

明 謝 詠 詩 集 卷 之 一

卷 之 一 謝 詠 詩 集

謝 詠 詩 集

謝 詠 詩 集

謝 詠 詩 集

謝 詠 詩 集

724
861
1121
692

チリ共和国中部地域
資源開発協力基礎調査報告書

第 二 年 次

JICA LIBRARY



1079660151

20218

昭和 58 年 7 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、同国中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。金属鉱業事業団は5名の調査団を編成して、昭和58年1月14日から昭和58年6月14日まで現地に派遣した。

現地調査はチリ共和国政府機関、特に鉱山省地質鉱山局の協力を得て予定通り完了した。

本報告書は第二年次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いただ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、在チリ日本大使館及び関係各社の方々に衷心より感謝の意を表わすものである。

昭和58年7月

国際協力事業団

総 裁 有 田 圭 精

金属鉱業事業団

理事長 西 家 正 起

目 次

は し が き

要 約	Ⅱ
-----------	---

序 論

本年次調査内容	1
1 調査目的	1
2 調査区域および調査方法	1
3 調査期間	2
4 調査団の編成	2

第1部 地質調査・地化学探査（Ⅱ区域）

第1章 地 質	4
1-1 概 要	4
1-2 地質層序	4
1-2-1 Nacientes del Teno 層	5
1-2-2 Río Damas 層	6
1-2-3 Leñas Espinoza 層	7
1-2-4 Baños del Flaco 層	7
1-2-5 Colimapu 層	9
1-2-6 Coya Machali 層	10
1-2-7 Farellones 層	11
1-2-8 鮮新世 ～ 第四紀火山噴出物および未固結堆積物	12
1-3 貫入岩類	13
1-3-1 岩 株	13
1-3-2 キュボラおよび岩枝	14

1-3-3 岩 脈	15
1-4 地質構造	15
第2章 鉍化作用および変質作用	17
2-1 概 要	17
2-2 鉍化作用および変質作用	17
2-2-1 一般的特性	17
2-2-2 鉍床および変質帯	18
1) Juanita 鉍床	18
2) №11 変質帯	21
3) №30 変質帯	21
4) №40 変質帯	22
5) №42 変質帯	23
6) №47 変質帯	24
7) №58 変質帯	25
2-3 考 察	26
2-3-1 鉍化・変質作用と貫入岩との関係	26
2-3-2 鉍化・変質時期	27
第3章 地化学探査	28
3-1 概 要	28
3-2 試料の採取	28
3-2-1 岩 石	28
3-2-2 河床堆積物	29
3-3 試料の分析	30
3-4 地化学探査(岩石)	30
3-4-1 指示元素の選定	30
3-4-2 検討方法	31
3-4-3 結果および検討	35
1) №4および№19 変質帯	36

2) №6 変質帯	37
3) №24 変質帯	37
4) №30 変質帯	37
5) №36 および №40 変質帯	37
6) №42 変質帯	38
7) №45 および №47 変質帯	38
8) №57 および №58 変質帯	38
3-5 地化学探査 (河床堆積物)	39
3-5-1 データの統計処理	39
3-5-2 結果および検討	40
1) Cu	40
2) Mo	40
3) Zn	41
4) Pb	41
5) Au	41
6) As	42
7) Rb	42
第4章 鉱床および変質帯評価	44
1) Juanita 鉱床	44
2) №11 変質帯	44
3) №15 変質帯	44
4) №30 変質帯	44
5) №36 変質帯	44
6) №40 変質帯	44
7) №41 変質帯	45
8) №42 変質帯	45
9) №47 変質帯	45
10) №50 変質帯	45

11) №58 変質帯	45
12) そ の 他	46
第5章 結 論	47

第2部 地質調査・地化学探査準精査 (Los Cipreses 地区)

第1章 地 質	49
1-1 概 要	49
1-2 地質層序	49
1-2-1 Coya Machali 層	49
1-2-2 Farellones 層	51
1-2-3 第四系	52
1-3 貫入岩類	52
1) 花崗閃緑岩質岩体	52
2) 石英安山斑岩	52
3) 安山岩	52
1-4 地質構造	54
第2章 鉬化作用および変質作用	55
2-1 概 要	55
2-2 Rosario de Rengo 鉬床	55
2-2-1 位 置	55
2-2-2 過去の実績	56
2-2-3 地 質	56
2-2-4 鉬化作用	57
1) 初 生 帯	57
2) 漸 移 帯	58
3) 溶 脱 帯	59
2-2-5 変質作用	61

2-3 Los Cipreses 川変質帯	62
2-3-1 位 置	62
2-3-2 過去の実績	63
2-3-3 地 質	63
2-3-4 欽化作用	63
2-3-5 変質作用	63
2-3-6 変質帯の成因	65
第3章 地化学探査	66
3-1 概 要	66
3-2 試料の採取	66
3-3 試料の分析	66
3-4 データの処理	67
3-5 結果および検討	67
3-5-1 元素別結果	67
1) Cu	67
2) Mo	67
3) Zn	67
4) Au	67
5) As	67
6) Rb	68
7) Sr	68
8) Rb/Sr 比	68
3-5-2 Rosario de Rengo 鉱床	68
3-5-3 Los Cipreses 川変質帯	69
第4章 結論および第三年次への提言	71
4-1 結 論	71
4-2 第三年次への提言	71

Lista de Planos

PL. 1-1-1	MAPA GEOLOGICO (1)	
PL. 1-1-2	MAPA GEOLOGICO (2)	
PL. 1-2	MAPA DE PERFIL GEOLOGICO	
PL. 1-3-1	MAPA ESTRUCTUAL CON UBICACION DE YACIMIENTOS Y AREAS ALTERADAS y/o MINERALIZADAS (1)	
PL. 1-3-2	MAPA ESTRUCTUAL CON UBICACION DE YACIMIENTOS Y AREAS ALTERADAS y/o MINERALIZADAS (2)	
PL. 1-4-1	MAPA DE MINERALIZACION Y ALTERACION (1)	
PL. 1-4-2	MAPA DE MINERALIZACION Y ALTERACION (2)	
PL. 1-5-1	MAPA DE ANOMALIAS GEOQUIMICAS DE ROCAS (1)	
PL. 1-5-2	MAPA DE ANOMALIAS GEOQUIMICAS DE ROCAS (2)	
PL. 1-6-1	MAPA DE ANOMALIAS GEOQUIMICAS DE SEDIMENTOS DEL DRENAJE ACTUAL (1)	
PL. 1-6-2	MAPA DE ANOMALIAS GEOQUIMICAS DE SEDIMENTOS DEL DRENAJE ACTUAL (2)	
PL. 1-7-1	MAPA DE UBICACION DE MUESTRAS GEOQUIMICAS (1)	
PL. 1-7-2	MAPA DE UBICACION DE MUESTRAS GEOQUIMICAS (2)	
PL. 1-8-1	MAPA DE UBICACION DE MUESTRAS DE ROCA (1)	
PL. 1-8-2	MAPA DE UBICACION DE MUESTRAS DE ROCA (2)	
PL. 2-1-1	MAPA GEOLOGICO (1)	1 : 10,000
PL. 2-1-2	MAPA GEOLOGICO (2)	1 : 10,000
PL. 2-2	MAPA DE PERFIL GEOLOGICO	1 : 10,000
PL. 2-3-1	MAPA DE MINERALIZACION Y ALTERACION (1)	1 : 10,000
PL. 2-3-2	MAPA DE MINERALIZACION Y ALTERACION (2)	1 : 10,000
PL. 2-4-1	MAPA DE ALTERACION (1)	1 : 10,000
PL. 2-4-2	MAPA DE ALTERACION (2)	1 : 10,000
PL. 2-5-1	ANOMALIAS GEOQUIMICAS DE ROCAS (1)	1 : 10,000
PL. 2-5-2	ANOMALIAS GEOQUIMICAS DE ROCAS (2)	1 : 10,000
PL. 2-6-1	MAPA DE UBICACION DE MUESTRAS GEOQUIMICAS (1)	1 : 10,000
PL. 2-6-2	MAPA DE UBICACION DE MUESTRAS GEOQUIMICAS (2)	1 : 10,000
PL. 2-7-1	MAPA DE UBICACION DE MUESTRAS DE ROCA (1)	1 : 10,000
PL. 2-7-2	MAPA DE UBICACION DE MUESTRAS DE ROCA (2)	1 : 10,000

要 約

1. I 区域の調査結果要約

- i) I 区域の地質はジュラ系 (Nacientes del Teno 層、Río Damas 層)、ジュラ系～白亜系 (Leñas Espinoza 層)、白亜系 (Colimapu 層)、白亜系～第三系 (Coya Machali 層)、第三系 (Parellones 層) および鮮新統～第四系火山噴出物ならびに未固結堆積岩類等の成層岩類から主として構成されており、その総層厚は 10,000～14,000 m に及んでいる。

本区域に発達している貫入岩類は中性～フェルシックで、本区域の 4 分の 3 の面積を有している。同岩類の固結時期は 10～15 m.y. (中新世中～後期) を示している。

成層岩類は 3 つの不整合面でもって次の 4 つの単元に区分される。

- ① ジュラ系～下部白亜系堆積岩類 (火山岩類挟在) (Nacientes del Teno 層、Río Damas 層、Leñas Espinoza 層、Baños del Placo 層、Colimapu 層);
② 上部白亜系～下部中新統火山噴出岩類 (Coya Machali 層); ③ 中部中新統～下部鮮新統火山噴出岩類 (Parellones 層) および ④ 鮮新統～第四系火山噴出物および未固結堆積物。
- ii) 先第三系には著しい褶曲および断層構造が発達しており、それらは N-S 系が卓越している。
- iii) I 区域において、昨年次の写真地質解析および本年次の地質調査により、84 箇所の鉱床あるいは変質帯を判読あるいは確認した。

この 84 箇所のうち、39 箇所に対して岩石による地化学探査を実施し、12 箇所において Cu、Mo あるいは Zn のいずれかの異常を検出した。

このうち No. 40 変質帯がもつとも Cu および Mo の異常個数が多く、しかも変質域も広い。

- iv) 河床堆積物による地化学探査の結果から、次の 3 地域に対して興味がもたれる。

- ① Gipresillos (シプレシヨス) 沢上流域 (Cu の異常域)
② Pangal (パンガル) 川と Cachapoal (カチャポアル) 川の合流点付近 (Au の異常域)
③ Negra (ネグラ) 沢の中～上流域 (Zn の異常域)

2. Los Cipreses (ロス・シプレセス) 地区調査の結果要約

- i) Rosario de Rengo (ロサリオ・デ・レンゴ) 鉱床は銅、モリブデンのポーフィリー・銅型鉱床で、その形成時期は 10 m.y. (中新世後期) 以後である。
- ii) 同鉱床は石英安山斑岩を中心に発達しており、鉱化作用は角礫パイプでもっとも優勢で、次いで同パイプの周辺に発達した網状割目である。
- iii) 銅およびモリブデンの鉱化作用はボタッシュ変質帯およびフィリック変質帯と密接している。
- iv) 同鉱床南部は初生帯が露出しており、これ以上の品位の上昇は期待薄である。一方、鉱床北部には溶脱帯が発達しており、その下部で二次硫化銅富化帯の賦存が期待される。
- v) Los Cipreses (ロス・シプレセス) 変質帯は低温熱水変質作用により地表あるいは地表下浅所に形成されたものと解され、砒素および局部的に弱い亜鉛の濃集がみられる。
- vi) 同変質帯には有用金属鉱物の濃集は期待できず、従って更に詳細な調査探鉱の必要性はきわめて少ないものと判断される。

序 論

本年次調査内容

1. 調査目的

昨年次（第1年次）の写真地質解析および既存資料の検討によって、チリ共和国中部地域に数多くの鉍化変質帯が把握された。今年次調査は、主として同地域の中央～北部に発達している鉍化変質帯に対し、地質調査および地化学探査によって、これらに評価を与える、と同時に新しい鉍化変質帯の把握を目的としている。

2. 調査区域および調査方法

本年次実施された調査範囲および調査方法は次の通りである。なお、第1年次の概査区域をⅠ区域、第2年次の概査区域をⅡ区域と呼ぶ（Fig. 1参照）。

1) Ⅰ区域

Ⅰ区域において第1年次採取された地化学探査（概査）試料（河床堆積物）、絶対年代測定試料およびX線解析試料等の解析を本年次調査と併せて行った。

2) Ⅱ区域

下記3)のLos Cipreses地区を除くⅡ区域においては地質調査（以下地質概査と呼ぶ）および地化学探査（以下地化探概査と呼ぶ）を実施した。それらの範囲は次の緯経度で囲まれた面積4,600km²の範囲である。なお、El Teniente（エル・テニエンテ）鉍山管轄区域は調査の対象から除外した。従って実際に調査を行った面積は3,300km²である。

北限 南緯 34°00′

南限 南緯 34°36′45″（Claro川）

東限 アルゼンチン共和国との国境まで

西限 西経 70°45′

地質調査においては既存の地形図（縮尺1：50,000）を縮尺1：20,000に拡大してルートマップとして使用し、調査結果は縮尺1：100,000地質図にまとめた。

地化探概査は地質概査と並行して実施し、試料採取は原則として河床堆積物としたが、変質帯については岩石とした。

3) Los Cipreses地区（Fig. 1参照）

本地区においては、地質調査（以下地質準精査と呼ぶ）および地化学探査（以下地化探

準精査と呼ぶ)を実施した。それらの範囲は次の緯経度で囲まれた面積165km²の範囲である。

北限 南緯 34°25'32"

南限 南緯 34°33'00"

東限 西経 70°24'16"

西限 西経 70°32'29"

踏査は既存の縮尺1:10,000の地形図を使用し、調査結果は同縮尺の成果図にまとめた。

地化探準精査においては、変質帯では岩石を、変質帯から離れた地域については河床堆積物を各々採取した。

なお、上記の3区域の河床堆積物の解析は一括して行った。

本年次実施した調査量内訳はTab. 1の通りであり、また分析に供した試料の採取位置はPL. 1-7-1、1-7-2、1-8-1、1-8-2、2-6-1、2-6-2、2-7-1、2-7-2に示した。

3. 調査期間

調査期間はTab. 2に示す通りである。

4. 調査団の編成

本調査に参加した団員は次の通りである。

日本側

調整 上田英之(金属鉱業事業団)

団長 古川雄也(日鉱探開株式会社)

総括、地質調査、地化学探査、報告書作成

団員 武田 進(日鉱探開株式会社)

地質調査、地化学探査

・ 斉藤信雄(日鉱探開株式会社)

地質調査、地化学探査

・ 武田尚雄(日鉱探開株式会社)

地質調査、地化学探査

Tab. 2 PERIODOS DE TRABAJO

GRUPOS DE TRABAJO	EQUIPOS DE TRABAJO	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO
Geología y Geoquímica Regional	Japón 3	14 24			4		14	31
	Chile 2	preparación		trabajo en terreno	interpretación e informe			impresión del informe
Geología y Geoquímica de Semá Detalle	Japón 2	14 24		20			14	31
	Chile 1	preparación		trabajo en terreno	interpretación e informe			impresión del informe

 Trabajo en Japón
 Trabajo en Chile

団員 佐藤哲男（日鉱探開株式会社）

地質調査、地化学探査

チリ側

団長 Carlos Portigliati Navarro（Servicio Nacional de Geología y Minería、以下 Sernageomin という）

総括、報告書作成

団員 Carlos Emparan Cabroler（Sernageomin）

地質調査、地化学探査、報告書作成

・ Sergio Díaz Bonilla（Sernageomin）

地質調査、地化学探査

・ Ricardo Boric Pellerano（Sernageomin）

地質調査、地化学探査

第 1 部 地質調査・地化学探査(II 区域)

第1章 地 質

1-1 概 要

本地域はアンデス山脈の中央部に当り、成層岩類が卓越しており、その厚さは14,000 m (Klohn, 1960) から10,000 m (Charrier, 1981b) を有している。また、貫入岩類の露出面積は全地域の4割を占めている。

成層岩類は主として中生代から新生代の火山岩類から構成されており、一部ジュラ紀後期の海進期および白亜紀前期の海退期の海成層 (Charrier, Klohn, op. cit.; Charrier および Lillo, 1973; Charrier, 1981a) を含有している。火山岩類は中性〜フェルシックを示し安山岩相が卓越している。

この成層岩類は3つの不整合面によって次の4つの地質单元に区分される。それらは同数の褶曲作用と侵食作用に関係している。

- 1) 2つの海進-海退のサイクルに相当するジュラ系-白亜系で、第1期サイクルには Nacientes del Teno 層、Río Damas 層、Leñas Espinoza 層等が形成され、第2期サイクルには Baño del Placo 層と Colimapu 層の形成をみた。
- 2) 上部白亜系〜古第三系の陸成火山岩類および堆積岩類 (Coya Machali 層)
- 3) 中新統〜鮮新統の陸成火山岩類および堆積岩類 (Parellones 層)
- 4) 新期アンデス火山活動および未固結堆積岩類

以上の成層岩類は主として中新世の貫入岩類によって貫かれている。

チリ中央部における火成活動は中生代〜新生代に行われ、その時期は西から東に新しくなっている (Drake 他, 1982; Munizaga および Vicente, 1982) が、60 m.y. から30 m.y. の間は深成活動が欠除しており、その時期は火山活動に代っている。この火山活動は25 m.y. 前から再び活発化し現世まで続いており、2 m.y. 前には同活動が西へ逆戻りしている。

1-2 地質層序

本地域に分布している成層岩類は次の地質单元から構成されている。なお、総合地質模式柱状図を Fig. 2 に示した。

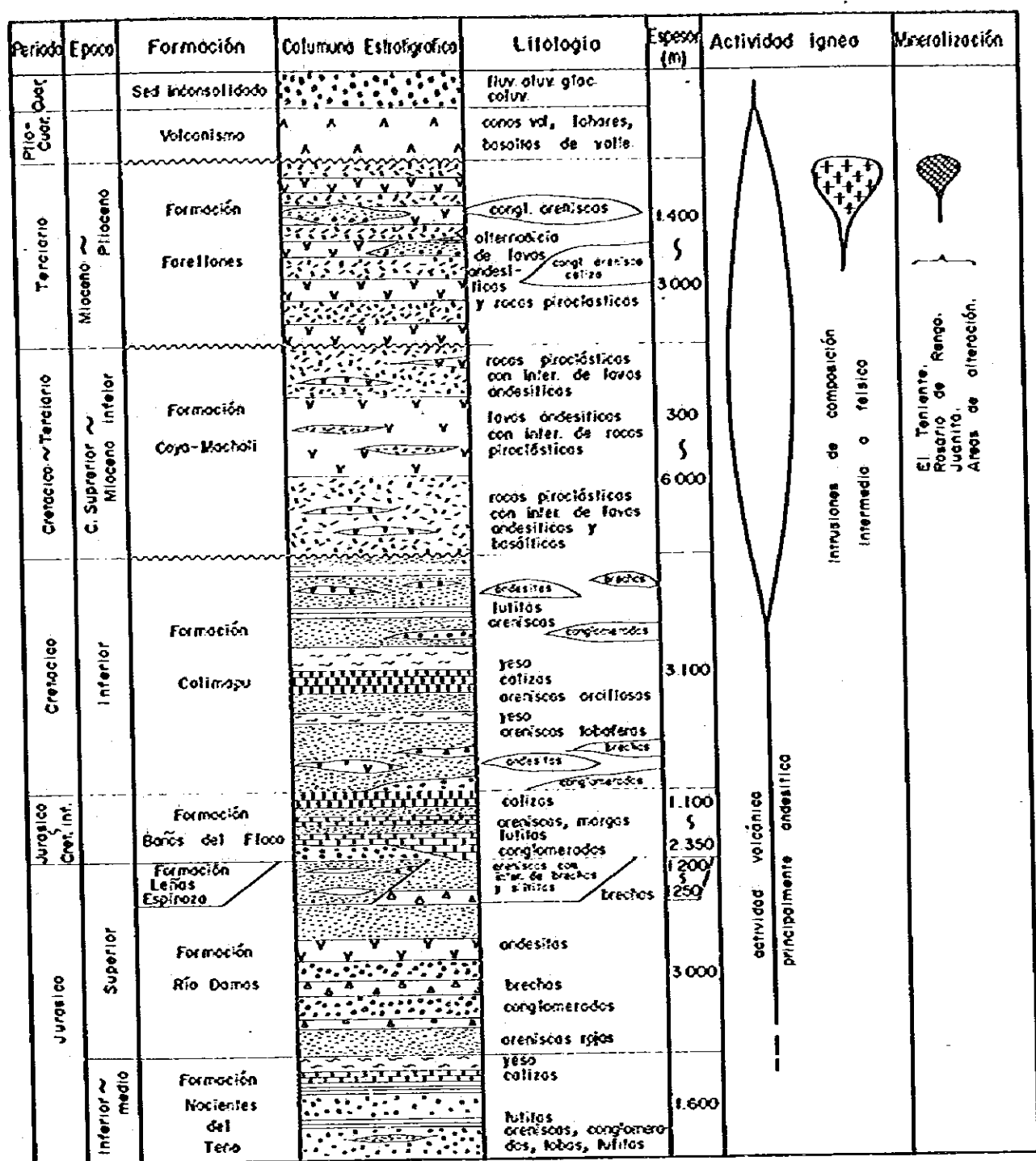
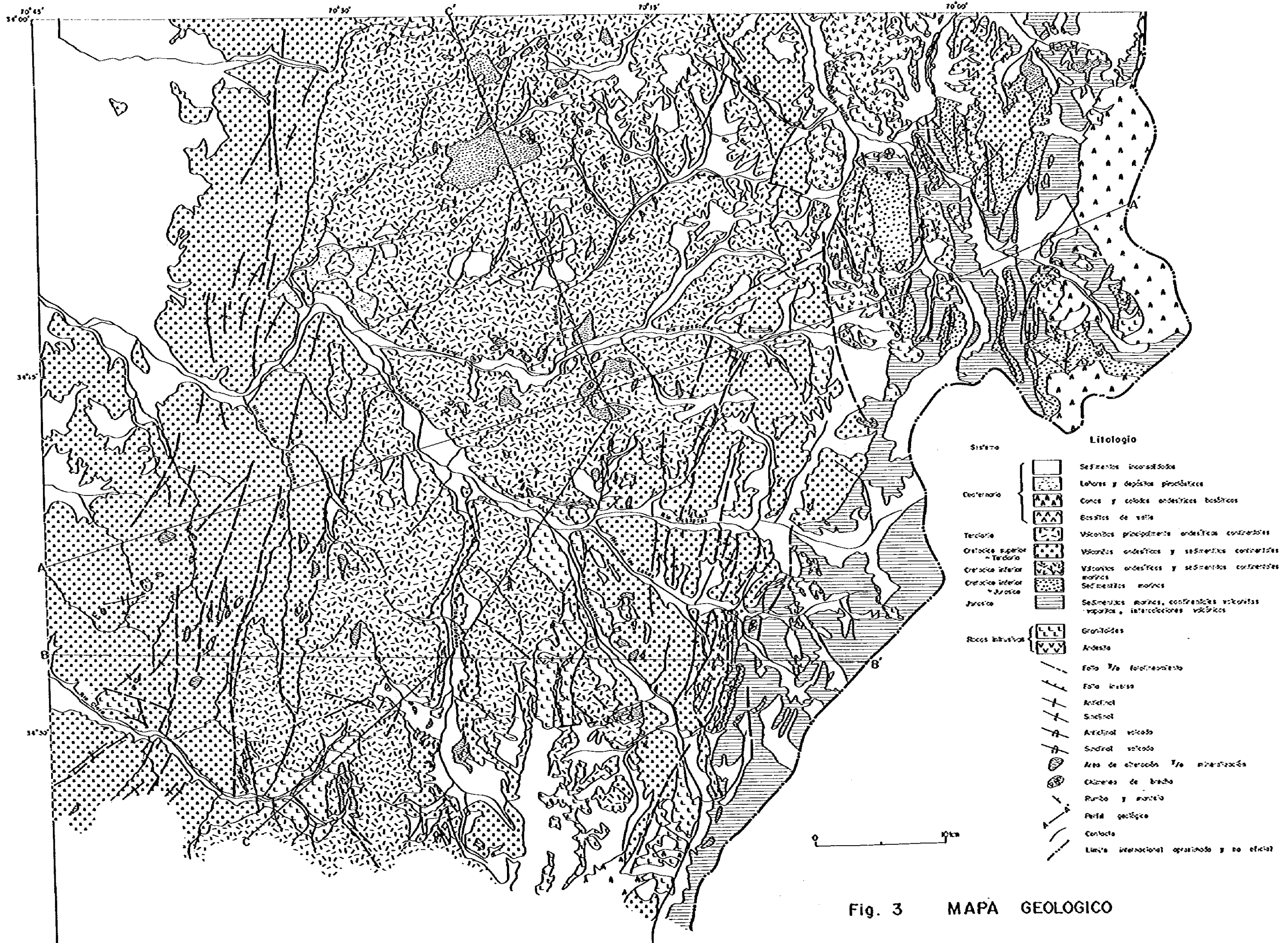


Fig.2 COLUMNA GEOLOGICA GENERALIZADA DEL AREA II

Tab. 3 CORRELACION CON TRABAJOS ANTERIORES

	Klohn (1960)	Condelez y Vergara (1962)	Vergara (1969)	Charrier y Lillo (1973)	Charrier (1981b)	XXL-SERVACUO-MIN (1983)
Quaternario	Holoceno					Volcanicas y sedimentos inconsolidados
	Pleistoceno					
Terciario	Plioceno	Coila de Zorro			Actividad volcánica localizada en centros eruptivos	Varillones
	Mioceno					
	Oligoceno					
	Eoceno					
	Paleoceno					
Cretácico						
	Superior					
Jurásico	Infior					



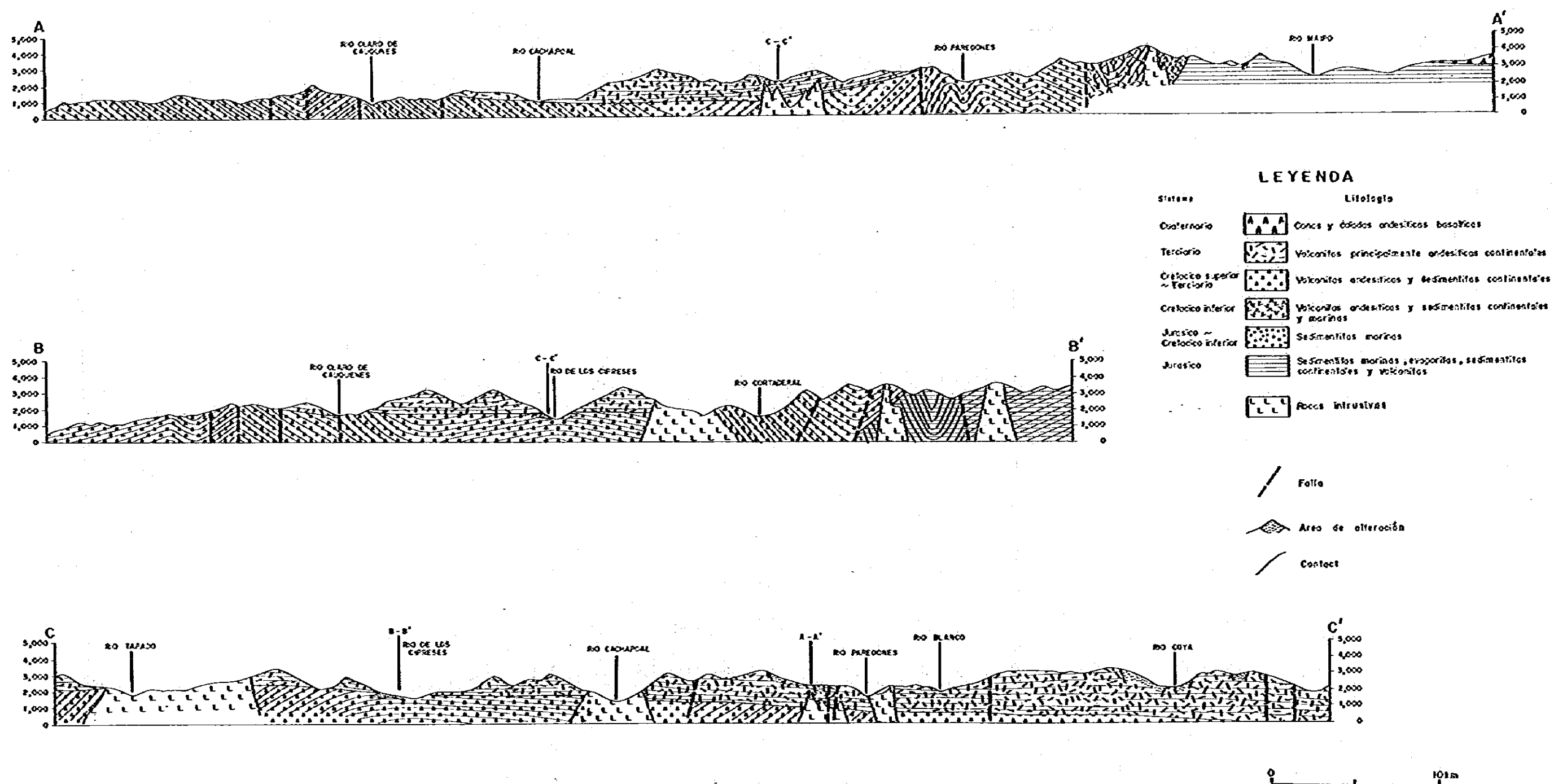


Fig.4 PERFILES GEOLOGICOS DE AREA II

1-2-1 Nacientes del Teno 層

定義および層位関係：本層は本地域に分布する成層岩類中最も古いもので、Klohn (1960) によって、一部火砕岩を挟在した海成の砕屑岩に対して命名されたもので、模式地は本地域南部に位置した Teno 川の源流域にある。

下位層との関係は露出がなく不明である。本層の上位には Río Damas 層が整合に被覆している。

分布：本層は本地域東端部の Las Leñas 国境越から Maipo 川上流の Nevado de Arhuelles にかけて分布している (Klohn, 1960; Charrier および Lillo, 1973; Charrier, 1981b)。

岩質および構成：模式地では、下部層、Rinconada 部層および Santa Elena 部層の3部層に細分されており、下部層は礫岩、砂岩、頁岩、石灰質岩、凝灰岩および層灰岩等から成り、Rinconada 部層は礫岩、砂岩、泥灰岩および石灰岩等から成り安山岩質角礫岩および凝灰岩を挟在しており、また最上部の Santa Elena 部層は硬石こうと石こう層から成っている。

本地域には主として Santa Elena 部層 (Charrier, 1981b) の石こう層が分布しているが、Klohn op. cit. は Rinconada 部層を所々に確認している。すなわち、Cortaderal 川の南斜面に分布する灰色砂岩、細粒礫岩および頁岩、Las Leñas 国境越の山嶺に分布する黄灰色砂岩 (一部石灰質)、Maipo 川北岸にみられるカローブ期の Macrocephalites の破片を含有した含化石石灰岩および石灰質頁岩等である。

また、Puente de Tierra の西部の Maipo 川両岸の Santa Elena 部層の石こうの下部には著しく褶曲した黒色頁岩が分布している。また、Maipo 川の南岸の2km 南東および Maipo 川と Negro 川間の北西2km には石こう層の下部に、黒色頁岩およびカローブ期やオクスフォード期の化石を含有した石灰岩が発達している。

層厚および構造：Klohn, op. cit. は本層の層厚を 1,600 m と見積っている。本層は著しく褶曲しており、石こう層は上位層に注入したダイアビル構造を示している。

形成時期および対比：Klohn, op. cit. は本層に対してセカニア期～ドッガーライアス期の年代を考えている。また、Charrier (1981b) は Santa Elena 部層に対してセカニア期～ローランシア期を考えている。一方、Davidson (Charrier y Lillo, 1972) は本層の堆積時期をバジョース期前期としている。

本層は南部においては González および Vergara (1962) 命名の Valle Grande 層に対比され、また北部においては、Aguirre (1960) によって命名された Lagunillas 層の下部層中位に対比されている。また、Santa Elena 部層は Gonzalez (1963) による Río Colina 層に対比されている。

1-2-2 Río Damas 層

定義および層位関係：本層は優勢な火山噴出岩類を挟在した砕屑岩に対して Klohn (1960) によって命名された地層で主として陸成の環境下で堆積したものである。模式地は本地域南部の Tinguiririca 川上流の Las Damas 川にみられる。

本層は下位の Nacientes del Teno 層の Santa Elena 部層を整合に覆い、また上位の Baños del Placo 層に整合に覆われている。

分布：本層は本地域の東縁部に分布している (Klohn, 1960; Charrier および Lillo, 1973; Charrier, 1981b)。

岩質および構成：模式地における本層は安山岩質角礫岩、赤色砂岩、礫岩、安山岩質礫岩および石こう質赤色頁岩等から成っている。

本地域の Cortaderal 川、Leñas 川および Cachapoal 川上流域では砂岩および噴出岩を被覆して優勢な礫岩が発達している (Klohn, op. cit.)。Las Leñas 川の源流では角礫岩、砂岩および礫岩が確認されている (Charrier, 1981b)。また、Negro 川、Arhuelles Alvarado および Cruz de Pierda 地区では優勢な砂岩が礫岩や噴出岩の上位に発達している。Barroso 川流域では噴出岩および礫岩が厚さを増しており、角礫岩や砂岩は劣化している。また、Maipo 川の北側、Puente de Tierra の正面では砂岩層が厚さを増している。

層厚および構造：本層は模式地で厚さ 5,550 m を有しているが (Klohn, op. cit.)、東方および北方で減衰しているので平均 3,000 m 程度である。

本層は全般的に褶曲運動を受けているが、西部ではあまり変形されておらず、東部では著しい褶曲構造を示し、逆断層や石こうの貫入で切られている。

形成時期および対比：Klohn op. cit. は本層下部および上部における年代測定の結果、キンメリッヅ階としており、Charrier (1981b) は上部キンメリッヅ階としており、また、González および Vergara (1962) は層位関係からキンメリッヅ階基底から下部ティトン階と考えている。

本地域北部に分布する本層に対し Thiele (1980) はキンノリッジ階と推定している。

1-2-3 Leñas Espinoza 層 (再定義)

定義および層位関係：本層は当初 Klohn (1960) によって、緑灰色の火砕岩とその上位の含化石石灰質岩からなる海進期の地層に対して命名されたもので、その模式地は Leñas 川とその支流の Espinoza 沢である。

その後、本層は Charrier (1982) によって、Klohn の定義した海進層の下部の砕屑岩にだけ限定した再定義がなされた。それによると、本層は主として火山岩起源の堆積岩から成る。

模式地における本層は原定義によると層位的に孤立化しているが、再定義による本層はその基底部が未確認であるが、Baños del Placo 層に整合に覆われている (Charrier, op. cit.)。

分布：再定義された本層の分布は模式地に限定されている。

岩質および構成：Charrier, op. cit. によると本層は A、B、C および D の 4 部層に細分されており、最下部の A 部層は層厚 500 m を有し、シルト岩および泥質岩を挟在した砂岩層からなり、B 部層は層厚 200 m の砂岩、C 部層は層厚 300 m を有し、角礫岩やアレナイトから成り、黒色シルト岩を挟在している。最上位の D 部層は 200~250 m の層厚を有し、角礫岩、アレナイトおよび黒色シルト岩等から構成されている。

層厚および構造：本層の層厚は 1,200~1,250 m である (Charrier, op. cit.)。

本層は NNE-SSW の軸をもった向斜構造をもっている。本層の西部では Coya Marchali 層に不整合に覆われており、東部では Río Damas 層と断層でもって接している。

形成時期および対比：本層には年代決定に利用できるような化石は見い出されていない。

Corvalán (1959) はティトン階と考えており、Klohn (1960)、Charrier および Lillo (1973) および Charrier (1981b, 1982) 等はキンノリッジ階としている。

Charrier (1982) によると、再定義された本層は Río Damas 層の一部に相当すると解釈されている。

1-2-4 Baños del Placo 層

定義および層位関係：本層は含化石海成層に対して Klohn (1960) によって命名されており、主として石灰岩から成り、その他、砂質石灰岩、泥灰岩、石灰質砂岩、礫岩、海

緑石砂岩、頁岩等を伴っており、極く稀に噴出岩を挟んでいる。

模式地は本地域南部の Tinguiririca 川上流にある。

本層は Río Damas 層および Leñas Espinoza 層を整合に被覆し、Colimapu 層に整合に覆われている。

分布：本層は本地域の東部に分布している。

岩質および構成：模式地における本層は石灰岩、砂岩、石灰質砂岩（部分的に海緑石を含有）、暗色頁岩、層灰岩、火山性礫岩、安山岩質角礫岩等から構成されている。

Cortaderal 川から Las Leñas 川にかけては、石灰岩、礫岩、火山角礫岩、層灰岩および泥岩等が分布しており、Maipo 川の上流域では、石灰岩、砂岩、石灰質シルト岩、角礫岩、層灰岩、礫岩質角礫岩、礫岩、角礫質溶岩等が分布している。

層厚および構造：Klohn (1960) は本層の層厚を 700 ~ 1,000 m と見積っており、Charrier (1981b) は Barroso 川から Blanco 川にかけて分布する本層の層厚を 2,350 m と見積っており、東部に行くに従ってその層厚を減じ、Maipo 川北部では 1,100 m になっている、としている。

本層には一般に N-S 性の褶曲構造が発達しており、Cortaderal 川から Las Leñas 川にかけては向斜構造がみられ、また Blanco 川から Barroso 川にかけては振幅の大きい向斜構造が発達している。Maipo 川の北部の Puente de Tierra から Escalones 川にかけては向斜および背斜構造が発達しており、Cruz de Piedra 川から Maipo 川の源流域にかけては波長の大きい背斜構造がみられる。また、Los Bayos 国境越付近では振幅の大きい波状褶曲構造が発達している。

形成時期および対比：本層の堆積時期について、Klohn (1960) は植物化石から上部ティトン階～オーテリーブ階としており、González および Vergara (1962) も植物化石から中部ティトン階～オーテリーブ階基底部と考えている。また、Charrier および Lillo (1973) は貝化石から下部ティトン階～オーテリーブ階としており、Charrier (1981b) はティトン階～ネオコム階と考えている。

本地域北部に分布する本層は Charrier および Lillo (1973) によつて、González (1963) の Lo Valdés 層および Aguirre (1960) の San José 層に対比しており、Thiele (1980) も San José 層に対比している。

1-2-5 Colimapu 層

定義および層位関係：本層は Klohn (1960) によって命名されたもので、陸成起源の堆積岩からなり、3つの部層に細分されており、主として赤色凝灰質砂岩、凝灰質頁岩、赤色層灰岩等からなり、礫岩、安山岩質角礫岩および溶岩、石灰岩および石こうを挟んでいる。

模式地は Maipo 川上流域および Blanco 川の東部支流の Colimapu 沢である。

本層は下位層の上に漸移的に累重している。

また、上位層とは不整合関係にある。

分布：本層は本地域東部の Tinguiririca 川上流域、Maule 川流域、Maipo 川の支流の Colorado 川中流域から La Sierra にかけて分布している。

岩質および構成：模式地における本層は上・中・下の3部層に細分されており、下部層は泥質ないし赤色凝灰質砂岩、層灰岩、礫岩および安山岩質溶岩および同質角礫岩等から成り、中部層は、a) 下部石こう層、含石こうレンズ(層厚 10 m)の赤色泥質砂岩、b) 石灰質層、石灰岩、泥灰岩および石灰質頁岩、c) 上部石こう層、含石こうレンズ(層厚 10 m)を挟んだ赤色頁岩等から構成されており、上部層は頁岩、赤色凝灰質砂岩(一部礫岩)等から成り、稀に安山岩質溶岩ないし同質角礫岩を挟んでいる。

Negro 川の東部では頁岩、赤色層灰岩および火山性砕屑岩等が分布している。

Maipo 川の北部の Altos de Escalones 地区では砂岩、赤色頁岩、層灰岩および稀に角礫岩ならびに石こうの挟みが発達している。

また、Blanco 川では、砂岩、シルト岩、砂質石灰岩、石灰岩、火山性砕屑岩、凝灰岩、火山性凝灰岩、礫岩質角礫岩および溶岩等が分布している。

層厚および構造：Klohn (1960) は本層の層厚を 3,000 m と見積っており、Charrier (1981b) は Blanco 川付近で上・下部層合せて 3,100 m と見積っている。

本地域南部の Teno 川から Maule 川にかけて分布する本層の層厚について González および Vergara (1962) は 600 m と計算している。また、本地域の北部の Volcán 川付近では、González (1963) は層厚 1,200 m と見積っている。

本層はかなり激しい褶曲運動を受けており、その褶曲軸の主方向は N-S を示している。

形成時期および対比：本層では年代決定に利用できるような化石を発見していないが、Klohn (1960) は下位層の年代と本層に影響を与えている造山運動の時代から推して

パレーム期～コニャック期の堆積と考えている。また、González および Vergara (1962) は上・下位層との層位関係からしてネオコム期中期～後期と推定している。

González (1963) は模式地で Carofite の微生物化石を発見しており、それと下位層との層位的関係からネオコム期中～後期としている。

その後、Martínez および Osorio (1963) は、微生物化石からオーブ期と考えており、Thiele (1980) は Carofite の年代と下位層の年代から推して、オーテリーブ期～オーブ期と想定している。また、Charrier (1981b) はアプト階～オーブ階と考えている。

本層は González (1963)、Charrier および Lillo (1973) ならびに Thiele (1980) 等によって Aguirre (1960) の Cristo Redentor 層に対比されている。

1-2-6 Caya Machali 層

定義および層位関係：本層は Klohn (1960) によって命名された地層で、主として泥質堆積岩と火山噴出岩類からなる陸成層である。

模式地は本地域西部の Machali 町から Coya 町にかけての地域である。

本層は層位的には Colimapu 層の上に累重するが、構造運動や侵食作用の影響で、Baños del Flaco 層、Río Damas 層や Nacientes del Flaco 層の Santa Elena 部層等のより古い地層に直接接している場合もみられる。

本層は下位の Colimapu 層を不整合に覆っている (Klohn, 1960 ; Charrier および Lillo, 1973)。なお、Vergara (1969) および González (1963) は本層と Colimapu 層の関係を整合とみている。

本層は傾斜不整合でもって Parellones 層に覆われている。

分布：本地域における本層は東部と西部に N-S に延びた帯状をなして分布しており、その中間部の Los Cipreses 川沿いや Agujereado 沢から Los Morenas 沢にかけて、および Olouqui 沢と El Maitén 沢の合流点付近では線状あるいは地窓状の露出を示している。

岩質および構成：本層は主としてアファニティックな安山岩、玄武岩、斑状粗面岩、角礫質溶岩、安山岩質火砕岩等から構成されており、中～細粒砂岩、泥岩および礫岩を挟んでいる。

模式地では、Charrier (1981b) によって A、B および C の 3 部層に細分されてお

り、最下部のA部層は主として凝灰岩から成り、溶岩を局部的に挟在している。B部層は溶岩を主体とし火砕岩を挟んでいる。また、C部層は再び火砕岩が卓越しており、溶岩を挟んでいる。

一般的に東部に分布している本層は西部のそれに比べて砕屑岩がより優勢になっており、Cachapoal川とLas Leñas川を分離している山嶺では砂質礫岩や火山礫凝灰岩が溶岩を挟在して発達している。

層厚および構造：本層の層厚は変化に富んでおり、300 m～6,000 mと場所によって異なっている。

本層も著しい褶曲運動を受けており、主な褶曲軸はN-S系が優勢である。

また、本地域東部のCachapoal川からLas Leñas川にかけて分布する本層は逆断層が密に発達している(Charrier, 1981b)。

形成時期および対比：本層からは年代を決定できるような貝化石は発見されていないが、本地域の北部のArrayán沢に露出している本層に対比されるAbanico層からNothofagus(Klohn, 1960)が発見されており、Kräusel(Klohn, 1960)はそれによって本層の堆積時期を白堊紀後期～第三紀前期と考えている。

その後、CharrierおよびLillo(1973)は上・下層との層位的関係、対比および構造からしてマーストリヒト階と考えた。

その後、K-Ar法による絶対年代測定が同時異層のAbanico層や、本層を貫いている貫入岩等に対して行われ、Tab. 7に示した結果を得た。

同表に示した結果と層位関係からして、Thiele(1980)はAbanico層の形成時期を白堊紀末～漸新世とし、また、Moscoso他(1982)は白堊紀後期～古第三紀とした。また、CharrierおよびMunizaga(1979)は本層の上限を漸新世後期～中新世前期とした。Charrier(1981b)は白堊紀後期～第三紀前期と考えた。

以上の資料からすると本層は白堊紀後期～中新世前期と考えられる。

本層はAbanico層(Aguirre, 1960)と対比される。

1-2-7 Farellones 層

定義および層位関係：Farellonesの名を最初に使用したのはMuñoz Cristi(Klohn, 1956)であり、それをKlohn(1960)が定義づけた。

その後、Vergara(1978)、VergaraおよびDrake(1978, 1979)、Charrier

および Munizaga (1979)、Moscoso 他 (1982) 等は弱い不整合面を境に 2 つの単元に区分し、両単元を Farellones 層群と呼んでいる。

本層は Goya Machali 層を不整合に覆っている。

分布：本層は本地域の中央部に N-S に伸長して巾広く分布している。

岩質および構成：本層は主として安山岩質溶岩と同質火砕岩の互層から成り、局部的に玄武岩や流紋岩ないしは湖成の礫岩、砂岩、泥岩および石灰岩等の薄層を挟在している。

層厚および構造：層厚は場所によって異なり、本地域北部で厚く最大 3,000 m (Agüirre, 1960) を有し、本地域南部の Los Cipreses 川で薄く 1,400 m を有している。

本層は一般に水平に近い構造を示しているが、局部的には緩やかな褶曲構造を有している。

また、局部的 (El Manzanar 地区) に本層中には傾斜不整合がみられる (Charrier, 1981b)。

形成時期および対比：本層からの化石の産出は知られていないが、本層を構成する安山岩溶岩や本層を貫いた貫入岩の絶対年代測定 (K-Ar 法) 資料は Tab. 6 に示したようにかなり多い。同資料からして本層の堆積時期は中新世～鮮新世と解される。

本層は岩石学および時代的類似性から Drake (1974) による Campanario 層に對比される。

1-2-8 鮮新世～第四紀火山噴出物および未固結堆積物

鮮新世～第四紀火山噴出物および未固結堆積物が Farellones 層やそれより古い地層を覆って分布している。

鮮新世～第四紀火山噴出物には、火山円錐丘、火山泥流、火砕流、溶岩流および峡谷玄武岩流等がある。

火山円錐丘は本地域の東縁部にみられ (Maipo 火山および Don Casemirio 火山)、安山岩質ないし玄武岩質である。火山泥流および火砕流は、本地域の北半分に分布している。溶岩流は安山岩質で Cachapoal 川沿いに分布しており、Charrier および Munizaga (1979) による絶対年代測定 (K-Ar 法) 結果、 2.3 ± 0.2 m.y. および 1.8 ± 0.2 m.y. (Tab. 7 参照) が得られている。

峡谷玄武岩流はかんらん石玄武岩 (h-34T) で Negro 川沿いに分布している。本岩流は地下深所に通じた断層に沿って上昇したものと解されている (Hyndman, 1972)。

未固結堆積物として本地域に分布しているものは、河床堆積物、沖積層、氷河堆積物および崖錐堆積物等である。

1-3 貫入岩類

貫入岩類の分布は本地域のほぼ4割を占めており、それらは岩株、岩脈、キューボラあるいは岩枝等の産状を呈している。

1-3-1 岩 株

北から南に向かって岩株をなしている貫入岩には次のようなものがある。

Negro 川流域：Negro 川と Barriga 沢との合流点からその北部にかけてトータル岩質岩株（h-33T）が Colimapu 層を貫いて分布している。

Maipo 川東部：Maipo 川と Negro 川の合流点からその北西に斑状岩株が Colimapu 層を貫いて分布している。本岩株は場所によって岩相変化がみられ、石英閃緑岩（h-30T）、斑状石英モンゾ閃緑岩（h-22T）、石英モンゾニ斑岩（h-14T、h-29T）、トータル斑岩（h-31T）等の岩相を示している。

Maipo 川西部：Juncalito 沢から Blanco 川にかけて石英閃緑岩（i-8T）、石英モンゾ閃緑岩（i-10T）、トータル岩（i-9T）等の岩相を示した岩株が発達している。本岩株は Coya Machali 層および Colimapu 層を貫いており、K-Ar 法による絶対年代測定の結果 15.1 ± 0.5 m.y. の値が得られている。

Blanco 川流域：本流域西部に石英モンゾニ斑岩（i-15T）が Colimapu 層を貫いて発達している。また、Blanco 川の東部の Colimapu 沢付近には、この岩株から分岐したと解されるアブライト質斑岩あるいは石英モンゾ閃緑岩の岩枝およびキューボラがジュラ系およびネオコム階を貫いて発達している。

Pangal 川と Blanco 川の合流点付近：この付近に石英モンゾ閃緑斑岩（e-25T）が Farellones 層を貫いて発達しており、同岩体の北東部に後述の №30 変質帯が分布している。また、同岩体の北部には Juanita 鉱床が賦存している。

Cachapoal 川北部：Peralitos 沢から Cipresitos 沢にかけてかなり規模の大きい岩株が Farellones 層および Coya Machali 層を貫いて発達している。

本岩株はその東部で閃緑岩（h-12T）、中央部で石英モンゾ閃緑斑岩（b-65T）、西部で石英安山斑岩（h-11T）等の岩相変化を示している。

Los Cipresitos 沢東部：Los Cipresitos 沢と Cachapoal 川の合流点付近から Los Cipresitos 沢上流にかけて石英モンソニ斑岩（m-19T）～石英モンソ閃緑斑岩（m-28T）、閃緑斑岩（a-35T）等の数岩株が Coya Machali 層を貫いて発達している。

Cortaderal 川西部：Cortaderal 川と Cachapoal 川の合流点から Los Cipresillos 沢の源流にかけてかなり規模の大きい岩株が分布している。

本岩株は石英モンソ閃緑岩（a-48T）、石英モンソ閃緑斑岩（a-47T）、モンソ花崗岩（a-32T）等の岩相を示しており、Parellones 層および Coya Machali 層を貫いている。

本岩株のほぼ中央部から採取した試料（モンソ花崗岩）の絶対年代測定（K-Ar 法）結果では、Tab. 5 に示したように 11.7 ± 0.5 m.y. の値が得られている。

El Chorro de la Vieja 沢上流：Cortaderal 川の支流の El Chorro de la Vieja 沢にモンソ花崗岩（a-91T）の小岩株が Parellones 層および Coya Machali 層を貫いて発達しており、同岩株の周辺部に後述の № 58 変質帯が発達している。

Claro 川源流：Claro 川の上流域からその源流にかけてかなり規模の大きい岩株が発達している。本岩株は主として花崗閃緑岩（b-7T、b-21T）から成るが、場所によって斑状閃緑岩（m-10T）、トータル岩（b-6T）、石英閃緑岩（m-8T）、石英モンソ閃緑岩（d-43T）等の岩相を示している。

本岩株の花崗閃緑岩岩相を示す部分の K-Ar 法による絶対年代測定結果では 10.3 ± 0.5 m.y. の値が得られている。

なお、本岩株の東縁部は後述の Rosario de Rengo 鉱床の母岩の一部となっている。

1-3-2 キュボラおよび岩枝

Negro 川源流域：本流域に石英安山斑岩（a-108T、a-116T）の2岩体と石英閃緑岩（h-48T）の2岩体が分布しており、いずれも Río Damas 層を貫いている。

これらの貫入岩体の付近に後述の № 1、№ 2 および № 3 変質帯が発達しており、同岩体も母岩の一部となっている。

Barroso 川流域：Barroso 川の右岸に岩枝状の閃緑岩（f-28T）が Río Damas 層を貫いて分布しており、小規模な変質帯を伴っている。

Paredones 川南部：Los Orrego 沢と La Zorra 沢の間閃緑岩（i-26T）、

Tab. 4 RESULTADOS DE LOS ANALISIS QUIMICOS DE ROCA TOTAL

Número de Muestra	Ubicación	Roca	SiO ₂ %	TiO ₂ %	Al ₂ O ₃ %	Fe ₂ O ₃ %	FeO %	MnO %	MgO %	CaO %	Na ₂ O %	K ₂ O %	P ₂ O ₅ %	BaO %	H ₂ O ⁺ %	H ₂ O ⁻ %	CO ₂ %	S %	C %	Suma Total
a 32	Hoja Río Cortaderal	Monzogranito	63.31	1.02	13.79	3.09	3.96	0.10	2.64	3.61	3.14	3.76	0.17	0.05	0.81	0.09	0.07	<0.01	0.01	99.62
a 47	Hoja Río Cortaderal	Monzodiorita cuarcífera	66.42	0.76	14.87	1.56	1.98	0.09	1.44	3.57	4.19	3.57	0.15	0.05	0.77	0.13	0.03	<0.01	0.02	99.60
b 21	Hoja Río Clarillo	Granodiorita	67.26	0.60	15.09	1.62	2.34	0.08	1.71	3.69	3.86	2.81	0.11	0.05	0.72	0.07	0.07	<0.01	0.02	100.10
f 9	Hoja Cerro Catedral	Granodiorita	63.96	0.73	15.74	3.17	2.35	0.05	1.87	3.96	3.83	2.98	0.12	0.04	0.66	0.06	<0.01	0.02	0.04	99.58
h 11	Hoja Río Cortaderal	Pérfido dacítico	63.44	0.63	15.74	3.43	3.05	0.18	1.67	2.04	3.60	4.06	0.11	0.07	1.76	0.15	0.17	<0.01	0.01	100.11
h 12	Hoja Río Cortaderal	Diorita	55.12	1.17	16.76	3.24	5.11	0.18	4.21	6.73	3.57	1.58	0.32	0.03	1.38	0.11	0.12	0.01	0.03	99.67

Tab. 5 DATACIONES RADIOMETRICAS POR EL METODO K-Ar

Número de Muestra	Ubicación	Roca	Mineral	%K Total	% Ar ⁴⁰ Atmosf.	Vol. Ar ⁴⁰ rad. ml/g	Edad Cal. (m.a.)	(%) Error
a 32D	Hoja Río Cortaderal	Monzogranito	Biotita	7,606	53	3,462	11.7±0.5	4.3
b 21D	Hoja Río Clarillo	Granodiorita	Biotita	7,316	56	2,935	10.3±0.5	4.6
i 10D	Hoja Cerro Catedral	Monzodiorita cuarcifera	Biotita	7,181	37	4,228	15.1±0.5	3
d 120D	Hoja Doñihue	Tonalita	Biotita	7,089	13	23,319	83 ±2	1.6
F 188D	Hoja San Fernando	Dacita	Biotita	6,091	28.4	9	116 ±2	1.5

Nota: Los constantes de K⁴⁰ empleadas en el cálculo de las edades señaladas en esta tabla son las siguientes;

Mineral : Material analizado
 %K : Porcentaje de potasio en la muestra
 Ar⁴⁰ rad. : Cantidad de argón radiogénico en la muestra
 Ar⁴⁰ % atmosf. : Porcentaje de argón atmosférico
 Edad (m.a.) : Edad de la muestra en millones de años
 Error (%) : Porcentaje de error analítico de la edad obtenida

石英モンゾ閃緑斑岩 (a-29T)、花崗閃緑斑岩 (a-10T) 等の岩相を示したキューボラおよび岩枝が数岩体 Farellones 層および Coya Machali 層を貫いて発達しており、それらの付近に後述の № 39、№ 40、№ 41 および № 42 等の変質帯が分布している。

Cortaderal 川上流：この流域に N-S に細長く伸長した流紋石英安山斑岩 (d-122T) が Coya Machali 層を貫いて発達している。

Alto del Sapo 山北西斜面：前述の Claro 川源流に分布している花崗閃緑岩質岩株の東縁部に同岩株を貫いて石英安山斑岩 (d-21T) のキューボラが数岩体発達している。なお、本岩体はトータル斑岩 (a-101T) や花崗閃緑斑岩 (b-17T) 等の岩相を場所によって示している。

これらのキューボラは Farellones 層を貫いており、後述の Rosario de Rengo 鉱床の主要な母岩となっている。

1-3-3 岩 脈

本地域には、巾 0.5 ～ 数 m の板状の岩脈が多くみられ、Farellones 層およびそれより古い地層を切っている。岩質は安山岩質が一般的であるが、Negro 川ではフェルシックな岩脈もみられる。

1-4 地質構造

本地域の地質構造は N-S 系が卓越しており、褶曲軸、断層および線構造共主方向は N-S 性を示している。この方向はチリ全土を支配している主構造に一致しているもので、大局的に本地域の火成活動をも規制している、と解される。

本地域に分布する成層岩類は総層厚 10,000 m と 14,000 m とも言われており、それらは 3 つの不整合面をもって次の 4 つの構造单元に区分される (Charrier および Lillo, 1973; Charrier, 1981b)。

- 1) ジュラ紀後期～白亜紀前期堆積岩单元 (Nacientes del Teno 層、Río Damas 層、Leñas Espinoza 層、Baños del Flaco 層、Golimapu 層)
- 2) 白亜紀後期～第三紀中新世前期火山性砕屑岩单元 (Coya Machali 層)
- 3) 第三紀中新世中期～鮮新世前期火山性砕屑岩单元 (Farellones 層)
- 4) 第三紀鮮新世～第四紀火山噴出物および未固結堆積物单元

これらの单元のうち新しい单元ほど褶曲構造は弱まっており、4) 单元には同構造は発達し

ていないが、正断層は認められる。

Tab. 6 ANALISIS MODALES DE ROCAS INTRUSIVAS

	A-32	A-47	A-48	A-101	B-21	D-43	F-9	F-18	H-12	I-8	I-10	SM-37
QZO	18.8	14.0	7.8	18.0	26.5	18.3	17.5	2.2	3.1	8.8	7.8	18.5
PLAG	40.5	49.5	54.2	60.8	48.5	60.3	46.1	26.6	63.7	61.5	59.1	56.7
K-FELD	28.0	26.1	22.3	2.1	13.3	9.2	17.5	2.0	7.1	0.7	10.8	4.0
BIOT	4.8			9.0	4.5	4.2	4.8		2.0	9.8	12.1	7.2
ANF	5.0	6.3	8.5	1.8	3.8	5.7		7.1	16.0	10.2	6.1	9.2
PIROX			1.2				6.6					
CL-EP	1.8	4.1	1.0	7.1	1.1	0.6	2.7	59.5	6.2	5.8	3.3	2.6
OPAC	1.0		4.7	0.5	2.1	1.3	2.7	1.6	1.6	2.8	0.5	1.6
ACC				0.3			0.8	0.8	0.1	0.2		
QAP												
Q	21.6	15.6	9.3	22.2	31.4	19.8	21.6	7.3	4.2	12.5	10.1	23.3
P	46.4	55.2	64.2	75.2	52.7	69.6	56.9	86.2	86.1	86.5	75.9	71.6
A	32.0	29.2	26.5	2.6	15.9	10.5	21.5	6.5	9.6	1.0	14.0	5.0
	MONZOGRANITO	MONZODIORITA CUARCIFERA	MONZODIORITA CUARCIFERA	PORFIDO TONALITICO	GRANODIORITA	MONZODIORITA CUARCIFERA	GRANODIORITA	DIORITA CUARCIFERA	DIORITA	DIORITA CUARCIFERA	MONZODIORITA CUARCIFERA	TONALITA

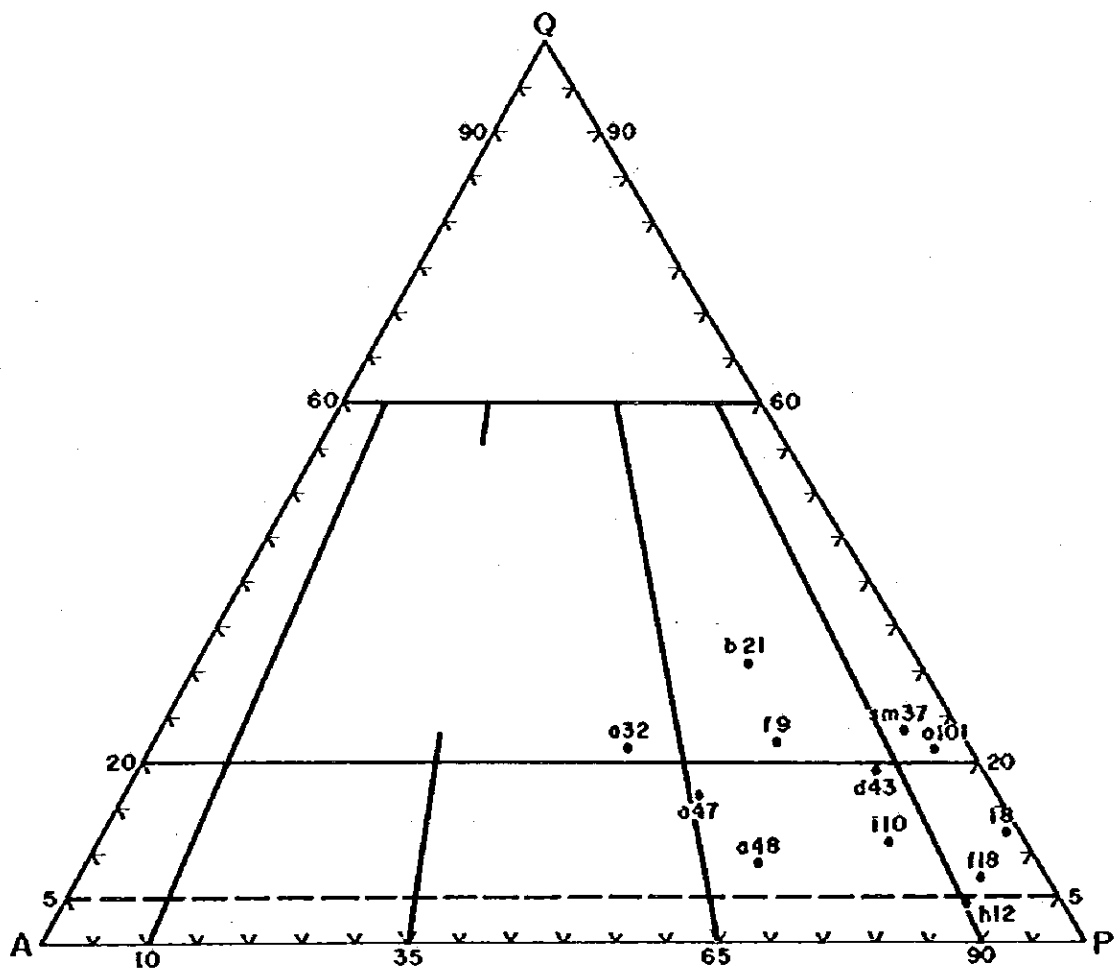


Fig.5 CLASIFICACION DE ROCAS PLUTONICAS
(STRECKEISEN, 1.976)

Tab. 7 COMPILACION DE EDADES RADIOMETRICAS, K-Ar, RELACIONADAS CON LAS FORMACIONES

DEL AREA ESTUDIADA

A.- DENTRO DEL AREA DE ESTUDIO

Localidad	Tipo de roca	Unidad o relación geológica	Materiales datado	Edad en m.a.	Referencias
1.- Río Cachapoal Est. Los Huiguanes	Andesita porfírica	F. Coya-Machali	Roca total	20.5 ± 0.8	Charrier y Munizaga. 1979.
2.- Coya-Machali	Andesita	T. Coya-Machali	Roca total	23.2 ± 0.8	Charrier y Munizaga. 1979.
3.- Coya-Machali	Andesita	F. Coya-Machali	Roca total	23.1 ± 0.7	Charrier y Munizaga. 1979.
4.- Río Maipo-Qda. Alfalfalito	Monzodiorita cuarcífera	Intruye a F. Coya-Machali	Biotita	15.1 ± 0.5	Este estudio
5.- Río Pangal-Río Cachapoal	Toba andesítica	F. Farellones	Roca total	9.2 ± 0.3	Charrier y Munizaga. 1979.
6.- Cabeceras del Est. Los Arrayanes	Dacita porfírica	F. Farellones	Roca total	8.3 ± 0.1	Charrier y Munizaga. 1979.
7.- Cabeceras del Est. Los Arrayanes	Toba andesítica	F. Farellones	Roca total	14.1 ± 0.6	Charrier y Munizaga. 1979.
8.- Río Tapado (Claro) Lag. Los Cristales	Granodiorita	Intruye a F. Farellones	Biotita	10.3 ± 0.5	Este estudio
9.- Río Cortaderal-Vega Chica	Monzogranito	Intruye a F. Farellones	Biotita	11.7 ± 0.5	Este estudio
10.- Río Cachapoal Est. Los Huiguanes	Andesita de piroxeno	Coladas de valle	Roca total	2.3 ± 0.2	Charrier y Munizaga. 1979.
11.- Coya	Andesita de ortopiroxeno	Coladas de valle	Roca total	1.8 ± 0.2	Charrier y Munizaga. 1979.
12.- Río Cachapoal-Río Claro.	Dacita tobácea	Coladas de valle	Roca total	1.8 ± 0.4	Charrier y Munizaga. 1979.

D.- AL NORTE DEL AREA DE ESTUDIO

Localidad	Tipo de roca	Unidad o relación geológica	Material datado	Edad en m.a.	Referencias
13.- E. de San Gabriel (Lo Valdés)	Ocoña	F. Abanico (Prob. base)	Plagioclasea	62.3 ± 3	Vergara y Drake, 1978.
14.- E. de San Gabriel (Lo Valdés)	Ignimbrita riolítica	F. Abanico (Prob. base)	-	61.6	Vergara y Drake, 1978.
15.- Arrayán	Andesita gris	F. Abanico	Plagioclasea	40.9 ± 10.0*	Vergara y Drake, 1978.
16.- Arrayán	Andesita félsica.	F. Abanico	Plagioclasea	25.2 ± 1.0*	Vergara y Drake, 1978.
17.- Vuelta del Padre (Río Maipo)	Toba lítica	F. Abanico	Plagioclasea	24.1 ± 1.0	Vergara y Drake, 1978.
18.- Vuelta del Padre (Río Maipo)	Toba de cristal	F. Abanico	Roca total	22.9 ± 0.5	Vergara y Drake, 1978.
19.- Vuelta del Padre (Río Maipo)	Andesita gris clara.	F. Abanico	Roca total	22.4 ± 5	Vergara y Drake, 1978.
20.- SE de San Gabriel	Andesita gris verde.	F. Abanico	Roca total	18.4	Vergara y Drake, 1978.
21.- SE de San Gabriel	Andesita gris verde	F. Abanico	Roca total	16.4 ± 1	Vergara y Drake, 1978.
22.- Cerros Roca y Colorado	Andesita	Intruye a F. Abanico	Plagioclasea	20.0 ± 0.5	Thiele y otros, en Thiele, 1980.
23.- Salto del Soldado (Río Aconcagua)	Granodiorita de horn. y biotita.	Intruye a F. Abanico	Roca total	19.5 ± 0.5	Vergara y Drake, 1978.
24.- Central Los Quillos (Río Aconcagua)	Drecha dacítica autoclástica	Intruye a F. Abanico	Roca total	18.4 ± 1.4	Munizaga y Vicente, 1982.

* Muestra alterada.

Continuación tabla

Localidad	Tipo de roca	Unidad o relación geológica	Material datado	Edad en m.a.	Referencias
25.- San Gabriel (a)	Granodiorita de horn. y biotita	Intruye a F. Abanico	Diotita	13.9 ± 0.8	Vergara y Drake, 1978.
26.- San Gabriel (c)	Granodiorita de horn. y biotita	Intruye a F. Abanico	Hornblenda y biotita	11.6 ± 1.3	Vergara y Drake, 1978.
27.- San Gabriel (b)	Granodiorita de horn. y biotita	Intruye a F. Abanico	Plagioclasa	10.6 ± 0.3	Vergara y Drake, 1978.
28.- Cerro Llaresal	Dacita	F. Farellones (M. inferior)	Roca total	20.4 ± 0.5	Munizaga y Vicente, 1982.
29.- Farellones	Andesita de piroxena	F. Farellones	Plagioclasa	18.5 ± 0.2	Vergara y Drake, 1978.
30.- Qda. El Espino Río Rocón	Ignimbrita	F. Farellones (M. inferior)	Roca total	17.5 ± 0.2	Munizaga, 1972, en Munizaga y Vicente, 1982.
31.- Río Hidalgo 2400 m Est. Las Mulas	Toba dacítica	F. Farellones (Techo M. inferior)	Roca total	17.4 ± 0.6	Munizaga y Vicente, 1982.
32.- Lagunillas	Andesita	F. Farellones	Plagioclasa	17.3 ± 0.2	Vergara y Drake, 1978.
33.- Farellones	Toba riolítica	F. Farellones	Plagioclasa	17.3 ± 0.3	Vergara y Drake, 1978.
34.- Qda. El Espino Río Rocón	Ignimbrita	F. Farellones (M. inferior)	Hornblenda	16.9	Munizaga, 1972, en Munizaga y Vicente, 1982.
35.- Qda. El Túbano 3.570 m	Andesita basáltica	F. Farellones (M. superior)	Roca total	12.3 ± 0.4	Munizaga y Vicente, 1982.
36.- Laguna del Copín	Ignimbrita	F. Farellones (M. inferior)	Roca total	10.9 ± 0.4*	Munizaga y Vicente, 1982.

* Roca desvitrificada

Continuación tabla

Localidad	Tipo de roca	Unidad o relación geológica	Material datado	Edad en m.a.	Referencias
37.- Río Blanco (a)	Toba riolítica	F. Farellones	Plagioclasa	4.9 ± 0.2	Vergara y Drake, 1978.
38.- Río Blanco (b)	Toba riolítica	F. Farellones	Biotita	4.1 ± 0.1	Vergara y Drake, 1978.
39.- Campo de Ahumada-Qda. del Arpa	Cuarzo monzonita	Intruye base de F. Farellones	Biotita	16.0 ± 1	Munizaga y Vicente, 1982.
40.- Co. Alto de Leiva	Dacita	Intruye a F. Farellones	Roca total	9.6 ± 0.2	Munizaga y Vicente, 1982.
41.- Los Tambillos (Nac. río Rocín)	Dacita	Intruye a F. Farellones	Biotita	7.8 ± 0.3	Munizaga y Vicente, 1982.
42.- Co. Rincón de Antuco	Hialodacita	Intruye a M. inferior de F. Farellones	Roca total	6.1 ± 0.5	Munizaga y Vicente, 1982.
43.- Co. Encarrujado	Andesita basáltica	Intruye a M. inferior de F. Farellones	Roca total	6.1 ± 1.2	Munizaga y Vicente, 1982.
C.- AL SUR DEL AREA DE ESTUDIO					
44.- El Melado-Río Maule	Granodiorita	Intruye a F. Abanico	Roca total	60.5 ± 0.3	Drake, 1974.

第2章 鉍化作用および変質作用

2-1 概 要

本調査区域はアンデス山脈内にあり、第三紀カッパー・ベルト (Sillitoe, 1981) の南延長上に位置しており、80数箇所 (PL.1-3-1, 1-3-2参照) に及ぶ鉍床、鉍化帯および熱水変質帯が発達している。この中には、現在鋭意生産中の世界屈指のポーフイリー・カッパー型銅-モリブデン鉍床である El Teniente 鉍床も含まれている。

このうち今年次の調査において現地確認を行ったのは51箇所であり、この中には従来から名前の知られた Rosario de Rengo や Juanita (フアニータ) 等の鉍床も含まれているが、また、既存資料にも昨年次の写真地質解析でも把握されなかった数箇所の新しい変質帯もある。

Rosario de Rengo および Juanita 両鉍床は網状鉍染状鉍床で、前者は銅-モリブデン、後者は銅であり、いずれも過去に生産実績はあるが現在は休山となっている。

変質帯としたものは、珪化ないし粘土化変質を受けた母岩中に酸化鉄鉍を伴っているもので、多くの場合鉍染状の黄鉄鉍を産し、場所によっては微量の銅やモリブデン鉍物を随伴している。

なお、変質帯の中で組織的な採鉍実績のあるものは後述の No. 58 変質帯 (物理探査: IP 法) だけである。

以上の51箇所のうち、Rosario de Rengo 鉍床と Los Cipreses 川変質帯の2箇所は準精査を行ったが、その他については概査に止まっている。なお、準精査を行った2箇所の調査結果については第2部で述べる。

2-2 鉍化作用および変質作用

2-2-1 一般的特性

鉍床および変質帯の分布は El Teniente 鉍床の南延長線上に当る調査地域中央部で密で、東および西では粗くなっているが、特に中央盆地に近い本地域西部では分布が少なく、かつ規模も小さくなっている。

形態は不規則状および円状を示すものが多く、他に帯状、レンズ状をなすものもある。

母岩は Farellones 層および Coya Machali 層の安山岩質火山岩類が圧倒的に多く、

その73%を占めている。その他は下部白亜系の安山岩、ジュラ系の堆積岩類ないしは中性～フェルシック貫入岩類である。なお、変質帯の近傍には多くの場合中性～フェルシックな貫入岩類が分布(PL. 1-3-1、1-3-2参照)している。

鉬化作用(PL. 1-4-1、1-4-2参照)としては銅以外に、モリブデンが1箇所(Na 40変質帯)、亜鉛が2箇所(Na 24およびNa 40変質帯)認められるが、いずれもごく弱い鉬徴(顕微鏡下でのみ確認)に過ぎない。

銅の鉬化作用が野外観察および顕微鏡下で認められるのは、Juanita 鉬床、Na 1、Na 40、Na 42、Na 47、Na 58 およびNa 82変質帯の7箇所であるが、Juanita 鉬床を除きごく微弱なものである。

以上の鉬化作用は鉬染状を示す場合がほとんどで、2～3の変質帯において石英脈に伴った網状細脈がある。

酸化鉄鉬物はすべての変質帯にみられ、茶褐色の鉄焼け帯を形成している。

変質作用(1-4-1、1-4-2参照)としては珪化作用がごく一般的で、ほとんどの変質帯において認められるが、中程度以下の場合が多い。

絹雲母化作用も多くの変質帯にみられるが、その変質程度は低く、その分布範囲も狭い。

カリウム質変質作用も微弱であるが10箇所において、また、カオリン化作用は6箇所において各々認められる。

この他一部の變質帯において明ばん石化作用、モンモリロナイト化作用が認められる。

2-2-2 鉬床および変質帯

本調査において現地調査を行った鉬床および変質帯51箇所と昨年次の写真地質解析において判読された変質帯33箇所に対して北部から南部に向って番号を付し、変質帯の仮称名とした。なお、被覆岩に分断され一見、独立した鉬化帯あるいは変質帯にみられるが、その下位で連続が予想されるものについては同一帯として扱った。

以下に主要な鉬床および変質帯について説明する。その他のものについては、それらの特徴をTab. 8の一覧表にまとめた。また、各箇所の分布はPL. 1-4-1、1-4-2に示した。

1) Juanita 鉬床

位置：本鉬床はEl Teniente 鉬床の南々東約14km、Pangal川の源流Blanco川下流の西岸にまたがって分布しており、車でRancagua市より1時間半の地にある。

Tab. 8 CARACTERISTICAS DE YACIMIENTOS Y AREAS DE ALTERACION

ABREVIATURAS

Au	Oro	Qz	Cuarzo
Alun	Alunita	Ru	Rutilo
Bl	Blenda	Ser	Sericita
Bor	Bornita	Sa	Sanidina
Cp	Calcopirita	Trem	Tremolita
Cc	Calcosina	Tur	Turmalina
Cv	Covelina	VI	Vermiculita
Clo	Clorita	Zeo	Zeolita
Cao	Caolinita		
Cal	Calcita		
Ga	Galena		
Hem	Hematita		
Hidro Mi	Hidromica		
Ja	Jarosita		
Kf	Feldespató potácico		
Lim	Limonita		
Mgtt	Magnetita		
Mal	Malaquita		
Mo	Molibdenita		
Mon	Montmorillonita		
Mc	Mica		
Ox-Cu	Oxido de Cobre		
Pi	Pirita		
Pir	Pirrotita		
Pf	Pirofyllita		

CARACTERÍSTICAS DE YACIENTES Y ÁREAS DE ALTERACIÓN

Nombre	Ubicación	Tipo de estudio	Roca hosped	Mineralización			Alteración hidrotermal		Tamaño	Ley (ppm)						Número de anomalía geoq. de roca					Calificación			
				Tipo	Ni ^o . Primario	Ni ^o . Secundario	Ni ^o . De Carga	Grado		Mineral	Cu	Mo	Pb	Zn	As	Sb	Cu	Mo	Zn	As		Sb		
Mina Juanito	377.9 6,713.2	Terreno	Pórfido localístico	Disección y vetillas	Bor, Fl, Cp, Ca.	Cr, Cv, Mol, Es.		Débil a medio	Qu. Ser, Clo, Cal.	170"x22"x2" (nar. 30")	0.61 1.56 1.35	<1 8 9	5 34 166	73 105 166		<0.02 <0.02 <0.02	31 0.75 0.47							Escasa interés debido a su pequeño tamaño y baja ley.
J. Rosario de Rango	361.5 6,176.5	Id	Pórfido dacítico, andesita y granodiorita	Disección, reticulada de vetillas y vetillas	Fl, Cp, Mo.	Lta, Ecu, Cr, Cu, Bor.	Or, Ser, Tur, Mglt.	Débil a fuerte	Fotásica (interior) + sílica + argílica + propilítica(exterior)	6,500"x1,300" Piedra	2.02 2.45 26 0.66 0.27	23 10 240 83 3	29 35 5 20 0.54	59 39 30 23 367		<0.02 <0.02 <0.02 <0.02 0.28	<0.01 <0.01 1.74 0.08 0.41							Área de interés. Buenas expectativas de encontrar zona enriquecimiento secundario, bajo cubierta litológica. Se requieren trabajos de detalle.
										Zona de transición	168 18 0.32 1.63	169 6 170 11	55 32 14 11	115 14 24 45		<0.02 <0.02 <0.02 0.26	0.03 0.05 0.24 0.60							
										Zona de alteración	60 345 0.21	1 169 8	9 22 15	45 77 41	<5 69 19	<0.02 <0.04 <0.02	65 143 0.05							Área sin interés. Escasa mineralización y alteración débil.
No. 1	415.5 6,234.6	Id	Pórfido riolítico, diorita cuarcifera y andesita	Disección y reticulada de vetillas	Fl.	Lta, Ecu, Or-Cu	Gr, Cal.	Débil	Gr, Arg.	3,000"x150"	10 71	1 1	13 85	<5 19	<0.02 <0.02	19 85								Área sin interés. Escasa mineralización y alteración débil.
No. 2	417.5 6,235.0	Id	Pórfido dacítico y andesita	Id	Fl.	Lta, Ecu	Gr, Cal.	Id	Gr, Arg.	1,500"x500"	59	8	24	5	<0.02	5								Id
No. 3	415.5 6,232.5	Id	Diorita cuarcifera y andesita porfídica	Id	Fl.	Lta, Ecu.	Gr, Cal.	Id	Gr, Arg.	3,000"x1,100"	55 23	2 4	63 25	10 5	<0.02 <0.02	89 65								Id
No. 4	409.0 6,213.0	Id	Caliza y talita	Id	Fl.	Lta, Ecu.	Mglt.	Id	Gr, El, Clo.	2,200"x250"	19 32	2 2	33 31	32 19	<0.02 <0.02	157 114				1		1	Id	
No. 5										2,000"x100"														Id
No. 6	358.3 6,232.0	Id	Pórfido monzonítico cuarcifero y andesita	Id	Fl.	Lta, Ecu.	Mglt, Cal.	Id	El, Gr, Ser, Cao, Ja, Iren.	2,200"x500"	23	2	22	14	<0.02	64				1		1	Id	
No. 7	355.8 6,228.6	Id	Andesita y roca picroclástica	Id		Lta, Ecu.		Id	Gr, Arg.	400"x200"														Id

Nombre	Ubicación	Tip de estudio	Roca hosped	Mineralización			Alteración hidrotermal		Tamaño	Ley (ppm)						Número de anomalía geoq. de roca					Calificación			
				Tipo	Ni ^o . Primario	Ni ^o . Secundario	Ni ^o . De Carga	Grado		Mineral	Cu	Mo	Pb	Zn	As	Sb	Cu	Mo	Zn	As		Sb		
No. 8	356.8 6,227.7	Terreno	Andesita	Pisem. y reticulado de vetillas		Lta, Ecu.		Débil	Gr, Arg.	300"x200"														Área sin interés. Escasa mineralización y alteración débil.
No. 9	391.8 6,226.8	Id	Id	Id		Id		Id	Gr, Arg.	150"x200"														Id
No. 10	392.3 6,227.0	Id	Id	Id		Id	Mglt.	Id	Gr, Arg.	150"x200"														Id
No. 11	402.3 6,226.3	Id	Diorita, monzonita cuarcifera y andesita	Id		Lta, Ecu, Or-Cu.	Mglt.	Id	Gr, Ser, Clo, Cal.	200"x200"	354 830	<1 2	2 5	100 189	<0.02 <0.02	61 135				2		2	1	Área sin interés a pesar de anomalías de Cu. Mineralización y alteración débil.
No. 12	400.9 6,225.4	Id	Andesita	Id		Lta, Ecu.		Id	Gr, Arg.	250"x200"	16	<2	18	5	<0.02	18							Área sin interés. Mineralización y alteración débil.	
No. 13	402.7 6,224.6	Id	Andesita y caliza	Id		Id		Id	Gr, Arg.	400"x200"	37 22	1 1	2 10	230 5	<0.02 <0.02	26 66							Id	
No. 14	405.3 6,229.0	Id	Andesita	Id		Id		Id	Gr, Ser, Clo.	600"x700"													Id	
No. 15	355.8 6,218.0	Id	Id	Id		Id		Id	Gr, Arg.	1,000"x300"	78 (Procedido de 4 muestras)	4	12	6	0.03	15	1	1			1		Id	
No. 16	407.2 6,217.0	Id	Andesita y caliza	Id	Fl.	Id		Id	Gr.	200"x200"	14 14	3 2	11 31	28 184	<0.02 0.02	2 13							Id	
No. 17	393.0 6,212.6	Id	Arenalita y andesita	Id	Fl.	Id	Tur.	Id	Gr, Ser, Cal.	1,800"x400"	830	17	20	52	0.02	57 2.15							Área sin interés. Solo mineralización de pirita.	
No. 18	394.7 6,213.0	Id	Arenalita y andesita	Id		Id		Id	Gr, Arg.	200"x150"													Área sin interés. Mineralización y alteración débil.	
No. 19	405.2 6,212.2	Id	Caliza, arenisca y marg	Id		Id		Id	Gr, Ser y Fluv.	500"x1,000"	15 23	2 1	30 26	14 82	<0.02 <0.02	62 89							Id	
No. 20	382.9 6,225.8	Id	Andesita	Id	Fl.	Id		Id	Gr, Arg.	200"x100"	18	<1	133	6	<0.02	54							Área sin interés por su pequeño tamaño y alteración débil.	
No. 21	381.0 6,225.5	Id	Roca picroclástica	Id		Id		Id	Gr, Arg.	200"x500"													Id	
No. 22	377.9 6,223.5	Id	Andesita y roca picroclástica andesítica	Id		Id		Id	Gr, Arg.	150"x150"													Id	

Característica de Yacimiento y Área de Alteración

CARACTERÍSTICA DE YACIMIENTO Y ÁREA DE ALTERACIÓN																							
Nombre	Ubicación	Tipo de estudio	Roca hosped	Mineralización			Alteración hidrotermal		Tamaño	Ley (ppm)						Número de anomalía geol. de roca						Calificación	
				Tipo	Min. Primario	Min. Secundario	Min. de Ganga	Grado		Mineral	Cu	Mo	Pb	Zn	As	Sa	As	Cu	Mo	Zn	As		As
No. 23	324.2	Terreno	Andesita	Epitaxial y reticulado de vetillas	Pl.	Lta, Ecu.		Débil	Gr. Arg.	150"x500"												Área sin interés por su pequeño tamaño y alteración débil.	
No. 24	323.5	14	14	14	Pl, Bl.	14	Gr.	14	Gr. Arg.	550"x2,000"	106	1		44	7	<0.02	18					14	
	383.4	14	14	14	Pl, Bl.	14	Gr.	14	Gr. Arg.	550"x2,000"	23	<1		118	19	0.02	49						
No. 25	323.0	14	14	14	Pl.	14		14	Gr. Arg.	150"x300"	24	<1		57	48	<0.02	36			2		14	
	385.0	14	14	14	Pl.	14		14	Gr. Arg.	150"x300"	19	1		39	63	<0.02	119						
No. 26	322.5	Fotogeología								250"x500"													
	379.8									250"x500"													
	6,221.5									300"x500"													
No. 27	326.5	14								300"x500"													
	6,220.5									200"x400"													
No. 28	326.4	14								200"x400"													
	6,219.5									200"x400"													
No. 29	322.8	Terreno	Andesita y roca piroclástica	Diseminación y reticulado de vetillas	Pl.	Lta, Ecu.		Débil	Gr. Arg.	200"x500"	45	<1		25	31	<0.02	57			1		Área sin interés por su pequeño tamaño y alteración débil.	
	6,219.5									200"x500"													
No. 30	329.5	14	Andesita	14	Pl.	14	Gr. Mgtt. Terr.	14	Gr. Arg. Ser. Coo. Cal. Clo.	2,500"x1,500"	69	<1		95	22	<0.02	54	3		3	2	1	Escaso interés, a pesar de gran tamaño gossan y anomalías de Cu y Zn. Alteración y mineralización de ganga débiles.
	6,212.5									2,500"x1,500"													
No. 31	326.9	Fotogeología								400"x550"													
	6,212.2									400"x550"													
No. 32	323.4	14								100"x1,000"													
	6,213.6									100"x1,000"													
No. 33	326.9	14								300"x300"													
	6,210.9									300"x300"													
No. 34	326.4	14								400"x1,400"													
	6,210.7									400"x1,400"													
No. 35	325.3	Terreno	Roca piroclástica andesítica	Diseminación y reticulado de vetillas	Pl	Lta, Ecu.		Débil	Gr. Ser. Clo.	250"x1,000"												Sin interés por tamaño pequeño y alteración débil.	
	6,210.4									250"x1,000"													
No. 36	320.5	14	Pórfido granodiorítico y andesita		Pl	14		14	Gr. Arg.	400"x500"	20	<1		120	22	<0.02	30			1	1	14	
	6,210.5									400"x500"													

Nombre	Ubicación	Tipo de estudio	Roca hosped	Mineralización				Alteración hidrotermal		Tamaño	Ley (ppm)						Número de anomalía Geol. de roca						Calificación	
				Tipo	Min. Primario	Min. Secundario	Min. de Ganga	Grado	Mineral		Cu	Mo	Pb	Zn	As	Sa	As	As	As	As	As	As		
No. 37	319.5	Fotogeología								300"x700"														
	6,219.0																							
No. 38	318.4	14								350"x1,300"														
	6,208.2																							
No. 39	318.4	Terreno	Andesita	Diseminación y reticulado de vetillas	Pl	Lta, Ecu.		Débil	Gr. Arg.	300"x500"														Sin interés. Tamaño pequeño y alteración débil.
	6,208.2																							
No. 40	320.0	14	Pórfido monodiorítico cuarzofero y andesita	14	Pl, Cp, Bl	Lta, Ecu, Gr, Cu, Cu-Cu	Mgtt, Gr	Localmente fuerte	Ser. Ja, Gr, Coo, Alm, Bl.	350"x4,200"	58	8	11	138		<0.02	54	8	4		10		3	Área de interés. Relativamente grande mineralización de Sn. Alteración localmente fuerte. Anomalías de Cu y Zn. Requiere estudios de más detalle. Sin interés. Alteración débil.
	6,207.0										93	12		39	34	<0.02	54							
										(Promedio de 8 muestras)				4	23	0.02	3		1		1			
No. 41	320.0	14	Andesita	14	Pl	Lta, Ecu.		Débil	Gr. Coo.	350"x1,500"	39	3				0.02	3							
	6,207.8										52	18		28	328	<0.02	60							
No. 42	319.8	14	14	14	Cp, Pl, Bl	14	Mgtt, Gr	14	Gr. Ser.	1,400"x1,400"	45	1	15	25		<0.02	51							Sin interés. Alteración débil, aunque hay débil mineralización de Cu y Zn.
	6,201.5										49	4		55	18	<0.02	21		2		2	1	3	
										(Promedio de 9 muestras)														
No. 43	320.4	Fotogeología								500"x1,100"														
	6,201.5																							
No. 44	316.1	Terreno	Andesita	Diseminación y reticulado de vetillas		Lta.		Débil	Gr. Arg.	40"x150"	65	2		92	36	<0.02	67							Sin interés. Tamaño pequeño. Alteración débil.
	6,201.6																							
No. 45	315.0	14	14	14	Cp, Pl	Cu, Ecu	Mgtt.	14	Gr. Ser. Clo	60"x300"	45	1.5		41	14	<0.02	104						1	14
	6,200.5									(Promedio de 7 muestras)														
No. 46	311.1	14	Andesita y piroclásticos	14		Lta		14		150"x200"	45	<1		53	9	<0.02	34							14
	6,197.2																							
No. 47	318.5	14	Andesita	14	Pl	Lta, Ecu		14	Gr. Clo, Ser. Bifrezo, Bl, Musc, Alm	300"x1,500"	218	1	59	53		<0.02	51							Sin interés. Alteración débil.
	6,199.2										10	<1	17	19		<0.02	0.01							
											54	2		18	20	<0.02	65							
										(Promedio de 1 muestra)														
No. 48	311.4	14	Andesita y piroclásticos	14		14		14	Gr. Clo, Ser. Bifrezo, Ja.	200"x500"	24	<1		131	61	<0.02	21				3			Sin interés. Tamaño pequeño.
	6,196.2									(Promedio de 3 muestras)														
No. 49	319.7	Fotogeología								150"x1,200"														
	6,195.4																							
No. 50	311.7	Terreno	Andesita	Diseminación y reticulado de vetillas		Lta, Ecu		Débil	Gr. Ser.	200"x200"	54	11		150	17	<0.02	130				1		1	Sin interés. Tamaño pequeño.
	6,193.0										68	<1		435	5	<0.02	31							

CARACTERISTICA DE VACIMIENTO Y AREA DE ALTERACION

Nombre	Ubicación	Tipo de estudio	Roca hosped	Tipo	Mineralización			Alteración hidrotermal		Tamaño	Ley (ppm)							Número de anomalía geoqul de roca					Calificación
					Min. Primario	Min. Secundario	Min. de Canga	Grado	Mineral		Cu	Mo	Pb	Zn	As	As	As	Cu	Mo	Zn	As	As	
No. 51	374.1 6,193.0	Fotogeología								200"x1,000"													
No. 52	383.0 6,192.2	id								400"x1,000"													
No. 53	382.2 6,183.5	id								250"x700"													
No. 54	382.2 6,188.2	id								300"x800"													
No. 55	382.9 6,187.7	id								300"x500"													
No. 56	383.8 6,187.8	id								300"x500"													
No. 57	386.6 6,185.0	Terrano	Andesita	Diseminación y refrecado de vetillas	Pl, Pir.	lit, Ecu.		Débil	Qt, Clo, Ser, Cal.	150"x500"	212	<1	16	37		<0.02	51						Sin interés. Ausencia mineralización
											4	<1		84	7	<0.02	26						
											114	<1		69	139	<0.02	9						
No. 58	383.5 6,186.0	id	id	id	Op, Pl.	lit.	Mgt.	id	Qt, Ja, Clo, Alon, Ser, Cao.	800"x7,200"	193	<1	3	18		<0.02	54						Sin interés. Alteración y mineralización débiles.
											78	6		30	8	<0.02	19	1	1				
											(Pecudio de muestras)												
No. 59	386.6 6,178.6	id	Piroclásticos	id		id		id	Qt, Arg.	150"x300"													Sin interés. Tamaño pequeño.
No. 60	387.1 6,172.9	id	id	id		id		id	Qt, Arg.	150"x500"													id
No. 61	359.9 6,175.8	id	id	id		id		id	Qt, Arg.	200"x700"													id
No. 62	359.8 6,175.0	id	Andesita	id		id		id	Qt, Arg.	600"x1,500"													Sin interés. Alteración débil.
No. 63	389.0 6,173.0	id	id	id	Pl.	id	Mgt.	id	Qt, Ser, Cao.	500"x1,300"	91	1	16	41		<0.02	51						id
											8	1		33	13	<0.02	106						id
											(Pecudio de muestras)												
No. 64	360.0 6,195.5	id	Andesita y piroclásticos	id		id		id	Qt, Pl, Ser, Mgt, Sanid, Clo.	400"x1,200"	22	<1		52	6	<0.02	112						id
											(Pecudio de muestras)												
No. 65	361.5 6,191.0	id	id	id		id		id	Qt, Pl, Clo.	400"x1,900"	32	<1		52	7	<0.02	52						id
											(Pecudio de muestras)												

[illegible]

CARACTERÍSTICA DE VACIADO Y ÁREA DE ALTERACION

[illegible]

生産実績：本鉱床は1976年までENAMI (Empresa Nacional de Minería) の手で粗鉱量80 t/日の規模で生産されていたが、現在は休山となっており、山元に管理人(2名)が駐在しているだけである。

地質：本鉱床付近にはParellones層の安山岩と同質火砕岩の互層が広く分布しており、これらを数条のトーナル斑岩および安山岩の岩脈が貫いている。トーナル斑岩が安山岩岩脈を貫いているところから前者がより若い。

鉱化作用：鉱化作用は主として銅よりなり、上記のトーナル斑岩岩脈にのみみられ、鉱染状、細脈状をなしている。

同岩脈は幅2 m前後で走向N60°-70°W、傾斜N80°を示し、その上部で分枝している(Fig. 6 参照)。

鉱石鉱物は斑銅鉱を主体とし、これに少量の酸化銅鉱、輝銅鉱、黄鉄鉱、黄銅鉱およびコペリンを伴う。また、ごく稀に方鉛鉱が認められる。

脈石鉱物としては磁鉄鉱がもっとも多く、次いで電気石、赤鉄鉱等からなる。

採掘地並は下位よりN.1、N.4およびN.7の3地並からなり(山元管理人保管資料より)、各地並の間隔が30 mで、従って開発された上下延長は合計90 mである。このうちN.7およびN.4地並が主として採掘の対象となっており、N.1~N.4間はずかたに採掘されているだけである。

水平採掘延長は170 mで、採掘巾の広いところで30 mを有している。この採掘巾の広い箇所は数条の鉱化トーナル斑岩の交叉部に当る。

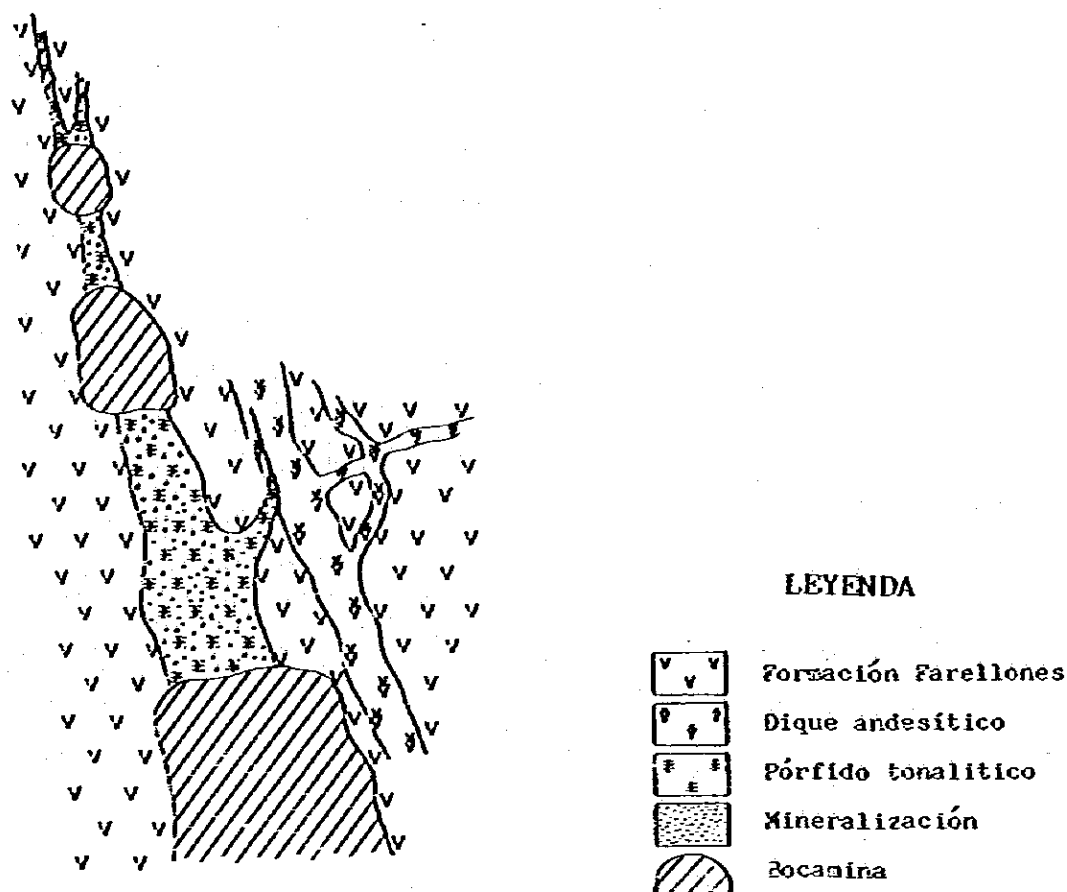


Fig. 6 PERFIL GEOLOGICO GENERALIZADO MINA JUANITA

鉱石品位は、既存資料によると粗鉱品位でCu 3.3%となっている。

本調査において採取した堆積鉱の品位は次の通りである。

	Cu %	Mo ppm	Zn ppm	Au ppm	Pb ppm	S %
C-2 A	0.61	<1	73	<0.02	5	0.26
C-4 A	1.96	8	105	<0.02	34	0.06
C-5 A	1.39	<1	166	<0.02	9	0.47

本鉱床を観察した限りにおいて、銅鉱物は主として鉱染状の産状を呈しているので、上記のような既存資料の品位は平均的品位としては考えられない。

変質作用：変質作用は、鉬化トナール斑岩自体が強珪化、弱絹雲母化を受けている以外、同作用は周辺部の非鉬化岩にまで及んでいない。

2) №11 変質帯

位置：本変質帯は Maipo 川上流の南斜面に分布している。

過去の実績：過去に生産あるいは採鉬が行われた形跡はない。

地質：付近は石英モンゾニ岩岩株からなり、本変質帯の北部隣接部には石灰岩が同岩株上にルーフペンダントとして産している。

鉬化作用：褐鉄鉬および赤鉄鉬からなる鉄焼け帯がごく微弱な酸化銅鉬を伴って石英モンゾニ岩岩株中に発達している。

鉄焼け帯の規模は 200 m × 200 m である。

変質作用：母岩は脱色して帯褐白色を呈しており、X線解析の結果、ごく弱い珪化作用、絹雲母化作用、炭酸塩化作用が認められる。

3) №30 変質帯

位置：本変質帯は Blanco 川と Paredones 川の合流点付近に位置している。

過去の実績：本変質帯自体に対して生産ないし採鉬が行われた形跡はないが、同帯の西 200 m に旧坑が 1 箇所あり、約 500 m² の礫が堆積されている。旧坑は現在崩落しており入坑不可能であるが、旧坑の方向 (N 20° W) からして、本変質帯を目的とした開坑ではないように思われる。

地質：付近には Farellones 層の安山岩が広く発達しており、これを花崗閃緑岩岩株が貫いており、本変質帯は同岩株の北東縁部に接して安山岩中に発達している (PL. 1-1-1 参照)。

鉬化作用：本変質帯は赤鉄鉬および褐鉄鉬を主とし、ごく少量の磁鉄鉬、黄鉄鉬の鉬染を伴っている。また、ごく少量の石英、電気石細脈がみられる。鉄焼けの及んでいる範囲は 2,500 m × 1,500 m で、ひょうたん形を呈している。

なお、上記旧坑の堆積物の参考分析値は次の通りである。

(単位 ppm)

	Cu	Mo	Zn	Au	Pb	S
C-17 A	276 ^g	15	340	<0.02	<5	254 ^g

変質作用：変質作用は概して弱く、原岩の識別が困難なほど変質している箇所はごく一部に限られる。

変質鉱物としては石英、絹雲母、緑泥石、カオリン、方解石、カリ長石等がX線解析によって検出されている。

なお、上記岩株は変質作用をほとんど受けていない。

4) №40 変質帯

位置：本変質帯は上記№30変質帯の南約3kmに位置している。

過去の実績：生産および探鉱共に過去に行われた形跡はない。

地質：本変質帯付近には Farellones 層の安山岩が優勢に発達しており、一部安山岩質火山礫凝灰岩と凝灰岩の互層を挟在している。これらを買いて石英モンゾ閃緑斑岩の数個の小岩体（岩株）が変質帯内部および周辺部に発達している。また、玄武岩の岩脈が本変質帯を切っている。

鉱化作用：本変質帯は主として褐鉄鉱と赤鉄鉱からなるが、局部的に細粒の黄鉄鉱の鉱染がみられ、また、微量の黄銅鉱が巾2～10mmの網状石英脈に散点している。その他、ごく一部のサンプルの鏡下観察において、コペリン、褐鉄鉱、閃亜鉛鉱および輝銅鉱等が微細粒をなして母岩中に局部的に鉱染しているのが認められる。上記の酸化鉄鉱は母岩の節理に沿って網状をなしている他、スポット状に散在している。なお、石英の網状脈の分布範囲はごく一部に限られており、割目の発達頻度は極めて低い。

母岩は大部分安山岩であるが、一部は石英モンゾ閃緑斑岩である。

本変質帯の形態は東に開いた馬てい形を呈しており、その総延長は8.5kmに及ぶが、巾にはばらつきがあり、最大巾1.2km、最小巾0.2kmである。

褐鉄鉱化の強い箇所は本変質帯の中央部であり、馬てい形をなす変質帯の両側では弱くなっている。

参考分析値は次の通りである。

(単位 ppm)

	Cu	Mo	Zn	Au	Pb	S
a-25 A	58	8	138	<0.02	11	1,200

本変質帯の付近には上記の№30変質帯の他、№42変質帯など11の大小の変質帯

と既述の Juanita 鉄床が分布しており、変質帯の密集地帯となっている（Pl. 1-3-1 参照）。

変質作用：変質作用の大部分は安山岩中にみられる。同作用としては珪化作用が一般的で、しかもその及んでいる範囲も広い。カオリン化作用および絹雲母化作用がこれに次ぐが、それらの分布範囲および変質度は低い。以上の変質作用は本変質帯の中央部で最も強く、分布も広く、同帯の両端では非変質部が島状に残されている。この他、局部的にカリウム質変質が認められる。同変質が認められる箇所では同時にジャロサイトも X 線解析で同定されている。

変質帯内部および周辺部に発達している岩株は珪化、絹雲母化、緑泥石化、青長石化等を局部的に受けているが、いずれも微弱である。また、変質帯中央部に分布している石英モンソ閃緑斑岩には上記の弱い変質作用の他、白色電気石や方解石が認められる。

5) № 42 変質帯

位置：本変質帯は № 40 変質帯の西 6 km に位置している。

過去の実績：生産、探鉱共に過去の実績はない。

地質：本変質帯付近には Parellónes 層の安山岩および同質火砕岩類が広く分布しており、これらを買いて岩株状の貫入岩体（そのひとつは石英モンソ閃緑斑岩）が数岩体、本変質帯を取り巻くように発達している。

鉄化作用：本変質帯は酸化鉄鉱（褐鉄鉱、赤鉄鉱）と少量の鉄染状黄鉄鉱からなり、地表部において、鉄化作用は肉眼的には認められない。ただ、1 試料（a-6P）の鏡下観察において極めて微量、かつ細粒の黄銅鉄が脈石（石英）中に鉄染しているのが観察された。また、同試料において褐鉄鉱中に超微細粒の自然金が認められる。

酸化鉄鉱は茶褐色～赤褐色を示し、安山岩の節理を埋めた網状あるいは散点状をなしている。

黄鉄鉱は一般に 0.3～0.5 mm の微細粒をなし、その量は多い箇所では 2～3 % である。

本変質帯の形は南に開いた扇形を呈しており、その規模は 1,400 m × 1,400 m（最大巾）である。

参考分析値は次の通りである。

(単位 ppm)

	Cu	Mo	Zn	Au	Pb	S
a-5 A	45	1	75	<0.02	15	25,300

変質作用：母岩（安山岩）の変質としては珪化作用および絹雲母化作用が認められるが、いずれも局部的には強いが一般に弱く、所々に非変質部が残されている。

6) №47 変質帯

位置：Cachapoal 川と Cortaderal 川の合流点付近の北約 2 km に位置している。

過去の実績：生産および探鉱共過去の実績はない。

地質：本変質帯の付近には Farellones 層および Coya Machali 層の、いずれも安山岩溶岩と同質火砕岩類の互層が広く分布している。これらを買いて、閃緑岩の比較的規模の大きい岩株が発達しており、本変質帯は同岩株の北部周辺部に発達している。

鉱化作用：本変質帯にはやや赤味の強い赤褐色の鉄焼け帯が発達しており、同帯の所々に微細粒の黄鉄鉱、一部磁鉄鉱の鉱染がみられる。酸化鉄鉱は主として赤鉄鉱、および褐鉄鉱からなる。なお、変質帯西端部で採取したサンプル（h-11）および東端部付近の転石の鏡下観察において微量の黄銅鉱を確認しており、銅の弱い鉱徴が認められる。

本変質帯の形態は Fig. 13 に示す通り、ほぼ東西に伸長した帯状をなしており、走向延長 4,500 m 巾 200～400 m を有している。

本変質帯の西延長上約 1 km に №45 変質帯が発達している（Fig. 13 参照）が、同変質帯は褐鉄鉱および赤鉄鉱の鉄焼け帯で、銅その他の有用鉱物の示徴は認められない。

№45 および №47 の両変質帯は地質鉱床的に類似の特徴を示しており、恐らく一連のものと考えられる。

参考分析値は次の通りである。

(単位 ppm)

	Cu	Mo	Zn	Au	Pb	S
a-34 A	278	1	53	<0.02	59	<0.01 ^g
h-5 A	10	<1	19	<0.02	17	<0.01 ^g

変質作用：本変質帯の観察はその両端だけに止まっているため、その中央については不明である。

本変質帯の両端部の変質は非常に弱く、非変質部が島状に所々に残されている。変質の比較的強い箇所は母岩（Farellones 層の安山岩）が脱色され黄白色～灰白色を呈しており、脱色部のX線解析結果では、Apendice 8に示す通り、石英、斜長石、絹雲母、褐鉄鉱が普遍的に検出され、局所的にパイロフィライト、ナトロジョロイサイト、カリ長石等のピークが現われている。斜長石のピークがかなり強く普遍的に検出されている、ということは未変質の残存鉱物の存在を示すものであり、従って変質度はあまり高くない。

以上のことからして、本変質帯の変質作用は中程度の珪化作用が主体で、これに弱い絹雲母化作用を伴っている、といえよう。

7) №58 変質帯

位置：本変質帯はCortaderal 川の中流域から南西に分岐しているEl Chorro de la Vieja 沢を中心に発達している。

過去の実績：本変質帯に対しては過去にEl Teniente 鉱山が物理探鉱（IP法）を実施しているが、有望示徴は得られていない。

地質：付近の地質はCoya Machali 層とFarellones 層およびこれらを含むモンゾ花崗斑岩の小岩株の数岩体から構成されており、本変質帯は同岩株の中でもっとも分布の広い岩体の周辺部に発達しており、変質域は上記両層にまたがっており、特に上記貫入岩体に近いFarellones 層の安山岩中において比較的優勢である。

鉱化作用：本変質帯には茶褐色の褐鉄鉱および赤鉄鉱からなる鉄焼け帯が広く形成されており、所々に微細粒の黄鉄鉱の鉱染がみられる。また、ごく一部に微量の黄銅鉱が母岩（安山岩）の小孔隙中に、あるいは褐鉄鉱細脈中に散点状に産している。また、付近の転石に安山岩を母岩としたフィルム状あるいは鉱染状の酸化銅鉱や、上記斑岩を母岩とした石英—電気石細脈等が観察され、銅の弱い鉱化作用の存在を示している。

この変質帯の規模は2,500 m × 1,000 m（最大巾）を有しNE—SWに伸長している。

本変質帯の北東延長上約1.5 kmに400 m × 150 mの小規模な鉄焼け帯（№57 変質帯）が発達しているが、同帯では磁鉄鉱の鉱染がかなり顕著に認められる。この他、

同帯では黄鉄鉱の鉱染は認められるが、銅等の有用鉱物の特徴は認められない。

両変質帯の参考分析値は次の通りである。

(単位 ppm)

	Cu	Mo	Zn	Au	Pb	S
Nb57 変質帯 a-84 A	242	<1	37	<0.02	16	756 ^g
Nb58 変質帯 a-90 A	183	<1	18	<0.02	3	328 ^g

変質作用：本変質帯にみられる変質作用は概して弱く、母岩が完全に脱色化している箇所は上記貫入岩に近いごく一部にすぎず、大半は母岩の表面に酸化鉄鉱が付着して茶褐色を呈しているが、その内部は緑泥石化作用がみられる程度で脱色化までには至っていない。

脱色化の比較的進んだ帯黄白色の部分のX線解析結果では一般的に石英、緑泥石および斜長石が同定されており、局部的に弱い絹雲母およびカオリン鉱物が検出されている。また、同時に微鉄鉱、ジャロサイトの弱いピークが認められる。

本変質帯の中央部に分布している貫入岩は一般的に新鮮で、変質帯近傍では同岩の節理に沿って褐鉄鉱を伴った絹雲母化作用が認められるが、割目のみられないところでは長石の斑晶が15%程度、また黒雲母斑晶が5～10%程度緑泥石化しているにすぎない。

2-3 考 察

2-3-1 鉱化・変質作用と貫入岩との関係

本調査地域に分布する変質帯の多くはPL. 1-4-1、1-4-2に示すように、中性～フェルシック貫入岩が比較的密に分布した地域に集中的に発達しており、しかも貫入岩類の周辺部に多い。

貫入岩類の周辺部に発達している鉱化・変質帯は同岩類に接している場合もあり、やや距離を置いている場合もある。いずれにせよ貫入岩類の分布と鉱化・変質帯のそれが密接しているということは、両者の間に因果関係があることを暗示しているものと思われる。

一方、El Teniente や Rosario de Rengo 等の鉱床と呼べるものは貫入岩類の周辺部ではなくて、同岩類を中心として鉱化・変質作用が広がっている。

この両者の相違は、前者の場合、貫入岩の結晶過程の末期における残液の周辺部への拡

敵による交代作用が考えられ、従って、鉍化・変質作用の及ぶ範囲は貫入岩の近傍うに限られた狭い範囲に止まる。

一方、後者の場合は、鉍床を生成した熱水作用が貫入岩の結晶作用後ある時間的間隔において貫入岩を中心に行われたため、鉍化・変質域が同岩を中心を広範囲に及んだものと解される。

鉍化・変質帯を付近に伴った貫入岩の種類は、花崗岩から閃緑岩あるいはそれらの斑岩等多種多様で特定な岩相との結び付きは必ずしも明瞭でない。

貫入岩の産状は岩株である場合がほとんどで、岩脈の場合は Juanita 鉍床の一例だけである。

2-3-2 鉍化・変質時期

上記の 2-2-2 で述べたように、本地区に発達する多くの鉍化・変質帯は付近に分布している貫入岩類と密接して形成されたものと解せられるので、両者の形成はほぼ同時期と考えられる。

貫入岩類の形成時期は第 1 章 1-3 で述べたように、その大部分は新第三紀中新世中～後期と解せられる。従って、多くの鉍化・変質作用の時期もほぼ同時期と想定される。

なお、El Teniente 鉍床の形成時期は中新世後期～鮮新世 (4.3 ~ 5.6 m.y.) と考えられており、上記年代とほぼ一致している。

第3章 地化学探査

3-1 概要

今般、岩石および河床堆積物の2種類の試料により、調査地域の地化学的検討を行った。前者は変質作用を伴った gossan に対する鉱化作用の有無の検討を、また、後者は新鉱床発見の端緒を得ることを各々目的としている。

期待される鉱床の型が銅、モリブデンのポーフイリー、カッパー型を主体としていることから、岩石による地化学探査(以下、岩石地下探と呼ぶ)の指示元素には Cu、Mo、Zn、As、Au、Rb の6元素を選び、その他 Sernageomin 提供の Sr を合せ7元素による検討を行った。また、河床堆積物の場合の指示元素は、上記の7元素に Pb を加えた8元素とした。

岩石地化探では38箇所の変質帯から195個の試料を採取した。

また、河床堆積物は昨年次分と今年次分を合せ994個を採取し、統計処理の際は Los Ciprese 地区の29個も合せ、総計1,023個を一括処理した。

岩石地化探においてはⅡ区域における非鉱化岩の値をバック・グラウンドとし、その値と変質帯の値を比較し、かつ、相関性のある元素の挙動と合せて鉱化作用の有無、および変質帯の評価の一助とした。

その結果、12箇所の変質帯において、Cu、Mo、Zn、Au および Rb のいずれかの異常が検出された。

河床堆積物による地化学探査では統計処理によって高異常値と弱異常値を決定した。

その結果、Cu 25個、Mo 9個、Zn 17個、Pb 9個、Au 9個、As 38個、Rb 32個の異常が得られた。これらの異常の大部分は既知の鉱化・変質帯と対応されるが、次の3異常域には、未知の鉱化帯の賦存が期待される。

- i) Cipresillos 沢上流域(Cu)
- ii) Pangal 川と Cachapoal 川の合流点付近(Au)
- iii) Negra 沢の中～上流域(Zn)

3-2 試料の採取

3-2-1 岩石

次の条件を満たしている箇所を原則として岩石地化探の対象とした。すなわち、i) 母

岩が中～強の変質作用を受けており、黄鉄鉱以外に初生鉱物は認められないが強い goss-an を形成している箇所。ii) 変質した母岩中に若干の初生鉱物は認められるが、大部分は褐鉄鉱あるいは赤鉄鉱からなる箇所。iii) 脈石鉱物と二次性酸化鉄鉱しか認められない箇所、等である。

なお、この他、バック・グランドを決定するために、鉱化・変質帯付近で全く鉱化および熱水変質作用を受けていないと思われる岩石をも採取した。

試料数は本年次のⅡ区域において175個、昨年次のⅠ区域において20個、合計195個である。本年次分の175個のうち変質岩石が158個、非変質岩石が17個である。

採取間隔および密度は規則的でなく、変質帯の規模に応じているが、1Km前後以上の中をもつ変質帯では、採取間隔50～100m/箇所を2割線、それ以下の規模の場合は、1割線ないしはもっとも強く鉄焼けしている箇所を数箇所採取した。

変質帯別の試料数は次の通りであり、1箇所当りの試料数は4.4個となる。

鉱化帯番号	採取試料数	鉱化帯番号	採取試料数	鉱化帯番号	採取試料数	鉱化帯番号	採取試料数	鉱化帯番号	採取試料数
Ⅱ-1	2	Ⅱ-15	8	Ⅱ-36	5	Ⅱ-48	3	Ⅱ-68	1
Ⅱ-2	1	Ⅱ-16	2	Ⅱ-40	28	Ⅱ-50	2	Ⅱ-70	1
Ⅱ-3	2	Ⅱ-19	2	Ⅱ-41	2	Ⅱ-57	2	Ⅱ-82	2
Ⅱ-4	2	Ⅱ-20	1	Ⅱ-42	19	Ⅱ-58	4	その他	4
Ⅱ-6	11	Ⅱ-24	2	Ⅱ-44	1	Ⅱ-63	9		
Ⅱ-11	2	Ⅱ-25	2	Ⅱ-45	4	Ⅱ-64	4		
Ⅱ-12	1	Ⅱ-29	1	Ⅱ-46	1	Ⅱ-65	3		
Ⅱ-13	2	Ⅱ-30	13	Ⅱ-47	8	Ⅱ-66	1		

なお、採取量は約1Kg/個で、岩石塊とした。

3-2-2 河床堆積物

試料の採取に当っては、異常値の根元追跡を容易にするため主要河川に流入する両側の支沢を主対象としたが、主要河川をも対象とした。

現地では、現在の河川に堆積している砂から粘土サイズの堆積物をプラスチックの1mm目の篩で篩分けし、約16メッシュを約200g/個採取し、分析試料とした。

本年次Ⅱ区域において採取した試料数は731個で、昨年次Ⅰ区域で採取した試料数

(263個)と合わせると合計994個となり、各区域における採取密度は前者が0.22個/km²、後者が0.12個/km²であった。

また、標高2500m以上の高地では、多くの場合河川が残雪で覆われているため、採取密度が粗くなっている。粗くなっている地域はアルゼンティン共和国との国境近くが多い。

3-3 試料の分析

試料は岩石、河床堆積物共全量(金の逸脱、防止のため鋸分けせず)を摩砕し、-150~-200メッシュを四分し、AuおよびAs用試料は王水で、Cu、ZnおよびMo用試料はHNO₃-HClO₄-HFの混合溶液で、また、RbおよびSrについてはNa₂CO₃-Li₂B₄O₇混合溶液で各々前処理された。

各成分の定量にはPerkin-Elmer4000型原子吸光分析装置が使用された。

なお、各成分の測定限界は次の通りである。

Cu 1ppm、Mo 1ppm、Zn 1ppm、Pb 2ppm、As 5ppm、Au 0.02ppm、Rb 2ppm、Sr 5ppm。

3-4 地化学探査(岩石)

本調査地域に発達している多くの変質帯のように、地表部が酸化作用による二次性酸化鉄鉱に覆われて、初生の鉱化作用を観察できない場合が多々ある。このような場合における鉱化作用の有無の検討方法のひとつとして、岩石による地化学探査が利用されている。

この探査の基本的考え方は、鉱化作用があれば仮に溶脱作用が著しくても微量の初生成分が残されており、従ってその値は周りの非鉱化岩石よりも一般的に高い値を示す、という経験的事実に基づいている。

この際、指示元素はできるだけ移動量の少ない元素を選び、かつ、相関性の高い他の元素の挙動と合わせて検討することが望ましい。

3-4-1 指示元素の選定

本調査地域に賦存が期待される主な鉱種は銅とモリブデンである。鉱床のタイプはEl Teniente鉱床に類似したボーフィリー・カッパー型がもっとも期待される。その他、金鉱床賦存の可能性も考えられる。

以上の点から、主な指示元素として Cu、Mo、Au を選定した。その他、上記の元素と一般的に相関性の高い As、Zn も検討元素のひとつに加えた。

この他、一部のボーフィリー・カッパー型鉱床探査の指示元素に Rb と Sr が利用されている (Armbrust et al., 1971; Oyarzún, 1974; Olade et al., 1975; Olade et al., 1976 等)。

これは、同型鉱床に伴っている変質作用による化学成分の移動を利用したものであり、この成分の移動については、Creasey (1959) によって北米の 7 鉱床を例に研究されている。その中で K の増加と Ca の減少が上げられており、前者はポタッシュ変質およびフィリック変質、後者は溶脱作用と結び付けて考えている。この K の随伴元素として Rb が、また Ca の随伴元素として Sr が知られており (Turekian and Kulp, 1956; Heier and Adams, 1964)、熱水変質過程における K に伴った Rb の増加 (Taubeneck, 1965) および Ca に伴った Sr の減少 (Turekian and Kulp, 1956; Bradshaw, 1967) が論じられている。

Oyarzún (1974) は、Rb や Sr が地化学探査の指示元素として次のような利点を持っている、と考えている。すなわち、i) 両元素共交代過程を示す敏感な元素である、ii) 両元素共分析が容易で、かつじん速である、iii) Rb は溶融点が低く、かつ高蒸気圧下で上昇運動が促進される、iv) Rb や Sr のような微量元素は一般に変量巾が主要元素よりも大きい、等である。

チリでは、Armbrust et al. (1971) や Oyarzún (1974) 等によって、El Teniente や Rio Blanco 鉱床において Rb や Sr の適応性が検討されており、その有効性が指摘されている。

以上の点から、本探査においても Rb および Sr を指示元素として利用した。

すなわち、本年次Ⅱ区域における岩石地化探の指示元素として、Cu、Mo、Au、As、Zn、Rb および Sr の 7 成分を利用した。

また、昨年次のⅠ区域における同探査の指示元素としては、期待される鉱種から、Cu、Mo、Pb、As、Zn および Au の 6 成分を選んだ。

3-4-2 検討方法

異常値の算出に当っては、Cu、Zn、As および Rb については、非鉱化岩の分析値の統計処理によってしきい値 ($\bar{X} + 2S$) を求め、同値以上を異常値とした。

Mo および Au は測定限界 以下が多いので、Mo については、母集団(非鉱化岩分析値) からある程度離れた値(経験に基づく)を、また、Au については非鉱化岩値の最高値を異常値の下限とした。

利用した非鉱化岩の試料は合計 32 個で、このうち、30 個が Parellones および Co-ya Machali 層の安山岩(結成変質は受けている)、1 個がモンゾ閃緑斑岩、1 個がジュラ系ないし白亜系の堆積岩である。

なお、上記個数の中に Los Cipreses 地区の Los Cipreses 川流域で採取した非鉱化岩(15 個)は含まれているが、Rosario de Rengo 鉱床近傍の非鉱化岩は鉱化作用の影響範囲が広く、全般的に他の地域よりも高い値を示したので、異常値算出基礎から除外した。

上記 32 個の分析値は Tab.8 の通りであり、各元素のバック・グラウンド($\bar{X}$)、標準偏差値(S)およびしきい値($\bar{X} + 2S$)は Tab.9 の通りである。

Tab. 9 VALORES GEOQUIMICOS DE REFERENCIA
EN ROCA FRESCA

Número de Muestra	Elementos ppm							Rb/Sr
	Cu	Mo	Zn	As	Au	Rb	Sr	
sa 9	103	<1	89	15	006	89	340	026
sa 22	194	<1	99	5	<002	62	370	017
29	38	<1	50	5	<002	21	310	007
37	95	<1	50	17	<002	72	380	019
43	46	3	66	11	<002	60	330	018
52	61	<1	70	5	<002	117	380	031
66	71	1	72	5	<002	24	720	003
sb 18	47	1	106	12	<002	77	400	019
22	19	1	88	11	<002	29	210	014
24	26	<1	65	5	<002	21	620	003
29	7	<1	258	7	<002	86	160	054
32	63	<1	96	<5	<002	47	420	011
36	71	<1	138	16	006	20	970	002
45	112	1	72	5	<002	14	470	003
63	64	<1	68	7	<002	33	420	008
79	20	<1	55	7	<002	103	420	025
83	72	<1	84	14	<002	32	590	005
92	40	1	71	6	<002	82	390	021
sc 8	42	1	67	20	<002	80	160	050
9	12	<1	125	6	<002	90	190	047
26	137	<1	78	14	<002	85	380	022
28	51	<1	90	30	<002	14	290	005
29	22	1	35	67	<002	48	630	008
sd 14	59	<1	95	18	<002	91	560	016
15	56	<1	256	32	<002	78	540	014
48	17	2	127	<5	<002	115	350	033
sf 35	6	<1	221	26	<002	43	620	007
sh 16	<1	<1	49	<5	<002	75	180	042
18	64	1	87	14	<002	21	440	005
19	39	1	30	27	<002	4	380	001
20	118	<1	113	5	<002	61	83	073
22	25	<1	8	24	<002	47	320	015

Tab. 10 ESTADIGRAFOS BASICOS DE ROCA

Elemento	Media (ppm)	Desviación Estándar (ppm)	$\bar{X} + S$ (ppm)	$\bar{X} + 2S$ (ppm)	$\bar{X} + 3S$ (ppm)
Cu	56	34.8	90.8	125.6	160.4
Zn	89	49	138	187	236
As	125	8.8	213	301	389
Rb	55	30	85	115	145

Rb/Sr 区分 (次表参照)

Rb/Sr < 0.20	} 非鉍化・変質岩
0.20 ≤ Rb/Sr < 0.50	
0.50 ≤ Rb/Sr < 1.00	弱異常
1.00 ≤ Rb/Sr	高異常

以上の基準に基づいて、異常（鉍化）と非異常（非鉍化）に区分したが、異常を更に高異常と弱異常に二分した。Cu、Zn、As および Rb の高異常は $\bar{X} + 3S$ 以上とし、弱異常は $\bar{X} + 2S$ 以上、 $\bar{X} + 3S$ 以下とした。

また、Mo と Au については経験値に基づいて高と弱の異常を区分し、Rb/Sr については、Armbrust et al. (1971)、Oyarzún (1974) や Olade et al. (1976) 等を参考に異常区分を行った。

なお、Sr については、その値と熱水変質作用の間に必ずしも明瞭な相関性が認められなかったため、Sr 単独の異常区分は行わず、Rb との比において同元素を利用した。

また、非異常の値（バック・グラウンド）も平均値以上、しきい値までの2つに区分した。

また、主要な変質帯については代表的断線を選んで各成分の変化を断面図上に表現した。なお、同図の作成に当たっては、非鉍化岩の平均値およびしきい値を基線とし、断線上の各成分の値と基線を比較した。また、一部の変質帯については、変質帯内部と外部における成分の変化についても検討した。

同断面図作成に当たって、As は他の元素との相関性が不明瞭であったので、除外した。

また、Sr については、Rb と負の相関が一般的に認められたので、同断面上には Rb/Sr 比で表現した。同比については、Armbrust et al. (1971) や Oyarzún (1974) 等が Rio Blanco や El Teniente 鉍床で検討し、下表のような結果を得ている。

非鉍化・変質安山岩の Rb/Sr 比	
非鉍化・変質安山岩	Rb/Sr
第四系 (チリー)	0.06
環太平洋ベルト	0.08
第三系 (チリー)	0.16
白堊系 (チリー)	0.18
鉍化・変質安山岩	
ボタッシュ変質 (Rio Blanco 鉍床)	2.55
プロビライト化変質 (El Teniente 鉍床)	0.31
ボタッシュ変質 (El Teniente 鉍床)	0.51
溶脱帯 (El Teniente 鉍床)	7.19

3-4-3 結果および検討

各元素で異常を示した変質帯の名称および数は Tab. 10 の通りである。また、各元素の異常分布を PL. 1-5-1, 1-5-2 に示した。なお、Sr については、Rb との比の算出に利用し、同元素単独の異常値算出は行わなかった。

Rb/Sr 比については、Appendice 2 と後述の成分断面に表示した。

Tab. 11 CANTIDAD DE ANOMALIAS GEOQUIMICAS
POR AREA DE ALTERACION

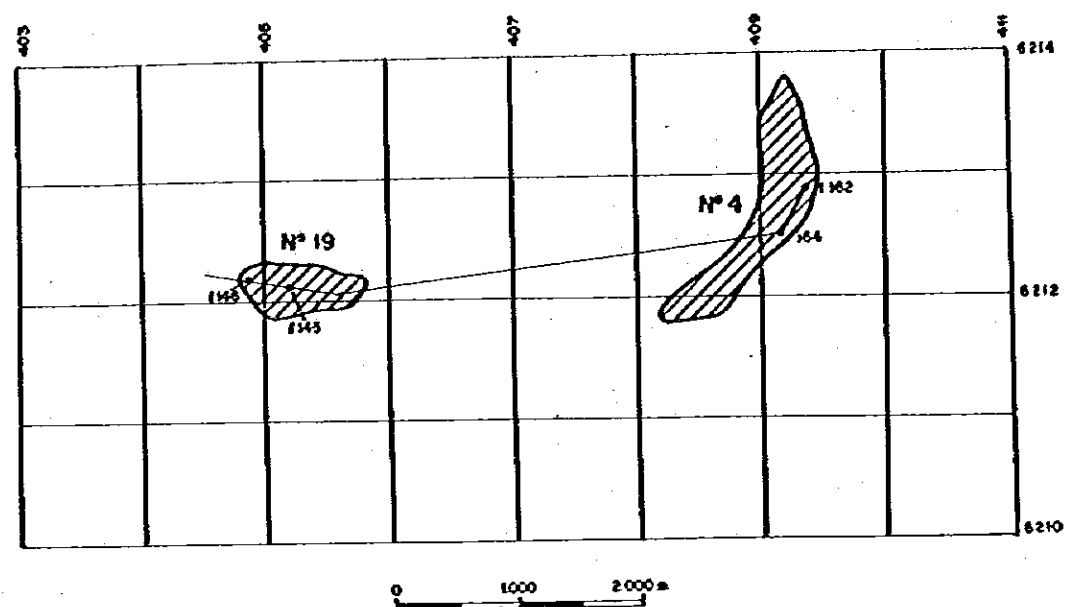
Nomder de Area de Alteracion	Cantidad de Muestra	Cantidad de anomalias geoguimicas						
		Cu	Mo	Zn	As	Au	Rb	*Rb/Sr
№ 4	2				1		1	1
6	11				1		1	1
11	2	2			2		1	1
13	2				1			
15	8	1	1			1		
16	2				1			
19	2				1			
25	2				2		1	1
29	1				1			
30	13	3		3	2		1	1
36	5			1	1			
40	28	8	4		10		3	3
41	2		1		1			
42	19		2		2	1	3	3
44	1				1			
45	4						1	1
47	8	1			1		1	
48	3				3			
50	2			1			1	1
57	2				1			
58	4	1	1					
63	9						3	3
64	4						1	1
65	3				1			
66	1				1			
70	1				1			
82	2				2			
otro 1	1	1	1		1			
otro 2	2	1			1			
distrito chancon	1	1						
total 29	146	19	10	5	39	2	18	17
cantidad de area de alteracion		8	6	3	23	2	12	11

Nota : * En este estudio las anomalias de Rb/Sr siempre
corresponden a anomalias de Rb

1) №4 および №19 変質帯

両変質帯における各成分の変化を断面図（以下成分断面という）に示したのが Fig 7
である。

同図からわかるように、Rb を除いたいずれの成分もバック・グラウンドに近く接近し



LEYENDA

- 7.19 Valor para zona de lixiviación de yacimiento "El Tentente"
- 2.55 Valor para alteración potásica de yacimiento "Río Blanco"
- 0.16 Valor para andesita de Terciario (Chile)
- /// Zona de alteración
- 1146 N°ero de muestra de roca

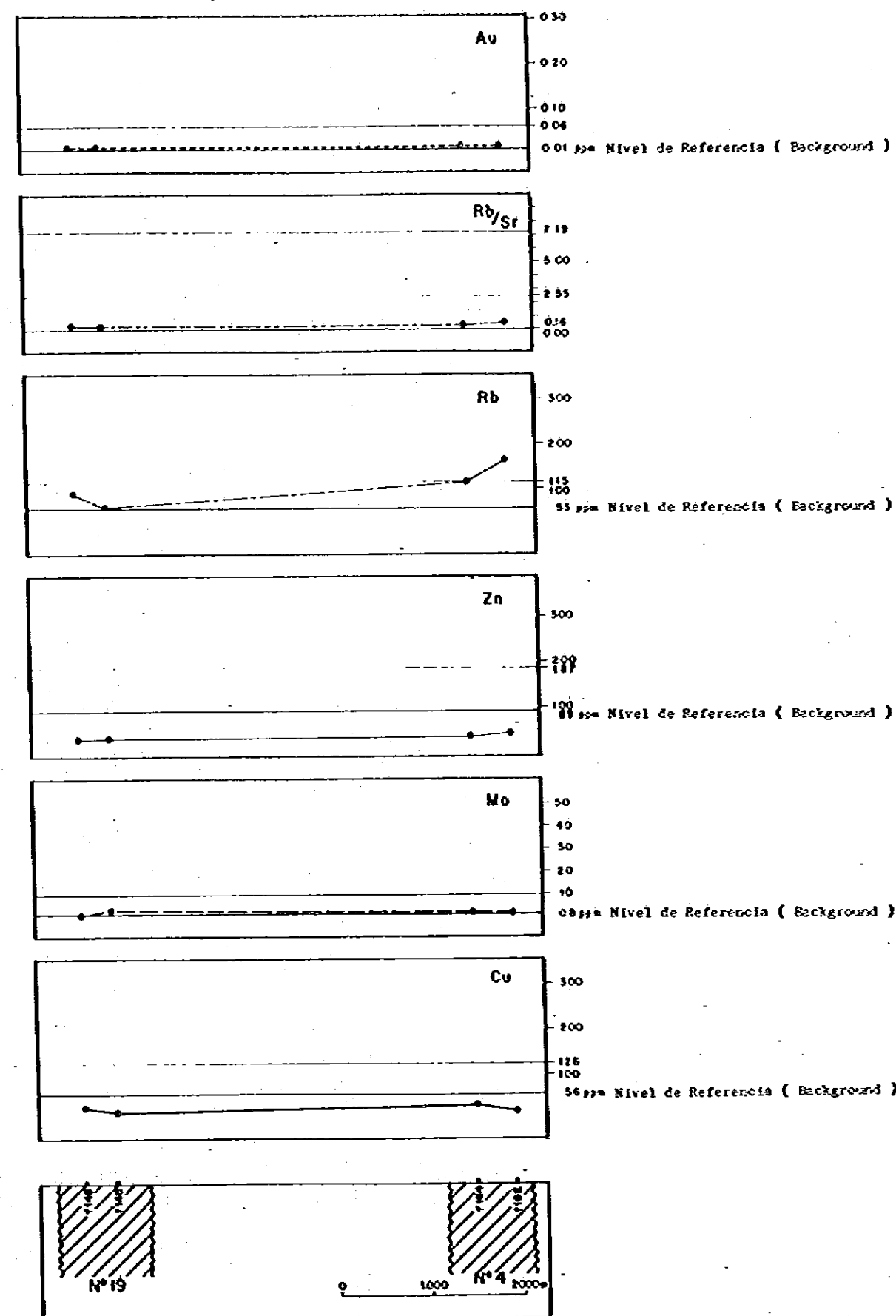


Fig.7 CURVAS POR ELEMENTO ANALIZADO EN PERFIL DE MUESTREO GEOQUIMICO EN AREA No. 4 Y No. 19

た水平に近い線を描いている。特に、Cu および Zn はバック・グラウンド以下の位置で横ばいしている。

№4 の Rb はしきい値以上にプロットされているが、同一箇所における Rb/Sr は非酸化岩の値に近いものであり、Rb 異常は母岩の初生の K 含有量に起因しているものと解される。

以上のことから、両変質帯には各成分の濃集は認められない。

2) №6 変質帯

本変質帯における成分断面図を Fig. 8 に示した。

本変質帯における各成分共、1) の場合とほぼ類似した線を示しており、注目に値する成分の濃集は期待できない。

3) №24 変質帯

本変質帯の成分断面図 (Fig. 9) でも前二変質帯と同様の結果が得られた。

ここでも、各成分の経済的濃集は期待薄である。

4) №30 変質帯

本変質帯では、Fig. 10 の成分断面にみられるように Cu において弱いピークがみられる。また、Zn が変質帯外部から内部に向って下降線を描いている。その他の成分はバック・グラウンド近くで横ばい線を示している。

また、本変質帯には前に表示した Tab. 10 からわかる通り、Cu、Zn、As、Rb、Sr および Rb/Sr ちに異常が現われている。

これらのことから、変質帯内部に弱い Cu および Mo の濃集とその周辺部における Zn の濃集あるいは Zn の変質帯内部での溶脱が考えられる。

5) №36 および №40 変質帯

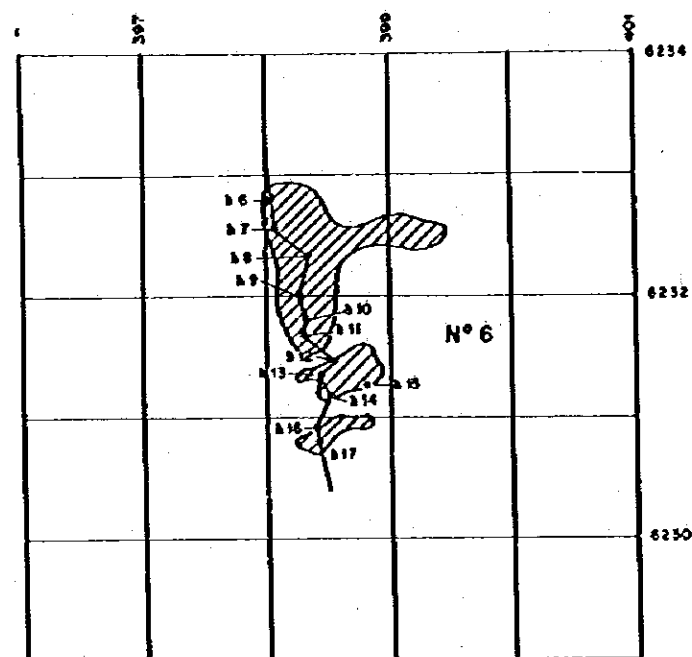
№36 および №40 変質帯の成分断面図を Fig. 11 に示した。

№36 変質帯では、いずれの成分にも異常は認められない。

№40 変質帯では Fig. 11 でわかるように、Cu、Mo、Rb、Rb/Sr および Au に弱いピークが現われている。また、前掲の Tab. 10 に示したように、Ⅱ区域の変質帯の中でもっとも異常数が各成分共 (Au および Zn を除いて) 多い。

このことは、本変質帯に Cu、Mo および Au の濃集があったことを示すものである。

また、変質作用による K の増加と Ca の減少をも示している。



0 1000 2000 m

LEYENDA

- 7.19 Valor para zona de lixiviación de yacimiento "El Teniente"
- 2.55 Valor para alteración potásica de yacimiento "Río Blanco"
- 0.16 Valor para andesita de Terciario (Chile)
- /// Zona de alteración
- A6* Número de muestra de roca

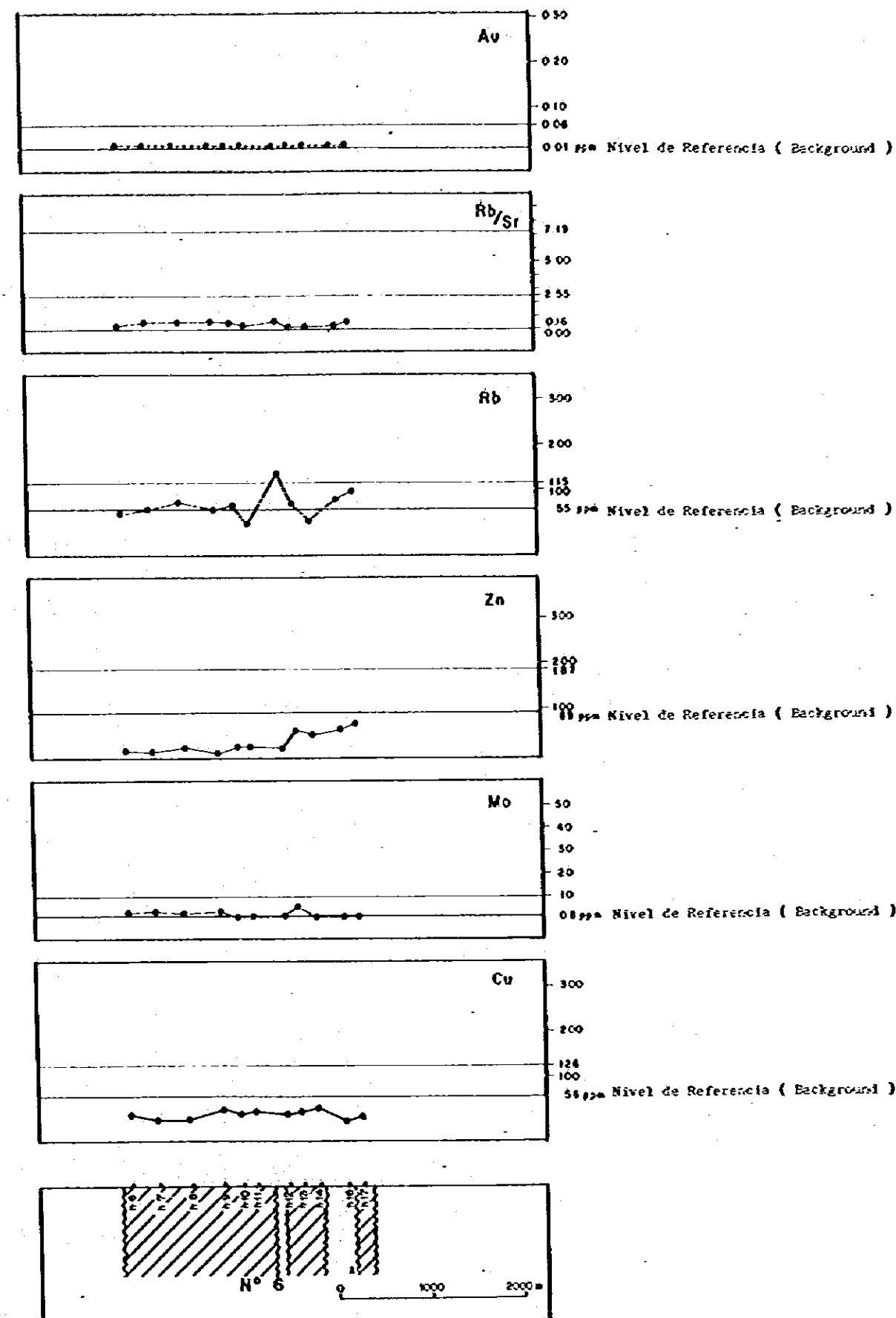
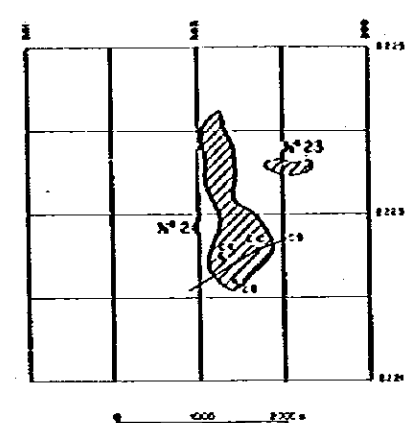


Fig.8 CURVAS POR ELEMENTO ANALIZADO EN PERFIL DE MUESTREO GEOQUIMICO EN AREA No. 6



LEYENDA

- 7.19 Valor para zona de alteración de pedimento "El Teñante"
- 2.55 Valor para alteración petólica de pedimento "San Blanco"
- 0.16 Valor para andesita de Terciario (Chile)
- /// Zona de alteración
- Línea de muestra de roca

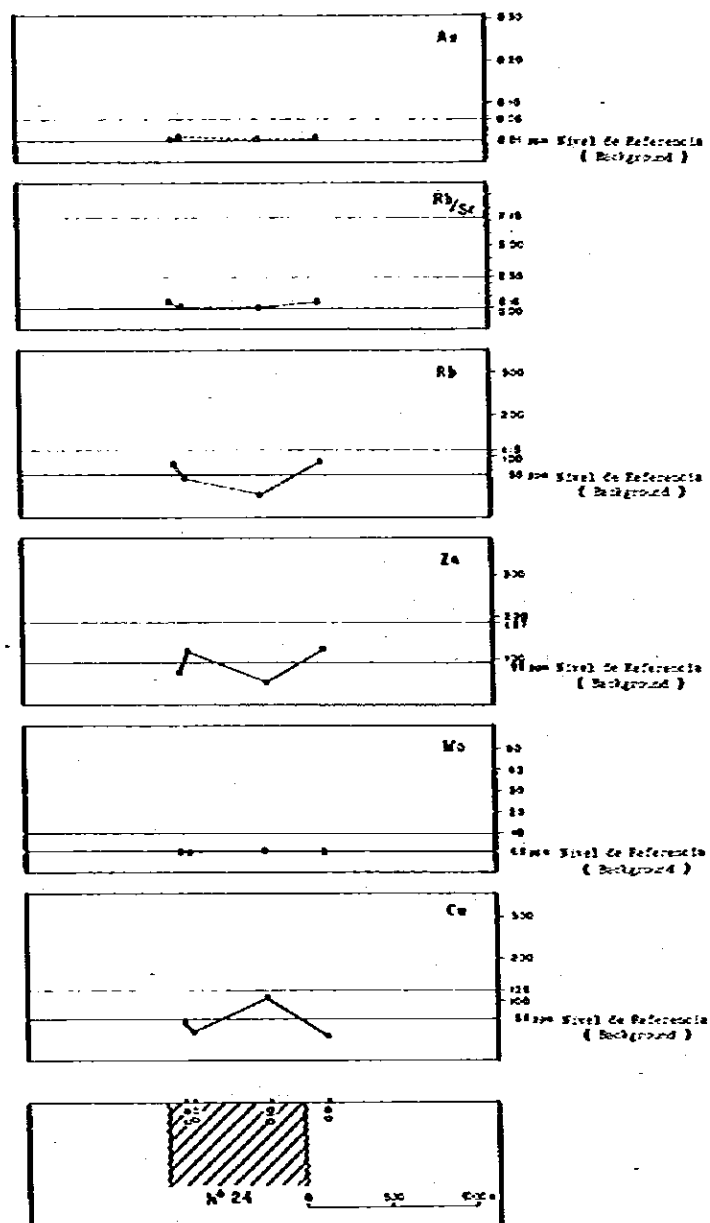
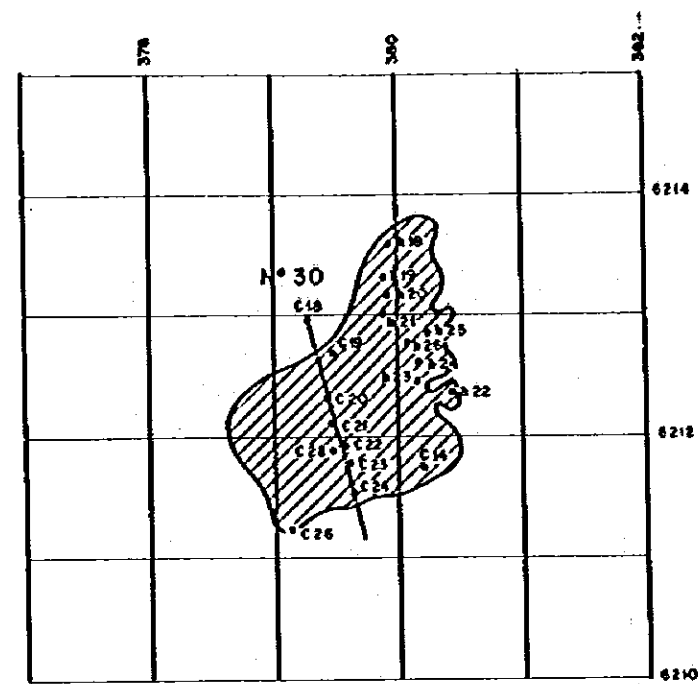
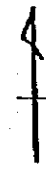


Fig.9 CURVAS POR ELEMENTO ANALIZADO EN PERFIL DE MUESTREO GEOQUIMICO EN AREA No. 24



0 1000 2000 m



LEYENDA

- 7.19 Valor para zona de lixiviación de yacimiento "El Teniente"
- 2.55 Valor para alteración potásica de yacimiento "Rio Blanco"
- 0.16 Valor para andesita de Terciario (Chile)
- /// Zona de alteración
- c19# Número de muestra de roca

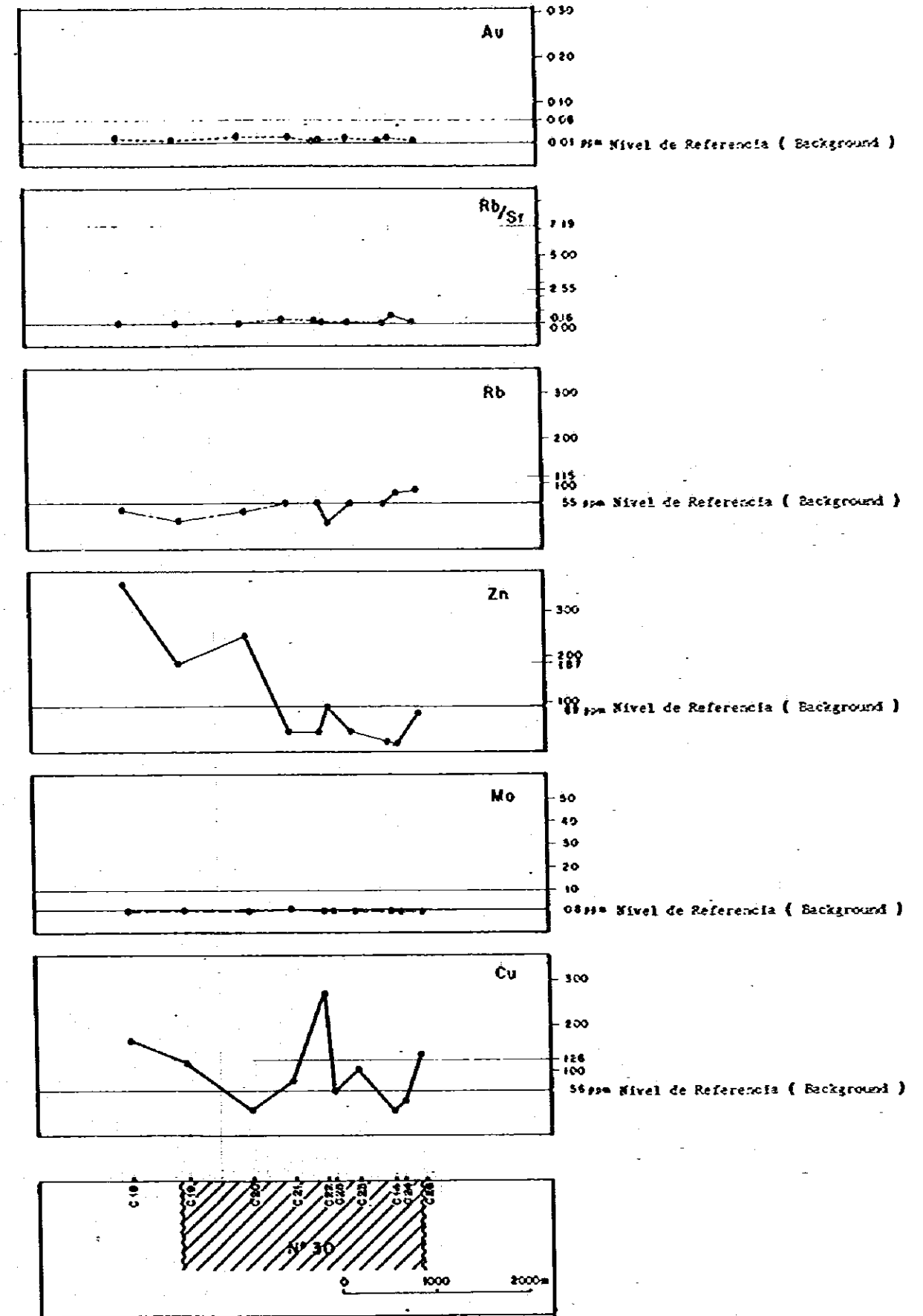
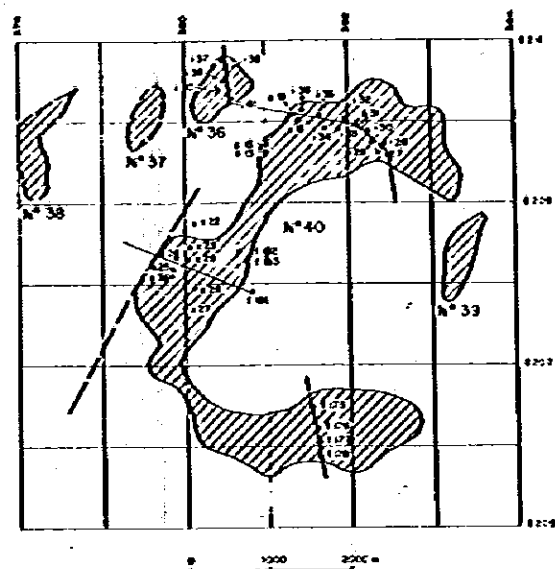


Fig.10 CURVAS POR ELEMENTO ANALIZADO EN PERFIL DE MUESTREO GEOQUIMICO EN AREA No. 30



LEYENDA

- 7.19 Valor para zona de litificación de gneises "El Tentado"
- 2.55 Valor para alteración petólica de gneises "Rio Blanco"
- 0.15 Valor para andesita de Tertiary (Chile)
- /// Zona de alteración
- ▲ Número de muestra de roca

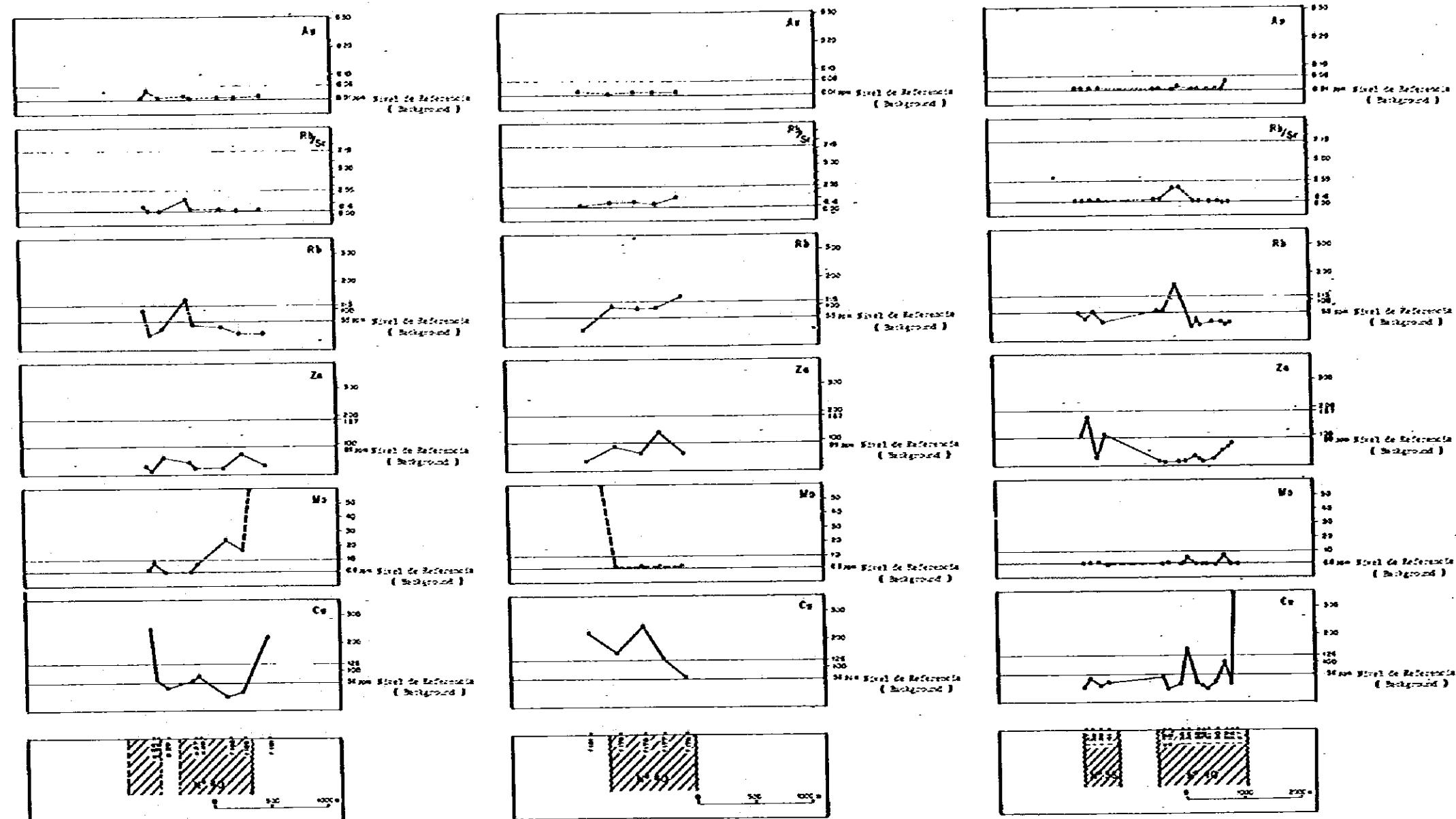


Fig. 11 CURVAS POR ELEMENTO ANALIZADO EN PERFIL DE MUESTREO GEOQUIMICO EN AREA No. 36 Y No. 40

6) №42 変質帯

本変質帯では、Fig.12にみられるようにMo、Rb、AuおよびRb/Srに局部的ピークが現われており、Znに変質帯内部に向った下降線が描かれている。また、前掲のTab.10にMo、As、Au、Rb、SrおよびRb/Srの異常が示されている。

これらのことから、本変質帯にはMoおよびAuの弱い鉬化作用の存在、Znの溶脱、並びにKの増加とCaの減少が考えられる。ただCuの値が低く、変質帯近傍の非鉬化岩(Fig.12のa-9)の値よりも同変質帯内部で低い値を増しており、Znと類似した傾向がみられる。このことは、Cuの弱い鉬化があったが本変質帯が強い酸性環境下にあつてCuの溶脱作用が異常に促進された結果を示しているのかもしれない。

7) №45および№47 変質帯

№45および№47変質帯の成分断面図をFig.13に示した。

№45変質帯は検討に足る試料数に欠けるが、いずれの成分もバック・グラウンドに近い。

№47変質帯では、Cu、Mo、RbおよびRb/Srにおいて局部的に弱いピークがみられる。

恐らく同変質帯では弱いCuおよびMoの濃集があつたものと解される。

8) №57および№58 変質帯

№57および№58変質帯の成分断面図をFig.14に示した。

同図からわかるように、№58変質帯においてCuおよびMoの弱いピークが現われている。しかし、RbおよびRb/Srはバック・グラウンドに近く、Kの増加、Caの減少は認められない。

恐らく、ボタッシュ変質あるいはフィリック変質を伴わない弱いCuおよびMoの鉬化作用があつたものと考えられる。

以上の結果を要約すると次の通りとなる。

- i) I区域に発達している規模の比較的大きい主な変質帯のうち、Kの増加とCaの減少で特徴づけられる変質作用を伴ったCuおよびMoの鉬化作用が期待されるのは№40変質帯であり、№42についてはCuの鉬化の有無に疑問が残る。
- ii) №58変質帯にもCuとMoの鉬化が考えられるが、i)のような変質作用は伴っていないか未だ地表部に現われていないかである。

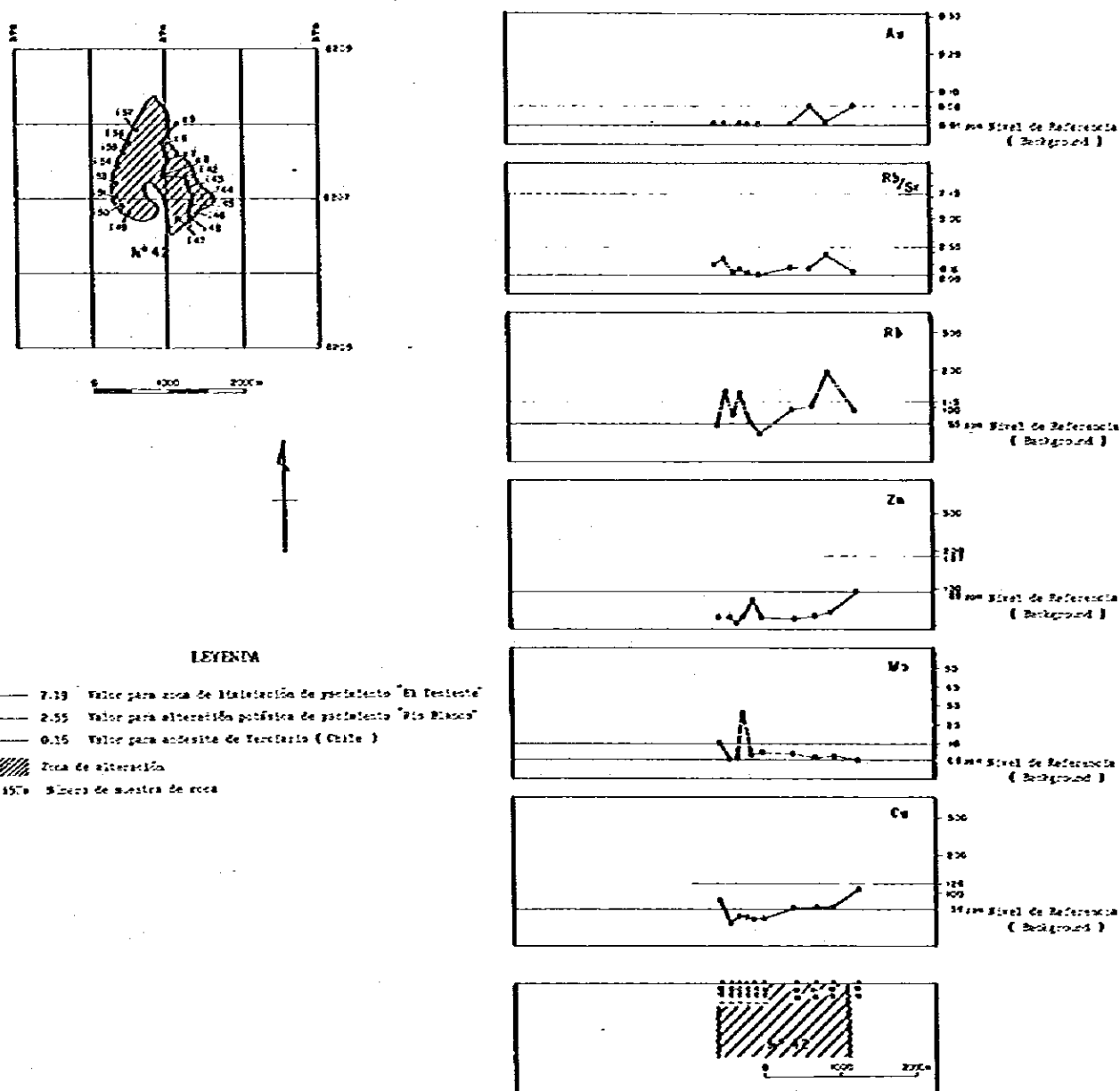
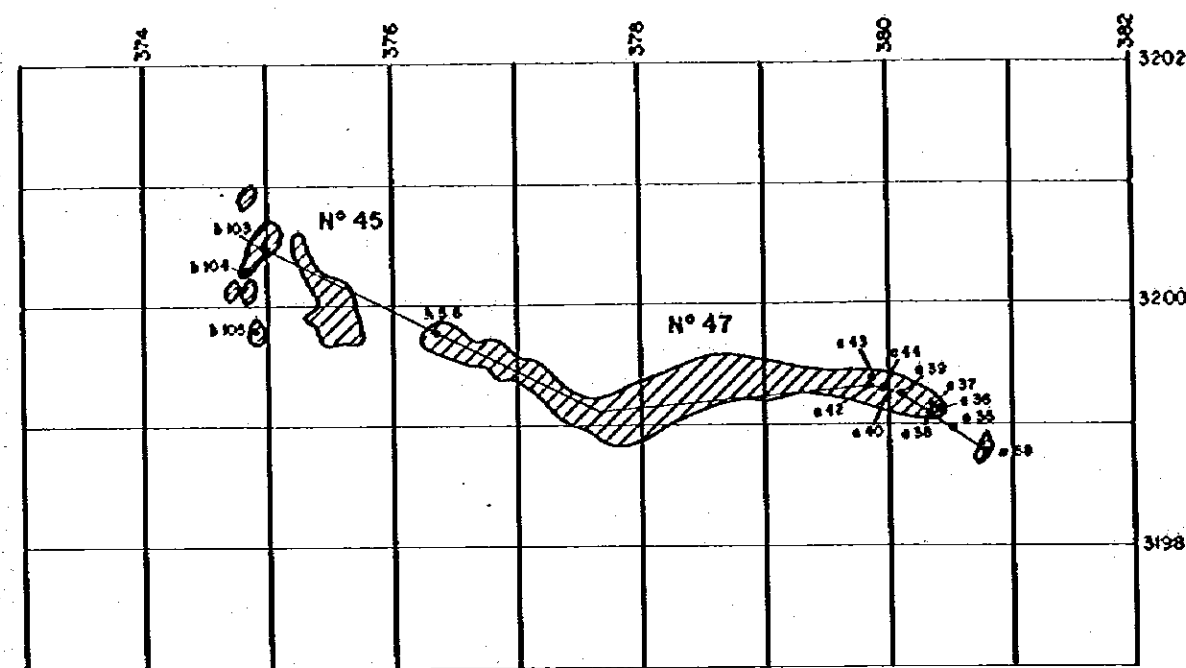


Fig.12 CURVAS POR ELEMENTO ANALIZADO EN PERFIL DE MUESTREO GEOQUIMICO EN AREA No. 42



0 1000 2000 m

LEYENDA

- 7.19 Valor para zona de lixiviación de yacimiento "El Teniente"
- 2.55 Valor para alteración potásica de yacimiento "Rio Blanco"
- 0.16 Valor para andesita de Terciario (Chile)
- /// Zona de alteración
- 443# Número de muestra de roca

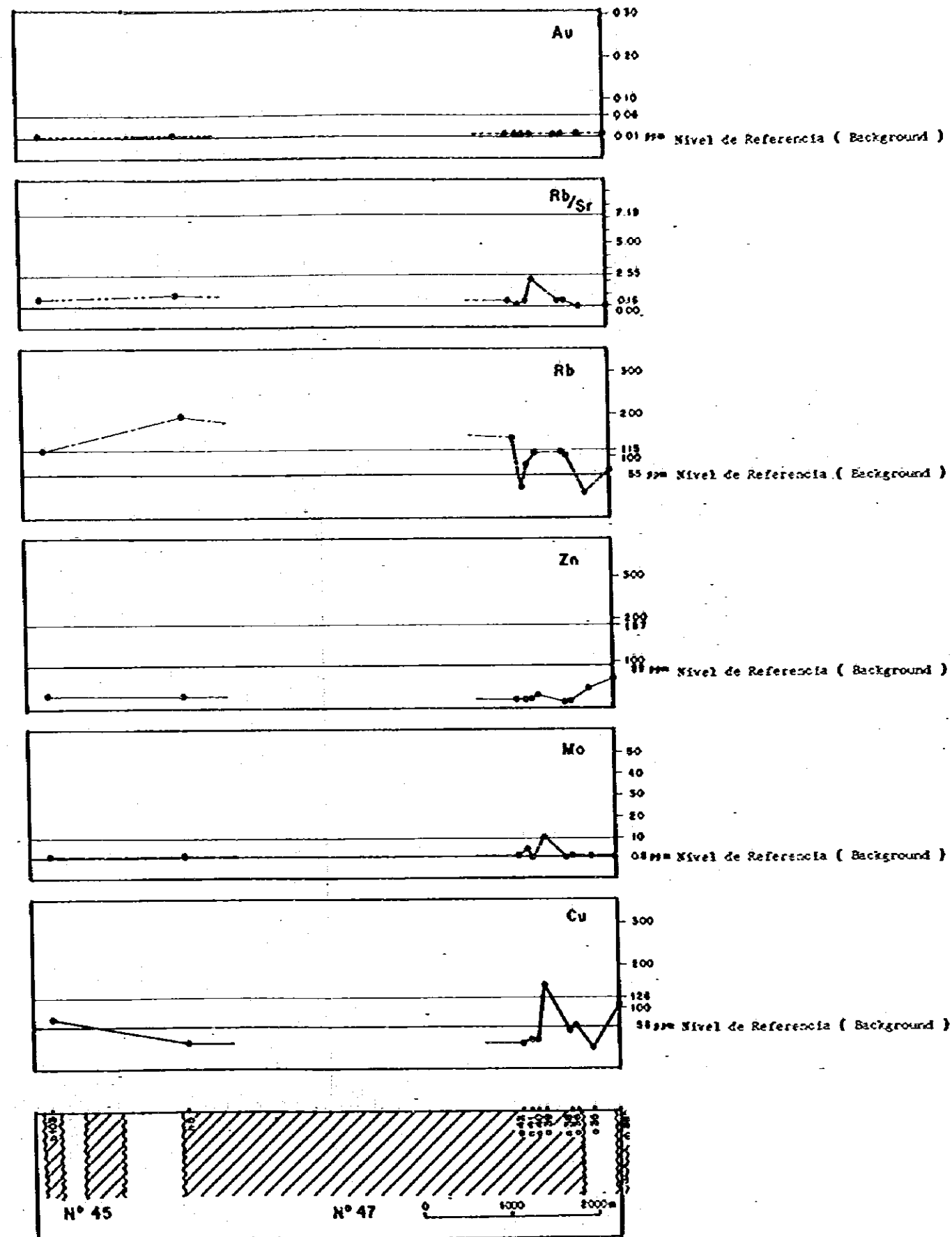
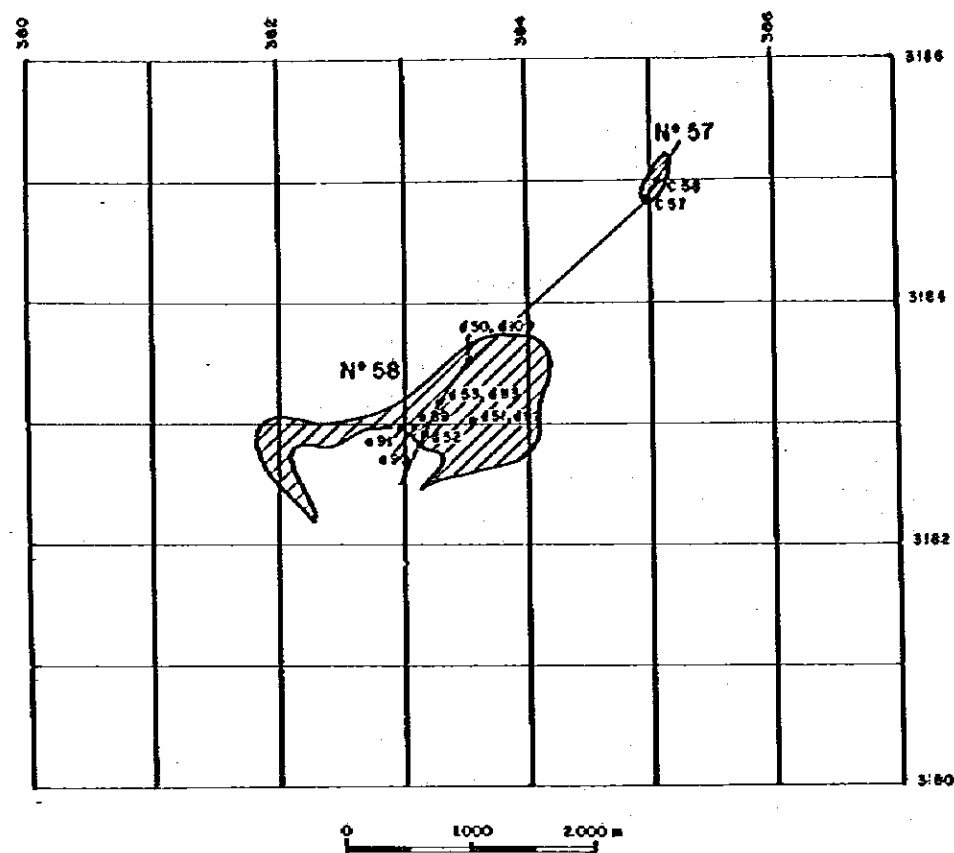


Fig.13 CURVAS POR ELEMENTO ANALIZADO EN PERFIL DE MUESTREO GEOQUIMICO EN AREA No. 45 Y No. 47



LEYENDA

- 7.19 Valor para zona de lixiviación de yacimiento "El Tentente"
- 2.55 Valor para alteración potásica de yacimiento "Rio Blanco"
- 0.16 Valor para andesita de terciario (Chile)
- /// Zona de alteración
- 450# Número de muestra de roca

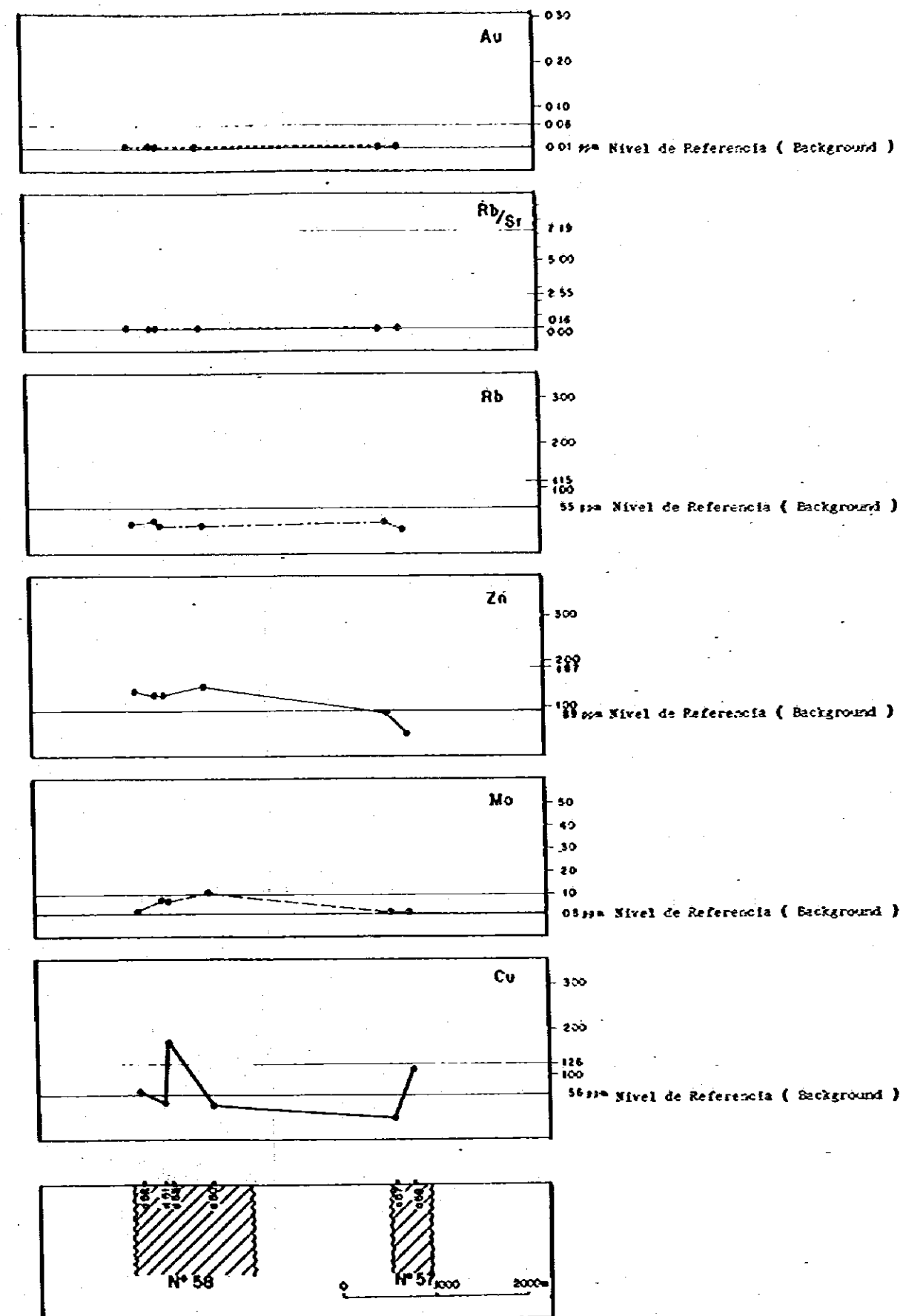


Fig.14 CURVAS POR ELEMENTO ANALIZADO EN PERFIL DE MUESTREO GEOQUIMICO EN AREA No. 57 Y No. 58

iii) Auの濃集が考えられるのはM15とM42の変質帯である。

iv) Znの濃集はM30変質帯に考えられる。

v) 但し、以上の鉱化作用はいずれも弱いものと解される。

3-5 地化学探査(河床堆積物)

3-5-1 データの統計処理

河床堆積物は3-2に述べた通り、I区域およびII区域合わせると994個となる。これに Los Cipreses 地区の29個を合わせると合計1,023個である。

Los Cipreses 地区の河床堆積物については個数が少なく、かつII区域に包含されたその一部に過ぎないので、統計処理および結果の検討についてもI、II区域と一緒に一括処理した。

統計処理を行った成分はCu、Zn、Pb、AsおよびRbの5成分で、成分別の個数はCu 1,023成分、Zn 1,022成分、Pb 262成分、As 1,023成分、Rb 760成分、である。

なお、PbはI区域のみ、RbはII区域においてのみ行ったため、他の元素の成分数との間に違いがある。

MoおよびAuは測定限界以下が多かったため、統計処理は行わなかった。

各元素のヒストグラムはFig.15の通りであり、また、統計処理を行った上記5成分の統計処理値はTab.12に示した。

また、同処理を行った5成分の異常値については、 $\bar{X} + 2S$ 以上、 $\bar{X} + 3S$ 以下を弱異常、 $\bar{X} + 3S$ 以上を高異常とし、弱異常以上をPL.1-6-1、1-6-2に表示した。

Tab. 12 ESTADIGRAFOS BASICOS DE
SEDIMENTOS DE DRENAJE

Elemento	Media (ppm)	Desviación Estandar	$\bar{X} + S$ (ppm)	$\bar{X} + 2S$ (ppm)	$\bar{X} + 3S$ (ppm)
Cu	60	0.2856	117	225	435
Zn	83	0.2403	144	250	434
As	12	0.2992	24	48	96
Rb	51	0.1952	81	126	198
Pb	9	0.3512	20	46	103

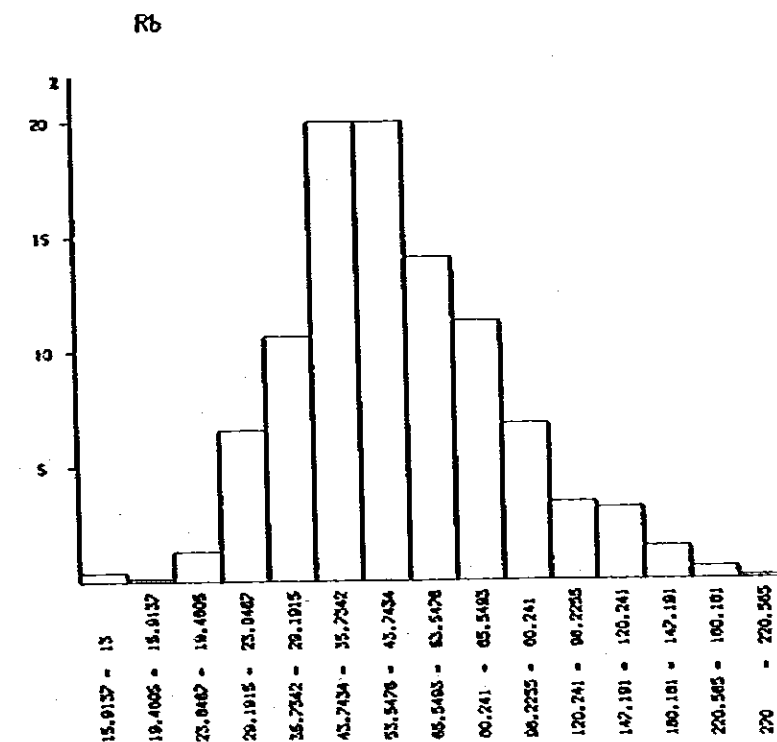
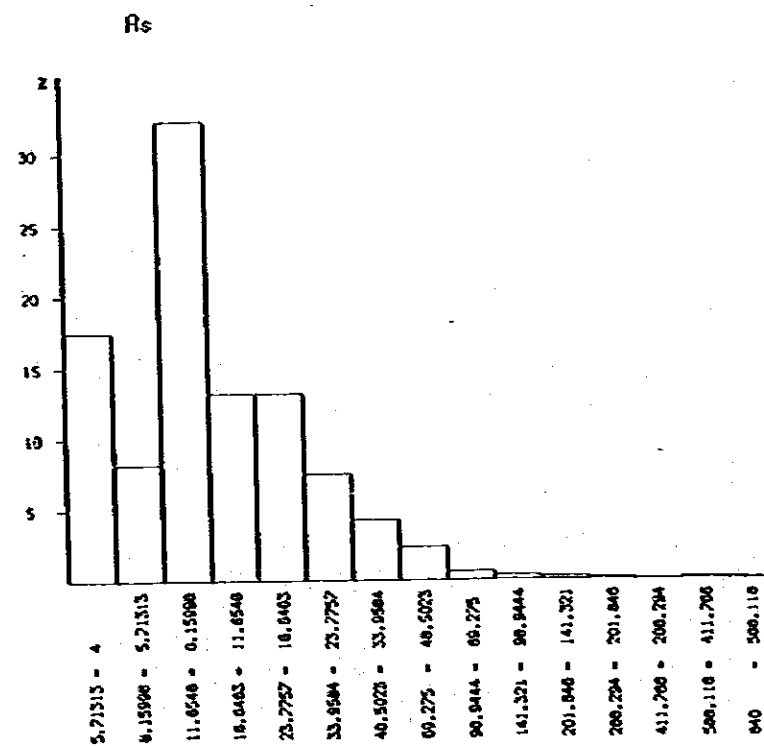
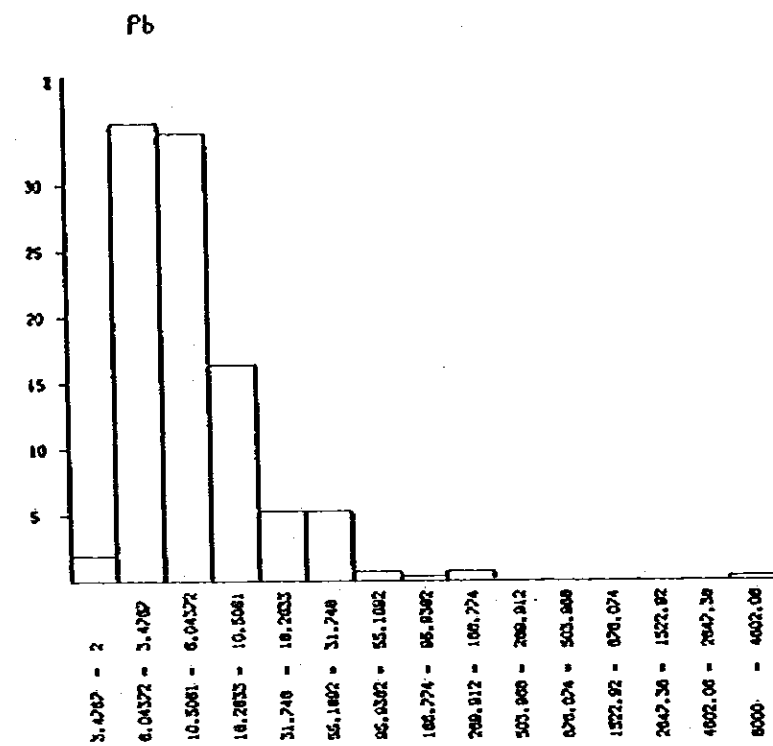
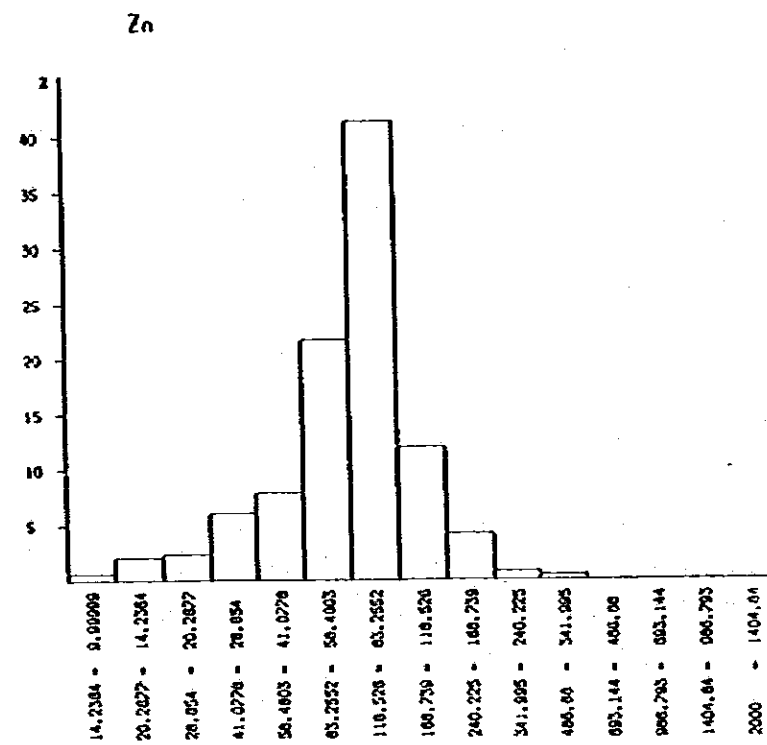
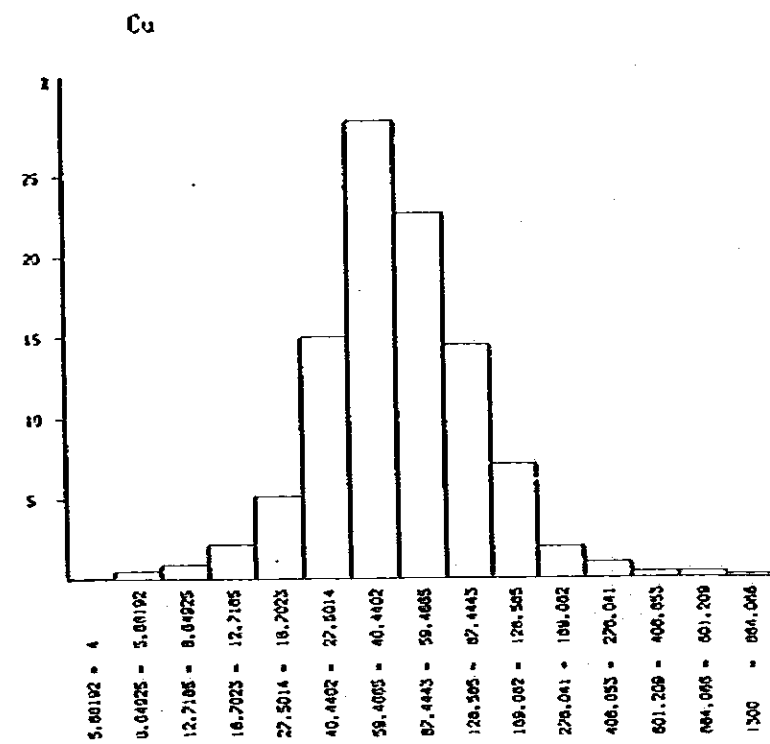


Fig. 15 HISTOGRAMAS DE CONCENTRACION GEOQUIMICA EN SEDIMENTOS DE DRENAJE ACTUAL

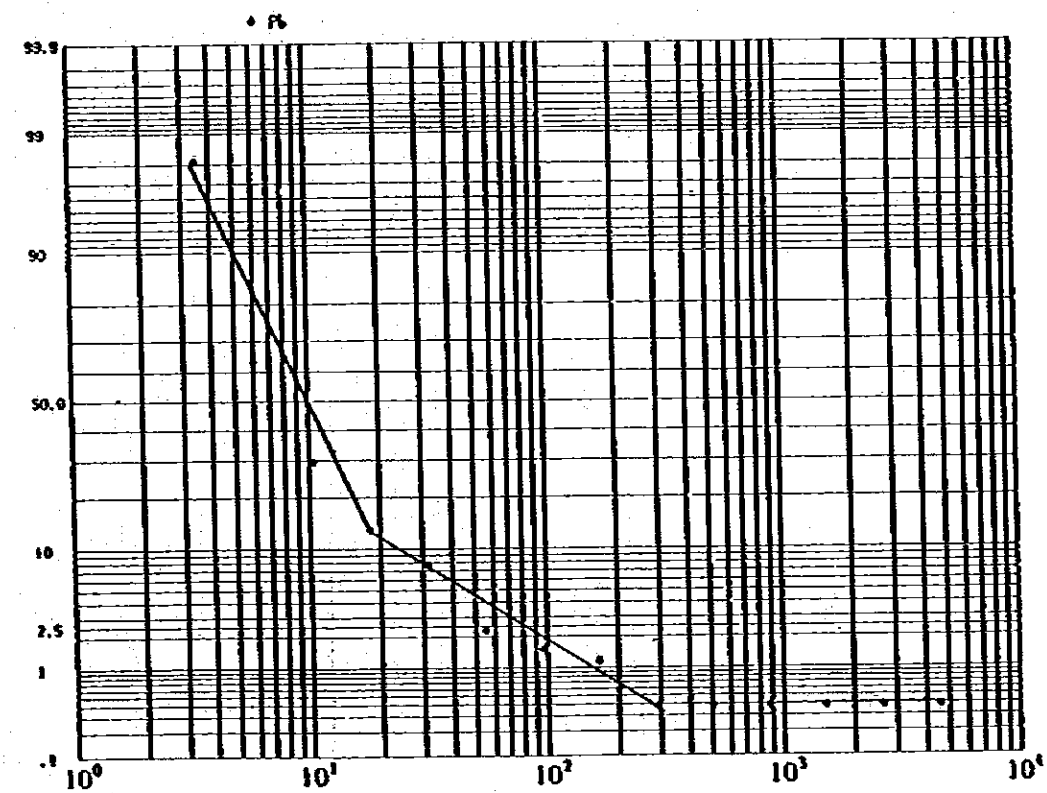
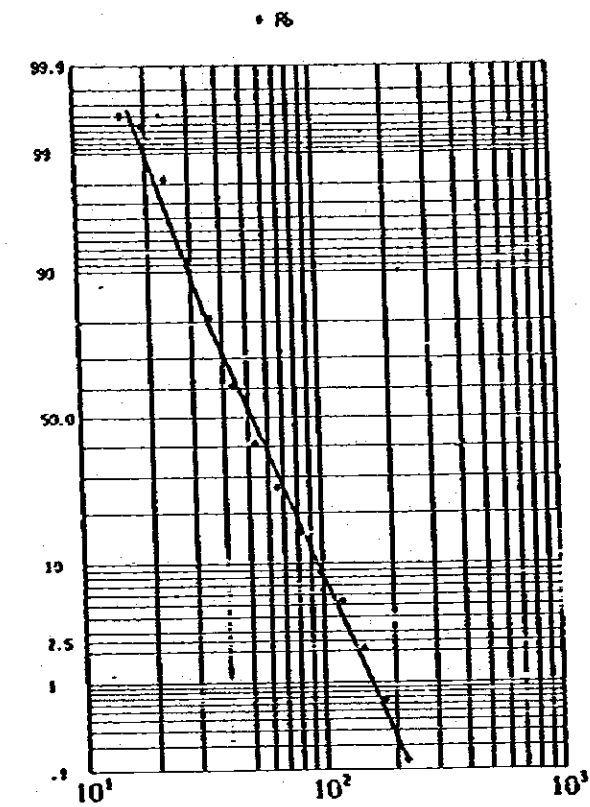
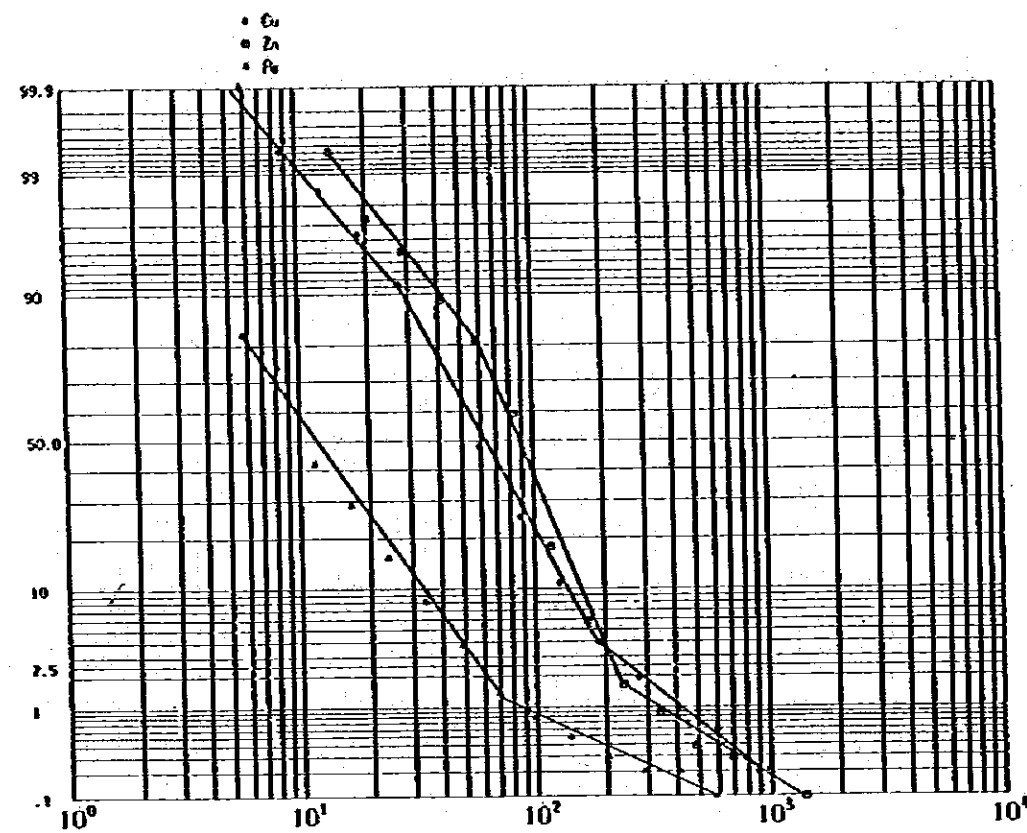


Fig. 16 CURVAS DE DISTRIBUCION ACOMULATIVA DE VALORES GEOQUIMICOS EN SEDIMENTOS ACTUALES

Mo については測定限界以下が多く、全試料の 97.8% が 5 ppm 以下を示した。従って、岩石地化探の場合と同様 10 ppm を異常値の下限とし、異常区分も同地化探に従った。

Au も測定限界以下が圧倒的に多く、0.02 ppm 以下および 0.02 ppm で 98.6% を占めている。従って、Au も岩石地化探の場合と同様 0.06 ppm を異常値の下限とし、異常区分も同地化探に準拠した。

両成分の異常分布を PL. 1-6-1、1-6-2 に示した。

統計処理を行った 6 成分については相関性の検討も行い、Fig. 17 に示したような結果を得た。

3-5-2 結果および検討

3-5-1 のデータの処理に基づいた結果の検討を元素別に下記する。なお、各元素の異常箇所を PL. 1-6-1、1-6-2 に示した。

1) Cu

Cu 異常値を示した個数は総計 25、このうち高異常が 9 個、弱異常が 16 個であった。

異常を示した箇所の多くはその数 km 範囲の後背地に鉱化・変質帯が分布しており、同帯との対応が考えられるが、次の 6 個の異常についてはその付近に該当する鉱化・変質帯を把握していない。

すなわち、試料番号で示すと、高異常が Gi71、Gi73、Gi123 の 3 個、弱異常が Gb48、Gi74、Gs106 の 3 個である。

このうち、Gi73 と Gi74 は同一地域の Cipresillos 沢に位置しており、同沢流域では As および Rb 異常も比較的集中しており、また、異常に近い Mo の集中がみられる等から興味のもたれる地域である。

その他の異常は、Cu 単独でかつ孤立しており、注目するほどのものではないと判断される。

2) Mo

Mo 異常値を示した個数は 9 個で、いずれも弱異常である。このうち、次の 7 個は対応する鉱化・変質帯を把握していない。すなわち、Gi156、Gs107、Gs109、Se65、Se66、Se73、Se75 である。このうち、Se73 および Se75 については、それらの上流で採取した試料が異常を示しておらず、鉱化作用以外の要因が考えられる。

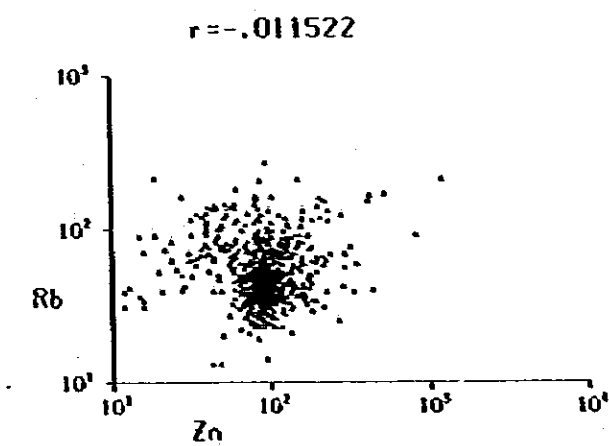
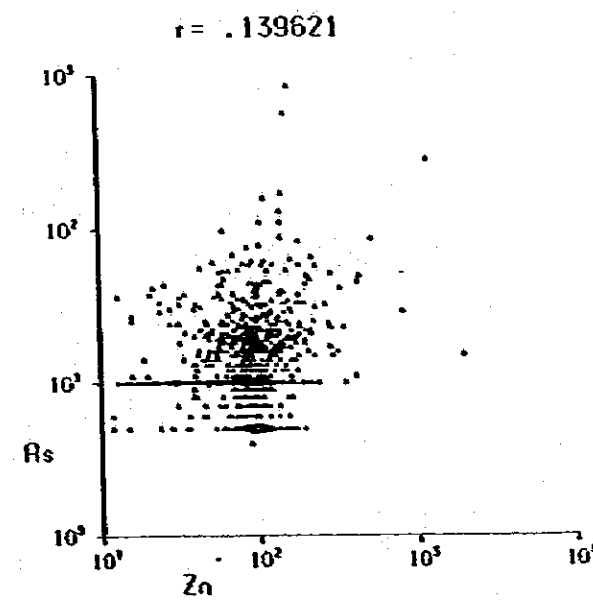
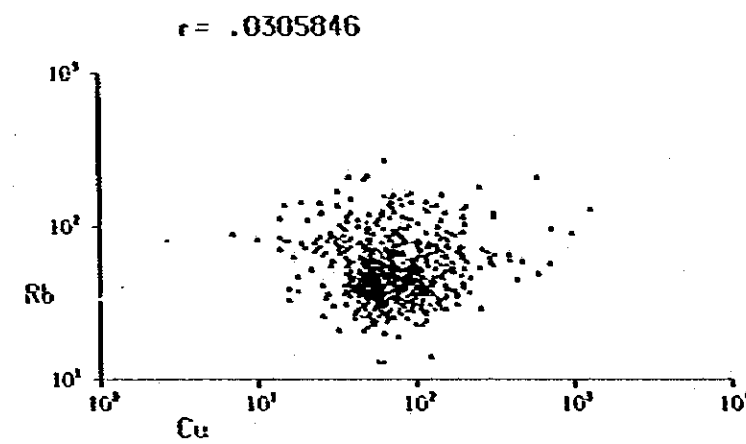
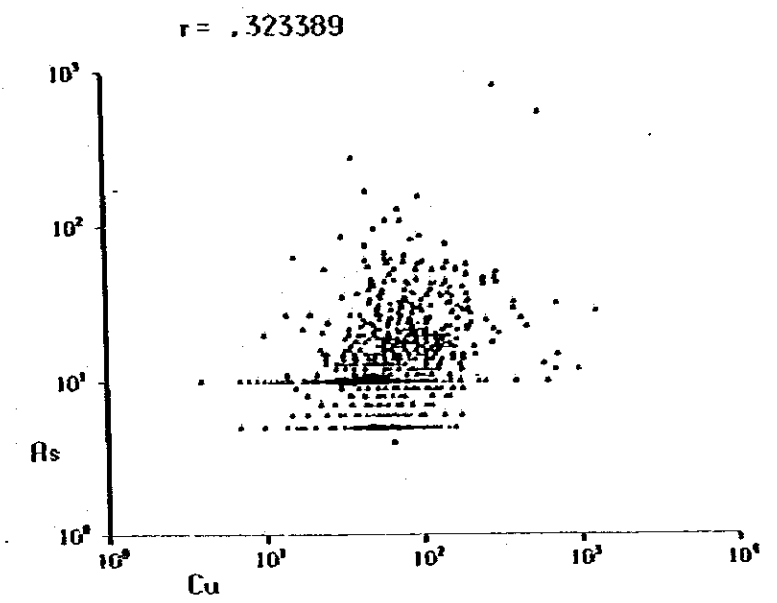
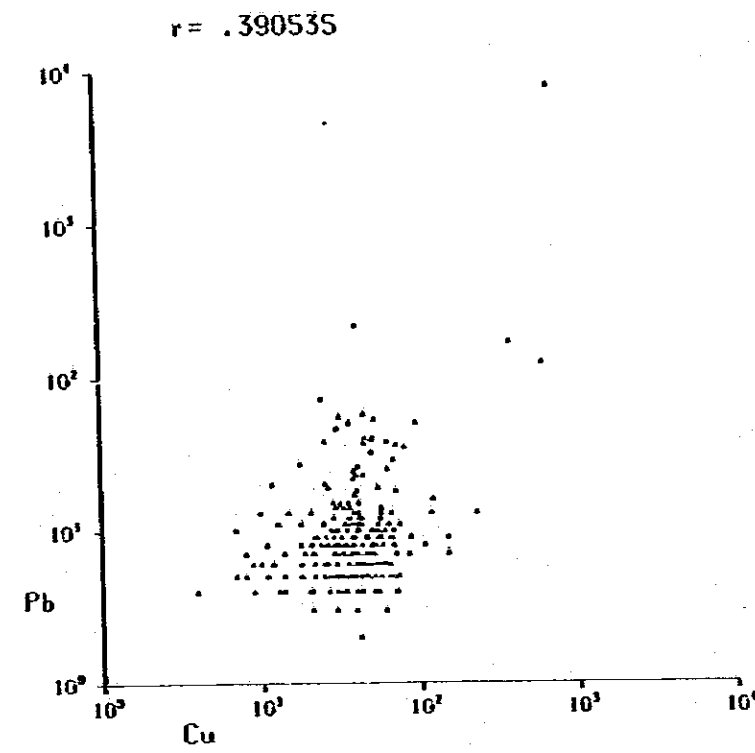
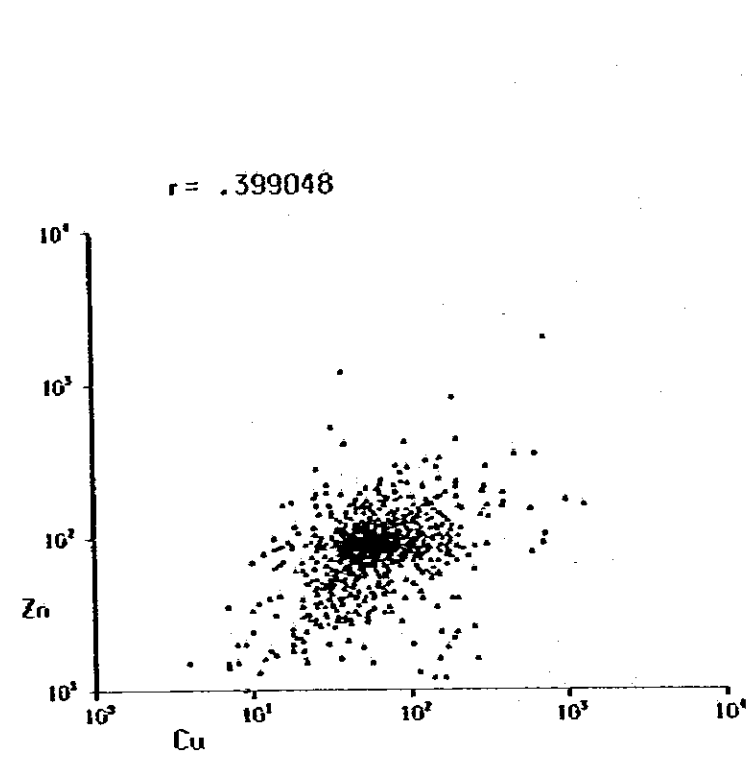


Fig.17-1 COEFICIENTES DE CORRELACION PARA LOS ELEMENTOS ANALIZADOS EN SEDIMENTOS DE DRENAJE ACTUAL (1)

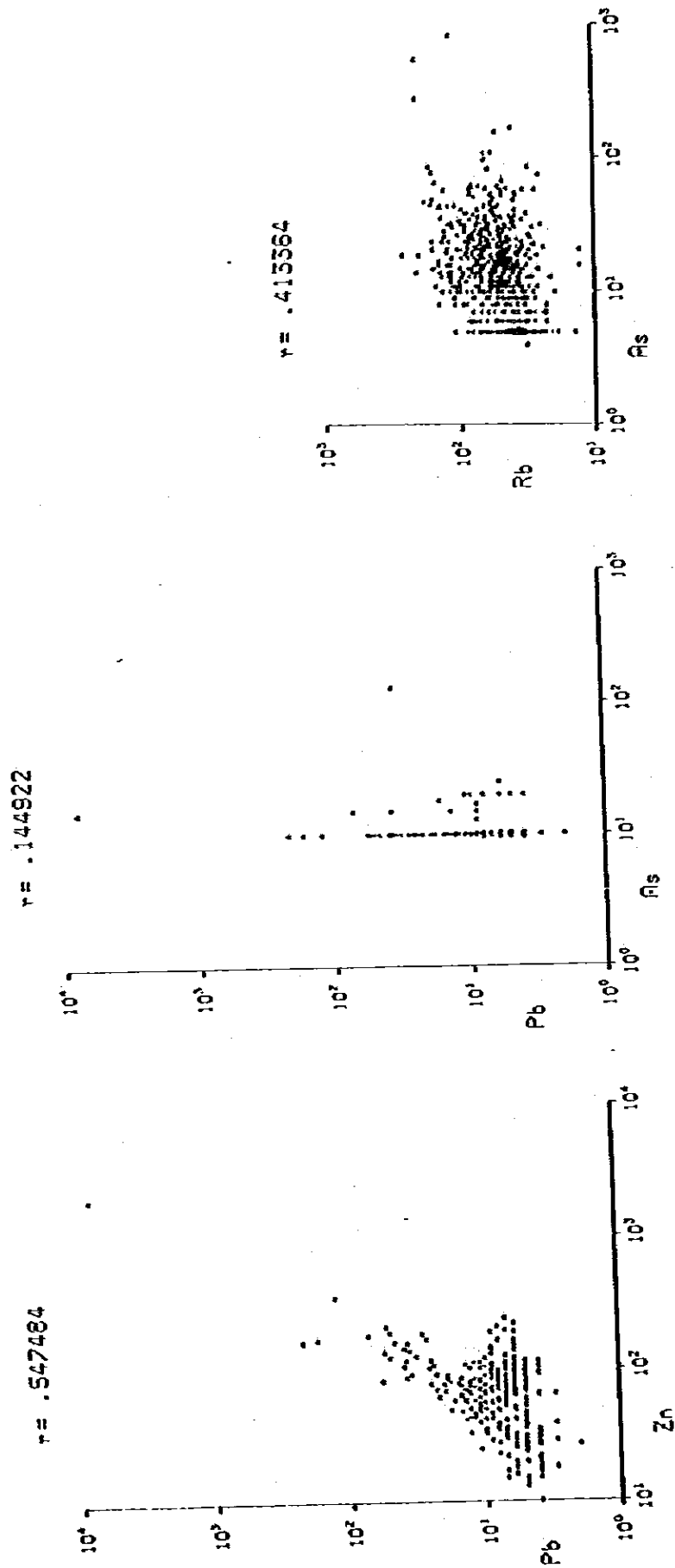


FIG. 17-2 COEFICIENTES DE CORRELACION PARA LOS ELEMENTOS ANALIZADOS EN SEDIMENTOS DE DRENAJE ACTUAL (2)

その他の異常箇所はMo単独で、かつ独立しており、採鉱重要度は下るものと判断される。

3) Zn

Znは総計17箇の異常値を得た。このうち5箇が高異常、12箇が弱異常である。この17箇の異常のうち10箇については、後背地に異常の要因を暗示した鉱化・変質帯が分布している。

しかし、次の7箇所については、近くの後背地に鉱化・変質帯を把握していない。

すなわち、Qc27、Qc28、Qc30、Qs80、Qd22、Qf24、Qh42である。

これらのうち、後者の4試料は単独かつ孤立しており興味は薄い。前者の3試料はBlanco川の支流のNegra沢にいずれも分布しており、それらの上流域は興味をもたれる地域である。

4) Pb

Pbの異常値を示した箇所は総計9箇所であった。内訳は高異常4箇所、弱異常5箇所である。

このうち、8箇所は昨年次調査のchancon地区の金、銀、銅、鉛、亜鉛鉱脈群に対応されるものであるが、他の1箇所(試料Ms114)付近に鉛鉱徴は認められない。なお、その1箇所の値(53 ppm)はしきい値(46 ppm)に近いものであり、必ずしも鉛鉱床の賦存を暗示していないものと判断される。

5) Au

Au異常は9箇所得られた。内訳は高異常6箇所、弱異常3箇所であった。このうち、3箇所はChancon地区で、1箇所がMs17およびMs18の変質帯の近傍であり、その他の5異常箇所(Qa48、Qi35、Qs14、Qs31、Qs37)付近には対応される鉱徴地を把握していない。

Qi35(0.9 ppm)はParedones川本流で採取したもので、酸性環境では高い移動性を示すAuであるが、2Km離れた上、下流の試料は異常を示していない。

Qa48(0.1 ppm)はCortaderal川の下流に位置しているが、この異常も1点だけ孤立している。

以上のことからQs14、Qi35の異常については興味ある異常とは思われない。

一方、Qs14(0.20 ppm)、Qs31(0.06 ppm)およびQs37(1.3 ppm)はCacha-

poal 川と Pangal 川の合流点は付近の接近した位置にあり、かつ比較的高い値を示しており、注目に値する。

6) As

As は総計 38 箇所て異常を示した。このうち、9 箇所が高異常、29 箇所が弱異常であった。

As は親銅元素であり、しかもいずれの環境下でもその移動性は Cu に類似している。しかし、本地域では親銅元素の異常とは関係なく単独て存在する As 異常がかなり認められる。その中に、温泉作用との関連性を暗示した異常が 2 地域においてみられる。1 箇所は温泉作用によると考えられる Los Cipreses 川変質帯に集中的に検出された異常で、同変質帯については第 2 部第 3 章 3-5 で詳述するが、同変質帯には鉱泉が湧出しており、その沈殿物に多量 (0.45%) の As を含有しており、As 異常との関連性を示している。

他の 1 箇所は Cachapoal 川上流支沢にみられる集中的な As 異常である。同支沢には現在 45°C 前後の塩分の高い温泉が湧出しており、また所々に温泉徴候が認められ、As 異常の分布とよい一致をみている。

この他、Cachapoal 川下流にも温泉 (Cauquenes 温泉) があり、温泉あるいは鉱泉の比較的多い地域である。

なお、本地域の As バック・グラウンドは Tab. 11 に示したように、火成岩一般に含まれた As 含有量 (2 ppm 前後、Turekian and Wedepohl, 1961) よりもかなり高い値を示しており、上記の温泉あるいは鉱泉の存在と As の高バック・グラウンドの原因を結び付け得る可能性も考えられる。

以上のことから、本地域における As 異常は必ずしも鉱化作用の存在を暗示しているとはいえない。

7) Rb

Rb については 32 箇所て異常を認めた。その内訳は高異常 5 箇所、弱異常 27 箇所である。

それらの異常は 5 区域に比較的まとまった分布をなしている。

それらのいずれの区域にも花崗岩質貫入岩が密接に分布しており、同貫入岩と Rb 異常を結びつけた考え方がもっとも妥当のように思われる。すなわち、花崗岩質岩には周

の安山岩質岩よりもK含有量が一般的に高く、Kの親族元素であるRbは花崗岩質岩の近くで高い値を当然示してよい。

但し、Rosario de Rengo 鉱床近辺における異常は第2部第2章および第3章で述べるように、同鉱床に関連した変質作用によるK成分の増加が充分考えられるので、それによる影響も加味されているものと思われる。

以上の結果を要約すると次の3地域が有望地域として抽出される。

- 1) Cipresillos 沢上流域 (Cu 異常域)
- 2) Pangal 川と Cachapoal 川の合流点付近 (Au 異常域)
- 3) Negra 沢 (Blanco 沢の支流) の中～上流域 (Zn 異常域)

第4章 鉱床および変質帯評価

Juanita 鉱床と 岩石地化探において異常を示した変質帯について総合的検討を以下に行い評価とする。

1) Juanita 鉱床

本鉱床は酸化作用が小規模な岩脈に限られているため鉱脈鉱床に類似した選択採掘となるが、鉱石鉱物の産状が鉱染状であるため高品位は期待できず、従って選択採掘に適した鉱床とは云い難い。また、大規模採掘の対象としては酸化域が狭い範囲に限られているため不適正である。従って、本鉱床それ自体は有望視できない。

ただ、本鉱床は成因的にはポーフリー・カッパー型鉱床に類似したものと解され、その衛星鉱床に相当する可能性も考えられる。その場合は付近に母鉱床が期待されることになる。

この可能性を追求するためには付近に対して詳細な調査・採鉱が必要であろう。

2) №11 変質帯

本変質帯では2箇所 Cu の高異常が得られているが、同変質帯の分布範囲が小さく、また、変質度が低く、将来性は期待できない。

3) №15 変質帯

Cu、Mo および Au に1箇所ずつの異常が検出されているが、変質帯の規模および変質度が低く、注目に値しない。

4) №30 変質帯

鉄焼け変質の範囲が広く、かつ Cu および Zn の異常が現われているが、変質作用が微弱であり、脈石鉱物の発達も弱く、有望視できない。

5) №36 変質帯

本変質帯では、1箇所 Zn の弱異常が検出されているが、鉄焼け変質帯の範囲が小さく、変質作用も弱く、かつ亜鉛鉱物の存在は確認されていない。

従って、本変質帯は注目に値するものではない。

6) №40 変質帯

■区域に発達する酸化・変質帯中、もっとも鉄焼け変質域の広いものであり、変質度も局部的にかなり強い。

また、岩石地化探においても、もっとも多い Cu、Mo の異常が検出された変質帯である。

また、野外調査において銅の初生鉱物を確認している。

しかし、全般的には変質度が弱く、しかも銅化割目の発達が少ない、脈石鉱物の勢いが弱い、等のマイナス要素もある。

以上の点から一応注目を要するものであり、今後より詳細な調査を行う価値のある変質帯として抽出できる。

7) №41 変質帯

本変質帯ではMoの弱異常が1箇所検出されているが、カオリン化作用が強く、また黄鉄鉱は認められるが他の初生銅石鉱物は認められない。

これらのことからしてあまり注目に値するものではない。

8) №42 変質帯

本変質帯も比較的規模の大きい鉄焼けを作った変質帯であり、2箇所のMoの異常を把握している。

しかし、他の成分に異常が認められず、また、変質度が低く、同変質帯内部にしばしば弱～非変質部が島状に残されている。

また、脈石鉱物の発達が弱く、殆んど黄鉄鉱の鉱染だけが認められる。

以上の点から有望銅床に発展する可能性は低いものと判断される。

9) №47 変質帯

本変質帯はモンゾ花崗岩質貫入岩の周辺部に、同岩の貫入活動と密接して形成された変質帯と解され、Cuの弱異常が1箇所検出されている。

本調査は同変質帯の東西末端部に終わっているため、全体の評価に足る資料を得ていない。

しかし、規模および形態が大型採掘には不適當であり、あまり興味をもてない。

10) №50 変質帯

本変質帯にはZnの高異常が1箇所検出されているが、鉄焼け変質の範囲がごく小さいもので、注目に値するものではない。

11) №58 変質帯

本変質帯ではCuとMoの異常を各1箇所ずつ把握しており、しかもCuの銅微(酸化銅鉱の存在)を得ているが、変質度が弱く、灰白色に脱色した母岩は局部的に存するだけである。

また、黄鉄鉱の鉱染はしばしば認められるにもかかわらずその他の初生銅石鉱物は認められない。また、脈石鉱物の発達が殆んど認められない。

以上の点からして、有望鉱床に発展する可能性は少ないものと判断される。

12) その他

名称を付していないものに2箇所(試料№S f 134およびS f 155)のCuと1箇所(S f 155)のMo異常が検出されているが、いずれもごく小規模で、注目に値するほどの変質帯ではない。

第5章 結 論

- i) I 区域の地質はジュラ系の海成層 (Nacientes del Tono 層、Río Damas 層、Leñas Espinoza 層) を基底層として、ジュラ系～下部白亜系 (Baños del Flaco 層)、白亜系 (Colimapu 層)、上部白亜系～下部新第三系 (下部中新統) (Coya Machali 層)、新第三系 (中新統～下部鮮新統) (Farellones 層) および鮮新世～第四紀の火山噴出物および未固結堆積物 (崖錐堆積物、河川堆積物、氷河堆積物) ならびに中性～フェルシック 貫入岩類等から構成されている。

ジュラ系～下部白亜系は海進期から海退期への漸移期の堆積物で、それ以降新第三紀後期までの地層は陸成の安山岩質火山岩類が卓越しており、特に白亜紀後期から新第三紀にかけての安山岩質火山活動は顕著なものであった。

主な貫入岩類は新第三紀中新世の中～後期に相当する 10 ～ 15 m. y. の固結時期を示している。

- ii) 先第三系には著しい褶曲および断層構造が発達しており、それらは N-S 系が卓越している。

- iii) I 区域において、昨年次の写真地質解析および本年次の地質調査により 84 箇所に及ぶ鉱床および変質帯を判読あるいは確認した。

- iv) 上記の 84 箇所のうち、39 箇所に対して岩石地化探を実施し、次の箇所において主要金属成分の異常を検出した。

すなわち、№11 (Cu)、№15 (Cu、Mo)、№30 (Cu、Zn)、№36 (Zn)、№40 (Cu、Mo)、№41 (Mo)、№42 (Mo)、№47 (Cu)、№58 (Cu、Mo)、その他 (Cu、Mo) 等の変質帯である。

- v) 以上の異常箇所のうち、№40 の変質帯がもっとも異常個数が多く、しかも鉄焼け変質帯の範囲も広い。

同変質帯は母岩の変質程度、脈石の発達程度、割目の発達頻度等の点で El Teniente や Rosario de Rengo 鉱床と比較して劣るが、それらの点は未だ部分観察に終わっているので一応精査対象の候補地に上げられる。

- vi) №40 変質帯以外の異常箇所は異常個数が少なく、変質域が狭く、母岩の変質程度、脈石の発達程度、割目の発達頻度等も №40 変質帯よりも更に劣る。従って、それらに対して今

後更に詳細な調査・探鉱を行う価値は低いものと判断される。

vii) 河床堆積物による地化学探査の結果から、次の3地域に対して興味もたれる。

① Cipresillos 沢上流域

② Pangal 川と Cachapoal 川の合流点付近

③ Negra 沢 (Blanco 川の支流) の中～上流域

①は銅、②は金、③は亜鉛の鉱化作用がそれぞれ期待される。

viii) Rb は Sr とのコンビネーション (Rb / Sr 比) において、変質作用の種類を検討する上で有効な指示元素として利用できる。

第2部 地質調査・地化学探査準精査 (LOS Cipreses地区)

第1章 地 質

1-1 概 要

本地区の地質はCoya Machali層、Farellones層および中性〜フェルシクな貫入岩類から構成されており、このうち、Farellones層の分布がもっとも広く、Coya Machali層の分布は本地区東部の狭い範囲に限られる。両層共安山岩質火山活動の産物から構成されており、Coya Machali層は溶岩が卓越しており、Farellones層は溶岩と火砕岩類の互層からなる。

貫入岩類は本地区の西部で優勢で、このうち主要貫入岩である花崗閃緑岩および石英安山斑岩がRosario de Rengo鉱床の母岩の一部となっている。主要貫入岩はFarellones層を貫いており、10m. y.の絶対年代値(K-Ar法)が得られている。

Coya Machali層はかなり激しい褶曲および断層運動を受けているが、Farellones層はCoya Machali層を傾斜不整合に覆い、かつ、水平に近い構造を示している。

1-2 地 質 層 序

本地区には下位のCoya Machali層と上位のFarellones層の2層と第四系が分布している。両層共第1部第1章で包括的に述べたので、ここでは地域的特徴を記載する。なお、模式柱状図をFig. 18に示す。

1-2-1 Coya Machali層

本地区における本層の分布は同地区東部のLos Cipreses川流域沿いの低地に限られている。

本層は鍵層に乏しく、本地区に分布する同層のはっきりした層準は不明であるが、PL. 1-2の断面からすると、同層の中位ぐらいの位置に当る。

本地区で確認できる層厚は700mである。

構成岩は安山岩が圧倒的に多く、その溶岩流の累重からなっており、その比較的上位の層準に厚さ数mの安山岩質火砕岩の薄層を挟在している。

安山岩は後述のような見掛上2種類あり、それらを安山岩Aと安山岩Bに区別した。

安山岩Aは本層の下部を構成しており、その露出が本地区南東部の狭い範囲に限られているため、全ぼうは明らかでない。

Periodo	Epoca	Formación	Columna Estratigráfica	Litología	Espeor	Rocas Intrusivas	Mineralización	Observaciones
Quaternario	Holoceno	Sedimentos fluviales aluviales, coluviales y morrénicos		gravas arenas y limos				
Terciario	Plioceno	Formación Forellones		rocas piroclásticas andesíticas lavas andesíticas	E 1.450 A	Granodiorita, Monzogranito, Tonalita (Andesita) (Pórfido dacítico)	Mineralización de cobre y molibdeno (Rosario de Ranco) Diseminación de pirita y alteración (area de alteración del Río los Cipreses) restringida a Coya-Machali	
				lavas andesíticas				
	Mioceno	Formación Coya-Machali		rocas piroclásticas andesíticas	E 700 A			Edad radiométrica método K-Ar granodiorita b21 : 10.3 ± 0.5 m.a
	Oligo- ceno			lavas y rocas piroclásticas andesíticas				
	Paleo- ceno			rocas piroclásticas andesíticas				
Cretácico	interior			lavas andesíticas tipo "A"				

Fig.18 COLUMNA GEOLOGICA GENERALIZADA DEL SECTOR LOS CIPRESES

安山岩Aの岩質は部分的に赤褐色を示した帯緑灰色の堅硬で、格子状の節理の発達がよく、塊状をなしている。また、斑状組織が明りょうで、1~2mm大の斜長石および輝石の斑晶が顕著な輝石安山岩である。また、しばしばフィルム状あるいは斑点状の赤鉄鉱を特徴的に含有している。

本岩は稀に緑灰色を呈した安山岩の亜円礫を含有していることがある。

鏡下では、斑晶として斜長石(0.5~2.0mm、An50)および輝石(普通輝石、0.5~2.0mm)が認められ、石基はガラス基流晶質組織を示し、斜長石のマイクロライト、ガラス、輝石および緑泥石等から構成されており、ガラスは脱バリ化してシリカ鉱物に変わっている。

本岩のマフィック鉱物は殆んど緑泥石、方解石および緑れん石に変わっており、それらは広域的に認められる。なお、熱水変質作用は殆んど受けていない。

安山岩Bは本地区における同層の主要な構成岩で、同層の分布域の大半を占めている。

本岩には緑灰色を呈したぜい弱な部分と暗灰色を呈した堅硬な部分がみられ、前者は風化を受け易く凹部をつくっており、後者は突出しているため、遠望すると溶岩中に火砕岩の挟在を思わせるが、両者共安山岩で、かつ両者の間に境界面は認められず漸移的に互に移化している。この産状がまだら模様を呈しているため、野外名として“まだら安山岩”と呼んで、上記の安山岩Aと区別した。

ぜい弱な部分には亜角礫ないし亜円礫状の灰色を呈した直径10~30cmの安山岩礫を多含しており、同礫を、斜長石斑晶の顕著な斑状安山岩が充填しており、一見凝灰角礫岩を思わせる。

同礫は恐らくマグマの上升過程あるいはマグマ溜りの天井部の崩落によって混入した同質のゼノリスと解される。

また、このぜい弱な部分にはしばしば流理構造が認められる。

堅硬な部分は微細な斑晶からなるアファニティックな岩相を示し、同部分にも上記のような安山岩礫を含有しているが、ぜい弱な部分に比べると少ない。

なお、堅硬な部分の鏡下観察では、斑晶として、粘土鉱物、方解石および緑れん石等に変った斜長石と雲母(黒雲母?)の晶癖を示した鉱物からなり、石基は斜長石のマイクロライト、粘土鉱物、二次性石英、菱鉄鉱等からなり、著しく粘土化している。

この安山岩B溶岩の流出は繰返し行われて全体の厚さを大きくしており、また、同溶岩

と溶岩の間には薄い安山岩質火山礫凝灰岩ないし凝灰角礫岩を数枚挟在しているが、それらは連続性に乏しい。

この安山岩B溶岩の累重した層準に、同溶岩を母岩として後述の Los Cipreses 川変質帯が発達している。

1-2-2 Farellones 層

本層は Fig. 19, PL. 2-1-1, 2-1-2 に示した通り、本地区中央部から西部にかけて広く分布している。

確認される最大層厚は 1,450 m であり、上限は未確認である。

本層は安山岩溶岩と同質の火砕岩からなり、両者が繰返し累重した互層状をなすことを特徴としているが、大局的には、下部で溶岩、中部ではほぼ等量、上部で火砕岩が各々優勢であり、中部の等量互層部がきわめて厚い (700 m ~ 800 m)。

特に、本層中部を構成する互層帯は層厚 3 ~ 6 m の溶岩と火砕岩の板状累重が遠望においてリズムカルな縞状構造としてとらえられる。

岩質的には前述の Coya Machali 層と本層とはきわめて類似しており、両者の識別は困難であるが、本層におけるリズムカルな互層の発達と後述の地質構造の不調和で、両層の識別が可能である。

本層を構成する安山岩溶岩は暗緑色、暗灰色、赤褐灰色等較して暗色を呈しており、緻密堅硬なアファニティックな岩相を示している場合が多く、Coya Machali 層の安山岩Bの堅硬部に類似しているが、緑灰色のポーフィリティックなものもしばしばみられる。

火砕岩には細粒凝灰岩から火山角礫岩までみられるが、火山礫凝灰岩 ~ 凝灰角礫岩が圧倒的に多い。

火砕岩は緑色、赤褐色、暗灰色等を呈し、圧密度は中程度である。また、本層上部の火砕岩優勢部では灰色を呈し、黄緑色ないし淡緑灰色を示しており、比較的多孔質である。

礫は赤褐ないし暗緑色のアファニティックな安山岩、層理面に伸長したレンズ状の黒色ガラス等から構成されており、基底はより細粒の火山灰からなる。

本岩は一般に綫化構造は不明りょうで、淘伏はよい方である。また、層理の発達は悪い方で、無層理塊状の場合が多い。

本層は一般に水平ないし緩傾斜 (10° 上) を示し、傾斜不整合でもって下位の Coya Machali 層を覆っている箇所が本地区でもしばしば認められる。

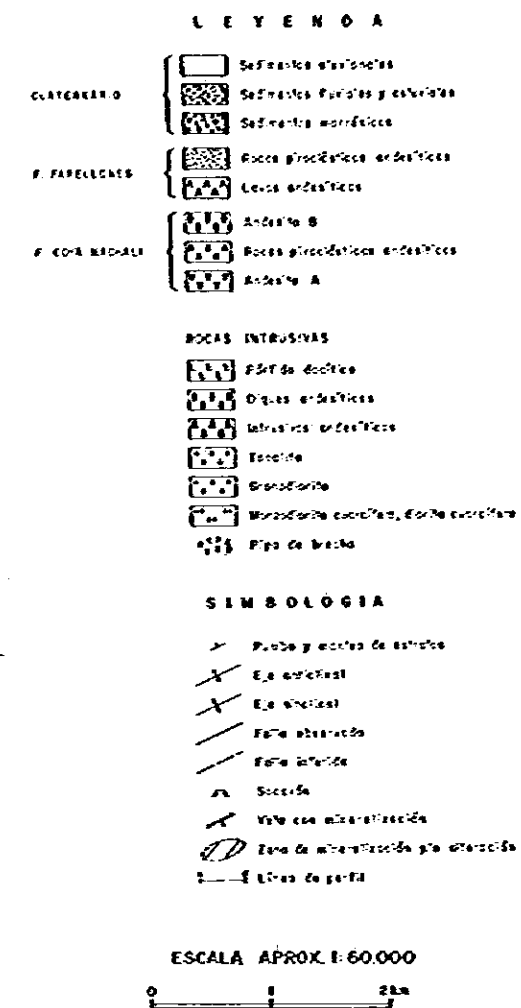
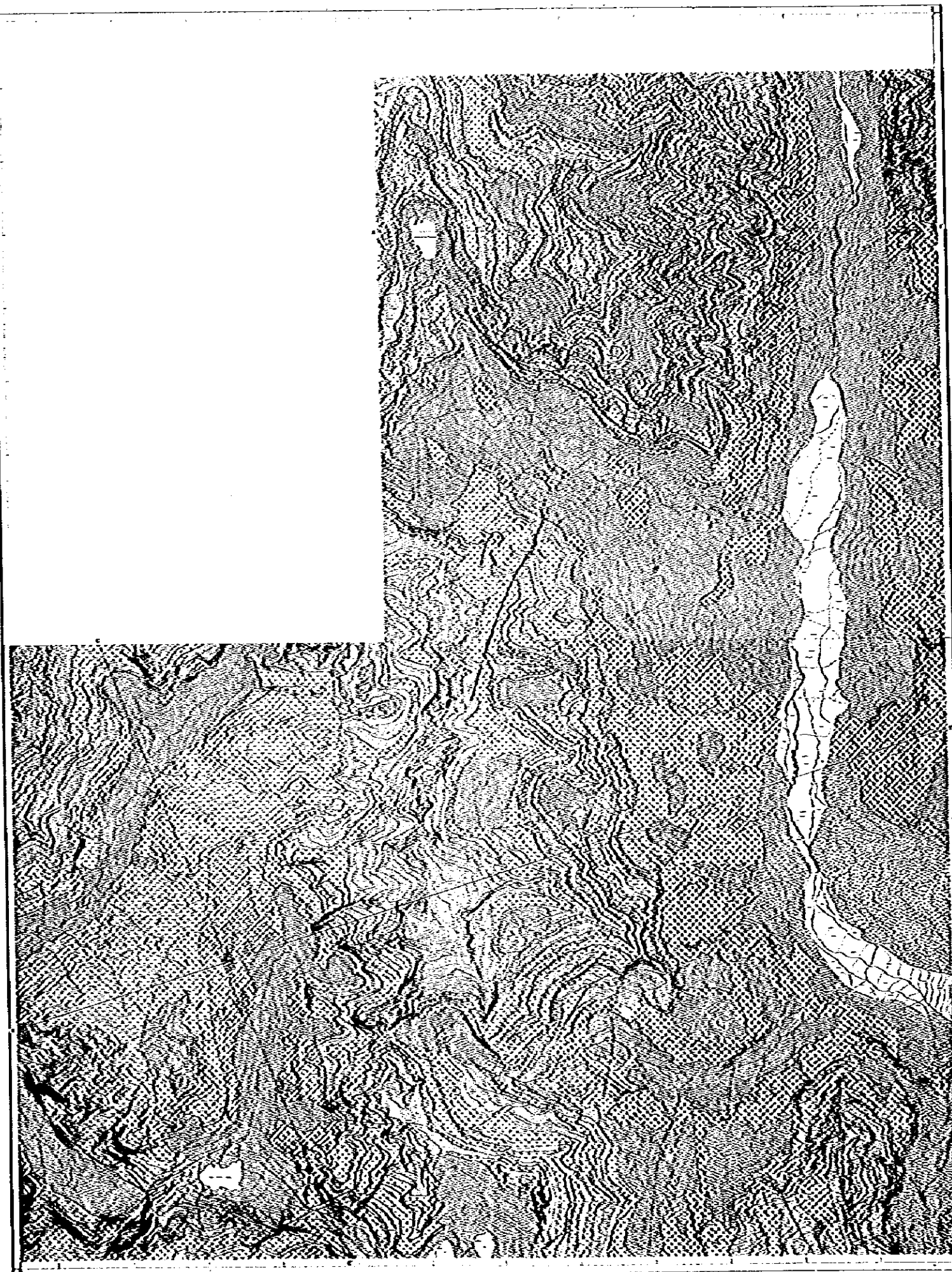


Fig.19 MAPA GEOLOGICO
DE SECTOR LOS
CIPRESES

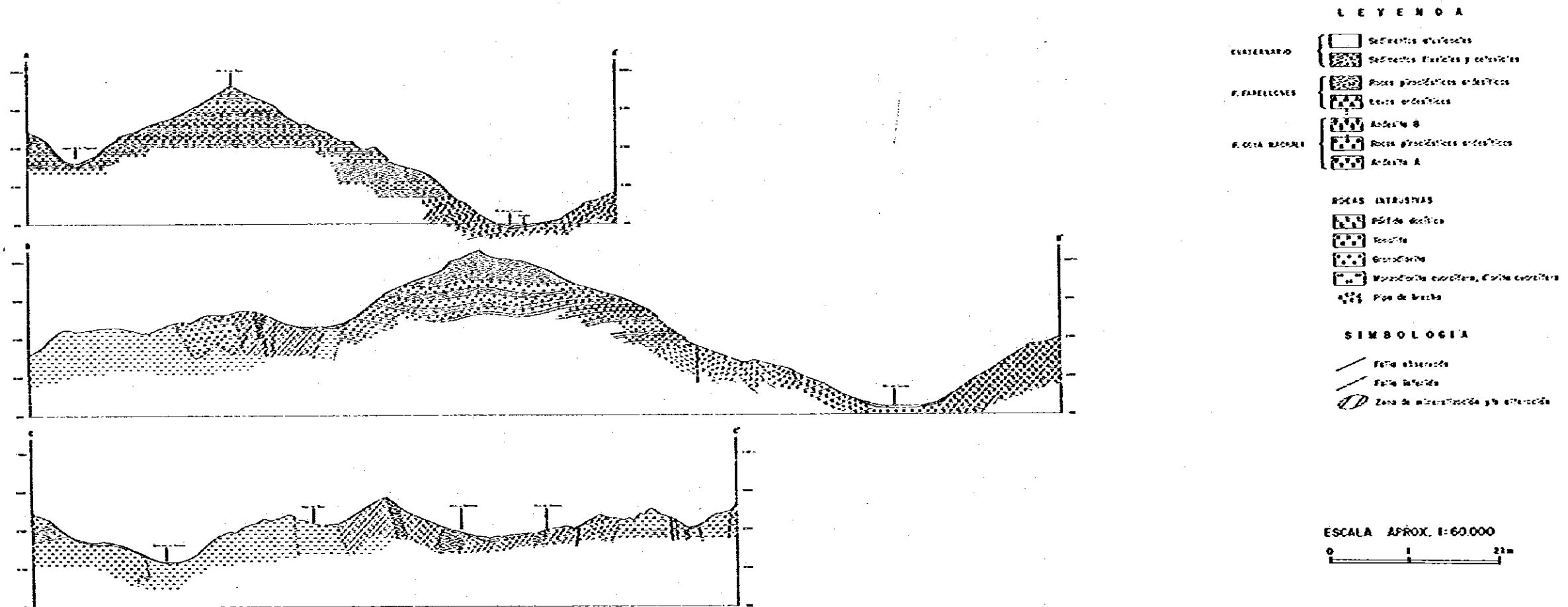


Fig.20 PERFILES GEOLOGICOS DE SECTOR LOS CIPRESES

ただ、本地区北東部では Coya Machali 層が緩傾斜をなしており、Farellones 層と見掛上整合関係にみえるが、本地区南部で Coya Machali 層は傾斜を増してくるので、広域的観察において両層の不整合関係は明らかである。

Rosario de Rengo 鉱床の一部は本層中位層準の安山岩を母岩としているが、Los Cipreses 川変質帯の変質作用は本層まで及んでおらず、Coya Machali 層上部で終わっている。

1-2-3 第四系

前述の Coya Machali 層および Farellones 層ならびに後述の貫入岩類を不整合に覆って第四紀の未固結堆積物が主として河川沿いに分布している。

未固結堆積物としては河床堆積物、崖錐堆積物、氷河堆積物等発達しており、特に崖錐堆積物が至るところに分布しており、本地区の先第四系の露出を悪くしている。

また、Los Cipreses 川上流域には、付近に分布のみられない花崗岩質巨礫～中礫（円礫）から主として構成された氷碛石の小丘が形成されている。

1-3 貫入岩類

本地区に発達している貫入岩類には花崗閃緑岩、石英安山斑岩、安山岩等がある。

これらのうち、花崗閃緑岩の分布がもっとも大きく、Rosario de Rengo 鉱床の母岩の一部となっている。

1) 花崗閃緑岩質岩体

本岩は本地区西部の Cristales 湖畔、Rosario de Rengo 鉱床付近からその西にかけて規模の大きい岩株状をなして発達している。

岩質は一般に灰白色～帯緑灰白色の優白色で、堅硬である。

岩石学的特徴は第1部第1章1-3で詳述した。

本岩は石英閃緑岩からモソゾ花崗岩までの岩相を示しており、これらの岩相間に明りょうな境は認められず、同一岩体の岩相変化と解される。

本岩体は Rosario de Rengo 鉱床近傍を除き一般に新鮮で、マフィック鉱物が弱い緑泥石化を受けている程度である。鉱床近傍の変質については第2章で詳述する。

本岩体は7km×6kmの規模を有し、貫入様式はPassiveであり、周縁部は舌状に枝を出しFarellones層を貫いている。その固結時期は第1部第1章で述べたように10m.y.

(中新世後期)の絶対年代値を持っている。

2) 石英安山斑岩

本岩はRosario de Rengo 鉱床中央部にのみその分布が認められる。

その規模はPL. 2-1-2、Fig. 21、Fig. 22およびFig. 23に示したように極く小規模で、不規則塊状あるいはN-Sに伸長したレンズ状をなして数岩体分布している。その規模の大きい岩体で1,000 m × 250 mを有する。

本岩は花崗閃緑斑岩を示す箇所もある。

岩質は緑灰色を呈した堅硬岩で、斑状組織が明りょうで、斜長石(2~3 mm)、石英(0.8 mm)、黒雲母(0.5~1 mm)、角閃石(0.6 mm)等の斑晶が肉眼でも確認できる。

石基は絹雲母化あるいは粘土化した斜長石、緑泥石化したマフィック鉱物の他、多量の不透明鉱物等から構成されている。

本岩は一般に著しい鉱化および変質作用を受けており、同作用については第2章で述べる。

本岩体は上記花崗閃緑岩岩体の北東縁辺部付近に発達しており、同岩体および Farellones 層の両者を買っている。

後述の通り本岩がRosario de Rengo 鉱床の鉱化作用ともっとも密接しているものと解される。

3) 安山岩

本地区に発達する安山岩質貫入相には2種類にあり、その1つは緑灰色を呈したボーフィリティックな輝石安山岩で、本地区南端部に2岩体、いずれもFarellones層を買って産する。いずれもNW-SEに伸長した巾の広いレンズ状形態を呈している。岩体全体が弱く粘土化しており、空中写真上では、周辺の岩層とコントラストの強い輝度の高い岩体として判読される。

他の1つはLos Cipreses 川中流域においてしばしば観察される巾2 m前後の板状岩脈で、暗灰~暗緑のアファニティックな玄武岩質安山岩である。

本岩脈はFarellones層およびCoya Machali層の層理面を直角にあるいは平行に切っている。

本岩脈は後述のLos Cipreses 川変質帯をも買っており、後変質作用の活動である。

1-4 地質構造

Coya Machali 層は Los Cipreses 川中央沿いに、N-S に長軸をもった緩傾斜の背斜構造およびその西で向斜構造を示している。

背斜軸は本地区南部で南東に屈曲している。向斜構造は背斜構造に平行しており、本地区南部～中央東部で観察できるが、北部では Farellones 層に覆われる。

向斜構造の西翼は、本地区南部で急傾斜（ 60° 前後）を呈しており、向斜軸に近い西翼部に断層の発達が想定されるが第四系に覆われて未確認である。

Farellones 層は前述の通り、大局的には水平に近い構造を呈しており、全体にごく緩く北に落している。なお、本地区南部では急傾斜の向・背斜構造を呈しているが、それらは連続性に乏しくごく局部的な構造である。

大規模な確認断層はないが、小規模なものは Cristales 湖近傍で比較的密に Farellones 層中に発達しており、その主方向は $N 60^{\circ}-70^{\circ}E$ 性を示しているが、Rosario de Rengo 鉱床の延びとは直行しており、同鉱床と直接的な関係は示していない。

なお、Los Cipreses 川には N-S に延びた 20 数 km に及ぶ線構造が空中写真で判読され、同構造は更に南に延びており、その全延長は 40 数 km に及んでいる。

このように長く連続した線構造は一般的に断層を表現している場合が多い。

また、上述のように Los Cipreses 川上流に分布している Coya Machali 層は同河川付近で $60^{\circ}-70^{\circ}$ の急傾斜を示している。

以上の点からして、同川沿いにかなり大規模な潜在断層が想定される。

第2章 鉬化作用および変質作用

2-1 概 要

要約であれたように、本地区にはRosario de Rengo 鉬床とLos Cipreses 川変質帯が発達している。その他にはみるべき鉬化変質作用は認められない。

Rosario de Rengo 鉬床は石英安山斑岩を中心とした銅、モリブデンのポーフイリーカッパー型鉬床で、古くから知られているが、本格的開発には至っていない。

鉬床外かくのプロピライト化帯の幅は4.4 km×1.3 kmを有しており、鉬床中心部には銅、モリブデンを伴ったポタッシュ変質帯とその外側に広くフィリック変質帯が広がっている。鉬床南部は初生硫化帯となっており、同北部には溶脱帯が形成されている。両帯の漸移部には弱いながら二次の硫化鉬物が観察され、同溶脱帯の下部に二次富化帯の存在が期待される。

Los Cipreses 川変質帯はLos Cipreses 川流域に沿って延々13 kmに及んだ大規模な変質帯であるが、金属鉬物としては褐鉄鉬および赤鉄鉬の他に黄鉄鉬の鉬染を認めるだけである。

変質作用は珪化、明ばん石化およびカオリン化で特徴づけられる。

構成鉬物の組合せ、変質鉬物の累帯分布等からして地表下ごく浅所で行われた温泉作用によって形成された可能性が大きい。

2-2 Rosario de Rengo 鉬床

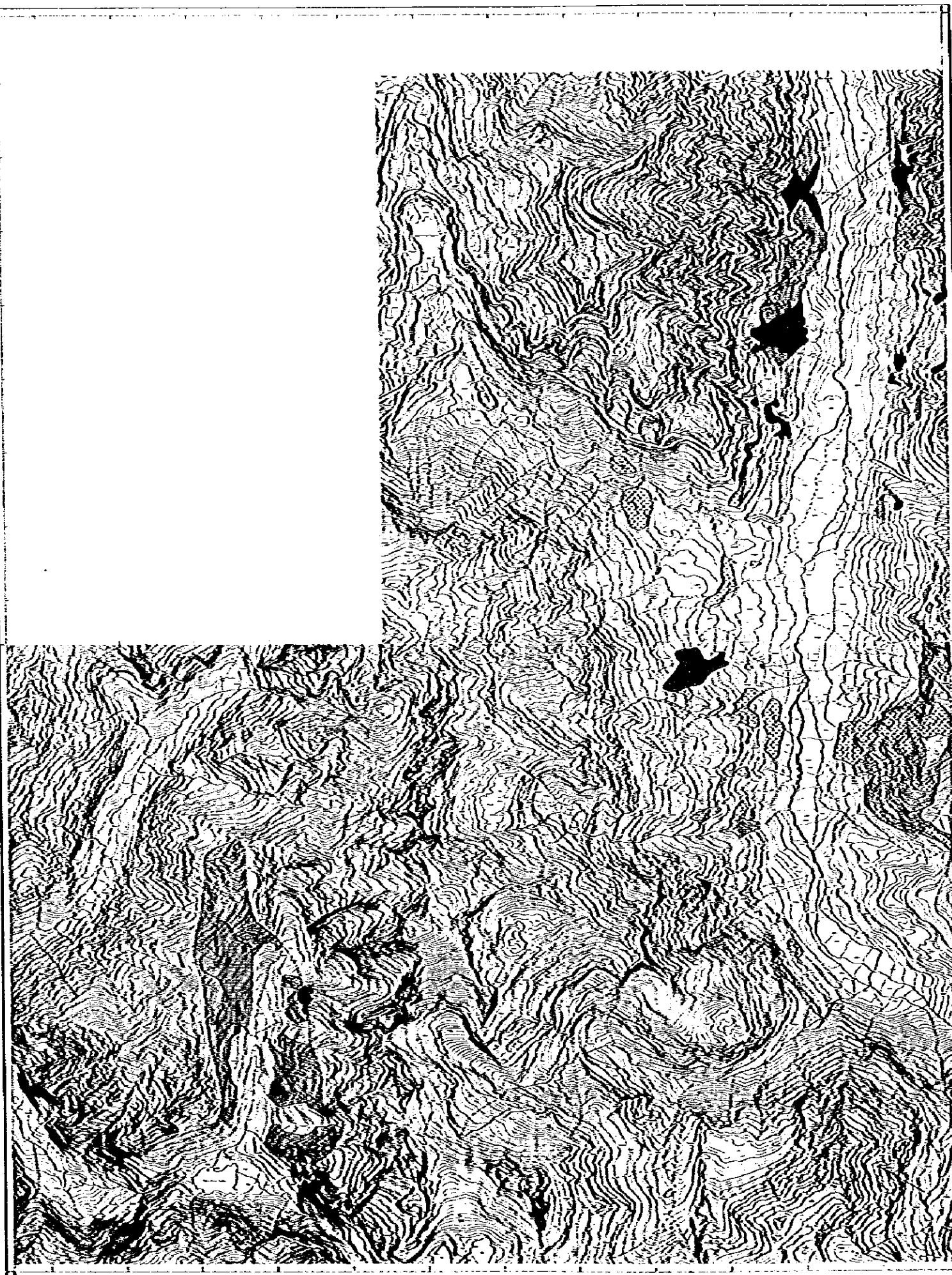
2-2-1 位 置

本鉬床はClaro川の最上流にあり、Rengo市の東南東約43 kmに位置している。

鉬床南端の手前2 kmまでRengo市より車道が通じており、Rengo市より車で約2時間を要する交通至便な地にある。

鉬床付近は分水嶺に近く、鉬床は標高2,300 mにかけて分布しており、鉬床のほぼ中央部をClaro川の支流が縦断している。同支流は、農地用水用として作られた貯水池(Los Cristales湖)でClaro川と合流している。

付近一帯は5月～10月に降雪があり、もっとも多い時期(7月頃)には積雪量が3～4 mに及ぶ。



- LEYENDA**
-  Zona de alteración potásica
 -  Zona de alteración sílica
 -  Zona de alteración propilítica
 -  Zona de alteración arcillosa
 -  Zona de alteración de arcillas
 -  Zona de alteración de arcillas
 -  Zona de alteración de arcillas
 -  Zona de alteración de arcillas
 -  Zona de alteración de arcillas
 -  Zona de alteración de arcillas
 -  Zona de alteración de arcillas
 -  Zona de alteración de arcillas
 -  Zona de alteración de arcillas
 -  Zona de alteración de arcillas
 -  Zona de alteración de arcillas
 -  Zona de alteración de arcillas
 -  Zona de alteración de arcillas
 -  Zona de alteración de arcillas
 -  Zona de alteración de arcillas
 -  Zona de alteración de arcillas
 -  Zona de alteración de arcillas
 -  Zona de alteración de arcillas
 -  Zona de alteración de arcillas
 -  Zona de alteración de arcillas
 -  Zona de alteración de arcillas
 -  Zona de alteración de arcillas
 -  Zona de alteración de arcillas
 -  Zona de alteración de arcillas
 -  Zona de alteración de arcillas
 -  Zona de alteración de arcillas
 -  Zona de alteración de arcillas
 -  Zona de alteración de arcillas
 -  Zona de alteración de arcillas
 -  Zona de alteración de arcillas
 -  Zona de alteración de arcillas
 -  Zona de alteración de arcillas
 -  Zona de alteración de arcillas
 -  Zona de alteración de arcillas
 -  Zona de alteración de arcillas
 -  Zona de alteración de arcillas
 -  Zona de alteración de arcillas
 -  Zona de alteración de arcillas

ESCALA APROX. 1:60.000

Fig. 24 MAPA DE MINERALIZACION Y ALTERACION DE SECTOR LOS CIPRESES

2-2-2 過去の実績

本鉱床には、鉱体の違いでRosario de RengoとLa Esperanzaの2鉱床名が知られているが、両者は同一鉱床であるので、本報告書では、より知名度の高いRosario de Rengoを鉱床名とした。

本鉱床に対しては、1960年にCerro de Pasco Mining Co. が試験採鉱(1孔)を行っており、1967年にはENAMI(Empresa Nacional de Minería、鉱山公社)が坑道採鉱を実施している。

この他、多くの民間会社が地質調査を実施している。

2-2-3 地 質

本鉱床付近には、Parellones層のアフィニティックな輝石安山岩および同質火山礫凝灰岩と、これらを含む花崗閃緑岩および石英安山斑岩等が分布しており、母岩は石英安山斑岩とその周辺部に分布する安山岩を主としており、花崗閃緑岩の一部にも鉱化・変質作用は及んでいる。

石英安山斑岩は、東に分岐した花崗閃緑岩の舌状部からその南にかけて数岩体に分かれて分布し、花崗閃緑岩および安山岩を貫いている。

鉱床内部における花崗閃緑岩および安山岩の一部には、角礫帯が形成されており、いわゆる角礫パイプ(breccia pipe)状をなしており、鉱化・変質作用は同パイプ中でもっとも強い。

なお、同パイプは石英安山斑岩に切られている。

角礫パイプの数は確認されたもので8箇所あり、いずれも円形に近い形を呈しており、それらはほぼ南北に配列している。

規模は400m×200mから120m×40mまであり、崖縁に覆われているためその全ぼうが不明なものもあり、それらは更に拡大する可能性もある。

角礫パイプの礫は5cm~10cm大が多いが、20~50cm大を示す箇所もあり、いずれも鋭角をなしている。礫は付近の岩石から構成されており、隣り合った各礫の礫面がお互いにぴったりと合わず、礫の移動があったことを示している。しかし、各礫の角の摩耗は少なく、大きな動きはなかったものと解される。

なお、角礫パイプの基底は後述の石英および絹雲母から主として構成されている。

角礫パイプの外かく部では角礫化が弱まって網目状の割目に移化している。そこにおけ