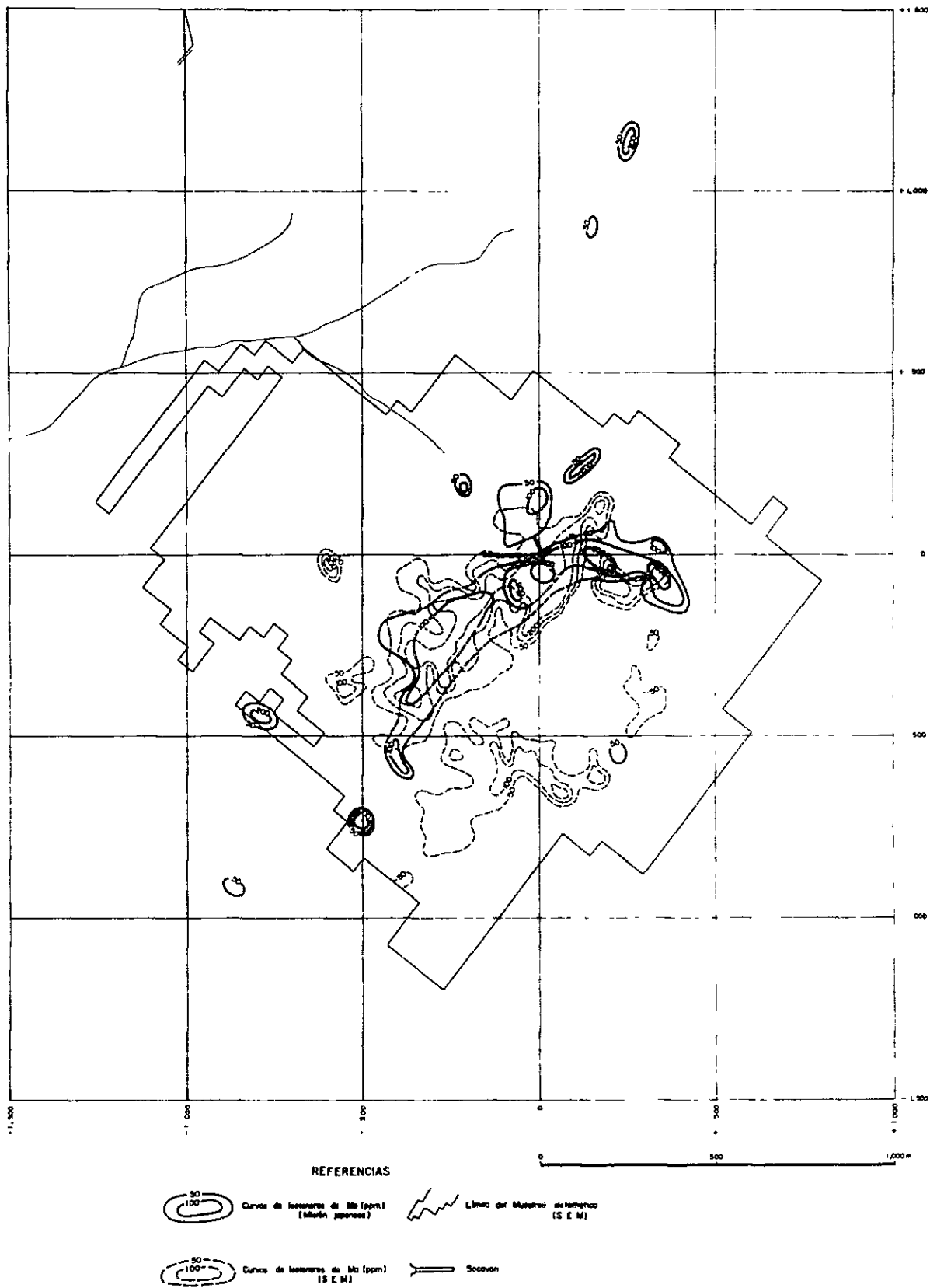
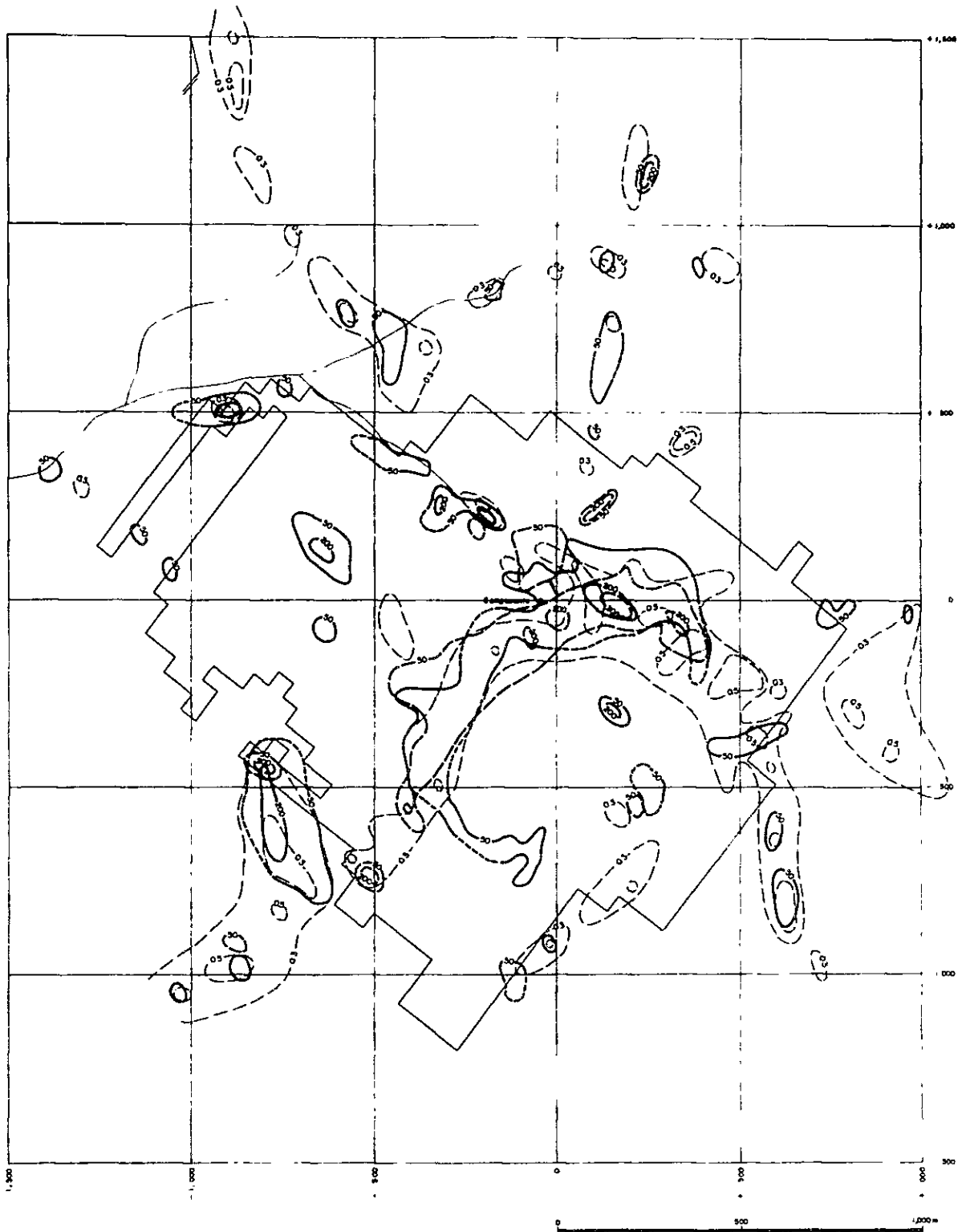


FIG. 2-3 ANOMALIAS GEOQUIMICAS (Mo)



REFERENCIAS






- 
Curvas de lecturas de Cu (ppm)
- 
Límite del Muestreo sistemático (S.E.M.)
- 
Curvas de lecturas de Mo (ppm)
- 
Sección
- 
Curvas de lecturas de Au (ppm)

FIG. 2-4 ANOMALIAS GEOQUIMICAS (Au, Cu, Mo)

第3章 変質帯および鉍化帯

全域の変質帯および鉍化帯については、PL.5で示し、また鉍化周辺地域の地質鉍床図（平・断面図）はPL.6で示した。

3-1 変質帯

調査地区の変質作用には、鉍化作用に関連して2度（早期，晩期）のStageが推定され変質の形態は典型的なポーフィリー、カンパー型である。

(1) 早期stage

早期stageの変質作用は、ほぼCampamentoを中心に東西1.2km、南北1.2kmの円形の範囲に認められる。

変質帯は、ポタッシュ変質帯（Potassic zone）、フィリック変質帯（Phylic zone）、比較的新鮮な花崗岩帯（一部表面が褐鉄鉍化されている）の三帯にはほぼ累帯配列している。

ポタッシュ変質帯は（Campamento周辺地区、東西750m、南北500m）の範囲にアミーバ状に分布している。二次的な黒雲母は、肉眼的に茶褐色であり、細粒である。顕鏡下ではaggregateした組織を示すものが多い。二次的なカリ長石は、肉眼的に判定が困難であるが、2つの型が存在すると考えられる。1つの型は白色自形で、斑状花崗岩の組織を示すものであり、他の1つは、褐鉄鉍で表面が茶褐色に土状化して見えるものである。

フィリック変質帯は、ポタッシュ変質の外側にはほぼ累帯分布するものと、ポタッシュ変質帯を切る東西性の破碎帯沿いに分布するものがある。後者の一部は強い絹雲母化された珪化帯を形成している。フィリック変質帯では、一般的に黒雲母が白雲母化している。なお、強い絹雲母-珪化変質では石英の網状細脈の基質に絹雲母が認められる。この帯の外側に該当する地区では、石膏が生成されている。（Appendice 2-1, 試料FN118）珪化作用の強い地区では、全般的に石英の細脈（脈幅1mm～30mm）が網状に数多く認められる。この帯は野外観察では漸移的に新鮮な花崗岩帯に移化する。

新鮮な花崗岩帯はフィリック変質帯の外側に分布し、断層や貫入岩脈沿いの鉍化作用等で、局部的に岩石の表面が褐鉄鉍化されている。

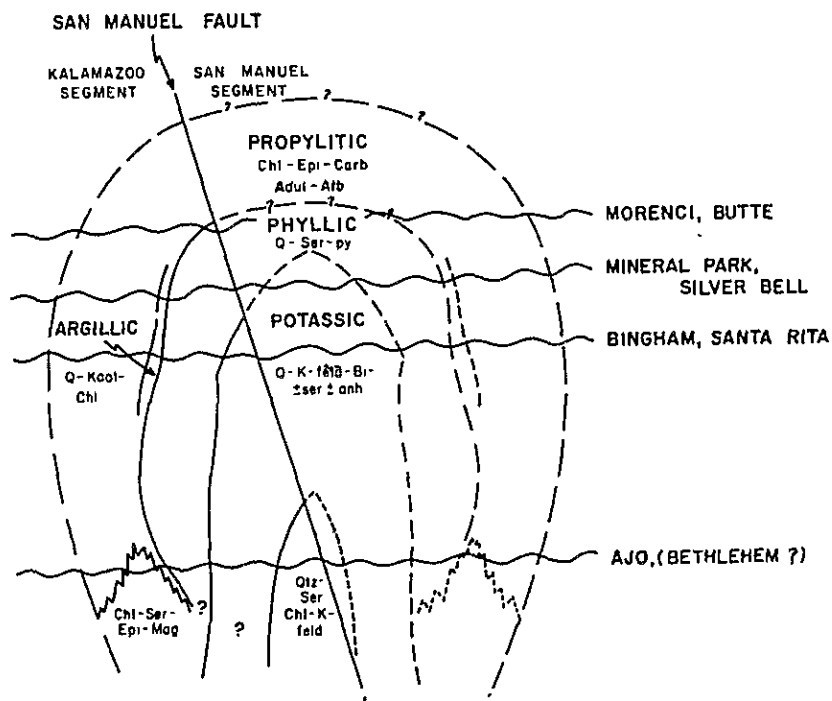
(2) 晩期stage

晩期stageの変質作用は、上部ヘリポート東側の火山岩類で観察されるように強い珪化および粘土化をうけている。この地区は、特に東西性と南北性との断層が数多く認められ、局部的に角礫化されている一方鉍化も顕著な地区である。

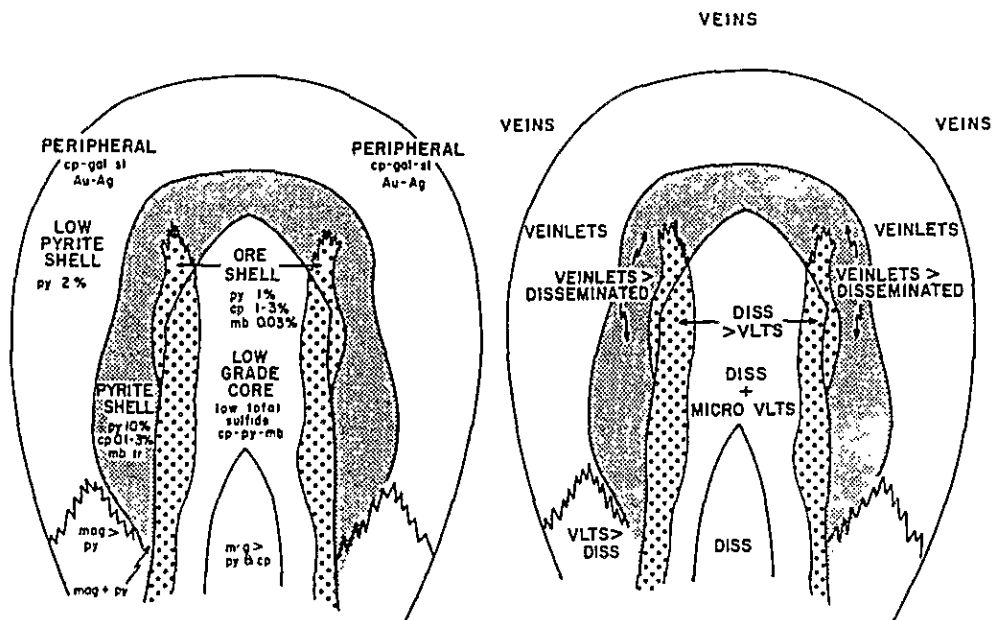
なお、先鉍化期の変質としては、フィリック変質帯の外側や花崗岩の貫入に伴って変成岩と花崗岩との接触部付近で局部的に緑泥石化作用（プロピリック変質）が認められる。

また粗粒玄武岩の貫入付近ではモンモリロナイトが認められる。

これらの変質帯は、野外観察や顕鏡観察およびX線回折結果等から検討するとほぼ累帯構



a. Estructura zonal alterada y nivel de afloramiento de pórfidos de cobre.



b. Estructura zonal mineralizada

c. Forma en que se producen los minerales de sulfuros

FIG. 3 ESTRUCTURA ZONAL, TANTO DE MINERALIZACION COMO DE ALTERACION, EN SAN MANUEL - KALAMAZOO

(Lowell & Guilbert 1970)

造をもって分布している。

X線回折（試料80ヶ）では、大局的に下表のような結果が示された。

X線回折強度と変質鉱化帯図との比較

変質帯	試料例	Q	F	Ser	Chl	Apéndice	備考
カリウム変質帯	FK 6	◎	◎	△		3-1, 3-2	この変質帯では、QとFとの回折強度が大きい。
	FK106	◎	◎	△		3-1	
	FD 28	◎	◎	○		”	
フィリック変質帯	FD 11	◎		△		3-1	この変質帯ではFの回折強度は◎から△まで見られ、強珪化帯では長石は消失している。
	FN218	◎	△	◎	△	3-1, 3-2	
	FK 42	◎	◎	◎		3-1	
プロピリック変質帯	FN172	◎	◎	○	△	3-1, 3-2	フィリック変質帯の外側に小範囲に点在する。
	FP 15	○	◎		△	3-1	
非変質帯	FN 72	◎	◎	△		3-1, 3-2	若干絹雲母が生成している。

(X線回折強度 ; ◎ > ◎ > ○ > △)

変質の累帯構造は Fig. 3 (Lowell & Guilbert 1970) の San Manuel-Kalamazoo の模式例に類似している。

3-2 鉱化帯

主要鉱化帯と地質との関係は花崗岩中に斑岩質石英安山岩が岩頸状 (neck) に小岩体として貫入した地区である。この地区は、探鉱坑道から東南へ約 200 m 付近を中心としている。

主要鉱化帯と地質構造との関係は、著しく断層破砕帯 (Shattering) が発達した変質帯である。

この変質帯は、一般的にポタッシュ変質帯で特徴づけられる。

主な鉱化作用の形態は一般的に細脈、網状のものと鉱染状のものがある。野外で観察できる鉱石鉱物は主に銅藍、珪孔雀石、孔雀石、黄銅鉱、斑銅鉱、輝水鉛鉱、黄鉄鉱などの酸化鉱物および硫化鉱物が認められる。地表からの酸化帯の深さは、探鉱坑道調査 (PL. 7-2) や野外観察から約 1~2 m 程度であり、直ちに硫化帯に移行している。

顕鏡下の特徴は、一般的に黄銅鉱は不規則塊状ないし粒状を示し、大きさが 0.1 mm ~ 0.05 mm 程度であり、輝水鉛鉱は長柱状で黄鉄鉱の周辺部や割れ目沿いにみられ、大きさが最大 1.0 mm x 0.04 mm 程度であり、黄鉄鉱は、不規則塊状、正方形、粒状ないし割れ目沿いに細長い形を示し、大きさが 0.02 ~ 0.14 mm 程度である。

(Apéndice 2 - 3, 試料FD 1, FD 6, FD 1 2, FD 2 1, FD 2 6)

主要鉍化帯の外側は、一般的にフィリック変質帯で特徴づけられる。母岩は、花崗岩が主体で、局部的に粗粒玄武岩類の貫入が見られる。地質構造としては、主要鉍化帯に比較して断層の発達が悪い。

主な鉍化作用の形態は、鉍染状と細脈のものがある。野外で観察できる鉍石鉍物は、主に黄鉄鉍であり、その他局部的に黄銅鉍や輝水鉛鉍が認められる。黄鉄鉍は一般的に鉍染状のものが多く、また主要鉍化帯で見られる黄鉄鉍よりもいくらか粗粒である。

顕鏡下の特徴は、一般的に黄鉄鉍が鉍染状で小粒状ないしは正方形を示し細粒から粗粒である。黄鉄鉍の外には微量に粒状の黄銅鉍や赤鉄鉍が認められる程度である。

(Apéndice 2 - 3, 試料FK 1 4 2, FN 1 2 3, FN 2 1 6)

その他の鉍化作用には、岩脈として貫入してくる粗粒玄武岩中に硫化鉍物が細脈ないしは網状鉍染状として、しばしば認められる。Qda del Overo 上流に見られる粗粒玄武岩には、岩脈幅 1.0 0 m のほぼ中央部に脈幅 0.3 0 m の硫化鉍脈が断層沿いに胚胎している。

この硫化鉍の顕鏡下の観察では主に白鉄鉍と磁鉄鉍からなり、少量の方鉛鉍や黄銅鉍を伴っている。また白鉄鉍は一部コルフォーム様組織を示している。

(Apéndice 2 - 3, 試料FN 1 7 4)

すべての鉍化作用は、第三紀の火成活動に関連している。初期の鉍化作用は粗粒玄武岩類の貫入に伴い、後期の鉍化作用は石英安山岩および斑岩質石英安山岩に伴っている。

地質構造と鉍化作用との関係は、主要断層の E - W 性と N - S 性に細脈網状および鉍染状の黄銅鉍、輝水鉛鉍、黄鉄鉍等の鉍化があり、これよりいくらか遅れて派生断層の NW - S E 性に輝水鉛鉍の細脈および NE - SW 性に黄銅鉍の細脈が認められる。TABLE 3 では、変質帯と鉍化帯との関連を化探、X - Ray、地質構造などから検討したものである。

TABLE 3 の検討結果では、Filo Colorado 鉍床はやや規模の小さい典型的なボーフィリ - カッパーであり、Fig. 3 から見て BINGHAM, SANTARITA 鉍床に類似した鉍化、変質の様相を示している。

TABLE 3

変質帯と鉍化帯との関連表

	化 探	X-Ray	地 質 構 造	鉍 化 帯
ポタシオン変質帯	Moly 異常がこの帯の中に分布。	QとFとの回折強度が大きい。	大断層が顕著。一種のShatter-ring	Py, Hem, Moを主体とし、Cpを伴う鉍染状、細脈状、網状脈
フィリック変質帯	Cuの異常帯と変質帯中の強い珪化絹雲母化を示す部分とがよく一致。	QとSeriの回折強度が大きい。変質帯中の強珪化帯では、Qを主体とし、若干のSeriを伴う。	節理が環状構造を示し、その傾斜は内側に高角度。これが地形にも表われ、Campamento付近を底とするスリ鉢状を示す。	ポタシオン変質帯を切る強珪化帯や絹雲母化帯ではCp, Pyを主体とし、Moを伴う鉍染状、細脈状、網状脈。この変質帯の環状の外縁部には強い黄鉄鉍の鉍染、網状細脈の鉍化が見られ、いわゆる鉍殻を形成。
プロピリテック変質帯	めばしい異常はない。	Seri, Chlが強くないが生成。	NW-SE性の節理が顕著。	褐鉄鉍の弱い鉍染。
非変質帯	めばしい異常はない。	Q, Fの回折強度が強く一般的にわずかなSeriを伴う。	NW SE性とNE-SW性の岩脈が局部的に分布。	褐鉄鉍のしみ込みが見られるものから全く鉍化が認められないものまである。

(Moly ; モリブデン, Cu ; 銅, Q ; 石英, F ; 長石, Seri ; 絹雲母, Chl ; 緑泥石, Py ; 黄鉄鉍, Hem ; 赤鉄鉍, Mo ; 輝水鉛鉍, Cp, 黄銅鉍)

